Mathématiques et langues, propositions pédagogiques

Christophe Hache, Catherine Mendonça Dias, Luca Agostino, Fidy Heritiana Andrianarivony, Laurence Corny, Catherine David, Anne Fischer, Christophe Gilger, Jérémie Maugez, Karine Millon Faure, et al.

MATHÉMATIQUES ET LANGUES
Propositions pédagogiques

Enseigner les mathématiques à l'école, en tenant compte des conditions multilingues et des défis langagiers et en s'appuyant sur le plurilinguisme, telle est la préoccupation des contributeurs à cette brochure qui ont partagé aspects théoriques et propositions didactiques.
Les différentes contributions permettront de décrire et d'analyser des expérimentations qui font appel à la médiation par la photographie, la vidéo, les tableaux blancs… pour favoriser les interactions verbales et, par ce biais, soutenir l'appropriation des notions mathématiques, de façon différenciée. L'attention sera apportée à la langue française, qui est ici la langue de l'enseignement, et les langues des élèves (langues de la migration, langues régionales, langues des signes…) dans l'activité mathématique.

Cette brochure s'inscrit également en écho du livre *Plurilinguisme et enseignement des mathématiques* (Hache et Mendonça Dias 2022), du réseau Plurimaths, apportant un éclairage plus théorique sur des questions proches.

Ont contribué à cette brochure Luca Agostino, Fidy Heritiana Andrinarivony, Laurence Corny, Catherine David, Anne Fischer, Christophe Gilger, Christophe Hache, Jérémie Maugez, Catherine Mendonça Dias, Karine Millon-Fauré, Charles-Edouard Saint-Léon, Jean-Michel Zakhartchouk.

Édition : IREMS de Paris
ISBN : 978-2-86612-410-6

Mathématiques
Langage
Plurilinguisme
Multilinguisme
Oral
Visuel
Différenciation pédagogique

BROCHURE DE L'IREMS DE PARIS N° 102

MATHÉMATIQUES ET LANGUES
Propositions pédagogiques

Coordination par
Christophe Hache et
Catherine Mendonça Dias

Brochure de l'IREMS de Paris n° 102

Association pour le Développement de l'Enseignement Bi/pluilingue (ADEB)
Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques et des Sciences de Paris
Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR)
Laboratoire Didactique des Langues, des Textes et des Cultures (DILTEC)

MATHÉMATIQUES ET LANGUES
Propositions pédagogiques

Coordination par

Christophe Hache et

Catherine Mendonça Dias

Brochure de l'IREMS de Paris n° 102

Association pour le Développement de l'Enseignement Bi/pluilingue (ADEB)

Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques et des Sciences de Paris

Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR)

Laboratoire Didactique des Langues, des Textes et des Cultures (DILTEC)

Éditeur : IREMS de Paris
Responsable de la publication : C. Hache

IREMS de Paris – Case 7018
Université Paris Cité
8 place Aurélie Nemours
75013 Paris

irem_de_paris@univ-paris-diderot.fr
https://irem.u-paris.fr/
Dépôt légal : 2024
ISBN : 978-2-86612-410-6

Table des matières

Introduction

Christophe HACHE, Université Paris Cité, LDAR et IREMS de Paris

Catherine MENDONÇA DIAS, Université Sorbonne Nouvelle, DILTEC

Enseigner les mathématiques à l'école, en tenant compte des conditions multilingues et des défis langagiers, en s'appuyant sur le plurilinguisme : telle est la préoccupation des contributeurs à cette brochure qui ont partagé aspects théoriques et propositions didactiques. Lors de Journées de Plurimaths, divers acteurs de l'enseignement ont échangé sur des expériences de classe qui ouvrent des perspectives originales pour travailler le langage dans l'activité scolaire mathématique. Cette brochure est l'occasion de revenir sur ces propositions, en abordant plusieurs contextes et modalités pédagogiques, dans le primaire et le secondaire. Cette brochure s'inscrit également en écho du livre *Plurilinguisme et enseignement des mathématiques* (Hache et Mendonça Dias 2022), apportant un éclairage plus théorique sur des questions proches.

C'est ainsi que la première contribution **« Faire entrer les élèves allophones dans la résolution de problèmes arithmétiques par la photographie »** nous amène dans un milieu propice à faire apparaitre l'étrangéité des discours mathématiques : la classe incluant des élèves récemment arrivés en France. Pour ces élèves, la langue française de scolarisation est bien souvent nouvelle ou encore méconnue. Avec ces jeunes allophones, diverses stratégies pédagogiques doivent être imaginées par leurs enseignants pour contourner les obstacles linguistiques et trouver des leviers à la compréhension en langue seconde. C'est ainsi que trois spécialistes se sont réunis pour mutualiser leur expertise : Laurence Corny, chercheure en didactique des langues et qui travaille sur l'enseignement aux élèves allophones, Anne Fischer, enseignante dans le secondaire auprès de ces élèves, et Christophe Gilger, enseignant-formateur en mathématiques, co-fondateur du dispositif M@ths en-vie. Tous trois se sont penchés sur la façon d'introduire la photographie pour contextualiser les problèmes mathématiques et les ancrer dans un quotidien de proximité.

Le visuel est un support porteur pour servir de médiation à la prise de parole et la verbalisation de discours mathématiques. C'est également sur ce principe que trois autres auteurs se sont associés pour développer les compétences orales et métalinguistiques dans l'activité mathématique. La seconde contribution **« Silence, on tourne ! Projets vidéos plurilingues mathématiques par des élèves allophones »** est ainsi un projet de recherche-formation qui est présenté par Karine Millon-Fauré, didacticienne des mathématiques, Catherine Mendonça Dias, didacticienne des langues, et Jérémie Maugez, professeur des écoles qui a mis en œuvre l'expérimentation. Celle-ci consiste à faire produire de courtes vidéos plurilingues mathématiques par des écoliers encore peu francophones qui vont passer par leurs langues premières pour exprimer les notions mathématiques puis progressivement aller vers des formulations en français. Nous verrons en quoi cette pédagogie de projet peut être motivante, rassurante et constructive pour ces jeunes encore peu à l'aise avec la langue française.

Nous verrons comment le support vidéo peut également devenir un outil précieux pour l'enseignement aux élèves sourds ou malentendants. Dans la troisième contribution sur **« L'enregistrement vidéo dans une activité mathématique en langue des signes française ? »**, c'est l'analyse d'un tel support qui est menée par Charles-Edouard Saint-Léon, enseignant de mathématiques signant en langue des signes (LSF). Pour mener ce travail, il a conduit une expérimentation dans laquelle il avait produit des énoncés mathématiques vidéoscopés en LSF. Il étudie les effets sur le travail avec les élèves. Ce projet a été récompensé par le prix 2022 « Chercheurs en Actes » (catégorie « Handicap et scolarité inclusive ») du Conseil scientifique de l'Éducation nationale.

Photographies et vidéos sont des médiations possibles pour initier les interactions en classe de façon à ce que les élèves s'approprient progressivement, par le langage et les activités, les notions mathématiques. Luca Agostino, inspecteur de mathématiques, nous propose une autre manière de procéder, également féconde, pour donner de l'importance aux prises de parole des élèves. La quatrième contribution intitulée **« Favoriser la prise de parole en cours de mathématiques : le dispositif des Murs pédagogiques »** nous donne l'occasion de découvrir des modalités de travail avec des ilots équipés d'un tableau blanc, ce dispositif s'appuyant sur les échanges entre pairs, la circulation des idées (et des élèves !) et prenant en compte une différenciation pédagogique.

C'est d'ailleurs sur la différenciation pédagogique que se poursuit ce numéro, grâce à une cinquième contribution pour **« Faire avec une classe multilingue et multiniveaux en cours de mathématiques »**. L'association de Catherine David, enseignante-chercheure en didactique des langues, et de Jean-Michel Zakhartchouk, enseignant de lettres, formateur et rédacteur aux Cahiers pédagogiques, permet de conjuguer diverses propositions pédagogiques pour différencier l'enseignement en tenant compte des niveaux linguistiques hétérogènes des élèves, dont certains sont nouveaux arrivants dans le milieu scolaire français.

Pour terminer ou pour ouvrir à d'autres perspectives, Fidy Heritiana Andrinarivony nous emmène à Madagascar afin de réfléchir à **« L'enseignement des mathématiques dans le contexte bilingue français-malagasy à Madagascar »** dans une dernière contribution qui analyse l'alternance codique dans l'expression orale des élèves.

Ces textes pourront ainsi venir en appui aux chercheurs, aux formateurs, aux praticiens et aux étudiants qui s'intéressent aux pratiques langagières en classe de mathématiques et à la prise en compte de la dimension plurilingue des contextes d'enseignement.

Faire entrer les élèves allophones dans la résolution de problèmes arithmétiques par la photographie

Laurence CORNY, INSPE de l'Académie de Versailles

Anne FISCHER, Académie de Créteil, UPE2A

Christophe GILGER, Académie de Grenoble, enseignant référent pour les usages du numérique et Référent mathématiques de circonscription

Chaque année, des élèves allophones nouvellement arrivés en France sont scolarisés à l'école élémentaire[1]. Ils constituent un public très hétérogène tant du point de vue de leur âge, de la composition de leurs répertoires linguistiques et culturels, de leur parcours migratoire et scolaire ou du projet migratoire de leur famille. Cependant, ils partagent un point commun : l'appropriation de la langue française constitue, pour eux, une condition *sine qua non* à leur pleine intégration sociale et scolaire. Cette langue, qui leur est pourtant étrangère[2], devient en effet, dès leur arrivée à l'école, une (nouvelle) langue de scolarisation dont les enjeux d'apprentissage sont de première importance. En effet, puisque tous les enseignements, quels que soient les champs disciplinaires ou presque[3], se font en français, l'appropriation de cette langue conditionne tous les apprentissages, qu'il s'agisse de savoirs, de savoir-faire ou de savoir-être. Pour réussir au sein du système scolaire français, ces jeunes élèves se doivent donc d'apprendre le

1. Brun L., 2022, « 64 564 élèves allophones nouvellement arrivés en 2020-2021 : neuf sur dix bénéficient d'un soutien linguistique ou d'une scolarité dans un dispositif spécifique », *Note d'Information*, n° 22.27, DEPP.

2. Dans les contextes sociolinguistiques qu'ils ont pu traverser ou dans lesquels ils ont pu être immergés (environnement social, scolaire, voire familial), les enfants ont pu développer des compétences en français. Toutefois, ces dernières sont, la plupart du temps, essentiellement orales, et ne permettent pas une insertion immédiate dans un système scolaire fondamentalement scriptocentré (Lahire 1993).

3. On pense notamment à l'enseignement des langues vivantes ou régionales.

français pour pouvoir apprendre en français dans toutes les disciplines. Dans ce contexte si particulier, la langue française est donc, tout à la fois, une langue étrangère (au moins de façon transitoire) et une langue de scolarisation, mais elle constitue également une langue seconde. En effet, le français intègre le répertoire verbal des élèves alors qu'une autre langue (au moins) est déjà bien installée, mais il a surtout vocation à assurer des fonctions d'intégration sociale et professionnelle qu'aucune autre langue, en contexte francophone, ne pourrait prendre en charge. De ce fait, l'enseignement aux élèves allophones nouvellement arrivés (désormais EANA) relève de la didactique du français langue seconde en contexte scolaire, plus généralement dénommée didactique du français langue de scolarisation.

Si, pour mener à bien leur apprentissage de la langue française, les EANA peuvent bénéficier pendant quelques mois[4] d'un accompagnement spécifique en Unité pédagogique pour élèves allophones nouvellement arrivés (UPE2A)[5], la modalité principale de leur scolarisation reste l'inclusion en classe ordinaire, et ce, dès leur arrivée en France (MENJS 2012). L'appropriation du français et les apprentissages en français sont donc menés simultanément. Cette situation confère un certain caractère d'urgence aux apprentissages linguistiques et contraint par conséquent à penser l'efficacité des enseignements.

Dans cette présentation, nous allons voir comment une démarche pédagogique conçue pour tout élève en classe de mathématiques, la démarche M@ths en-vie, s'avère transposable avec pertinence et efficacité pour des élèves allophones qui doivent étudier le français et simultanément les mathématiques en français.

1. Les discours mathématiques pour la résolution de problème

1.1 La place de la résolution de problèmes en mathématiques

À l'école, la langue assure à la fois des fonctions de socialisation, des fonctions de communication (entre tous les acteurs et dans des situations formelles et informelles), mais également, et surtout, des fonctions dans le cadre de l'enseignement et de l'apprentissage dans toutes les disciplines. Nous nous intéressons, ici, aux mathématiques à l'école élémentaire et plus précisément à la résolution de problèmes, puisqu'au cycle 2,

4. La durée de l'accompagnement spécifique par l'UPE2A est fixée à douze mois (MENJS 2012). Si cet accompagnement peut être prolongé en fonction des besoins des élèves (notamment enfants peu ou pas scolarisés antérieurement et donc non-lecteurs dans une langue de scolarisation antérieure), la décision est assujettie aux places disponibles (les élèves nouvellement arrivés étant toujours prioritaires vis-à-vis de ceux arrivés antérieurement).

5. Une importante majorité d'élèves allophones scolarisés à l'école élémentaire bénéficie d'un accompagnement spécifique en UPE2A (86 % selon l'enquête publiée par la DEPP, voir Colmant et Le Cam 2019), mais tous ne peuvent y accéder en raison d'un manque de places ou de l'absence de dispositif dans la zone géographique de l'élève.

celle-ci « est au centre de l'activité mathématique des élèves, développant leurs capacités à chercher, raisonner et communiquer » (MENJS 2020 a : 56) et que, au cycle 3, elle « constitue le critère principal de la maîtrise des connaissances dans tous les domaines des mathématiques [et] le moyen d'en assurer une appropriation qui en garantit le sens » (MENJS 2020b : 90). L'activité de résolution de problèmes apparait depuis longtemps comme celle dans laquelle les élèves rencontrent le plus de difficultés (Devidal *et al.* 1997). Dans ce cadre-là, les liens entre les mathématiques et le langage sont bien identifiés par les didacticiens de la discipline, comme ceux du collectif LEMME[6] (depuis 2013) ou Sander (2019), notamment en ce qui concerne le rôle de la lecture (Camenisch et Petit 2004). Dans le cadre de la résolution de problèmes, les énoncés apparaissent ainsi comme une source manifeste de difficultés pour les élèves, d'autant plus quand ceux-ci débutent leur apprentissage du français : la non-compréhension de l'énoncé rend impossible tout traitement mathématique, la cognition langagière faisant obstacle à la cognition mathématique.

1.2 L'énoncé verbal des problèmes arithmétiques : une source importante de difficultés pour les élèves allophones

L'énoncé verbal est un type de texte exclusivement scolaire et particulier : anonyme, il est composé d'une partie informative (souvent narrative) qui comprend les données du problème et d'une partie prescriptive qui conduit à mettre en œuvre un raisonnement et un calcul quand le problème est de nature arithmétique. En général très condensé, il évite les redondances informatives et chaque mot a son importance. De surcroît, il comporte souvent une part d'implicite obligeant à une lecture inférentielle qui constitue un obstacle supplémentaire à la compréhension. La partie narrative, quant à elle, est centrale puisqu'elle doit donner lieu à la construction d'un scénario, c'est-à-dire d'une représentation mentale, qui permettra l'élaboration de la situation problème. Mais encore faut-il comprendre le texte de l'énoncé. Enfin, le texte injonctif peut prendre la forme d'un ordre, d'une question explicite, semi-explicite ou implicite.

Dans la compréhension de ce type de texte (à la fois narratif, informatif et injonctif), plusieurs éléments peuvent constituer des difficultés pour l'élève allophone.

- Les mots lexicaux (mots de contenu) et les expressions d'usage courant : ils renvoient à la fois à des concepts mathématiques et à des concepts non mathématiques. Ces derniers évoquent des situations de la vie quotidienne, mais sont ancrés dans une réalité culturelle parfois très éloignée de celle des élèves allophones.
- Les mots grammaticaux (mots fonctionnels) tels que les conjonctions de coordination, les déterminants (notamment les indéfinis tels que quelques, chaque, tout[e]), les pronoms relatifs (en particulier dont) ne constituent pas des objectifs

6. Le Projet Langages dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques (LEMME) a été initié fin 2012 par Thomas Barrier, Caroline Bulf, Aurélie Chesnais, Christophe Hache, Anne-Cécile Mathé et Joris Mithalal, et a organisé des journées d'étude s'intéressant aux problématiques liées au langage dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Voir https://www.ldar.website/lemme.

linguistiques visés prioritairement par l'enseignement aux élèves allophones. On peut en revanche penser que les connecteurs temporels (avant, après) sont plus rapidement appréhendés, car leur utilisation est fréquente dans le langage usuel.

- Les structures morphosyntaxiques comme l'inversion sujet-verbe (a-t-il, peut-on, y a-t-il), les formes passives, les temps verbaux (passé composé, imparfait, futur, conditionnel), le participe présent (sachant que), les comparatifs ([de] plus que, [de] moins que) ou les structures grammaticales complexes (compléments du nom, propositions relatives) ne sont pas non plus en adéquation avec les premiers apprentissages linguistiques menés par les élèves allophones.

On peut donc en conclure que la plupart des mots, même ceux qui paraissent les plus familiers, peuvent faire obstacle à la compréhension d'un énoncé de problème arithmétique.

Pour amener les élèves à dépasser ces difficultés, plusieurs pratiques pédagogiques ont été imaginées à destination des élèves natifs. On pense notamment à la reformulation de l'énoncé, par l'enseignant ou les élèves, et sans les données chiffrées, à la théâtralisation, au recours à la manipulation, au repérage des informations essentielles, à la représentation puis à la modélisation ou au repérage des analogies entre problèmes. Mais toutes s'appuient sur une première compréhension, au moins globale, de l'énoncé, ce qui, nous l'avons vu, n'est pas chose aisée pour les élèves allophones.

Aussi, nous proposons d'explorer une autre piste, elle aussi pensée pour les élèves natifs, mais qui nous semble particulièrement adaptée aux besoins et aux compétences des élèves allophones puisqu'elle s'appuie sur le vécu des élèves et les photographies qui en résultent. Ces dernières deviennent des supports pour donner du sens aux situations proposées en résolution de problèmes et amènent en outre les élèves à formuler eux-mêmes des énoncés de problèmes.

2. M@ths en-vie, un dispositif pour ancrer les mathématiques au réel

2.1 Genèse et principe du dispositif

M@ths en-vie, c'est une façon originale d'aborder les mathématiques : motivante, concrète et en lien avec le quotidien des élèves. Initié par Carole Cortay et Christophe Gilger, ce dispositif est né de la découverte sur le réseau social Twitter d'une initiative entre deux classes du Québec qui s'envoyaient, dans le cadre d'un défi de fin d'année, des photos de leur environnement (cour de récréation, rue, etc.) afin que la classe partenaire retrouve des formes (figures, solides, etc.) et des propriétés géométriques (parallèles, angles droits, etc.).

Document iconographique n° 1

Les co-concepteurs de M@ths en-vie ont alors étendu cette action aux trois domaines des mathématiques des programmes de la maternelle et de cycle 2 et 3 : nombres et calculs, grandeurs et mesures et espace et géométrie.

Ce dispositif s'adresse à tous les élèves et propose des activités de la maternelle au lycée qui s'appuient sur des supports numériques (photos, vidéos, pages web) qui ne sauraient être que de simples illustrations. Ils contiennent un ou des éléments mathématiques qu'il est nécessaire de prélever pour pouvoir résoudre le problème.

Les objectifs sont doubles :

- ancrer les mathématiques au réel afin d'améliorer la compréhension en résolution de problèmes ;
- développer la perception des élèves sur les objets mathématiques qui nous entourent afin de susciter des questionnements mathématiques.

Les concepteurs et différents auteurs et contributeurs du dispositif proposent plusieurs supports et ressources[7] permettant les échanges, et une mise en œuvre pratique et simple au travers de propositions d'activités.

- un site Internet qui permet ainsi une activité réflexive aux enseignants et contribue à leur formation ;
- une association M@ths'n Co ;
- une méthode d'enseignement de la résolution de problèmes à tous les niveaux de l'école élémentaire ;
- un classeur d'activités et ses logiciels de la maternelle au CM2 ;
- des comptes sur les réseaux sociaux (Twitter, Instagram, groupe et page Facebook et Mastodon).

2.2 Lien avec les programmes

M@ths en-vie s'inscrit pleinement dans le socle commun de connaissances, de compétences et de culture et dans les programmes de l'école élémentaire qui précisent que « [l]es situations sur lesquelles portent les problèmes sont, le plus souvent, issues

7. Voir http://mathsenvie.fr/

de la vie de classe, de la vie courante ou d'autres enseignements » (MENJS 2020b : 90). On notera que la mise en œuvre du programme doit permettre de développer les six compétences majeures de l'activité mathématique. En quoi les activités proposées dans le cadre du dispositif M@ths en-vie y répondent-elles ?

- Chercher : identifier des éléments mathématiques dans son environnement
- Modéliser : conceptualiser des problèmes de la vie quotidienne
- Représenter : s'appuyer sur la photo pour réaliser un schéma
- Communiquer : argumenter, justifier, défendre son point de vue
- Calculer : contrôler la vraisemblance de ses résultats
- Raisonner : passer de la perception à la construction de concepts

2.3 *Les enjeux*

La résolution de problèmes est une tâche complexe qui peut dérouter les élèves quand ils n'y sont confrontés que ponctuellement. Afin d'aider leurs élèves, la majorité des enseignants s'orientent alors vers des problèmes de la vie courante. Mais notre représentation est-elle la même que celle de nos élèves ? Ont-ils déjà vécu la situation ou correspond-elle vraiment à celle qu'ils ont vécue ?

La représentation qu'ils se font de la situation est parfois très éloignée de celle qui est effectivement visée. La dénomination même de l'activité proposée (problème) est déjà anxiogène. La photo peut simplifier la tâche en donnant un élément concret d'aide à la compréhension qui peut rassurer l'élève et enfin, cette démarche se rapproche du monde d'images dans lequel évoluent les élèves. La photo numérique va alors se révéler comme une aide à la transition entre une situation réelle et l'abstraction nécessaire à la résolution du problème.

L'idée est également d'amener les élèves à percevoir leur environnement proche sous un angle mathématique. On peut espérer qu'à plus ou moins long terme, les différentes situations mises en œuvre en classe vont amener les élèves à se poser des questions mathématiques sur le monde qui les entoure :

- Les ordres de grandeur et les mesures que l'on peut lire sur des étiquettes, des affichages, etc.
- Les formes géométriques, les parallèles, les perpendiculaires, la symétrie, etc.
- Les nombres, les prix, les mesures, les unités… qui font partie de notre quotidien.

De plus, l'importance de la langue dans les énoncés de problèmes est également à souligner et à enseigner. Le langage courant, le langage scolaire et le langage mathématique peuvent constituer des obstacles à l'accès au sens pour les élèves.

2.4 Pourquoi utiliser des supports photos ? Lesquels ?

L'utilisation de la photo permet alors de construire ce temps intermédiaire entre une situation vécue, réelle, et une abstraction complète. Elle donne un appui pour construire le cheminement intellectuel lié à une situation.

Ainsi, à travers ce projet autour des photos, on peut faire les hypothèses :

- qu'en exerçant les élèves à repérer des situations réelles pouvant faire l'objet d'un investissement mathématique, ils se créent un panel de représentations qu'ils pourront ensuite remobiliser dans d'autres situations similaires ;
- qu'ils construisent l'intérêt d'apprendre les mathématiques parce que cette discipline s'inscrit dans leur réalité de tous les jours ;
- qu'ils mettent du sens afin de mettre en œuvre des procédures de résolution cohérentes ;
- que l'entrée dans les problématiques langagières décrites ci-dessus se fasse de façon plus progressive.

Mais quels types de photos peut-on utiliser ? L'idée est de proposer des situations telle celle ci-dessous :

Document iconographique n° 2

On remarquera qu'aucune donnée n'est présente dans l'énoncé, amenant l'élève à se poser des questions sur celles nécessaires à la résolution du problème : combien de roues a ma voiture ? Combien de boulons sont représentés sur la photo ? En recherchant les données, l'élève met donc du sens derrière celles qui lui seront utiles et les utilisera alors à bon escient.

3. Le dispositif M@ths en vie et le public allophone

3.1 Intérêt de la démarche avec les élèves allophones

La démarche M@ths-en-vie n'a pas été conçue spécifiquement pour le public allophone, mais elle s'avère néanmoins très pertinente. Il est en effet souvent difficile de mobiliser les connaissances des élèves allophones dans le cadre de la résolution de problèmes. Comme nous l'avons déjà souligné, les difficultés rencontrées sont nombreuses et peuvent sembler insurmontables.

Partir de supports visuels permet de contourner un grand nombre de difficultés langagières en réduisant l'énoncé au strict minimum. Les élèves vont ainsi engager un questionnement qui va les amener à entrer plus directement dans la situation et dans une réflexion mathématique pour résoudre le problème. La place du langage oral et l'interaction entre pairs sont très importantes durant la phase de recherche : les élèves cherchent ensemble, échangent, confrontent leurs hypothèses, analysent leurs erreurs. Ces échanges constituent un des points forts de la démarche M@ths en-vie pour les élèves allophones : la compréhension orale, la production orale et écrite sont toujours travaillées lors de la résolution des problèmes et lors de la production d'énoncés mathématiques.

3.2 Compte rendu d'un projet collaboratif incluant des élèves allophones

Un atout important de la démarche réside dans la possibilité d'organiser des projets collaboratifs. Nous allons rendre compte d'un projet qui s'est déroulé dans une école qui accueillait une UPE2A. Les élèves allophones étaient inclus en classe ordinaire et pouvaient bénéficier d'un enseignement en UPE2A, à raison de 9 heures minimum par semaine. Les travaux présentés en annexe ont été réalisés en UPE2A.

Chaque classe de l'école avait travaillé la résolution de problèmes selon la démarche M@ths en-vie et devait rédiger des énoncés de problèmes à destination des autres classes, conformément à l'orientation du projet d'école « Améliorer la résolution de problèmes en mathématiques ». Les élèves allophones, inclus en classe ordinaire, participaient donc à cette activité rédactionnelle avec leur enseignante de classe ordinaire. L'indicateur de réussite était la constatation des progrès de l'élève par l'enseignant dans le cadre des évaluations réalisées au sein de l'école.

Parallèlement à ce travail mené en classe d'inclusion, les élèves allophones ont rédigé, dans les séances spécifiques en UPE2A, des énoncés en langue première, toujours à destination des élèves de classe ordinaire. Un des objectifs annoncés aux élèves était de faire découvrir leur(s) langue(s) aux élèves des classes ordinaires. L'indicateur de réussite était ici la capacité à produire un énoncé. Il s'agissait d'activités de dénombrement et non d'énoncés de problèmes, qui constituaient une première étape d'appropriation de la démarche, le niveau des élèves à ce moment précis ne permettant pas d'aller plus avant.

Les élèves avaient à leur disposition plusieurs photos, apportées par eux-mêmes ou prises à l'école. La première étape a consisté à sélectionner les photos sur lesquelles le groupe d'élèves en dispositif UPE2A souhaitait travailler. Les élèves ont ensuite échangé oralement afin de déterminer quelle(s) question(s) pouvai(en)t être posée(s) et les ont rédigées ou l'ont rédigée en français et dans leur langue de scolarisation antérieure. Durant l'étape de rédaction des énoncés, le groupe s'est divisé spontanément en petits groupes de locuteurs d'une même langue première. L'enseignante aidait les élèves à reformuler lorsque c'était nécessaire et indiquait les erreurs liées à l'orthographe ou à la syntaxe. Une fois les textes rédigés, les productions ont été présentées aux élèves de classe ordinaire. La photo était présentée aux élèves francophones natifs et la question était écrite au tableau dans la langue d'un élève allophone et lue par cet élève. Les élèves de classe ordinaire émettaient alors des hypothèses. La question était ensuite écrite au tableau et lue dans une deuxième langue. Les élèves émettaient à nouveau des hypothèses et comparaient, lorsque c'était possible, avec la question rédigée dans la première langue ou avec le français lorsque la langue première était proche du français. Une fois que toutes les questions avaient été écrites dans toutes les langues proposées par les élèves, la réponse était donnée, toujours dans les langues représentées par les élèves allophones. Questions et réponses étaient enfin énoncées en français, ce qui permettait de valider ou non les hypothèses émises par les élèves francophones natifs. Les compétences travaillées au cours de ce projet transdisciplinaire étaient nombreuses, tant pour les élèves allophones que pour les élèves francophones natifs. Voici quelques-unes de ces compétences :

- chercher, modéliser, représenter, raisonner, calculer, communiquer (mathématiques, programmes de 2018) ;
- participer à des échanges dans des situations diversifiées (français-programmes de 2018) ;
- produire des écrits variés (français-programmes de 2018) ;
- élargir ses repères culturels pour favoriser la prise de conscience de certaines différences (langue vivante-programmes de 2018) ;
- coopérer, respecter autrui et les différences (EMC-programmes de 2018) ;
- savoir utiliser les connaissances et compétences dont on dispose dans une langue pour des activités de compréhension/de production dans une autre langue (CARAP) ;
- assumer une identité langagière propre (CARAP) ;
- savoir parler de certains aspects de sa langue, savoir les expliquer à d'autres (CARAP) ;
- compétence de reconnaissance de l'Autre, de l'altérité (CARAP) ;
- compétence de médiation (CARAP).

Ce projet a permis aux élèves allophones de mieux mobiliser leurs compétences en mathématiques en faisant des allers-retours avec la langue première, et ainsi, de mieux entrer dans la langue des mathématiques en français. Il s'agissait également d'apprendre ou de réactiver du vocabulaire courant, d'améliorer la maîtrise de la langue écrite à travers la rédaction des énoncés et d'améliorer la maîtrise de la langue orale à travers l'élaboration des énoncés en UPE2A et la présentation de ceux-ci aux élèves des classes ordinaires. Les élèves allophones s'expriment souvent peu en classe ordinaire devant les élèves francophones natifs et ce genre de projet favorise les interactions entre tous les élèves. Il s'agissait aussi pour les élèves allophones de mieux s'approprier le français par la comparaison avec leur langue première. Pour exemple, un élève italophone a compris lors de la rédaction des énoncés qu'une réponse en français ne pouvait jamais commencer par « pourquoi », mais par « parce que ». Il commettait systématiquement l'erreur, un seul mot, « perché », servant à dire « pourquoi » et « parce que » en italien.

Pour les élèves francophones natifs, cela a permis une meilleure (re)connaissance des langues, des compétences langagières et mathématiques des élèves allophones et à travers cela, une valorisation de ces derniers. Les élèves francophones natifs ont pu se mettre à la place d'un élève allophone en éprouvant les difficultés qui sont celles de leurs camarades à leur arrivée en France. M@ths en-vie permet l'interdisciplinarité et, dans le cadre de ce projet, résolution de problèmes, maîtrise de la langue, éducation à la citoyenneté, ainsi qu'approches plurielles des langues et des cultures ont été étroitement mêlées.

Conclusion

Originellement pensée dans le cadre de l'enseignement des mathématiques aux élèves natifs, cette expérimentation, certes limitée, nous donne toutefois l'occasion d'identifier la pertinence d'intégrer la démarche M@ths en-vie aux pratiques d'enseignement aux élèves allophones. Tout d'abord, en s'appuyant sur le vécu scolaire, cette démarche permet de donner du sens aux situations de résolution de problèmes et aux procédures à engager pour les résoudre. Ensuite, l'entrée dans la résolution de problèmes se faisant par le biais de la production d'énoncés, l'élève peut s'appuyer sur ses compétences mathématiques pour développer des compétences en français. En outre, les échanges oraux étant indispensables à l'élaboration collaborative d'énoncés, ce sont autant les compétences orales que les compétences écrites qui sont sollicitées. Enfin, la production des énoncés en langues de scolarisation antérieure valorise les compétences dont les élèves disposent dans ces langues et donne lieu à des comparaisons entre les langues en contact, toujours au profit de l'apprentissage du français. Les activités réalisées, ici, par les élèves allophones doivent cependant être vues comme préliminaires à la production de véritables énoncés de problèmes, ces derniers devant constituer eux-mêmes une étape vers la compréhension de formes conventionnelles et institutionnalisées d'énoncés. Puisque la démarche permet de soutenir, en UPE2A, les apprentissages des élèves allophones, on peut percevoir tout son intérêt dans des contextes plus larges.

Références bibliographiques

Camenisch A., Petit S. (2004). « Lire et écrire des énoncés de problèmes ». Dans *Actes du 31^e^ colloque de la Copirelem, en mai 2004 à Foix*. IREM de Toulouse https://publimath.univ-irem.fr/numerisation/WO/IWO06027/IWO06027.pdf

Colmant M., Le Cam M. (2016). « TIMSS 2015 mathématiques et sciences, évaluation internationale des élèves de CM1 ». *Note d'information 16.33*. MENESR, DEPP. https://archives-statistiques-depp.education.gouv.fr/Default/digital-viewer/c-13132

Devidal M., Fayol M., Barrouillet P. (1997). « Stratégies de lecture et résolution de problèmes arithmétiques ». *L'Année psychologique 97*. 9-31. https://www.persee.fr/doc/psy_0003-5033_1997_num_97_1_28935

Lahire B. (1993). *Culture écrite et inégalités scolaires : sociologie de l'« échec scolaire » à l'école primaire*. Lyon. Presses universitaires de Lyon.

MENJS (2012). « Organisation de la scolarité des élèves allophones nouvellement arrivés ». *Bulletin officiel, 37-2012. Circulaire n° 2012-141 du 2-10-2012.* https://www.education.gouv.fr/media/6476/download

MENJS (2020a). « Programme du cycle 2 en vigueur à la rentrée 2020 ». *Bulletin Officiel 31-2020*, annexe 1. https://cache.media.education.gouv.fr/file/31/88/5/ensel714_annexe1_1312885.pdf

MENJS (2020b). « Programme du cycle 3 en vigueur à la rentrée 2020 ». *Bulletin Officiel 31-2020*, annexe 2. https://cache.media.education.gouv.fr/file/31/88/7/ensel714_annexe2_1312887.pdf

Sander E. (2019). *Le rôle des analogies dans la résolution de problèmes aux cycles 2 et 3*. Conférence effectuée en novembre 2019 à l'Institut Français d'Éducation. http://centre-alain-savary.ens-lyon.fr/CAS/mathematiques-en-education-prioritaire/compte-rendus-formations-de-formateurs-mathematiques/session-2019-2020/le-role-des-analogies-intuitives-dans-la-resolution-de-problemes-arithmetiques-aux-cycles-2-et-3

Annexe

Roumain/Moldave : Câți persoane sunt pe pistă ?
Italien : Quante persone ci sono sulla pista ?
Français : Combien y a-t-il de personnes sur la piste ?

Roumain/Moldave : Sunt 5 persoane.
Italien : Ci sono 5 persone.
Français : Il y a 5 personnes.

Roumain/Moldave : Câți copaci sunt pe imagine ?
Italien : Quanti alberi ci sono ?
Français : Combien y a-t-il d'arbres ?

Roumain/Moldave : Sunt 2 copaci.
Italien : Ci sono 2 alberi.
Français : Il y a 2 arbres.

Arabe : كم من الناس هناك؟
Arabe : هناك 4 أشخاص

Portugais : Quanto à de pessoas ?
Portugais : A 4 pessoas.

Français : Combien y a-t-il de personnes (sur ce télésiège) ?
Français : Il y a 4 personnes.

Moldave/Roumain : Sunt 30 crete in cutie. Profesorul și elevii folosesc o medie de 1 cretă pe săptămână de clasă. Va exista o cretă suficientă pentru anul școlar 2018-2019 ?
Portugais : Existem 30 gizes em uma caixa. O professor e os alunos usam uma média de 1 giz por semana de aula. Haverá giz suficiente para o ano escolar de 2018-2019 ?
Français : Il y a 30 craies dans une boîte. La maîtresse et les élèves utilisent en moyenne 1 craie par semaine de classe. Y aura-t-il assez de craies pour l'année scolaire 2018-2019 ?

Moldave/Roumain : Nu, nu va fi suficientă cretă deoarece există 36 de săptămâni de clasă.
Portugais : Não, haverá giz suficiente porque há 36 semanas de aula.
Français : Non, il n'y aura pas assez de craies car il y a 36 semaines de classe.

Silence, on tourne !
Projet de vidéos mathématiques plurilingues par les élèves allophones

Karine Millon-Fauré, Aix-Marseille Université, ADEF

Jérémie Maugez, Académie d'Amiens

Catherine Mendonça Dias, Université Sorbonne Nouvelle, DILTEC

Nos recherches en didactique des mathématiques et en didactique des langues ont mis en évidence l'impact que les difficultés langagières des élèves allophones pouvaient avoir sur leur activité mathématique (Armagnague *et al.* 2018, Millon-Fauré 2017, Millon-Fauré 2020, Mendonça Dias 2020). À la lumière de ces résultats, nous avons donc cherché à travailler sur une multimodalité pédagogique pour l'apprentissage des mathématiques par des élèves qui sont récemment arrivés en France et inscrits en Unité pédagogique pour élèves allophones (UPE2A[8]). Cette expérimentation avait pour objectif de faciliter l'apprentissage de la langue française en ce qui concerne l'appropriation des discours spécifiques aux mathématiques, tout en permettant aux élèves de réinvestir des connaissances acquises au cours de leur scolarisation antérieure. Nous allons rapporter ci-après le déroulement de ce projet plurilingue, avant de partager nos analyses sur l'apport de cette activité sur le plan des compétences mathématiques, langagières, mais aussi en termes de savoir-être.

8. Structure dans laquelle les élèves reçoivent, en parallèle de leur accueil en classe ordinaire, des cours intensifs de français, et souvent des cours disciplinaires en français.

1. Description de l'expérimentation des vidéos mathématiques plurilingues

Nous avons proposé à des élèves d'UPE2A en école élémentaire la réalisation de courtes vidéos sur un thème mathématique[9] : ils devaient d'une part utiliser leur langue première et d'autre part proposer une version en français des explications données, soit à l'oral, soit grâce à des sous-titres. Dans la classe que nous avons suivie, les élèves (de cycle 2 ou 3) ont par ailleurs décrit leur mise en œuvre de ce projet grâce à une petite vidéo qui retrace bien chacune des étapes[10].

Les élèves ont choisi d'abord non seulement le sujet, mais également le scénario de leurs capsules vidéo. Ce choix effectué, un *story-board* a été produit puis présenté à la classe et à l'enseignant qui ont apporté quelques conseils, notamment pour améliorer la compréhension du contenu.

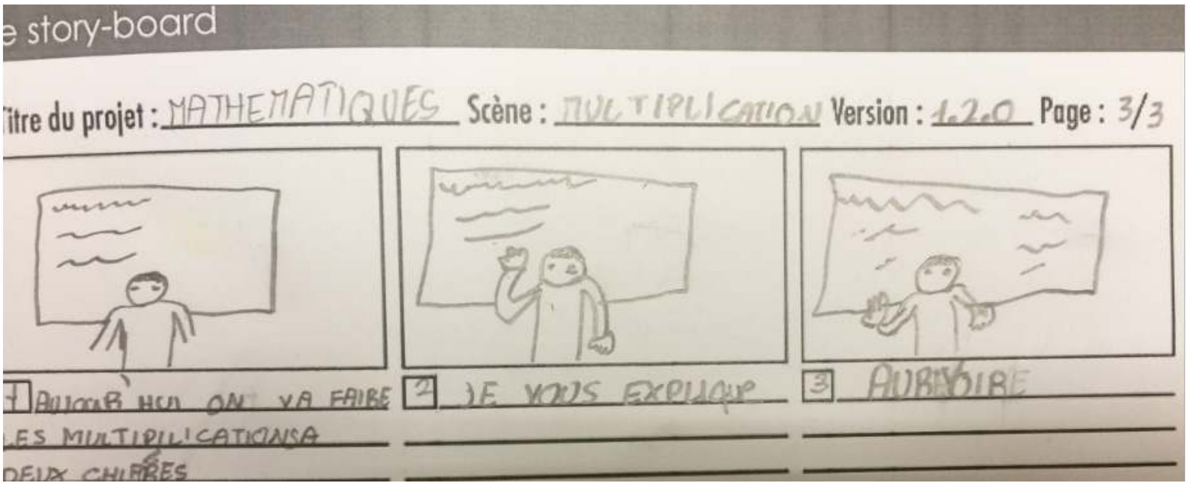


Illustration 1. Exemple d'un story-board pour préparer une vidéo sur la multiplication

Les élèves de cette classe ont décidé de tourner tout d'abord la scène en parlant dans leur langue première, puis de recommencer la même scène en utilisant cette fois le français.

9. Jérémie Maugez, professeur en UPE2A, a organisé cette expérimentation dans sa classe, préparée et analysée avec les chercheuses Catherine Mendonça Dias et Karine Millon-Fauré.

10. Voir https://tube-cycle-2.apps.education.fr/w/nWQ5v3phwCQMMZYzCJHP7J. Lien vérifié début février 2024.

Illustration 2. Extrait de la première vidéo plurilingue, portant sur les fournitures scolaires pour les mathématiques

Les tournages ont été réalisés en autonomie par les élèves concernés pendant que le reste de la classe poursuivait son travail, puis l'enseignant a effectué un premier montage qu'il a proposé ensuite aux élèves. Finalement, les capsules vidéo ont été déposées sur un site, accessible à tous[11]. Cette expérimentation a conduit (pour l'instant…) à la production d'une quinzaine de vidéos (voir annexe).

2. Analyse des effets produits : sur le plan mathématique

La conception de ces vidéos a conduit à travailler le lexique mathématique. Les élèves ont pris soin d'utiliser les termes adéquats pour désigner les concepts mathématiques qu'ils ciblaient (droites parallèles ou perpendiculaires par exemple, ou les unités de numération…), à la fois dans leur langue première et en français. Cela a ainsi permis de faciliter le rapprochement entre les termes et les concepts appris lors de leur scolarisation antérieure et ceux à présent enseignés en classe. Ces termes ont été utilisés sous la forme orale, mais également pour certains d'entre eux sous la forme écrite, puisque certaines incrustations ont été ajoutées pour les termes les plus importants :

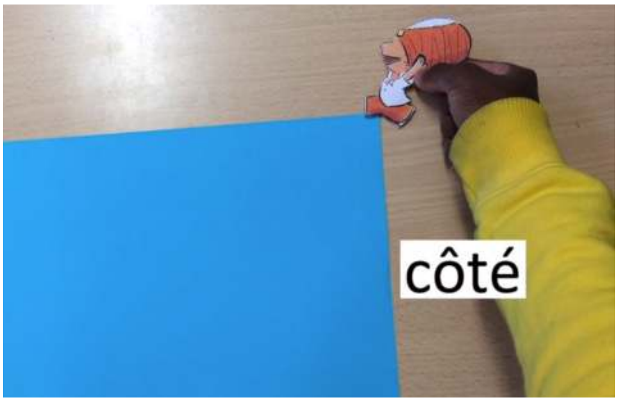


Illustration 3. Les termes du lexique mathématique apparaissent à l'écrit

Par ailleurs, dans leurs explications, les élèves se sont appuyés sur plusieurs systèmes sémiotiques (gestes, schémas, langue française, orale, écrite, langue première), ce qui a pu contribuer à renforcer la mémorisation du lexique mathématique et la conceptualisation des notions associées.

En outre, les élèves décrivent dans leurs vidéos des techniques plus ou moins complexes qui s'avèrent nécessaires pour réaliser les activités mathématiques demandées à l'école primaire : construction de droites parallèles, réalisation d'une soustraction posée, etc. Ces tâches les amènent à travailler sur ces concepts afin d'être en mesure de les expliquer clairement (un des élèves s'est ainsi entraîné à poser des soustractions, car

11. Voir https://www.francaislangueseconde.fr/plurimaths/plurimaths-videos/.

il voulait présenter une vidéo sur ce thème). Le fait de devoir décrire ces techniques pour un public (les vidéos vont être publiées sur Internet !) renforce leur posture d'auteur et consolide ainsi leur appropriation des savoirs (Hache et Quinchon 2020). En même temps, ce type d'activité leur permet de s'autoévaluer sur la maîtrise de compétences mathématiques et de repérer leurs difficultés. Les élèves vont également chercher à présenter clairement l'utilisation des instruments de géométrie (comme l'équerre par exemple pour tracer deux droites parallèles) ou d'autres types de matériel utilisé en classe (comme le matériel de numération pour le dénombrement).

Illustration 4. Un élève montre l'utilisation d'une équerre

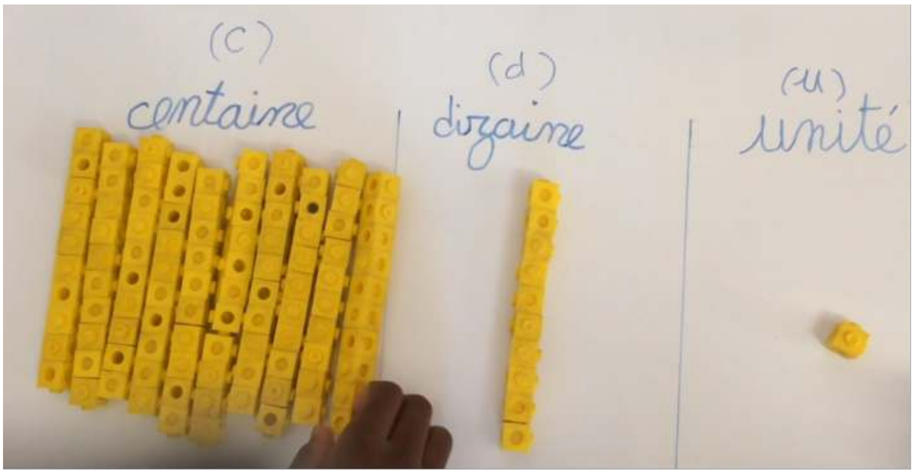


Illustration 5. Un élève présente l'utilisation du matériel de numération

Parfois, les élèves en viennent à exposer plusieurs méthodes pour résoudre une même tâche, comme c'est le cas dans la capsule concernant la soustraction. Sur l'image ci-dessous, nous voyons une soustraction posée et ce même calcul effectué au moyen d'une succession d'additions :

Illustration 6. Un élève présente deux techniques pour effectuer une soustraction

Dans cette capsule, l'élève a tenu à présenter une technique apprise en Italie[12] (et rarement enseignée en France). Pour une meilleure lisibilité, celle-ci est reprise dans la vidéo grâce à une incrustation proposée par l'enseignant :

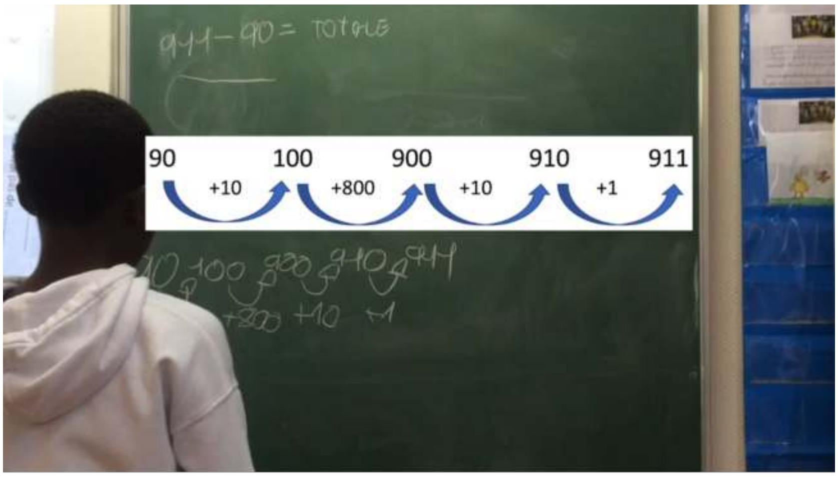


Illustration 7. L'enseignant a ajouté une image dans la vidéo pour rendre plus lisible la technique présentée

La reconnaissance de l'intérêt de cette méthode de calcul, par l'enseignant et les autres élèves de l'UPE2A, nous paraît pouvoir par la suite faciliter pour cet élève le réinvestissement dans le contexte de l'enseignement en France de savoirs appris précédemment. Cette mise en relation des pratiques mathématiques nous semble essentielle, car ce processus peut parfois se révéler problématique pour certains élèves allophones. L'enseignant peut également profiter de ce type d'événements pour revenir sur certaines propriétés mathématiques en comparant une technique avec celle habituellement utilisée dans la classe (exemple de question qu'il est possible de travailler : pourquoi cette technique permet de calculer le résultat de la soustraction ?). Ceci peut s'avérer profitable pour l'ensemble des élèves.

12. Voir https://vimeo.com/475262898.

Notons que le visionnage de ces capsules vidéo permet à d'autres élèves allophones de développer leurs compétences mathématiques. En effet, entendre la description d'une technique dans une langue connue peut permettre à un élève ayant des difficultés langagières en français de mieux comprendre le concept mathématique sous-jacent. En plus des explications orales données par les élèves, certaines incrustations faites au moment du montage facilitent la compréhension des techniques évoquées, comme dans l'extrait ci-après où l'enseignant apporte dans l'incrustation plus de précisions à la technique présentée par l'élève (ici la décomposition de 900 en une somme de 9 fois 100 par exemple).

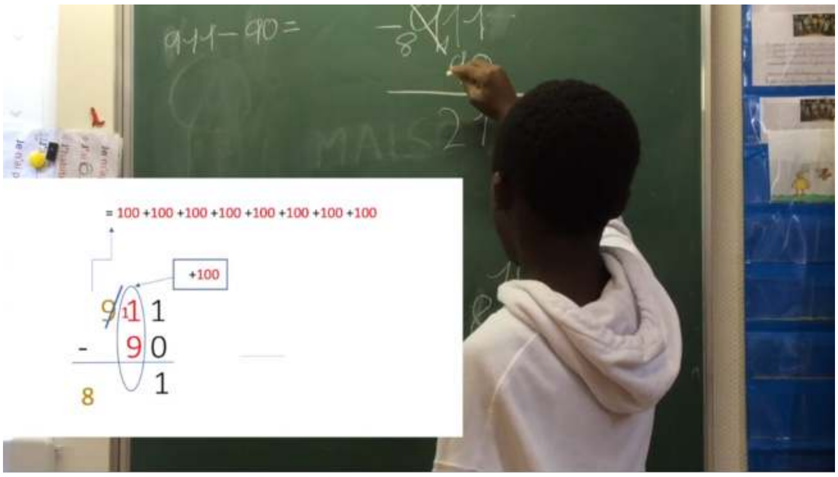


Illustration 8. L'enseignant précise un élément du calcul présenté par l'élève

Enfin, pour les élèves allophones qui visionnent ces vidéos, les traductions en français peuvent faciliter l'apprentissage du lexique mathématique dans la langue cible.

3. Analyse des effets produits : sur le plan langagier

Le travail produit par les élèves mobilise simultanément des compétences mathématiques et des compétences langagières. Nous souhaitons maintenant faire ressortir les compétences langagières plus particulièrement travaillées. Tout d'abord, les élèves ont été amenés à produire un synopsis sous la forme d'un texte écrit en français (afin d'être compris par l'ensemble des élèves et par l'enseignant). Nous pouvons constater dans l'image ci-dessous que ce support a servi de prétexte pour une réflexion sur l'orthographe des termes utilisés, leur genre, etc.

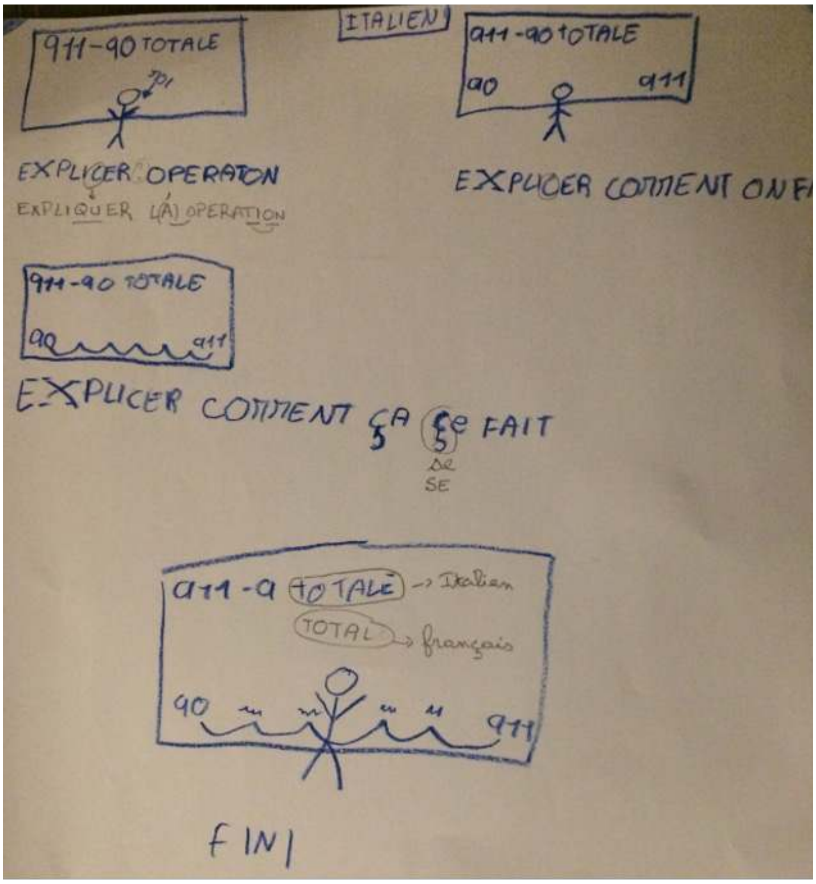


Illustration 9. Exemple de synopsis produit par un élève italophone

L'analyse des termes utilisés (en langue première et en français) fait émerger les liens, nuances et différences : ainsi le terme français « total » [total] et sa traduction en italien « totale » [totale]. L'élève entendait régulièrement « le total est » [lətotalɛ] par un autre camarade qui était son binôme en mathématiques et il a rapproché cette expression de [totale], qui est un mot appartenant à l'italien, sa langue première. Même si ce terme n'est pas correct en français, ce procédé a permis à l'enseignant de comprendre l'idée de l'élève (par intercompréhension, en quelque sorte) et de l'aider à rectifier sa formulation.

Ce projet a également suscité des interactions orales en français, non seulement lors du tournage, mais aussi lors des débats qu'il a provoqués dans la classe, concernant le choix du synopsis, ou celui du montage effectué par l'enseignant. Comme rappelé dans le Cadre européen commun pour les langues (CE 2001), les élèves sont alors amenés à développer des compétences communicatives, que celles-ci soient linguistiques (sur le plan du lexique, de la syntaxe, etc.), sociolinguistiques (le tutoiement, le niveau de langue…) ou pragmatiques (les discours comme expliquer, argumenter…, les fonctions de la langue telles que donner son point de vue, etc.). En même temps, les élèves s'appuient sur des compétences individuelles au niveau du savoir, savoir-faire et savoir-être (*ibid.*).

D'ailleurs, cette expérimentation va également entraîner un travail sur d'autres langues, développant des compétences plurilingues. Certains élèves ont ainsi été amenés, avec l'aide de leur famille, à (re)découvrir des termes ou constructions lexicales dans leur langue première et cette consolidation de leur bilinguisme nous paraît par ailleurs être un atout intéressant. Ce projet va aussi être l'occasion d'une forme d'éveil aux langues (Candelier *et al.* 2012) pour les élèves-concepteurs qui entendent la langue première de leurs camarades, voire interviennent dans des dialogues énoncés dans des langues qu'ils ne connaissent pas et dont ils apprennent quelques expressions. Pour les élèves-spectateurs, le visionnage peut également constituer une découverte et une sensibilisation à la richesse des autres langues vivantes (et ce d'autant plus que les termes du lexique mathématique sont généralement donnés à la fois à l'oral et à l'écrit, ce qui peut permettre d'établir des correspondances entre les différentes langues) :

Illustration 10. Les termes du lexique mathématique apparaissent à l'écrit en français et dans la langue d'origine

Précisons d'ailleurs que lorsque les élèves ont été interrogés pour connaître leur point de vue sur cette expérimentation et les avantages qu'ils en avaient retirés, ils ont mentionné tout autant le travail produit en lien avec les compétences langagières que celui fourni sur le plan mathématique.

4. Analyse des effets produits au niveau des savoir-être en tant que membre d'une collectivité

Cette expérimentation a permis de renforcer les liens entre les élèves au sein même de la classe d'UPE2A, ce qui est important dans ce type de structure (les élèves sont réunis quelques heures par semaine et sont insérés dans des classes ordinaires différentes le reste du temps). En effet, la participation à ce projet a provoqué une forme d'entraide entre les élèves. Les vidéos ont généralement été conçues par un binôme d'élèves, souvent issus de cultures différentes, ce qui a entraîné des discussions entre eux, pour concevoir le scénario, s'entendre sur les dialogues, puis lors de la réalisation effective. Nous pouvons ainsi entendre dans certaines vidéos un élève souffler une réplique à son camarade pour l'aider.

Ce travail a également eu un impact en dehors de l'école. Ainsi, les élèves ont parfois dû solliciter des membres de leur famille (leurs parents, leurs frères et sœurs…) pour traduire ou vérifier des termes ou tournures grammaticales dans leur langue maternelle.

Certains ont d'ailleurs dit avoir apprécié cette reconnaissance de leur culture d'origine.

En outre, la perspective de concevoir des ressources accessibles à tous via Internet a indéniablement constitué un facteur de motivation important pour les élèves : tous se sont largement investis dans ce projet. Leur application et leur fierté sont d'ailleurs perceptibles lors du visionnage des capsules (un des élèves a même pris la peine de mettre une cravate pour l'occasion) et les élèves ont régulièrement demandé à pouvoir produire d'autres capsules vidéos. À ce sujet, il semble que cette expérience ait également favorisé leur confiance en eux vis-à-vis des autres élèves de l'école (ils osent davantage aller parler avec les autres élèves) ainsi que leur attitude face aux apprentissages (ils se comportent à présent comme des acteurs de l'avancée des savoirs).

Conclusion et prolongement du projet des vidéos mathématiques plurilingues

La mise en œuvre de ce projet a aussi soulevé certaines difficultés. Outre les contraintes techniques qu'il convient de ne pas négliger (recueillir l'adhésion des familles concernant le droit à l'image ; susciter l'implication des élèves pour le choix des thèmes et la réalisation des vidéos ; laisser le tournage s'effectuer en toute autonomie pendant que l'on gère le reste de la classe ; disposer du temps, du matériel et des compétences nécessaires pour réaliser ces films et effectuer les montages…), ce dispositif se heurte à un obstacle de taille : lorsque l'enseignant ne parle pas la langue première de ses élèves, il n'est pas en mesure d'accompagner et de contrôler les explications qu'ils proposent dans les vidéos. Or, il est possible que le discours de certains élèves, même dans leur langue première, contienne certaines maladresses, voire des erreurs, tant sur le plan linguistique que sur le plan mathématique. L'enseignant se trouve dans une posture inverse où l'élève devient celui qui est expert (Auger et Le Pichon-Vortsman 2021). Même si ces problèmes ne doivent pas être négligés, nous pensons que d'une part l'enseignant contrôle la partie en langue française, ce qui peut le cas échéant amener l'élève à corriger la partie mathématique dans la langue première ; d'autre part, l'intérêt de ce projet repose sur le processus de réflexion, d'action et d'implication de l'élève. Par conséquent, nous pensons que le projet a produit suffisamment de retombées positives pour être poursuivi.

Par ailleurs, le projet a donné lieu à certains prolongements qui nous paraissent particulièrement intéressants. Tout d'abord, en conservant ce même principe, l'enseignant a proposé aux élèves la réalisation d'autres capsules qui portaient notamment sur les règles de vie de classe. On pourrait également envisager d'étendre ce concept à d'autres disciplines scolaires, comme le français par exemple. L'enseignant a aussi proposé aux élèves de présenter les capsules dans leurs classes de rattachement, démarche intéressante au niveau de l'inclusion et de la construction de la relation altéritaire. Nous pensons d'ailleurs que ce type de support pourrait aussi être utilisé par les enseignants des classes de rattachement pour évaluer, de façon informelle et formative, les connaissances mathématiques des élèves allophones. Dans cette optique, l'enseignant de la classe d'UPE2A a conçu une fiche qui pourrait servir de support d'autoévaluation à l'élève[13].

Enfin, nous entrevoyons d'autres exploitations pour ce projet au-delà de l'école même où elles ont été conçues. Elles pourraient se révéler utiles pour d'autres élèves allophones ayant la même langue première que les élèves concepteurs, mais aussi pour les élèves de classes ordinaires : cela pourrait leur permettre de découvrir des techniques différentes de celles enseignées en France et, avec l'aide de l'enseignant, d'établir des correspondances avec celles habituellement présentées. La découverte des termes du lexique mathématique dans une autre langue peut également être l'occasion de s'interroger sur la construction des termes en français (pourquoi parle-t-on de « tri-angulo » ou de « tri-angle » ?) et donc de revenir sur le sens du concept sous-jacent (voir Gajo 2005). Sur le plan linguistique, ces vidéos pourraient de plus être utilisées dans le cadre d'un projet d'éveil aux langues, de comparaison des langues ou d'intercompréhension (Candelier *et al.* 2012).

Références bibliographiques

Armagnague M., Cossée C., Mendonça Dias C., Rigoni I. et Tersigni S. (2018). *Rapport de recherches EVASCOL. Étude sur la scolarisation des élèves allophones nouvellement arrivés (EANA) et des enfants issus de familles itinérantes et de voyageurs (EFIV)*. Défenseur des droits & INSHEA. https://shs.hal.science/halshs-01992643

Auger N., Le Pichon-Vortsmann E. (2021). *Défis et richesses des classes multilingues, Construire des ponts entre les cultures*. ESF Sciences humaines.

Candelier M., Camilleri-Grima A., Castellotti V., de Pietro JF., Lörincz I., Meißner FJ., Schröder-Sura A., Noguerol A., Molinié M. (2012). *Le CARAP — Un Cadre de Référence pour les Approches plurielles des langues et des cultures – Compétences et ressources*. Conseil de l'Europe. https://carap.ecml.at/Portals/11/documents/ CARAP_Version3_F_20091019.pdf

CE (2001). *Cadre européen commun de Référence pour les Langues (CECRL)*. Conseil de l'Europe https://rm.coe.int/cadre-europeen-commun-de-reference-pour-les-langues- apprendre-enseigne/1680a4e270

Gajo L. (2005). « Interagir à l'école et interagir à l'hôpital : pour apprendre quoi ? Acquisition et interaction en langue étrangère ». *AILE 22* https://doi.org/10.4000/aile.1721

Hache C., Quinchon E. (2020). « Démontrer en vidéo ». *Au fil des maths 538*, 43-50. APMEP https://hal.science/hal-03270219

Mendonça Dias C. (2020). « Implications didactiques de l'appropriation du français

13. Voir https://drive.google.com/drive/folders/12neB78t4PMKMByNo2JocEj-5bwdoKF_d?usp=sharing.

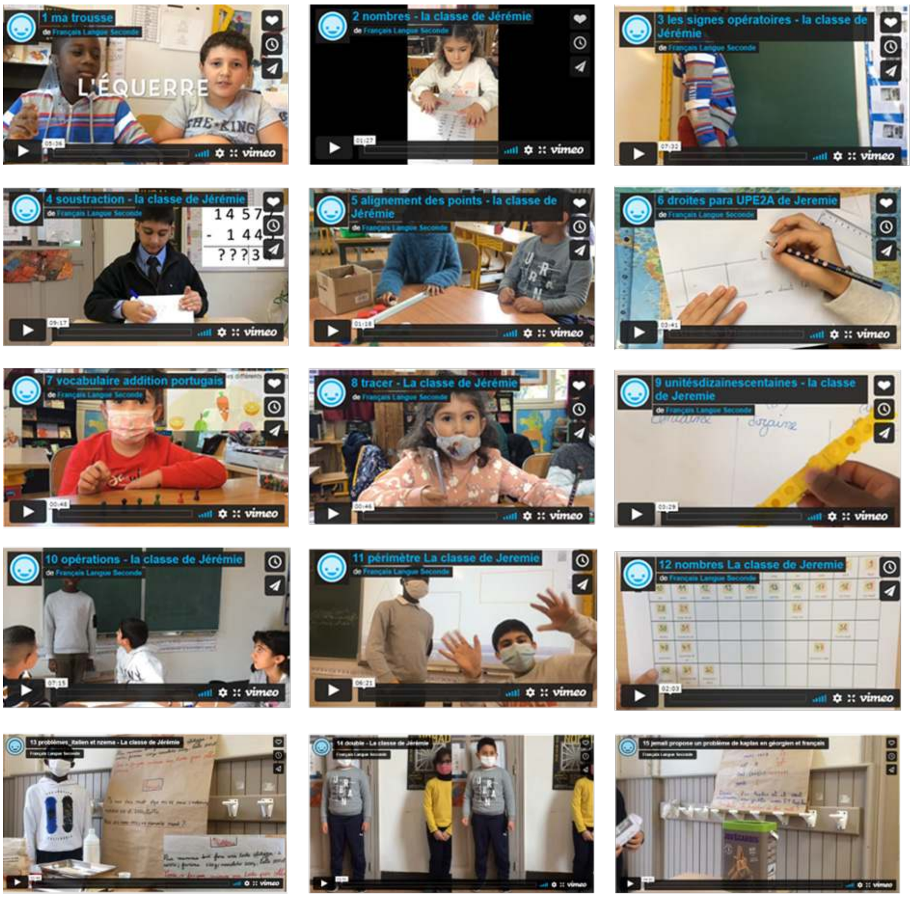
sur une année scolaire, par les élèves allophones ». Dans Mendonça Dias C., Azaoui B., Chnane-Davin F. (dir.), *Allophonie. Inclusion et langues des enfants migrants à l'école*. Lambert Lucas.

Millon-Fauré K. (2020). « Analyse quantitative et qualitative des difficultés rencontrées par les élèves allophones dans leurs apprentissages mathématiques ». Dans Mendonça-Dias C., Azaoui B., Chnane-Davin F. (dir.), *Allophonie. Inclusion et langues des enfants migrants à l'école.* 203-216. Lambert Lucas.

Millon-Fauré K. (2017). *L'enseignement des mathématiques aux élèves allophones*. Éditions Connaissances et savoirs.

Annexe

Catalogue des vidéos réalisées au moment de la rédaction de l'article https://www.francaislangueseconde.fr/plurimaths/plurimaths-videos/



Retrouvez le projet ici : https://www.francaislangueseconde.fr/plurimaths/

L'enregistrement vidéo dans une activité mathématique en langue des signes française ?

Charles-Edouard Saint-Léon, INSPE de Créteil, IREMS de Paris, Fondation Santé des Étudiants de France

Dans un large souffle répandant tablettes et smartphones aux mains des élèves sourds et malentendants, la voie s'ouvre aisément à l'enregistrement de vidéos en Langue des signes française (LSF) en classe de mathématiques. Ce qui n'est pas anodin, puisqu'on trouvait déjà avant cela, dans les années 2000, des recommandations allant dans le sens d'un recours aux vidéos en LSF pour les élèves sourds[14] dont la langue française n'est pas encore maîtrisée. En prenant en compte des publications théoriques sur l'enseignement des mathématiques aux jeunes sourds, le travail exposé ici emboîte tenon-mortaise ces recommandations (et d'autres) dans le cas concret du chapitre des équations en classe de 4e. L'expérimentation en question a eu pour but de mesurer l'efficacité du recours aux vidéos en LSF en termes de mise en activité, de compréhension et de passage à l'écrit. Qu'est-ce qui en a émergé ? Quelles idées retenir pour les professeurs de mathématiques du secondaire confrontés quotidiennement à un public hétérogène de sourds et malentendants ? Quelles balises et quels jalons poser pour produire des ressources vidéo et décrire des pratiques professionnelles associées ? Pour bien comprendre l'intérêt de ces questions, nous dresserons le portrait de la situation institutionnelle relative à l'enseignement des jeunes sourds, et aborderons les spécificités de la LSF dans l'enseignement des mathématiques. Nous souhaitons en préambule adresser nos remerciements à ceux qui ont permis cette recherche : Christophe Hache et Karine Millon-Faure pour leurs conseils experts, ainsi que Sophy Nattes et Caroline Billon pour leur franche collaboration.

14. Dans le but de faciliter la lecture, nous utiliserons parfois le terme sourds pour désigner les sourds et malentendants.

1. La diversité des publics scolaires sourds

Il convient de rappeler que les personnes atteintes de déficience auditive n'ont pas toutes le même profil. Elles peuvent être sourdes de naissance ou non, sourdes à 100 % (« surdité profonde ») ou malentendantes, appareillées, munies d'un implant cochléaire, ou ni l'un ni l'autre.

Il est établi que, la formulation d'une phrase écrite dans une langue donnée se calquant sur la langue parlée, une personne n'ayant jamais entendu accède moins aisément que les autres à la compréhension ou l'élaboration d'une telle phrase (Mangeret *et al.* 2005, Mas Leroux 2011, Lips *et al.* 2011). En particulier, les enseignants de mathématiques se heurtent généralement à la difficulté d'un élève sourd profond à déchiffrer les énoncés de problème, puis à rédiger leurs réponses.

D'un autre côté, la LSF n'est pas prépondérante chez tous les sourds et malentendants. Certains utilisent la Langue française Parlée Complétée (LfPC), système de codage par une main près du visage, permettant de distinguer les sons produits par la bouche de celui qui parle (Ferran 2018 : 102). Selon les choix de leurs tuteurs légaux, parfois contraints par l'éloignement géographique d'établissements convoités, certains jeunes sourds s'orientent vers une communication bilingue LSF-français, et d'autres encore vers une communication en langue française écrite et orale, avec ou sans appui de la LSF et la LfPC. Ce choix dépend aussi du niveau de surdité du jeune. C'est pourquoi, pour des élèves sourds ou malentendants, nous trouvons sur le territoire français une multitude d'établissements aux fonctionnements très différents les uns des autres. Et dans un même établissement, différentes configurations de classe peuvent coexister suivant les années. Dans une même classe peuvent se trouver des élèves parlant LSF et d'autres, sourds ou non, ne la parlant pas. Bien entendu, cas de figure courant, certains élèves sourds se trouvent seuls en inclusion dans une classe d'entendants, et symétriquement, leurs professeurs se trouvent parfois désarmés pour les intégrer efficacement aux activités de la classe, même avec l'aide d'un interprète, d'une interface ou d'un AESH[15].

Le ministère de l'Éducation nationale a publié en juillet 2021 (MEN 2021 : 21, 22) un état des lieux de la scolarisation des jeunes sourds en France. En 2015, on recensait, parmi les élèves déclarés en situation de handicap, 2700 élèves sourds en milieu médico-social, dont 69 % en UE[16] et 31 % en UEE. On entend par milieu médico-social l'ensemble des établissements dépendant du ministère des Solidarités et de la Santé.

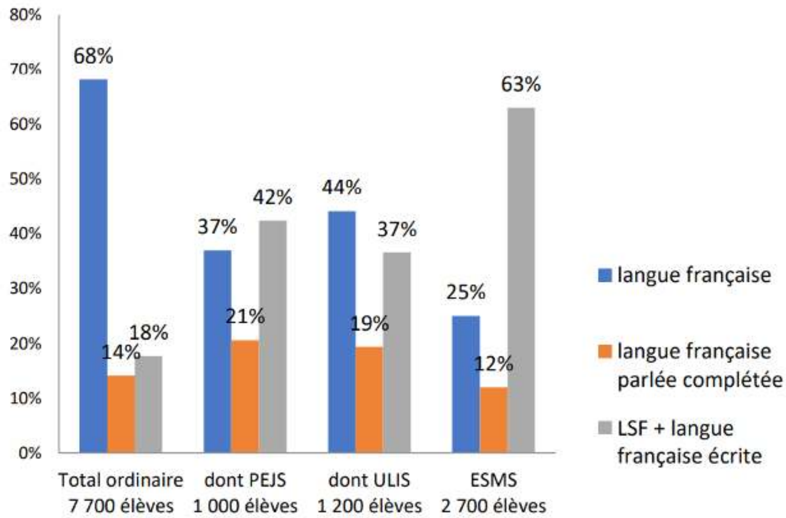
En parallèle, on recensait en 2019, parmi les élèves déclarés en situation de handicap, 7700 élèves sourds en milieu ordinaire, c'est-à-dire dans les établissements dépendant du ministère de l'Éducation nationale. On entend ici :

---

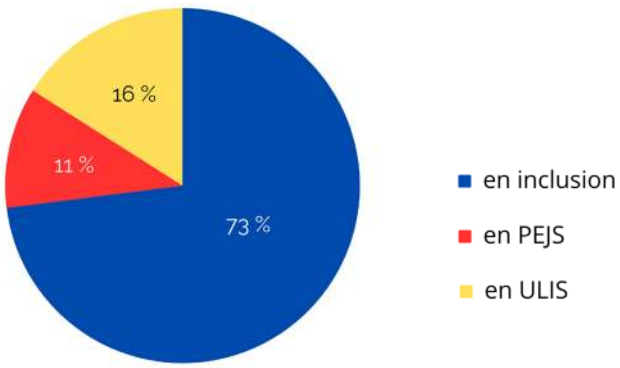
15. L'interprète transmet dans une langue un message prononcé dans une autre, l'interface va au-delà en intervenant dans l'aide apportée à la personne (MEN 2009 : 60-61). L'acronyme AESH signifie « Accompagnant d'Élève en Situation de Handicap ».

16. UE : Unité d'enseignement. Dans la suite, nous noterons INJS pour Instituts nationaux des jeunes sourds, EMS pour Établissements médico-sociaux, UEE pour Unités d'enseignement externalisées, et CAPEJS pour Certificat d'Aptitude au Professorat de l'Enseignement des Jeunes Sourds.

- les écoles, collèges et lycées accueillant en inclusion un élève sourd dans une classe entendante ;
- mais aussi les 16 PEJS (Pôles d'Enseignement des Jeunes Sourds)[17], où la LSF peut être prépondérante ou seulement en appui, dans des classes composées uniquement d'élèves sourds (pas d'inclusion) ;
- et les 129 ULIS TFA (Unités localisées d'Inclusion Scolaire « Trouble de la Fonction Auditive »), où les élèves sont pris en charge ensemble par des professeurs spécialisés, avec des temps d'inclusion en classe ordinaire.



Graphique 1. Les élèves sourds et malentendants en milieu ordinaire



Graphique 2. Données issues de MEN 2021

2. Place de la LSF dans l'activité mathématique

L'enseignement des mathématiques aux sourds dans la langue française était déjà pointé du doigt dans la première moitié du XIXe siècle. À cette époque, le pédagogue Berthier a déclaré (Moody 1998 : 29) :

17. Dont 6, en 2020, proposent une scolarisation complète de la maternelle au lycée.

> *« Si l'éducation des sourds-muets devait se résumer dans l'articulation, la lecture sur les lèvres ou même la dactylologie, on ne pourrait commencer à leur enseigner une science, l'arithmétique par exemple, que lorsqu'ils seraient assez avancés dans l'étude de la langue pour comprendre les explications qu'on aurait à leur donner par cette voie. [...] Loin de conduire directement à la pensée, [la lecture sur les lèvres] a, au contraire, constamment besoin elle-même d'être interprétée par la pensée. [...] Ce ne sera jamais un instrument d'enseignement régulier et de développement progressif d'idées. »*

En résumé, pour l'enseignement des sourds, Berthier ainsi que d'autres pédagogues comme Bébian considèrent que le recours à la langue des signes (naturelle) est irremplaçable, et que « l'acquisition de la langue française est facilitée quand l'idée est déjà comprise grâce à la langue des signes » (Moody 1998 : 24). On emploie alors les explications en langue des signes pour favoriser le développement intellectuel.

On peut aujourd'hui tenter de faire un parallèle entre la situation des élèves sourds en éducation bilingue et des élèves allophones, puisqu'on considère alors que le français, langue officielle, est leur langue seconde. Dans les travaux d'Adler (1998 : 25-31) auprès d'établissements multilingues d'Afrique du Sud, une analyse de pratique a conduit à la conclusion que l'usage de la langue première (« explicite ») des élèves « apparait comme étant une condition fondamentale pour l'accès aux mathématiques ».

Ceci est corroboré par Duquesne (2005 : 123) quant à la LSF : « En leur évitant de se focaliser sur la capture de bribes d'informations par voie orale, [la LSF] permet aux élèves sourds signant d'alléger leur charge de travail pour se centrer sur l'élaboration du raisonnement mathématique lui-même. » Duquesne exclut tout préalable consistant à expliquer oralement des définitions, des propriétés, ou du vocabulaire, et accorde une place essentielle à l'activité de l'apprenant autour de l'expérimentation et de problèmes ouverts notamment. Les situations de recherche et de découverte en groupe et les débats entre élèves sont tout indiqués. (Duquesne 2007 : 28, 31, 145, 183, 185, 231, 308).

Krause (2017) propose d'ailleurs de mobiliser les interactions entre élèves sourds pour que le corps enseignant collecte des ressources liées au « rapport syntagmatique ». Le rapport syntagmatique signifie que plusieurs aspects d'une même chose peuvent être exprimés simultanément. Par exemple, « une grosse voiture », « être en train de conduire une voiture », « rouler sur une route cahoteuse » sont des expressions qui peuvent toutes être traduites en LSF par une seule et même configuration des mains, effectuée avec des amplitudes et des mouvements différents. Le lien entre « grosse » et « voiture », ou celui entre « conduire » et « voiture », ou celui entre « rouler » et « cahoteuse », est alors beaucoup plus fort dans l'esprit que si l'on employait deux signes effectués l'un après l'autre (ce qui est aussi possible).

Contrairement à ce qu'on pourrait croire, la grammaire et la syntaxe de la langue française ne correspondent pas du tout à celles de la LSF, qui sont relatives à une « pensée visuelle ». C'est pourquoi le vocabulaire mathématique n'est pas le même en LSF. Dans une interview, un professeur de mathématiques sourd, membre de l'IREM[18] de Toulouse, donnait ces exemples :

> « *Dans la terminologie mathématique, il y a des termes qu'on utilise dans la vie de tous les jours, mais qu'on ne peut pas traduire littéralement en LSF ; il faut utiliser des signes spécifiques aux maths. Par exemple, le mot "nombre premier" : on ne peut pas utiliser le terme "premier", avec le pouce en l'air, ce n'est pas du tout adéquat ; [...] on s'est mis d'accord sur ce terme-là [signe correspondant à "insécable"]. Un autre exemple montre qu'on suit parfois la façon dont on représente certaines notions [...]. Par exemple, le terme "matrice" se signe comme cela [signe correspondant aux grandes parenthèses]. Un troisième exemple, en ce qui concerne les fonctions. On parle d'"image" par une fonction, mais en langue des signes on ne peut pas traduire par "image" [...], on utilise ce signe-là [signe correspondant à la flèche entre x et f(x)].* » (Saint-Léon 2021).

On entrevoit ainsi que la LSF et le français sont deux langues bien différentes, entre autres parce que la LSF est iconique et que le positionnement de celui qui « signe » a une importance. On ne peut pas faire de traduction mot-à-mot recevable entre la LSF et le français dans la classe de mathématiques. Il est assez difficile de signer tout en parlant, mais nous avons constaté qu'on ne peut pas faire autrement dans certains établissements.

Enfin (Ferran 2018 : 181), « à la différence de l'enfant entendant, le jeune sourd ne s'aide pas de la structure orale pour produire son écrit. Pour que l'enfant sourd signant accède à la production écrite, il doit retranscrire les gestes en lettres. Or, il n'existe pas de lien entre les gestes et les graphèmes. [Cette façon de procéder pour passer à l'écrit] ne semble donc pas adapté[e] au jeune sourd signant. »

À ce propos, une recommandation officielle (MEN 2009 : 38, 40) apporte un élément qui constitue le point de départ de notre expérimentation :

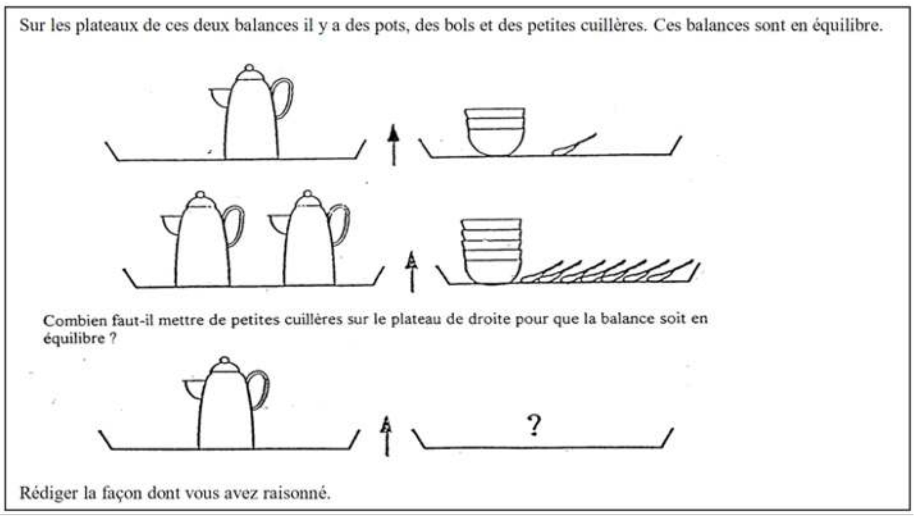
> « *Si l'objet de l'évaluation n'est pas spécifiquement de vérifier la compréhension d'une consigne, tous les obstacles liés à la compréhension de la consigne doivent et peuvent être levés ou contournés : [...] la consigne écrite peut être traduite en LSF quand l'élève est signeur. [...] Un travail sur la langue des signes enregistrée en vue d'une communication différée, grâce au caméscope, lui permet d'entrer dans l'écrit plus facilement, en lui donnant l'expérience de discours adressés à un destinataire absent.* »

D'après le contexte, la deuxième assertion concerne le jeune sourd à l'école primaire qui apprend à lire et à écrire. Mais cet apprentissage n'est souvent pas terminé au collège et au lycée. Nous nous demandons alors si l'application de cette recommandation, couplée aux recherches sus-citées, et portée par les technologies modernes, ne serait pas également bénéfique dans l'activité mathématique du secondaire.

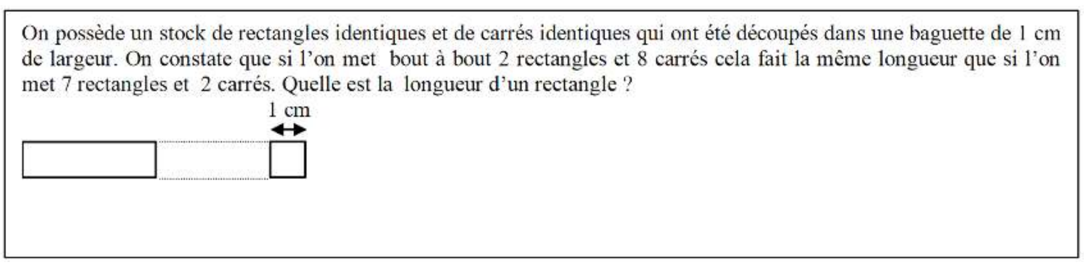
18. Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques.

3. L'expérimentation

Nous avons choisi de préparer un scénario pédagogique destiné idéalement à des élèves de 4e et décliné sur environ 3 heures. Dans un premier temps, il s'agit d'observer les élèves travailler selon les modalités habituelles du professeur, mais avec pour contraintes le travail en groupe et à partir d'un problème introduisant la mise en équation. Dans un deuxième temps, nous les observerons travailler à partir d'un deuxième problème sollicitant les mêmes compétences que le premier, mais dans un autre cadre, et exprimé à la fois en LSF, sur support vidéo, et en français, sur support écrit, avec pour objectif la production de vidéos en LSF par les élèves. Ces derniers pourront à leur guise prendre des notes durant leur réflexion. Les deux problèmes sont issus d'un travail de l'IREM d'Aquitaine (Berte *et al.* 2009). Et dans un troisième temps, nous sélectionnerons avec l'enseignant une ou plusieurs productions vidéo à projeter devant la classe, de façon à lancer un travail de rédaction collective de la solution en français-écrit.



Premier problème (« des balances »), traité en groupe et selon les modalités habituelles



Deuxième problème (« des rectangles »), proposé en français et en LSF, à traiter en LSF

Captures d'écran du deuxième problème en LSF

Notre dispositif est censé être applicable tant en inclusion qu'en regroupement. Par exemple, l'énoncé du deuxième problème étant enregistré en LSF et pouvant être visionné autant de fois que nécessaire, le besoin de l'intervention d'une tierce personne pour comprendre ce qui est demandé devrait être considérablement réduit. Nous avons utilisé un logiciel du type OBS Studio muni d'une « caméra virtuelle », et couplé avec un logiciel du type PowerPoint.

Le privilège nous a été donné de conduire cette expérimentation dans deux établissements très différents : un PEJS à Ramonville (31 ; nous abrégerons par « RAM ») et un IJS (Institut des Jeunes Sourds) à Bourg-La-Reine (92 ; nous abrégerons par « BLR »).

Localisation	Bourg-La-Reine (92)	Ramonville (Toulouse, 31)
Établissement	IJS : Institut des jeunes sourds, dépendant du Ministère de la Santé.	PEJS : Pôle d'enseignement des jeunes sourds, dépendant du Ministère de l'Éducation Nationale, au sein d'un collège.
Effectif	6 élèves malentendants	10 élèves sourds, dont 1 élève accompagnée d'une AESH sourde.
Niveau en LSF	Oralisent et lisent un peu sur les lèvres. 4 élèves utilisent la LSF mais pas de manière prépondérante en classe. 2 élèves ne pratiquent pas la LSF.	Pratiquent en permanence un bon niveau de LSF.
Dates de l'expérimentation	2, 9, 16 juin 2021 (3 fois 1 heure)	7 juin 2021 (3 heures avec pauses)

Contexte de l'expérimentation

Qu'avons-nous observé ?

Tout d'abord, l'énoncé en LSF leur a globalement permis de mieux comprendre ce qui a été demandé avec un effort moindre. Un jaillissement de l'activité mathématique s'est remarqué particulièrement chez un groupe d'élèves enthousiastes. Et chez les autres, les réactions favorables ont dévoilé tant leur surprise que leur reconnaissance. Cette nouveauté leur a procuré du soulagement, tandis que le décryptage préalable de l'énoncé écrit leur avait donné du fil à retordre. Remarquons que la plupart ont néanmoins eu besoin d'être guidés pour résoudre le problème. On ne réduit pas l'apprentissage à des questions langagières.

Traduire une vidéo en LSF pour toute la France requiert une certaine expérience, et même une relecture par différents locuteurs natifs, afin que le produit fini constitue la meilleure interpolation des différentes manières de signer. En effet, le terme « calcul » figurant dans le deuxième problème en LSF n'est pas le bon à RAM. De plus, les 3 petits points (voir la capture d'écran plus haut) ont été pris comme des carrés par une élève[19]. Il vaut mieux, d'après une enseignante, faire figurer des marqueurs comme ceci :

Extraits de l'énoncé amélioré (problème des rectangles)

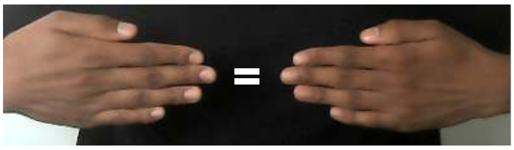
D'autre part, une élève a demandé s'il n'y aurait pas un sous-titrage, ce qui confirme qu'il est judicieux de conserver l'accès à l'énoncé en français.

Ensuite, tout le monde n'a pas souhaité se filmer. Pudeur ? Timidité ? Manque d'habitude ? Il n'en reste pas moins que les élèves sourds présents à ce moment et qui ont bien voulu se filmer (9 élèves sur 13) n'ont eu aucune peine à le faire. Au contraire, l'activité de ces élèves, bien plus prolixes que dans leurs rédactions en français (pour les 2 problèmes), fut éveillée. Aucune peine non plus à exposer leur pensée, dans une langue des signes déjà bien affinée, propre, solide, exploitable. En effet, les professeurs signants qui peuvent se saisir des expressions diverses et des manières de signer des élèves dont la LSF est la langue maternelle. Plus encore, la reformulation par les élèves d'un énoncé en LSF qu'ils ont compris, et une manière d'expliquer à laquelle nous n'avions pas forcément pensé, peut nous amener à réviser pour le mieux cet énoncé. Voici un exemple :

Reproduction d'un rapport syntagmatique émis par Ludovic (exécuté avec une légère impulsion vers l'avant, ce geste, dans son contexte, réunit à lui seul l'idée de deux lignes de même longueur l'une au-dessous de l'autre. On discerne le mouvement des lèvres de Ludovic sous son masque de protection, qui prononce « même » à ce moment)

19. Faire figurer les deux lignes simultanément n'est pas une bonne idée, puisque, comme l'a fait remarquer une autre enseignante, la juxtaposition de 5 rectangles avec 8 carrés suggère la résolution.

Ce signe, bien amené, pourrait nous éviter d'utiliser le signe « longueur[20] » pour ce qui est des lignes, tout en réservant par un simple déplacement des mains un indice optionnel pertinent à dévoiler sans trop en dire durant la recherche des élèves les plus en difficulté :



Enfin, la rédaction la plus impressionnante fut celle d'un élève ayant traduit presque mot-à-mot la vidéo en LSF qu'il venait d'enregistrer. Le contraste entre son aisance à s'enregistrer en LSF et le temps assez long (11 minutes) qu'il consacra à rédiger en un français non maîtrisé est instructif : il a bien montré que la LSF est sa langue première, et le passage à l'écrit est resté laborieux. Deux élèves ont produit des écrits de meilleure qualité à l'issue de leur enregistrement en LSF, sans faire de mot-à-mot. Ils donnent l'impression d'avoir régulé leur pensée grâce à l'action de s'enregistrer. Les autres élèves, qu'ils aient observé leurs propres vidéos ou celle d'un pair, ne furent pas davantage à l'aise pour passer ensuite à l'écrit.

Voici un récapitulatif de l'activité des élèves. On a compté le nombre de demi-lignes d'écriture sur leurs copies au format A4, car leurs traces écrites constituent la plupart du temps une moitié de ligne.

		Nombre de demi-lignes de la rédaction sur le problème des balances	Longueur de l'enregistrement vidéo (audio dans le cas de Redouane ; en secondes)	Nombre de demi-lignes de la rédaction sur le problème des rectangles	Différence des nombres de demi-lignes	A trouvé la solution au problème des balances	A trouvé la solution au problème des rectangles
RAM	**Angélique**	15		5	-10		
	Abdel	19	60	4	-15		x
	Rachel	14	36	11	-3		x
	James	5	70	22	+17		
	Carmen	4	169	10	+6		x
	Yves	15		*manquant*		x	x ?
	Ludovic	8	62	20	+12	x	x
	Nicolas	6	54	0	-6		
	Zahia	5	38	7	+2		x
BLR	**Aïcha**	8		12	+4		
	Claire	*absente*		12			
	Sara	3	*information manquante*	13	+10		x
	Redouane (non LSF)	11	50	3	-8	x	x
	Prune	4		8	+4		
	Emy (non LSF)	1		2	+1		
	Moyennes	**8,4**	**67,4**	**9,2**	**+1,1**		

Sur la base de ces seuls critères, et en prenant en compte à la fois les productions vidéo et les productions écrites, l'activité semble en moyenne quantitativement plus élevée sur le problème des rectangles.

20. Plusieurs élèves ont considéré l'égalité de longueurs comme une finalité et non comme un point de départ, peut-être en raison de l'articulation des signes mentionnant « longueur ».

Conclusion

Remplacer un interlocuteur par une caméra, quand on s'exprime en LSF, c'est presque « passer de l'oral à l'écrit ». Fini le parchemin des vieux caméscopes chauffants et clignotants, les technologies actuelles pléthoriques accordent un accès quasi immédiat à « l'écriture filmique » courte. Une fois ce frein desserré, les adolescents concernés libèrent ainsi leur parole en LSF. Les pratiques langagières en mathématiques en LSF n'étant pas encore figées, les enregistrements des élèves peuvent alors constituer un corpus utile pour les enseignants.

La présente étude de cas, en mettant provisoirement de côté la langue française, nous a en quelque sorte permis de « soulever le capot » sous lequel le raisonnement des élèves concernés pouvait désormais s'offrir plus directement à notre regard. Le passage à l'écrit à partir de la LSF a pu à la limite être facilité en termes de régulation de pensée, mais non en termes de qualité de rédaction. Ce genre de dispositif doit donc être considéré comme un pas de côté utile pour la conceptualisation en mathématiques, sans éluder les moyens de préparer les élèves aux examens nationaux en langue française.

Il faudrait reproduire ce dispositif, en partant d'exercices plus faciles, pour envisager de statuer sur son impact à long terme dans la conceptualisation des élèves. On pourrait imaginer aller plus loin en concevant des vidéos « sur fond vert », avec incrustation du narrateur signant dans des images fixes ou animées, en fonction du type de problème traduit. Il ne fait aucun doute qu'un énoncé en LSF bien préparé — en concertation, avec supports visuels — peut soulager le professeur non signant et l'éventuel AESH devant un élève sourd en inclusion. Énoncé qui peut, nous le rappelons, être visionné autant de fois que l'élève en a besoin.

Nous déduisons de cette expérimentation qu'habituer les élèves concernés à quelques énoncés en LSF bien illustrés et d'un niveau mathématique approprié et progressif, autour d'activités introductrices ponctuelles, dans un travail de groupe soldé par des productions en LSF, défricherait le raccourci linguistique qui nous a été ouvert et qu'il est utile d'emprunter parfois. Parce que cela permettrait d'accéder directement au travail mathématique, à l'apprentissage mathématique, au raisonnement mathématique (et — qui sait ? — de même pour d'autres disciplines), avant de refermer le capot du bolide fonçant vers les examens écrits.

Références bibliographiques

Adler J. (1998). « A Language of Teaching Dilemmas : Inlocking the Complex Multilingual Secondary Mathematics Classroom ». *For the learning of Mathematics Publishing Association* 18,1.

Berté A., Delpérié F., Desnavres C., Foulquier L., Lafourcade J., Mauratile M-C., Petit F. (2009). « Problèmes et équations de premier degré en 4e ». *IREM d'Aquitaine*.

Duquesne F. (2005). « Les apprentissages mathématiques dans une éducation bilingue LSF/français ». *La nouvelle revue de l'IAS*, Hors-série 2005. http://francoiseduquesne.free.fr/theme2/mathslsf.pdf

Duquesne F. (2007). *Activité et langages dans la conceptualisation mathématique — Des apprentissages des élèves sourds à la formation des enseignants.* Thèse en sciences de l'éducation. Université de Lille 1. https://pepite-depot.univ-lille.fr/LIBRE/Th_Num/2007/50377-2007-Duquesne_Belfais.pdf

Ferran F. (2018). *L'accès à l'écrit de l'enfant sourd : quelles complémentarités entre la Langue des Signes Française (LSF) et le Langage Parlé Complété (LPC) ?* Éducation. Université de Nantes — CREN. https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01921796/document

Krause C. (2017). « DeafMath : Exploring the influence of sign langage on mathematical conceptualization ». *CERME 10*. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01937152/document

Lips J., Matillat L., Nowak M., Thomas R. (2011). "Enseignement des mathématiques et surdité : exemple d'utilisation des TICE". *Repères — IREM. 84*.

Mangeret T., Bonnet M., Gardie C., Labouré F., Matillat F., Navarro Y. (2005). "Mathématiques et surdité". *IREM de Lyon*.

Mas Leroux V. (2011). « Enseigner les mathématiques auprès d'élèves sourds. Le préalable linguistique ». *Repères — IREM 84*.

MEN 2009. *Scolariser les élèves sourds ou malentendants*. Ministère de l'Éducation nationale, CNDP.

MEN 2021. *La scolarisation des élèves sourds en France — État des lieux et recommandations*. Conseil scientifique de l'Éducation nationale. https://www.reseau-canope.fr/fileadmin/user_upload/Projets/conseil_scientifique_education_nationale/WEB_La_scolarisation_des_eleves_sourds_en_France.pdf

Moody B. (1998, rééd. 2003). *La langue des signes — TOME 1 — histoire et grammaire*. IVT.

Saint-Léon C.-E. (2021). « La langue des signes française ». Vidéo en ligne du séminaire « Transformation du plan », IREM de Paris. https://video.irem.univ-paris-diderot.fr/videos/watch/a8660d50-3cb0-4982-9600-89261c0b074f

Favoriser la prise de parole en cours de mathématiques : le dispositif des « Murs pédagogiques »

Luca Agostino, Académie de Versailles

La place de l'oral des élèves en cours de mathématiques connaît, depuis 2018, en France, un intérêt grandissant, notamment suite à l'introduction de l'épreuve de baccalauréat général appelée « Grand Oral » qui s'est déroulée pour la première fois en juin 2021. Plusieurs questions didactiques et pédagogiques animent la réflexion sur ce sujet, par exemple : comment préparer les élèves à une prise de parole pertinente ? Quelle temporalité, quelles pratiques de classe peuvent agir efficacement en ce sens ? Quelles déclinaisons réaliser entre écrit et oral ? Comment évaluer la prise de parole des élèves ?

Il est important de préciser que ces mêmes questions ont été abordées par les professeurs et les formateurs dans le cadre de dispositifs existants depuis bien plus longtemps. Pour ce qui concerne les mathématiques, on peut citer l'enseignement dans le cadre des sections européennes et plus généralement dans celui des Disciplines dites Non Linguistiques (DdNL), mais aussi, parfois, dans le cadre de l'oral du brevet des collèges ou de l'oral de spécialité des filières technologiques. Aussi, l'enseignement des mathématiques pour les élèves inscrits dans des unités pédagogiques pour élèves allophones arrivants (UPE2A) s'appuie sur une valorisation de la prise de parole déclinée avec la compréhension et la production de l'écrit. Ces expertises sont précieuses pour nourrir la réflexion autour du thème de l'oral en classe et, inversement, les expérimentations qui sont actuellement menées pour favoriser la prise de parole des élèves pourront constituer un nouvel apport à ces enseignements spécifiques.

Dépassant le cadre propre de la préparation de l'épreuve du Grand Oral, la réflexion sur l'oral en mathématiques permet de questionner sa place et son développement tout au long de la scolarité de l'élève. Une première analyse des situations de classe permet de classifier l'oral de l'élève en trois grandes catégories :

- *Oral préparé* correspondant à des productions réalisées par les élèves au moment de la classe, mais conçues en amont (exposés, représentation théâtrale, table ronde, etc.).
- *Oral non préparé* où l'élève prend la parole de façon improvisée sur un thème donné, souvent en réponse à une question (cours dialogué, jeux sérieux, débat, etc.).
- *Oral personnel hors de la classe* qui se concrétise, par exemple, par des productions audio ou vidéo conçues et enregistrées par les élèves comme devoir à la maison. Cette modalité se distingue de la première par la possibilité de corriger, effacer, répéter son discours.

Le travail des trois typologies d'oral pouvant se faire tout au long de la scolarité de l'élève, il est intéressant d'identifier les moments et les modalités les plus propices pour les faire pratiquer en classe. Dans ce chapitre, un dispositif pédagogique appelé « murs pédagogiques » ou, parfois, « murs collaboratifs » est illustré et analysé. Il permet le travail des deux premières typologies d'oral en cours de mathématiques. Si la structure du dispositif rappelle d'autres situations de formation (« classes flexibles », « *word* café ») son protocole précis est conçu spécifiquement pour l'entrainement des élèves à la prise de parole, notamment non préparée, plus particulièrement en mathématiques. Bien entendu, des retombées intéressantes en termes de collaboration, engagement, motivation des élèves peuvent en découler, mais l'attention sera portée, ici, à son efficacité à l'égard de la prise de parole.

1. Les « Murs pédagogiques »

Depuis sa mise en place à la rentrée 2017 au Lycée de la Plaine de Neauphle à Trappes dans les Yvelines, le dispositif pédagogique décrit dans ce chapitre, que l'on appelle « Murs pédagogiques », se retrouve aujourd'hui dans les pratiques de classes de plusieurs enseignants. Son appellation vient de l'équipement de certaines salles de cours avec des tableaux blancs installés aux murs. Les tableaux sont positionnés tout au long des murs libres et permettent de mettre en place des mini-classes en organisant les tables des élèves en fer à cheval autour de chaque tableau : le tableau « de l'enseignant » peut jouer le rôle d'un ou deux tableaux supplémentaires.

La composition des groupes de travail peut se faire suivant les préconisations classiques du travail de groupe en les organisant de façon homogène ou hétérogène, notamment en fonction d'une différenciation pédagogique des énoncés ou non.

Figure 1. Une salle équipée de tableaux blancs au Lycée Plaine de Neauphle de Trappes et au lycée International de Saint-Germain-en-Laye

Le scénario pédagogique proposé ici est organisé en trois moments.

En début de séance, les élèves sont répartis en groupes de quatre jusqu'à six. Chaque groupe s'installe face à l'un des tableaux, par exemple en disposant les tables en fer de cheval, en constituant ainsi une mini-classe comme montré dans les deux exemples en Figure 1. Les élèves ont un temps imparti pour résoudre une tâche donnée. Les groupes n'ont pas tous la même tâche à travailler : a minima, il faut prévoir deux tâches différentes pour que la deuxième phase du scénario soit possible. Le groupe a la possibilité d'utiliser le tableau pour écrire la résolution, ou simplement pour prendre des notes, partager des tentatives et faire des essais. Aucune rédaction n'est attendue. En effet, on pourrait avoir la tentation de demander aux élèves de noter une résolution sur leur propre cahier dans une démarche de maximisation du travail de chacun, mais cette demande ne s'inscrit pas dans l'objectif principal de l'activité qui est d'aboutir à une résolution par le partage oral des idées avec un appui écrit au tableau. Dans cette activité, l'objectif du travail écrit est de permettre aux élèves de retenir les idées ou d'effectuer des calculs. Des feuilles de brouillons peuvent être laissées sur les tables en amont, mais, encore une fois, au risque d'entraîner la démobilisation orale de certaines élèves. En revanche, il est intéressant de doter chaque groupe de plusieurs feutres, cela peut contribuer aux prises d'initiative dans le groupe et au partage d'idées sur le mur (qui est à la portée visuelle de tous les élèves du groupe). En effet, la posture collaborative au tableau permet aux élèves de regarder dans la même direction et ainsi partager plus facilement leurs points de vue. Cela est plus difficile en configuration d'ilot où les feuilles des uns et des autres sont souvent regardées à l'envers par des élèves assis face à face.

Les différentes idées partagées sur le mur constituent un déclencheur très efficace de questionnement et, a fortiori, de prise de parole ; durant cette phase, les élèves ont une posture collective de recherche. La durée de ce premier temps de travail dépend de deux paramètres principaux : la durée totale de la séance et la difficulté de la tâche proposée. L'expérience d'animation de séances d'une heure en Seconde et de deux heures en Première et Terminale semble conforter l'idée que l'on ne devrait pas dépasser la moitié du temps à disposition.

À la fin du temps imparti pour la première phase, les groupes « tournent », ils changent de mini-classe, et les élèves s'installent face au tableau suivant. Pour chaque groupe, un élève, choisi en concertation par les camarades (ou éventuellement désigné par l'enseignant), ne se déplace pas et accueille le groupe qui arrive pour expliquer à l'oral le problème que son propre groupe a résolu auparavant en s'appuyant à la fois sur l'énoncé qui est montré aux élèves et surtout sur les notes qui sont au tableau (nous l'appelons « ambassadeur »). Les élèves qui écoutent prennent des notes et posent des questions, voire corrigent la solution proposée s'ils pensent qu'elle présente des erreurs. Il peut arriver que, lors de la phase 1, le groupe n'ait pas terminé les exercices proposés, la phase 2 est aussi l'occasion d'achever le travail entamé. Durant cette deuxième phase, la prise de note des élèves est tolérée : elle peut participer à leur concentration en reproduisant l'esprit et la posture qu'ils ont normalement en cours. De plus, si le sujet traité par les élèves arrivants n'est pas éloigné du thème de celui traité par l'ambassadeur, cette deuxième phase de travail est aussi l'occasion de mettre à profit les apprentissages réalisés lors de la première phase et de les réinvestir rapidement. Le passage de la phase 1 à la phase 2 est schématisé en Figure 2 : la couleur bleue et la couleur verte correspondent à deux différentes tâches.

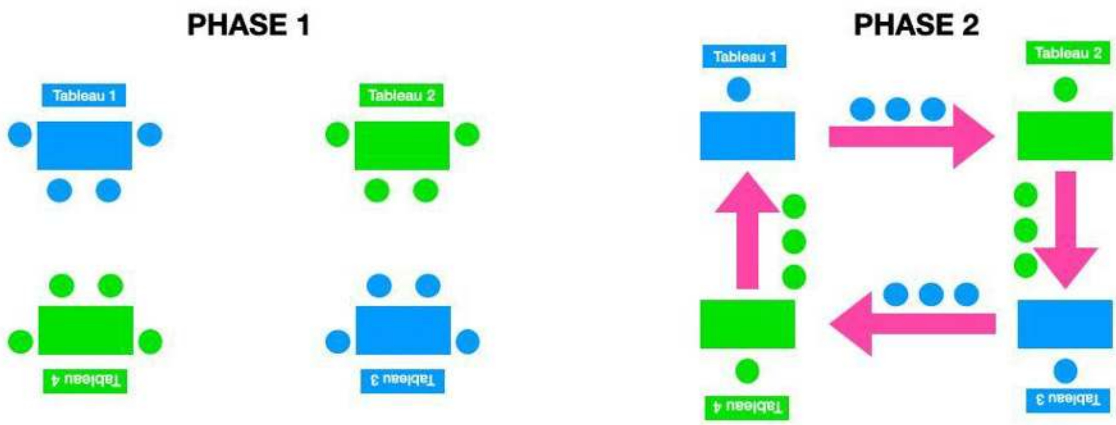


Figure 2. Les deux phases du dispositif

Le déplacement des élèves entraîne plusieurs changements de posture qui vont se révéler fondamentaux pour favoriser les échanges oraux :

- Les élèves qui se déplacent d'une mini-classe à la suivante ne connaissent pas la tâche réalisée par leurs camarades. Ainsi, leur posture, une fois qu'ils sont arrivés face au nouveau tableau, sera de type « apprenant ». Comme déjà évoqué, il est intéressant de faire en sorte que la tâche que ces mêmes élèves ont travaillée en amont ne soit pas très différente de celle de leurs camarades. On pourrait ainsi définir leur nouvelle posture comme celle d'« élèves sensibilisés », une posture qui est propice à la prise de parole, notamment pour poser des questions, proposer des corrections ou des stratégies alternatives.

- L'élève qui reste en place et qui accueille les camarades change radicalement sa posture : c'est le seul à connaître la tâche dont il va parler et, dans l'idéal, sa résolution. Il est placé dans une posture de « savant » (au sens littéral), de « passeur de connaissances ». De plus, en ayant déjà travaillé sur la tâche, son exposé est basé sur un argumentaire déjà affronté (éventuellement préparé) car, de façon explicite ou implicite, le groupe a déjà réfléchi à la façon d'expliquer la correction. De ce fait, sa prise de parole, en début de la phase 2, est, en général, relativement longue et articulée, son objectif est d'informer les camarades et de les convaincre de la validité des démarches et du travail réalisés en amont.
- L'expérience montre que, après l'explication par l'élève désigné, le groupe a tendance à remettre en place une dynamique égalitaire : l'élève qui était resté en place devient un membre du groupe à part entière et les élèves reproduisent un fonctionnement de travail entre pairs, reprenant ainsi une posture habituelle de recherche dans le but de terminer ou perfectionner la résolution de la tâche demandée.

Figure 3. Une séance de « Murs pédagogiques » durant la phase 1 en haut et la phase 2 en bas

On peut consacrer à la phase 2 une durée équivalente à un tiers du temps de la séance. En effet, souvent, la résolution proposée par l'élève qui reste en place est correcte (de par le fait qu'elle est le résultat de la réflexion collective du groupe qui a travaillé durant la phase 1) et le cœur du travail réside dans la compréhension de l'explication et les réponses aux questions éventuellement posées par le groupe. C'est un processus qui s'avère être plus court que l'élaboration d'une solution.

La séance peut se conclure par un moment collectif où chaque groupe répond rapidement à une question posée par l'enseignant comme « Qu'avez-vous appris aujourd'hui ? » ou « Qu'est-ce que cette séance vous a apporté ? ». Il est important de bien identifier ce moment qui marque un nouveau changement de posture avec un retour au collectif. En effet, pour la première fois depuis le début de la séance, les élèves qui répondent aux questions posées prennent la parole devant toute la classe et, surtout, devant l'enseignant qui n'a pas pu écouter tout ce qui s'est dit dans les groupes. Ce moment constitue un bilan et un partage qui permettent de vérifier l'apprentissage du vocabulaire et d'apprécier les capacités d'enchainement logique des différentes phases d'un raisonnement. Cette prise de parole, courte et devant toute la classe, permet à l'élève de parler d'un sujet désormais connu dans un contexte davantage engageant que celui du petit groupe avec qui il a travaillé durant la séance.

De façon générale, ce dispositif nécessite la prise de parole libre des élèves et donc l'acceptation d'un niveau sonore plus élevé que d'habitude. En effet, dans ce cas particulier, le bruit ne correspond pas à une forme d'agitation ou de perturbation, mais il doit être vu comme une forme spécifique de travail nécessaire à l'obtention des objectifs de développement des compétences orales.

Enfin, il est intéressant d'évoquer les prolongements possibles de cette activité sur les cours suivants.

Si les traces écrites au tableau ne constituent pas l'intérêt principal de l'activité, elles peuvent néanmoins contribuer à la réflexion durant l'activité, mais aussi après. La Figure 4 montre une capture d'écran d'un document partagé, type pad, sur lequel les élèves de chaque groupe ont téléversé la photo de leur tableau à l'issue de la séance. Les photos sont visibles par tous les élèves de la classe et l'enseignant peut ajouter ses propres commentaires, autres que ceux donnés lors de la séance en classe. Ce support permet des poursuites intéressantes lors des cours suivants : reprise des exercices réalisés en tenant compte des conseils de l'enseignant, point de départ pour une rédaction rigoureuse des réponses, travail sur l'erreur, etc. Ces nombreux atouts didactiques et pédagogiques sont favorisés spécifiquement par le support vertical ainsi que par les dimensions du mur qui peut être ainsi vu comme une sorte de « cahier collectif ».

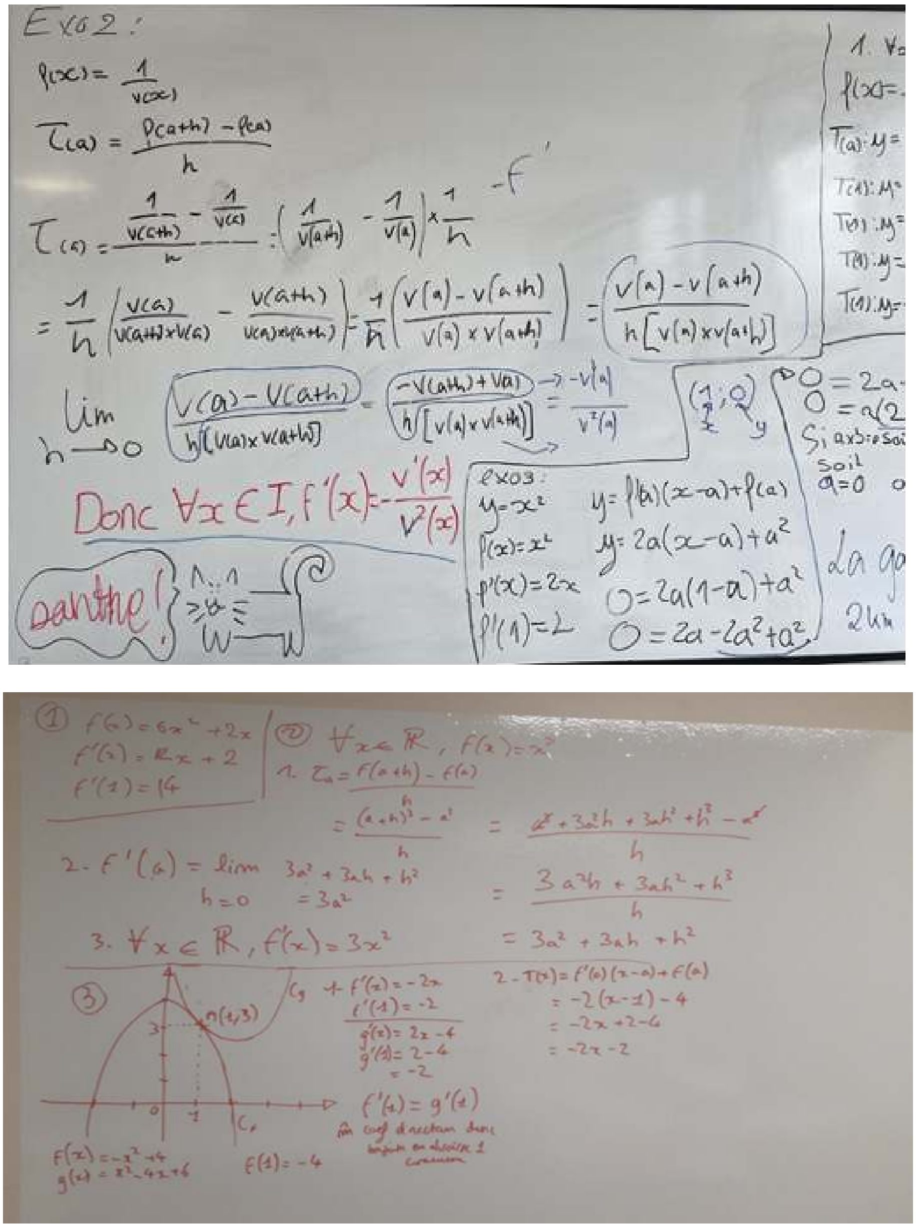


Figure 4. Des exemples de tableaux

2. Quelles tâches ?

Intéressons-nous maintenant aux aspects plus proprement didactiques liés aux mathématiques que les élèves peuvent travailler dans ce dispositif. La question à laquelle nous voulons répondre est : quelles sont les tâches mathématiques à privilégier dans une démarche de « Murs pédagogiques » ? Il s'agit d'identifier à la fois les enjeux et, plus précisément, les typologies d'énoncés qui favorisent la prise de parole dans les deux phases de cette modalité de travail.

À titre d'exemple, voici une analyse de tâche d'un énoncé donné à un groupe d'élèves de spécialité mathématiques en Première durant une séance de deux heures sur le thème de la dérivation. Le sujet est composé de trois exercices visant la mobilisation de l'oral en mathématiques dans trois typologies d'énoncés didactiquement très différents. Cette structure des énoncés en trois parties n'exclut pas d'autres formes d'énoncés.

Exercice 1. L'oral comme un moyen de justifier sa propre réponse

1. **Un échauffement** : Choisir la bonne réponse à la question suivante en préparant une justification à donner à l'oral (vous pouvez prendre des notes au tableau)

Soit f la fonction définie sur $\mathbf{R}_+$ par $f(x) = \sqrt{x}$. Le coefficient directeur de la droite tangente à la courbe de f au point d'abscisse 1 vaut			
A. 1	B. 2	C. 0,5	D. 1/4

Il s'agit d'une question à choix multiples qui a vocation à réactiver les prérequis nécessaires à la résolution des exercices successifs. Elle permet de reprendre contact avec le thème en appliquant les formules de dérivation immédiate et en retissant le lien entre nombre dérivé et coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative. La question est pensée dans l'esprit des questions flash de début de cours. Ici l'oral est vu comme un moyen de justifier sa propre réponse, il n'est pas demandé aux élèves de réaliser une rédaction de la justification, mais on s'attend à ce qu'ils confrontent leurs idées et s'accordent sur un choix de réponse, éventuellement en réalisant des calculs. Ainsi, la structure propre du QCM ouvre au débat et à la discussion.

Exercice 2. L'oral pour expliciter l'enchaînement des étapes d'un raisonnement (démonstration)

2. **Une démonstration** : On veut démontrer la propriété de cours suivante: *Soit f la fonction définie sur* $\mathbf{R}$ *par* $f(x) = x^2$*, f est dérivable sur* $\mathbf{R}$ *et sa dérivée est la fonction définie pour tout x dans* $\mathbf{R}$ *par* $f'(x) = 2x$:
   1. Déterminer l'expression de τ_a , le taux d'accroissement de la fonction f en x=a, a étant un réel quelconque.
   2. Déduire le nombre dérivée $f'(a)$
   3. Ceci étant vrai pour tout a réel, on peut écrire $\forall x \in \mathbf{R}, f'(x) = \ldots..$

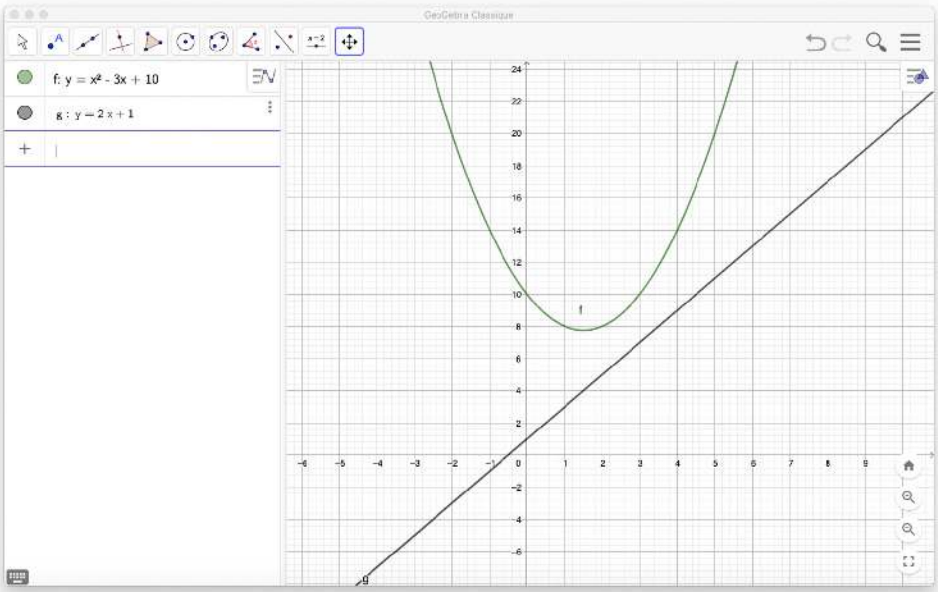
Il s'agit d'une démonstration de cours choisie parmi celles proposées dans le programme de la spécialité en Première. Deux enjeux mathématiques de taille s'y cachent : la compréhension des étapes du raisonnement (la preuve proprement dite) ainsi que sa rédaction formelle et rigoureuse (la démonstration). L'énoncé est détaillé, des questions intermédiaires accompagnent le raisonnement de l'élève et en facilitent la démarche. Cette approche s'avère nécessaire compte tenu de la difficulté d'abstraction pour la réalisation d'une démonstration sans guide. En revanche, une vision d'ensemble, une approche réflexive et une capacité d'exposition orale sont nécessaires pour l'expliquer, une fois les étapes de démonstration comprises. Ici l'oral est travaillé davantage en préparation de l'exposition aux camarades qui découvriront l'exercice lors de la phase 2. Il s'agit d'un oral préparé dans le sens où une fois les trois étapes franchies (cela demande aussi de l'interaction orale), les élèves pourront organiser et penser leur discours en s'appuyant notamment sur les traces de rédactions qu'ils auront probablement laissées au tableau. L'enseignant pourra préciser aux élèves qu'il ne s'agit pas d'aboutir à une rédaction rigoureuse de la preuve. En effet, l'objectif premier est celui d'en comprendre la construction par son explicitation orale. La présence du tableau est fondamentale et permet aux élèves d'amorcer une formalisation qui pourra être reprise par l'enseignant lors de la séance suivante. Dans le cas des exercices de démonstration, la reprise du tableau joue un rôle majeur dans la construction de la rédaction et la formalisation permettant à l'enseignant d'apporter la rigueur mathématique nécessaire sachant qu'un travail de réflexion a déjà été réalisé.

Exercice 3. L'oral pour conjecturer

On considère la fonction f dérivable sur $\mathbf{R}$ et définie pour tout x dans $\mathbf{R}$ par $f(x) = x^2 - 3x + 10$. Soit (d) la droite d'équation $y = 2x + 1$. La courbe représentative de f admet-elle des tangentes parallèles à la droite (d) ? Si oui, préciser en quel(s) point(s).

Coup de pouce:

Deux droites parallèles ont le même ...



Ce troisième exercice proposé est une tâche à prise d'initiative dans l'objectif de promouvoir l'argumentation mathématique et mettre les élèves face au choix de vocabulaire à la fois pour expliquer aux autres leur point de vue, mais aussi pour pouvoir restituer leur démarche lors de la deuxième phase de l'activité. Cette partie de l'activité est très riche et peut constituer un véritable moment de différenciation pédagogique : la formulation de l'énoncé pourra notamment s'adapter aux élèves de chaque groupe ou reprendre des points du cours qu'on considère comme fondamentaux et qu'on veut faire travailler davantage à certains élèves.

De façon générale, le dispositif s'adapte naturellement à des pratiques de pédagogie différenciée. Si elle peut se décliner sur les trois niveaux (contenus, processus, productions) tout au long de la séance, il est intéressant, ici, de s'intéresser plus particulièrement à celui des contenus. En effet, le bon choix d'énoncés permettra une parole plus libre et assumée, notamment de la part des élèves ayant des difficultés avec le contenu traité. L'annexe montre cinq fiches-énoncés proposées à des élèves de Première spécialité où l'on peut constater la prise en compte de la différenciation selon les axes suivants :

- **Compétences calculatoires**. Les échauffements des groupes 1 et 3 nécessitent une certaine aisance au niveau du calcul, ce qui est moins le cas des autres groupes où la question interroge davantage la compréhension des notions. Dans les démonstrations des groupes 1, 2 et 3, savoir factoriser et réduire une expression complexe est nécessaire pour aboutir au résultat. C'est beaucoup moins le cas pour le groupe 4 et pas du tout pour le groupe 5 (qui est par contre confronté à d'autres difficultés). Il est important de noter que les quatre premiers groupes parviennent à un résultat similaire, à savoir démontrer la formule de dérivation d'une fonction de référence, ce qui permet à l'enseignant de travailler le même type de raisonnement en l'adaptant en fonction de l'aisance des élèves au calcul littéral.
- **Formulation des questions**. Toutes les questions sont posées dans l'objectif de favoriser la prise de parole des élèves. Ainsi, leur formulation induit les élèves à conjecturer puis à démontrer. Des formulations comme « Est-il possible… ? », « Que dire… ? », « On cherche à savoir si… » n'induisent pas la réponse ni la méthode à suivre à la différence des formulations du groupe 5 qui sont davantage explicitées, mais dont la réponse à la question nécessite aussi l'utilisation d'une nouvelle notion.
- **Niveau d'abstraction et présence de l'illustration géométrique**. Les illustrations fixes ou dynamiques (auxquelles les élèves accèdent avec leur portable en flashant un QR code) aident à la compréhension des énoncés et peuvent déclencher rapidement un dialogue et un raisonnement collectif. À titre d'exemple, si le groupe 4 peut se faire une idée assez rapidement de la réponse à la question de l'exercice 3 (même avant de flasher le QR code), le groupe 5 est confronté à une situation qui dépasse le programme et qui est introduite par une définition sans illustration (hormis celle proposée par le QR code et qui correspond au cas spécifique à l'exercice). On peut donc imaginer que le groupe 5 aura besoin d'un temps de discussion afin de comprendre la définition (en réalisant peut-être des schémas au tableau) avant de s'engager dans la véritable démarche de résolution de l'exercice.
- **Coups de pouce**. Certains sujets présentent des coups de pouce qui ont pour objectif de faciliter l'engagement dans la résolution sans que ce dernier soit ralenti par la recherche d'informations qui ne font pas partie des buts spécifiques de l'exercice proposé. Dans le cas particulier de l'annexe, il s'agit à chaque fois de rappels sur les coefficients directeurs en lien étroit avec les représentations des droites, l'objectif des activités étant davantage axé sur le lien entre nombre dérivé et coefficient directeur de la tangente à une courbe.

3. Un premier bilan

Impulsé aussi bien en formation initiale que continue dans plusieurs académies, ce dispositif a été testé par de nombreux enseignants en France. Les retours, récoltés de façon empirique et non systémique (témoignages écrits et oraux, co-observations en classe, visite d'inspection, etc.) permettent de dresser un premier bilan au moins qualitatif des retombées en classe de cette pratique. Voici les principales :

- **Engagement actif des élèves par les échanges à l'oral**, avec une véritable implication généralisée, notamment de la part d'élèves moins participatifs en cours classique.
- **Interactions avérées et constructives, explications entre pairs et autocorrection.** Dans cette catégorie rentrent aussi des observations d'impact positif sur le climat de classe et à la dynamique de groupe.
- **Mise en place plus fluide de la différenciation par des activités orales**. Le fait de détacher la difficulté de la résolution d'un problème de sa rédaction sur une feuille du cahier est apparu tout particulièrement efficace. Cela peut être vu comme un allégement de la charge de la consigne pour les élèves, qui se sentent plus disposés à tenter des stratégies de résolution n'ayant pas la responsabilité d'une rédaction propre.

La mise en place de cours à distance durant les confinements successifs lors de la crise sanitaire liée à la COVID a permis d'adapter ce dispositif à un contexte de classe virtuelle. En effet, la création de sous-groupes dans les plateformes de cours à distance permet aux élèves de travailler entre eux (en évitant ainsi l'effet « silence » de la salle principale) et à l'animateur de se déplacer dans les petits groupes pour pouvoir écouter les échanges de ses élèves. La possibilité de noter sur un tableau partagé virtuel prend la place du mur pédagogique et rend l'adaptation à distance suffisamment proche de l'animation en classe.

Avec l'accord des représentants légaux, ces plateformes permettent d'enregistrer les séances et procéder ainsi à un travail d'analyse plus détaillée et individualisée pour accompagner chaque élève dans le développement de ses compétences orales, par exemple en préparation de l'épreuve du Grand Oral.

4. L'évaluation

Si, d'un point de vue qualitatif, il semble aisé d'affirmer que ce dispositif a un potentiel conséquent dans le développement de l'oral en mathématiques, il est moins simple d'en tirer des considérations quantitatives permettant de préciser le lien supposé existant entre développement des compétences orales et apprentissages en mathématiques. La question de la quantification des retombées dans les apprentissages quand on travaille par le biais de l'oral a fait l'objet de plusieurs études, par exemple David Clarke, Li

Hua Xu, et May Ee Vivien Wan (2013). Dans cet article, les auteurs montrent un exemple d'expérimentation menée dans une classe d'élèves de 16 ans où le nombre d'utilisations d'un mot en particulier (comme « gradient ») lors du travail de groupe est étudié en fonction du moment de l'année scolaire. Sans viser des degrés de finesse excessifs, l'écoute active de l'enseignant peut constituer une base d'éléments pour l'évaluation des progrès des élèves à l'oral. Certes, écouter les échanges des élèves pourrait constituer un biais très important aux échanges et briser le sentiment de confiance donné par le travail en petit groupe et qui favorise la prise de parole. Une possibilité pour une étude « non intrusive » pourrait être celle d'investir un élève de la mission d'écoute et de prise de note, par exemple, du nombre d'utilisations et d'occurrences d'un certain mot ou d'une certaine expression.

La question de l'évaluation se pose également en termes de retour aux élèves. Il apparait important de trouver des moyens d'apprécier leur travail en leur donnant aussi des axes d'amélioration.

Le contexte très articulé de l'activité (plusieurs élèves s'exprimant au même moment sur des sujets différents) et la complexité d'évaluation de l'oral en mathématiques nécessitent une préparation en amont afin de fixer les axes d'observation, de concevoir une grille de compétences, de réaliser des choix (on ne pourra pas tout évaluer). Dans leur article, Paola Iannone et Adrian Simpson (2012) proposent un exemple de grille d'évaluation formative basée sur l'observation et l'écoute des productions orales des élèves. L'enseignant en se déplaçant durant la séance pourra remplir la grille d'observation, soit groupe par groupe, soit de façon générale pour toute la classe suivant ses besoins d'évaluation. Une adaptation au contexte des « Murs pédagogiques » pourrait alors être constituée des items suivants :

1. Compréhension de l'énoncé
2. Principales difficultés mathématiques
3. Indicateurs d'interaction au sein du groupe
4. Exemples de réussites en termes de production orale
5. Expressions et vocabulaire à retravailler

Les deux premiers critères s'intéressent à l'adéquation du sujet par rapport au groupe et aux difficultés qu'il pose. La présence de notes au tableau permet à l'enseignant, tout en restant loin, de se rendre compte des points de blocage : un tableau vide au bout de plusieurs minutes suggérera à l'enseignant que quelque chose ne va pas et qu'il faudra peut-être s'approcher de ce groupe.

Les interactions à l'intérieur du groupe peuvent être mesurées rapidement par l'enseignant à l'aide d'une prise de note rapide et informelle, par exemple sous forme de petites « baguettes » dont le nombre pourra être proportionnel aux échanges constatés : si, dans un groupe, il n'y a que deux élèves qui parlent entre eux, on pourra mettre une baguette (une interaction) et ainsi de suite. Cette mission pourrait être aussi réalisée par l'un des membres du groupe dans l'esprit des missions que l'on retrouve durant certains travaux de groupe (maître du temps, etc.).

Enfin, les deux derniers items permettent de pointer des aspects de l'oral davantage liés au vocabulaire mathématique et à l'enchainement logique. L'enseignant pourra y annoter des exemples de formulations, d'emploi, de vocabulaire à valoriser ou corriger lors de séances successives en configuration de classe standard, voire à utiliser pour créer un nuage de mots en lien avec le chapitre traité, etc.

Au-delà de l'évaluation formative durant la séance en classe, l'enseignant pourra se diriger vers des formes d'évaluations sommatives en demandant des restitutions orales devant la classe ou sous forme de travail à la maison comme une présentation enregistrée, animée, commentée sous forme audio ou vidéo.

5. Expérimentations et perspectives

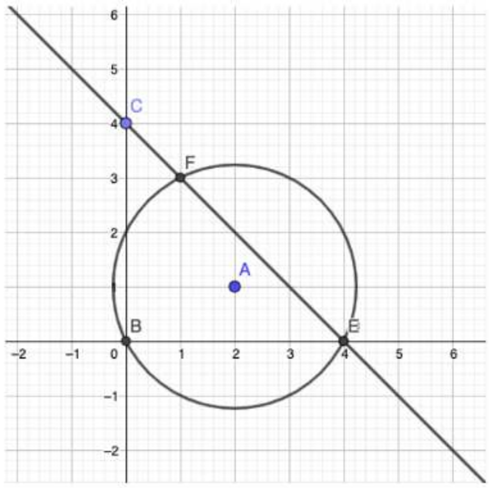
Depuis les premières séances animées au lycée de la Plaine de Neauphle à Trappes, le dispositif des murs pédagogiques a été expérimenté dans des contextes variés et s'est enrichi de variations et adaptations qui ont conduit à de nouvelles réflexions.

En région parisienne, plusieurs expérimentations en collège ont adapté le dispositif au travail collaboratif dans des séances de préparation au brevet. Si l'aspect lié à la production orale des élèves est moins présent, ou moins explicitement visé par rapport au dispositif original, ces séances ont mis en évidence un engagement accru des élèves et la posture debout face au tableau a été reconnue comme porteuse de motivation et de collaboration. En général, l'adaptation du dispositif à une situation de type « bilan de connaissances » a été reçue favorablement par les collègues.

Les expérimentations menées dans des sections européennes avec la discipline dite non linguistique mathématique ont surligné davantage les atouts liés à la facilitation de la prise de parole en continu en langue étrangère. Dans ce contexte, les énoncés proposés peuvent avoir d'autres objectifs, comme celui de demander aux élèves de décrire une situation mathématique de la façon la plus précise possible. Voici l'un de sujet proposé lors d'une séance de « Murs pédagogiques » réalisée en section européenne.

Exemple 1. « Décrire la figure suivante de la façon la plus précise possible en déterminant les équations des courbes représentatives ainsi que les coordonnées de tous les points indiqués par des lettres »

Descrivere la figura seguente nel modo più preciso possibile, determinando le equazioni delle curve presenti e le coordinate di tutti i punti indicati con delle lettere.



Et voici une variante plus difficile.

Exemple 2. « Décrire les constructions effectuées pour réaliser la figure 3 en partant de la figure 1 et en passant par la figure 2. Déterminer les équations de toutes les courbes présentes dans la figure 3 et les coordonnées de tous les points indiqués par des lettres »

Descrivere le costruzioni effettuate per costruire la figura 3 partendo dalla figura 1 e passando dalla figura 2. Determinate le equazioni di tutte le curve presenti sulla figura 3 e le coordinate di tutti i punti indicati con delle lettere.

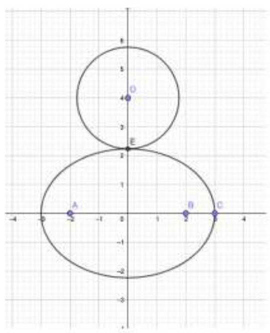


Figura 1

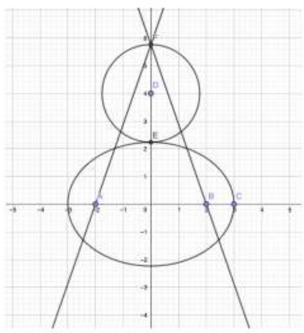


Figura 2

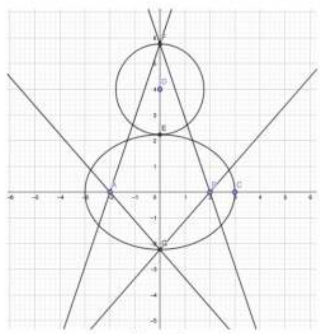


Figura 3

Ici, la tâche mathématique et les enjeux linguistiques cohabitent : la consigne « décrire » induit un travail explicite de la compétence communiquer. Cela permet également d'induire un travail de préparation de l'exposé de l'élève ambassadeur par tout le groupe qui a travaillé sur l'exercice en recherchant le vocabulaire adapté, les expressions à utiliser (voire les notations spécifiques au pays de la langue étrangère étudiée) durant la production orale que l'ambassadeur exposera lors de la phase 2 quand les groupes se déplacent.

L'adaptation du dispositif des « Murs pédagogiques » aux sections européennes pourra se prolonger assez naturellement à un contexte d'accueil d'élèves allophones.

Références bibliographiques

Agostino L. (2019). « Powtoon, un outil pour travailler l'oral dès la Seconde ». *Au fil des Maths, 539*. APMEP.

Asselain-Missenard C. (2004). « Nous avons les moyens de vous faire parler ! » *Plot, 109*. 26-28. APMEP. https://publimath.univ-irem.fr/numerisation/APL/APL04013/APL04013.pdf

Baudart F. (2011). « Monde de l'oral et monde de l'écrit en mathématiques ». *Le français aujourd'hui*, 174-3, 107-118 https://doi.org/10.3917/lfa.174.0107

Clarke D., Xu LH., Wan MEV. (2013). « Students Speaking Mathematics ». Dans Kaur B., Anthony G., Ohtani M., Clarke D. (eds) *Student Voice in Mathematics Classrooms around the World. Learner's Perspective Study*. SensePublishers, Rotterdam. 33-52

Gajo L. (2007). « Enseignement d'une DNL en langue étrangère : de la clarification à la conceptualisation ». *Tréma. 28*. 37-48. https://doi.org/10.4000/trema.448

Hache C., Quinchon E. (2020). « Démontrer en vidéo ». *Au fil des maths,* 538. APMEP. 43-50 https://hal.science/hal-03270219/

Iannone P., Simpson A. (2012). Oral assessment in mathematics: implementation and outcomes. Teaching mathematics and its applications., 31-4. 179-190 https://doi.org/10.1093/teamat/hrs012

JORF (2018). *Arrêté du 20 décembre 2018 relatif aux conditions d'attribution de l'indication section européenne ou section de langue orientale (SELO) et de l'indication discipline non linguistique ayant fait l'objet d'un enseignement en langue vivante (DdNL) sur les diplômes du baccalauréat général et du baccalauréat technologique.* Journal officiel de la République française, 0296 du 22-12-2018 https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf?id=TAn4BpnkKIgzn8diq7Lg5QET6qd-AjHB4Xq2_L55VYY=

MEN (2020). *Épreuve orale dite « Grand oral » de la classe de terminale de la voie générale à compter de la session 2021 de l'examen du baccalauréat.* Bulletin officiel spécial n° 2 du 13 février 2020. Note de service n° 2020-036 du 11-2-2020 MENJ — DGESCO A2-1 https://www.education.gouv.fr/bo/20/Special2/MENE2002780N.htm?cid_bo=149115

Ploog K., Bouveret S. (2019). « Apprendre avec l'oral et à l'oral ». *Au fil des Maths,* 531, APMEP. https://afdm.apmep.fr/rubriques/opinions/apprendre-avec-loral-et-a-loral/

Annexe

Groupe 1

1. **Un échauffement** : Choisir la bonne réponse à la question suivante en préparant une justification à donner à l'oral

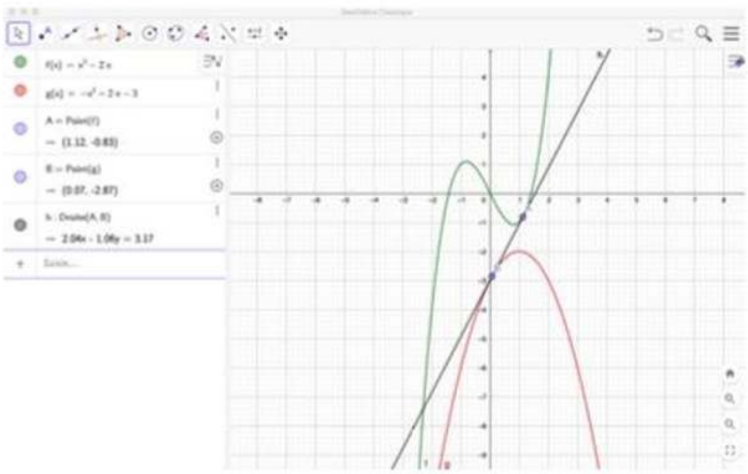
Soit f la fonction définie sur $\mathbf{R}_+$ par $f(x) = (x^2+1)\sqrt{x}$. f est dérivable sur $\mathbf{R}_+^*$ et sa fonction dérivée est donnée par			
A. $f'(x) = 2x\sqrt{x}$	B. $f'(x) = \dfrac{x}{\sqrt{x}}$	C. $f'(x) = \dfrac{5x^2+1}{2\sqrt{x}}$	D. $f'(x) = \dfrac{3x^2-1}{2\sqrt{x}}$

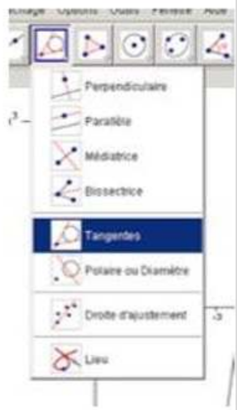
2. **Une démonstration** : On veut démontrer la propriété de cours suivante: Soit f la fonction définie sur un intervalle *I* par $f(x) = u(x) \times v(x)$ avec u et v deux fonctions définies et dérivables sur *I*, alors f est dérivable sur *I* et sa dérivée est la fonction définie pour tout x dans *I* par $f'(x) = u'(x) \times v(x) + u(x) \times v'(x)$:
   1. Déterminer l'expression de τ_a , le taux d'accroissement de la fonction f en x=a, a étant un réel quelconque de *I*.
   2. Ajouter et enlever au numérateur de τ_a la quantité $u(a) \times v(a+h)$ et avec une bonne factorisation faire apparaitre les taux de variations des fonctions u et v.
   3. Déterminer le nombre dérivé de la fonction f.
   4. Ceci étant vrai pour tout réel de *I* on peut écrire $\forall x \in \mathbf{I}, f'(x) = \ldots\ldots$

3. Un exercice:

On considère les fonctions f et g définies sur $\mathbf{R}$ par $f(x) = x^3 - 2x$ et $g(x) = -x^2 + 2x - 3$. Les courbes représentatives des fonctions f et g ont-elles une droite tangente commune?
Vous pouvez conjecturer la réponse à l'aide de ce ficher géogebra:

https://www.geogebra.org/classic/geyfrap6





Groupe 2

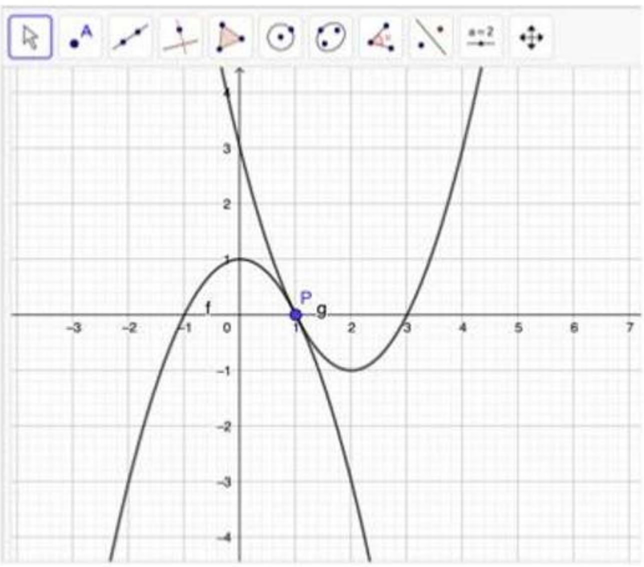
1. **Un échauffement** : Choisir la bonne réponse à la question suivante en préparant une justification à donner à l'oral

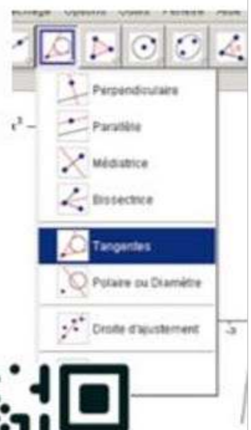
Parmi les suivantes quelle est une équation de la tangente à la courbe de la fonction f définie sur $\mathbf{R}^*$ par $f(x) = \frac{1}{x}$ au point A d'abscisse 1 ?			
A. $y = -x + 2$	B. $y = -0{,}5x + 1$	C. $y = x - 2$	D. $y = -x + 1$

2. **Une démonstration** : On veut démontrer la propriété de cours suivante: Soit f la fonction définie sur un intervalle *I* par $f(x) = \dfrac{1}{v(x)}$ avec v une fonction définie, dérivable et non nulle sur *I*, alors f est dérivable sur *I* et sa dérivée est la fonction définie pour tout x dans *I* par $f'(x) = -\dfrac{v'(x)}{v^2(x)}$:
   1. Déterminer l'expression de τ_a , le taux d'accroissement de la fonction f en x=a, a étant un réel quelconque de *I*. Donner son expression sous forme de fraction « la plus simple possible ».
   2. En faisant tendre h vers zéro, déterminer le nombre dérivé de la fonction f.
   3. Ceci étant vrai pour tout réel de *I* on peut écrire $\forall x \in \mathbf{I}, f'(x) = \ldots\ldots$

3. **Un exercice :**

On considère les fonctions f et g définies pour tour réel par $f(x) = -x^2 + 1$ et $g(x) = x^2 - 4x + 3$. Soit P le point d'intersection des courbes représentatives de ces deux fonctions. Que dire des droites tangentes à la courbe représentative de f et g au point P?





Groupe 3

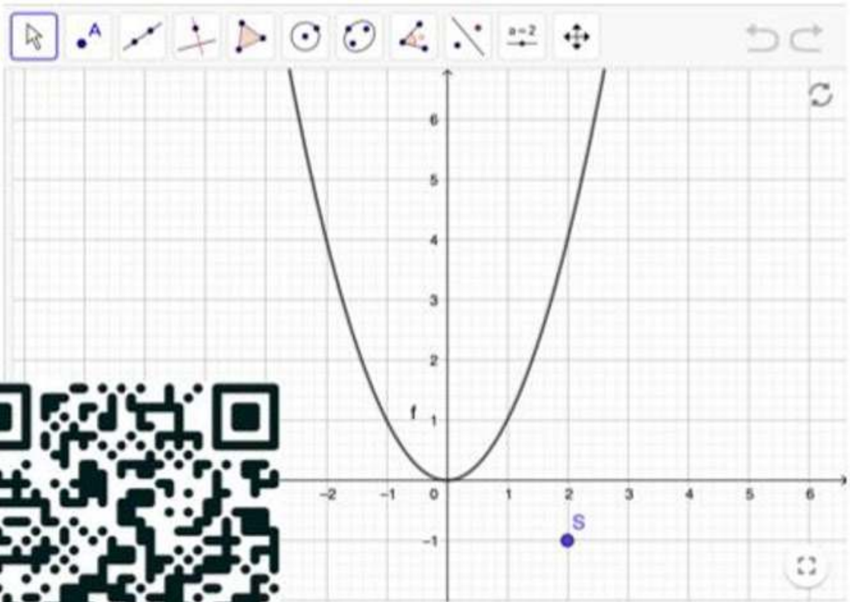
1. **Un échauffement** : Choisir la bonne réponse à la question suivante en préparant une justification à donner à l'oral

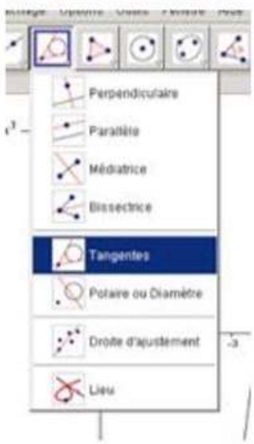
Soit f la fonction définie sur $\mathbf{R}$ par $f(x) = \dfrac{x}{x^2+1}$. f est dérivable sur $\mathbf{R}$ et sa fonction dérivée est donnée par			
A. $f'(x) = \dfrac{1}{2x}$	B. $f'(x) = \dfrac{x^2-1}{(x^2+1)^2}$	C. $f'(x) = \dfrac{1-x^2}{(x^2+1)^2}$	D. $f'(x) = \dfrac{1}{x^2+1}$

2. **Une démonstration** : On veut démontrer la propriété de cours suivante: Soit f la fonction définie sur un intervalle *I* par $f(x) = \dfrac{u(x)}{v(x)}$ avec u et v deux fonctions définies et dérivables sur *I* et v non nulle sur *I*, alors f est dérivable sur *I* et sa dérivée est la fonction définie pour tout x dans *I* par $f'(x) = \dfrac{u'(x) \times v(x) - u(x) \times v'(x)}{v^2(x)}$:
   1. Déterminer l'expression de τ_a , le taux d'accroissement de la fonction f en x=a, a étant un réel quelconque de *I*. Donner son expression sous forme d'une seule fraction.
   2. Rajouter et enlever la quantité $u(a) \times v(a)$ au numérateur et avec une bonne factorisation faire apparaitre les taux de variations des fonctions u et v.
   3. Déterminer le nombre dérivé de la fonction f.
   4. Ceci étant vrai pour tout réel de *I* on peut écrire $\forall x \in \mathbf{I}, f'(x) = \ldots\ldots$

3. **Un exercice:**

Soit la parabole d'équation $y = x^2$ et le point $S(2; -1)$.
Est-il possible de tracer une ou plusieurs droites passant par S et tangentes à la parabole donnée? Si oui, en déterminer une équation. Votre résultat est-il vrai pour tout point du plan?





Groupe 4

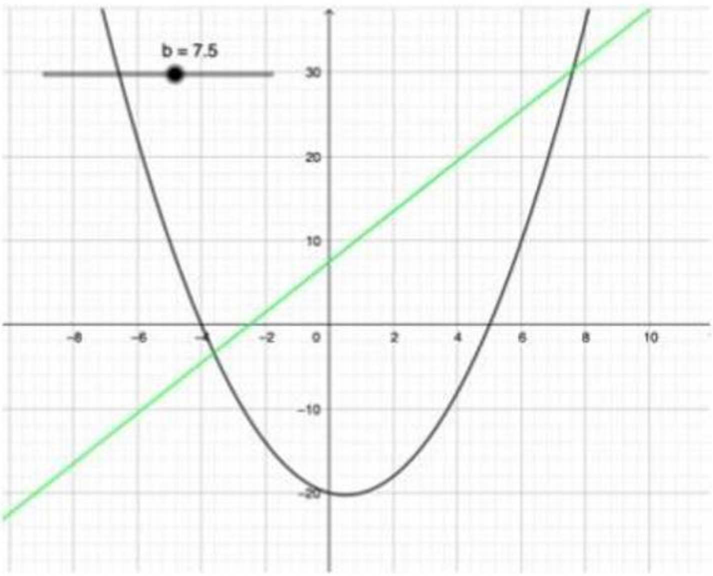
1. **Un échauffement** : Choisir la bonne réponse à la question suivante en préparant une justification à donner à l'oral

Soit f la fonction définie sur $\mathbf{R}$ par $f(x) = \frac{1}{3}x^3 - x$. Pour quelle(s) valeur(s) de x le coefficients directeur de la tangente à la courbe représentative de la fonction f est nul?			
A. x=1	B. x=1 et x=-1	C. x=0	D. Pour aucune valeur de x

2. **Une démonstration** : On veut démontrer la propriété de cours suivante: Soit f la fonction définie sur *I* par $f(x) = ku(x)$, avec k un réel non nul et u une fonction définie et dérivable sur *I*. Alors f est dérivable sur *I* et sa dérivée est la fonction définie pour tout x dans *I* par $f'(x) = ku'(x)$:
   1. Déterminer l'expression de τ_a , le taux d'accroissement de la fonction f en x=a, a étant un réel quelconque de *I*.
   2. Après avoir factorisé par k, déduire le nombre dérivée $f'(a)$
   3. Ceci étant vrai pour tout a réel de *I* on peut écrire $\forall x \in I, f'(x) = \ldots\ldots$

3. **Un exercice: Vous pourrez réaliser une illustration avec géogebra**

On considère la fonction f définie par $f(x) = x^2 - x - 20$ et dérivable sur R. Soit (d) la droite d'équation $y = 3x + 2$. On cherche à savoir s'il existe une ou plusieurs tangentes à la courbe représentative de f parallèles à (d). Si oui, en donner une équation.



Groupe 5

1. **Un échauffement** : Choisir la bonne réponse à la question suivante en préparant une justification à donner à l'oral

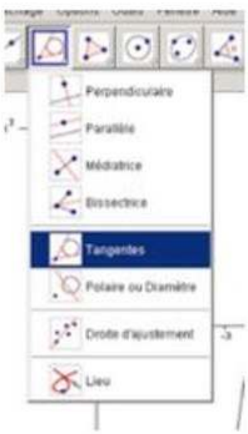
Soit f la fonction définie sur $\mathbf{R}_+$ par $f(x) = \sqrt{x}$. Le coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative de f au point d'abscisse 1 vaut			
A. 1	B. 2	C. 0,5	D. 1/4

2. **Une démonstration** : On veut démontrer la propriété de cours suivante: Soit f définie et dérivable sur un intervalle I. Si f est croissante sur I alors, pour tout nombre réel x de I on a $f'(x) \geq 0$.
    1. Préliminaire: rappeler la définition de fonction croissante sur I.
    2. Rappeler l'expression de τ_a , le taux d'accroissement de la fonction f en x=a où a appartient à I.
    3. Discuter le signe de τ_a dans les deux cas $h > 0$ et $h < 0$ (il faudra utiliser le fait que f est croissante).
    4. Conclure en passant à la limite (cela conserve le signe de τ_a)

3. Un exercice:

On considère les fonctions f et g définies pour tour réel x par $f(x) = 2x^2 - 3x + 1$ et $g(x) = x^2 - 3x + 2$.

1. Déterminer les points d'intersections des courbes représentatives de ces deux fonctions
2. « Deux courbes sont dites orthogonales si les tangentes en un de leurs points d'intersections sont perpendiculaires ». Les courbes représentatives de f et g sont elles orthogonales?



Coup de pouce:

Soient (d1) et (d2) deux droites du plan de coefficients directeurs respectifs m_1 et m_2 , tous les deux non nuls.

(d1) et (d2) sont perpendiculaires si et seulement si

$$m_1 m_2 = -1$$

Faire avec une classe multilingue et multiniveaux en cours de mathématiques

Catherine David, Aix-Marseille Université, LPL

Jean-Michel Zakhartchouk, Professeur honoraire, rédacteur aux Cahiers pédagogiques

L'indifférence aux différences renforce les différences. Cette affirmation de Pierre Bourdieu (1966) garde toute son actualité. Lorsqu'on enseigne à des publics qui ont clairement des profils et donc des besoins particuliers, ces différences (par rapport aux normes habituelles, mais aussi entre eux) sautent aux yeux, mais obligent à ne pas faire comme si de rien n'était. Cela est particulièrement vrai lorsqu'il s'agit de populations allophones, avec des niveaux de maîtrise de la langue française très variés. Cette situation amène à ne pas utiliser les recettes classiques, celles-ci pouvant et devant d'ailleurs être revisitées. C'est alors que le fonctionnement de classes particulières ou les nécessités de prendre en compte des élèves un peu à l'écart les remettent en cause. Il s'agit plus que jamais de pratiquer la diversité des approches, une personnalisation plus grande des apprentissages, une conjugaison subtile d'objectifs communs et de prise en compte de chacun. Rien de tel pour bousculer les manières d'enseigner de façon constructive, voire salutaire, que ce soit en mathématiques ou dans bien d'autres disciplines.

Nous examinerons d'abord ce que peut bien signifier cette « hétérogénéité » des élèves, présentée trop souvent de manière réductrice et négative, en la considérant davantage comme une chance, et un « champ des possibles ». Puis nous verrons comment la prendre en compte de façon positive, stimulante et inventive. Une attention particulière sera accordée à la diversité linguistique des élèves.

1. Hétérogénéité des élèves

Avant de réfléchir à la façon d'introduire de la différenciation dans la classe, il convient d'inventorier les diverses facettes de l'hétérogénéité d'une classe ou d'un groupe. Ainsi, on peut établir la typologie suivante, non exhaustive. Les élèves sont différents parce que :

1.Ils n'ont pas tous les mêmes *acquis scolaires et disciplinaires*

C'est le plus aisé à constater, encore faut-il être subtil dans le diagnostic et savoir interpréter les lacunes ou les insuffisances. Ainsi, des acquis en mathématiques peuvent ne pas être repérés à cause de problèmes linguistiques, de compréhension des consignes, etc. De plus, certains savoirs informels ont du mal à être réinvestis dans le scolaire, telle la capacité de compter de façon non orthodoxe qui peut révéler des compétences qui ne se traduisent pas en réussites classiques.

2. Ils n'ont pas les mêmes *codes culturels*

Le rapport au savoir n'est pas le même selon les cultures familiales, socio-économiques et scolaires des élèves. Certains ne comprennent pas les demandes « académiques » et ne parviennent pas à avoir le détachement nécessaire à la « secondarisation » des savoirs, en se détachant du concret par exemple. Pourquoi démontrer en géométrie ce qu'on peut observer facilement ? Dans les problèmes, comment se détacher de l'habillage[21] qui semble n'avoir aucune importance mais qui peut détourner l'attention de l'objet mathématique ? Comment comprendre les conventions du langage mathématique ? Il y a là des codes d'accès qui manquent, d'où une nécessité d'expliciter encore plus nos demandes et nos pratiques. Les élèves savent-ils au fond que ces codes existent, ont une histoire et peuvent même être « franco-français » (la façon de noter les nombres, les décimaux, le langage géométrique, etc.) ?

La difficulté est sans doute de permettre la confrontation de ces codes abstraits ou pire, d'apparence faussement concrète, avec l'expérience vécue des élèves. Mais l'expérience personnelle peut aussi être un point d'appui, surtout si l'on fait appel au concret réel (mesurer la salle de classe, étudier de vraies factures ou calculer un pourcentage au sein du groupe-classe réparti par âge…).

3. Ils n'ont pas tous le même *style cognitif*, les mêmes stratégies d'apprentissage

C'est une question très discutée. Il ne s'agit pas de tomber dans le simplisme de certaines conceptions enfermantes (visuels/auditifs, par exemple), mais de tenir compte d'approches différentes sans pour autant reprendre totalement l'idée d'intelligences

21. L'habillage d'un problème de mathématiques, c'est par exemple le petit récit qui s'y trouve inséré du type « Pierre et Marie vont au cinéma et paient telle somme, etc. » L'élève ne doit pas y être sensible et son attention ne doit pas être trop attirée par cet habillage.

multiples, chère à Gardner (2008)[22]. Cependant, certains élèves sont indéniablement plus à l'aise dans certaines démarches, ont davantage besoin d'un cadre que d'autres, etc.

4. Ils ne sont pas — c'est une évidence — du même *sexe*

On sait qu'en mathématiques, les filles ont tendance à ne pas réussir des exercices par manque de confiance en leurs capacités dans cette matière. Des études (Moise et Pons 2021) ont été menées pour tenter d'expliquer pourquoi progressivement, au fil du cursus scolaire, les filles vont réussir moins bien en mathématiques que les garçons (Monteil et Huguet 2002). Mais des débats existent sur les causes et sur les évolutions en cours[23].

5. Ils ne sont pas *motivés* de la même manière

Pour certains, ce qui mobilise, ce sera le défi, la stimulation. Pour d'autres, le cadre rassurant. Certains veulent réussir dans le cadre d'un héritage familial, d'autres voudront rompre avec. Il n'y a pas qu'une manière de se motiver.

2. *Organiser une différenciation pédagogique*

À la suite de l'évocation de ces catégories d'hétérogénéité, quelles sont les implications pédagogiques qui apparaissent ? Que faire de ces différences ? Comment « faire avec » ? Nous souhaiterions évoquer sept propositions pédagogiques.

2.1 *Varier les* ***outils d'apprentissage***

C'est sans doute le plus facile à mettre en œuvre. Les enseignants qui ont des élèves venus d'ailleurs le savent bien, qui utilisent des ressources et des supports variés et multimodaux, tels que manuels, documents authentiques[24], vidéos, diaporamas… Mais leur utilisation peut elle aussi être très variable : une vidéo peut être présentée au début d'un cours en guise d'ouverture ou venir plus tard comme illustration. L'utilisation croissante du numérique demande aussi de la réflexion quant à son usage (par exemple individuel, en petit groupe ou collectivement à partir d'un tableau numérique, etc.).

---

22. Le psychologue américain définit sept ou huit types d'intelligences dont celle qu'il qualifie de « logico-verbale », très dominante dans les systèmes éducatifs classiques. Une théorie qui peut conduire à enfermer les individus dans des « boites », mais qui peut aussi encourager une variété d'approches et des « détours pédagogiques ».

23. Un rapport récent de l'UNESCO est plutôt encourageant : les filles rattrapent les garçons en cours de scolarité. Voir https://www.unesco.org/fr/articles/les-resultats-des-filles-en-mathematiques-egalent-desormais-ceux-des-garcons-rapport-de-lunesco.

24. « Les documents authentiques (https://journal.lib.uoguelph.ca/index.php/synergies/article/download/1173/1763?inline=1#_edn1), conçus pour les francophones par les francophones pour répondre à une fonction de communication, sont importants en classe de langue car leur usage correspond à un enseignement davantage axé vers la vie réelle et l'actualité, à un enseignement plus sensible aux motivations et aux besoins de l'apprenant et à un enseignement surtout soucieux de voir l'apprenant adopter une attitude plus active et plus créative ». Voir https://journal.lib.uoguelph.ca/index.php/synergies/article/download/1173/1763?inline=1.

2.2 *Alterner différentes* ***démarches*** *et* ***situations*** *d'apprentissage*

« La » méthode, ça n'existe pas ou en tout cas, c'est inefficace. On doit pouvoir varier, entre une démarche inductive et une démarche déductive, entre un travail individualisé et un travail de groupes, mais en tenant compte de la pertinence de chaque façon de faire, et du coût cognitif qu'elle implique (selon le temps disponible). Il est des démarches classiques reposant sur l'approche hypothético-déductive, « convergentes », qui sont trop dominantes dans notre pays quand il faudrait plus de créativité, plus d'imagination. En didactique des mathématiques, beaucoup de propositions existent : situations-problèmes, problèmes ouverts, « narrations de recherche[25] »… La répétition, les entraînements en vue de l'automatisation peuvent alors côtoyer d'autres types d'activités permettant d'affronter des situations complexes. Rien n'est interdit.

2.3 *Combiner des formes différentes de* ***guidage*** *(aide/autonomie)*

Il faut bien sûr aider, mais surtout « aider à se passer d'aide » et viser toujours l'autonomie. Ce n'est pas parce qu'un travail très guidé est davantage réussi par les élèves qu'il est « meilleur », car la réussite à court terme peut être trompeuse, surtout si l'on n'entre pas dans une logique d'étayage-désétayage[26], chère à Vygotsky (1985).

2.4 *Gérer le* ***temps*** *de manière souple*

Le grand danger est sans doute de proclamer que chacun doit aller à son rythme[27] en « naturalisant », en décrétant acquis, voire inné, ce qui n'est parfois qu'un manque d'efficacité qui peut être bousculé de façon bénéfique. Il faut surtout aider les élèves à choisir le bon braquet, aller vite quand il le faut et avec une lenteur pertinente à d'autres moments, plus réflexifs. Il y a en fait de « bonnes lenteurs » et de « bonnes rapidités » selon le contexte.

2.5 *Trouver des manières différentes de* ***mobiliser*** *les élèves (valorisation/stimulation ; sécurisation/déstabilisation…)*

Cela correspond à ce que nous avons vu plus haut sur la motivation des élèves. Les activités plus rassurantes vont ainsi alterner avec d'autres plus fondées sur le défi, tout le monde peut ainsi s'y retrouver. Une des manières de rassurer peut être aussi de ne pas favoriser systématiquement la réponse rapide (la « mauvaise rapidité » parfois) et de permettre ainsi à des élèves de réfléchir, de prendre leur temps avant de répondre. Des

25. Sur les narrations de recherche, voir des exemples dans le numéro 544 des Cahiers pédagogiques, mars 2018, « Les écrits de travail ». On demande aux élèves de rédiger leur démarche de résolution de problème par exemple, sans trop s'attacher à la forme, puisqu'il s'agit d'un « écrit de travail » ou écrit intermédiaire.

26. Il s'agit d'une démarche où dès le départ, quand on propose des aides, on prévoit le moment où l'élève devra refaire tout seul le travail. Il s'agit de l'aider à se passer d'aide en quelque sorte.

27. https://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2003/2003_20.html.

dispositifs cadrés et précis peuvent favoriser une prise de parole de ceux qui n'osent pas parler et qui ne le feront guère si on « laisse faire ».

2.6 *Organiser* ***des répartitions d'élèves*** *souples, y compris à l'intérieur de la classe*

Le travail s'organise différemment : à certains moments, de façon individuelle, en binôme ou en groupes, soit homogènes selon les compétences ou le niveau atteint, soit hétérogènes, fondés sur l'entraide. Dans ces deux cas, il y aura coopération, plus horizontale ici, plus verticale là.

2.7 *Diversifier les outils* ***d'évaluation***

Bien entendu, une place beaucoup plus grande doit être accordée à l'évaluation formative, voire formatrice (celle où les élèves participent à l'évaluation des pairs ou à la leur propre). Mais l'évaluation peut porter aussi sur ce qui est plus difficile à évaluer : la créativité, la prise de risque, la capacité à coopérer avec d'autres.

Certains éléments recensés ici seront repris dans la dernière partie, plus focalisée sur la diversité linguistique.

3. *Inscrire la différenciation dans le cadre d'objectifs communs*

La différenciation ne doit pas conduire à renforcer les inégalités. La bienveillance, le souci d'accompagnement ne doivent pas se faire au détriment de l'exigence, mais au contraire en être des conditions. C'est parce que l'enseignant aura instauré un climat de confiance où l'erreur est souvent considérée comme une étape sur le chemin de l'apprentissage.

Ajoutons qu'il est important d'être toujours guidé par des objectifs précis à atteindre. On peut distinguer plusieurs niveaux d'exigence pour un même objectif, avec des attendus différents.

Un schéma très éclairant est celui qu'avait proposé Jean-Pierre Astolfi (1987) : le modèle du sablier[28]. Au départ, il existe ces différences que nous avons examinées plus haut, tout un champ des possibles dans les objectifs. Il faut filtrer autour de ce que l'enseignant veut vraiment faire acquérir, c'est le filtre du sablier. Ensuite, il existe de nombreux moyens pour parvenir à l'objectif. À cette fin, on peut s'appuyer sur le socle commun de connaissances, de compétences et de culture qui, dans le cadre d'une conception curriculaire des programmes, propose une vision assez claire de ce qu'on peut attendre d'un élève au bout de son cursus, à condition d'en rester à des exigences raisonnables, atteignables au lieu de se gargariser de slogans chics sur « l'excellence pour tous » qui ne signifient rien.

28. Voir https://www.cahiers-pedagogiques.com/actualite-de-jean-pierre-astolfi/.

La pratique de la pédagogie différenciée, si souvent mal comprise, devient pleinement un outil de démocratisation. On aurait beaucoup à tirer de l'expérience d'Unités pédagogiques pour élèves allophones arrivants (UPE2A) habituées à des situations fortes d'hétérogénéité scolaire et culturelle.

4. Focus sur l'hétérogénéité linguistique des apprenants allophones

Les enseignants des classes d'UPE2A sont confrontés à une très grande hétérogénéité linguistique des élèves. Elle se manifeste non seulement par la diversité des langues-cultures en présence mais aussi par les différences en termes de niveaux dans la maîtrise du français, langue de scolarisation et d'accès aux savoirs, ce qui nécessite de la part de l'enseignant une adaptation de son discours et une sélection de supports accessibles. La pédagogie différenciée[29] en langue étrangère est « une solution ancienne à réinventer » (Puren 2001) qui fait l'objet de recherches en didactique des langues et du FLE/S (David et Abry 2018). Dans le contexte qui nous préoccupe, les élèves doivent s'approprier à la fois le français de la communication quotidienne, le français de l'école et le français des disciplines, en d'autres termes, combiner les exigences du Socle commun de compétences (Domaine 1 : les langages pour penser et communiquer) et la progression dans la langue seconde. Et « si on ne prend pas en charge les problèmes langagiers, y compris le vocabulaire sur les maths, les élèves se sentent abandonnés et livrés à eux-mêmes. Dans ce dernier cas, ils abandonnent à leur tour et rompent le contrat didactique. » (Chnane-Davin 2005 : 323, citée par Mendonça Dias 2013). Afin de maintenir la motivation et la confiance des élèves, et pour illustrer les axes clés de la différenciation précédemment présentés, la question que nous posons est la suivante : quelles démarches mettre en œuvre pour permettre à chacun de travailler selon son niveau en français, son niveau en langue des disciplines (en mathématiques ici) et ses besoins/difficultés, sans perdre de vue l'unité du groupe classe ? Et comment s'appuyer sur la diversité des langues en présence ? Nous allons proposer quatre leviers de la différenciation au regard de ce contexte particulier (l'UPE2A) dans le cadre de l'activité mathématique, et nous les illustrons d'exemples concrets. Tout d'abord, pour bien cerner non seulement le niveau mais aussi les besoins (Meirieu 2016) des élèves, il est nécessaire de faire une évaluation diagnostique de la compréhension du lexique et du type de discours propre à la discipline, en même temps que l'évaluation des besoins par compétence (par exemple, en géométrie, en arithmétique). Cela permet à l'enseignant de bien connaître ses élèves et de choisir puis d'adapter ses supports et son discours au regard des différences de niveaux en français dans sa classe. Les évaluations formatives pourront être différenciées. Le fait de travailler par compétences permettra de ne pas figer les groupes.

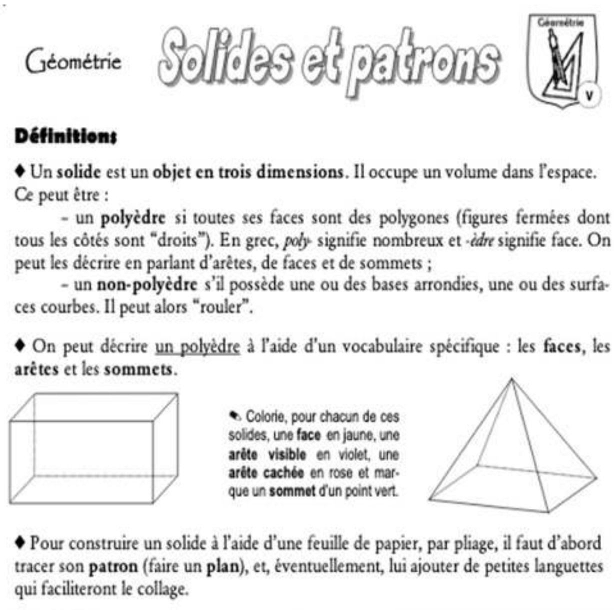
---

29. Tandis que la pédagogie différenciée est davantage associée à une méthodologie d'enseignement, la différenciation pédagogique concerne plus la posture enseignante. Mais nous utiliserons ces deux termes indistinctement dans ce texte.

Afin de créer un esprit de groupe et de favoriser l'entraide, il est intéressant de faire participer tout le monde en français ou dans sa langue, mobilisant ainsi d'autres apprenants pour simplifier/reformuler des langages et/ou pour traduire ce que dit un camarade en cas de langue maternelle semblable. Encourager la diversité des langues et convoquer les cultures d'apprentissage permet de dépasser le cadre des notions mathématiques pour s'ouvrir aux autres, à leurs langues-cultures et parcours. Le jeu et la créativité ont été évoqués précédemment et contribuent à mieux comprendre des notions parfois difficiles et à fortifier l'esprit d'équipe.

Tomlinson (1999) distingue quatre leviers pour mettre en œuvre une démarche de différenciation : les contenus, les processus, les structures et les productions. Certains concordent avec les principes énoncés dans la deuxième partie de ce texte. Ici nous les transposons pour une prise en compte de l'hétérogénéité linguistique du groupe classe (sans oublier les besoins au niveau de la discipline) en contextualisant le propos au cours de mathématique.

Différencier les contenus revient à proposer aux élèves des objectifs langagiers et disciplinaires, des supports, des activités et des tâches différentes. Ainsi pour travailler en géométrie sur les solides et les patrons, on pourra proposer un document initial assez dense accompagné d'un support simplifié afin que toute la classe puisse suivre. Les élèves qui ont un faible niveau en français et qui peuvent être gênés par des phrases assez longues pourront se concentrer sur le deuxième schéma. Nous leur proposons également les mots clés du lexique (en vert sur le schéma).


Géométrie **Solides et patrons**

Définitions

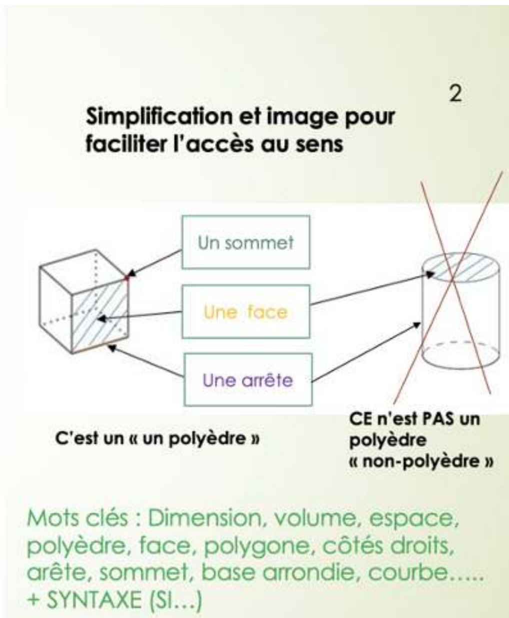
♦ Un **solide** est un **objet en trois dimensions**. Il occupe un volume dans l'espace. Ce peut être :

- un **polyèdre** si toutes ses faces sont des polygones (figures fermées dont tous les côtés sont "droits"). En grec, *poly-* signifie nombreux et *-èdre* signifie face. On peut les décrire en parlant d'arêtes, de faces et de sommets ;
- un **non-polyèdre** s'il possède une ou des bases arrondies, une ou des surfaces courbes. Il peut alors "rouler".

♦ On peut décrire un polyèdre à l'aide d'un vocabulaire spécifique : les **faces**, les **arêtes** et les **sommets**.

Colorie, pour chacun de ces solides, une **face** en jaune, une **arête visible** en violet, une **arête cachée** en rose et marque un **sommet** d'un point vert.

♦ Pour construire un solide à l'aide d'une feuille de papier, par pliage, il faut d'abord tracer son **patron** (faire un **plan**), et, éventuellement, lui ajouter de petites languettes qui faciliteront le collage.



Images 1 et 2. Solides et patrons[30]

30. Voir http://bdemauge.free.fr/ceintures/b34vfiche3.pdf.

Différencier les processus permet de moduler les consignes, de varier les types d'exercices (vrai-faux, associer, reformuler, dessiner, etc.), les outils d'aides, soit certaines stratégies d'accès au sens, y compris en faisant appel à la créativité de l'élève. Voici un problème proposé pour l'école primaire dont l'objectif est de pouvoir calculer des durées. La question est ouverte : « tous les matins, Camille fait sa toilette de 7 h 30 à 7 h 45. Combien de temps dure sa toilette ?[31] ». La question peut être formulée à l'écrit ou à l'oral pour les élèves peu lecteurs. Le cadre à droite propose d'autres manières d'accéder à la réponse, en passant par un travail sur l'expression de l'heure en français.

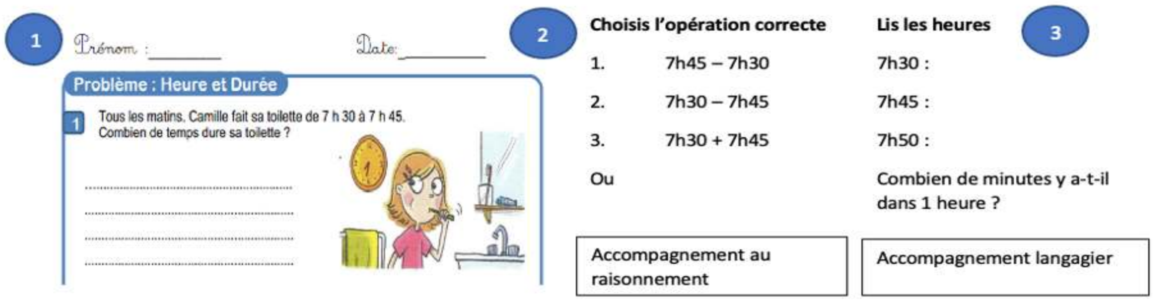


Image 3. Calculer des durées et savoir dire les heures

Proposer des outils d'aide à la compréhension du lexique en le mettant en valeur dans les supports favorise les stratégies de compréhension des leçons et des consignes. Le manuel scolaire Entrée en Matière de Cervoni *et al.* (2005) propose des pages qui rendent les notions de mathématiques explicites pour des allophones. On peut s'appuyer aussi sur la langue des élèves.

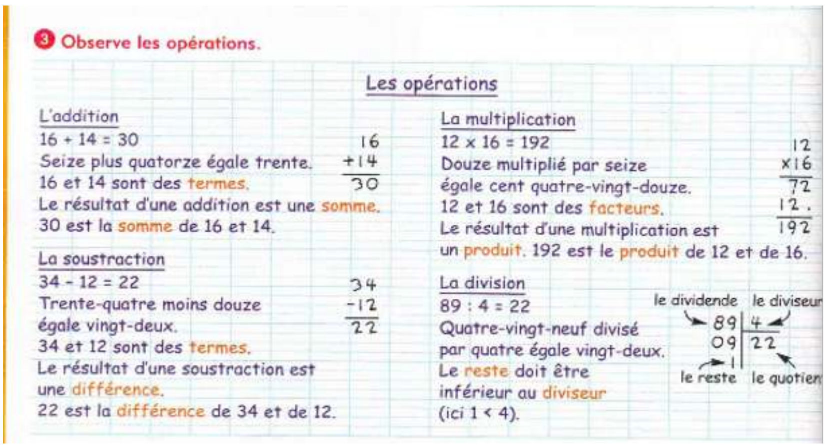


Image 4. Lexique des opérations

31. Voir https://www.ecoledecrevette.fr/problemes-d-heures-et-de-durees-a106831882/.

Figures de base

Nom français	Figure	Nom
point A	A	A noktası
segment [AB]	A B	[AB] parçası
milieu de [AB]	A I B	[AB] ortası
droite (AB)	A B	[AB] doğrusu
droites perpendiculaires		dikey doğrular
droites parallèles		paralel çizgiler
3 points alignés	A B C	sıralanmış üçnokta

Image 5. Lexique français-turc[32]

Différencier les structures, c'est-à-dire l'agencement de l'espace, du temps et des regroupements. La dynamique de groupe peut être faite en fonction des niveaux, des besoins, des langues, des affinités, des profils, etc. On peut choisir de faire travailler des apprenants de même niveau en français ensemble ou de faire des groupes de niveaux en mathématiques. Les groupes hétérogènes favorisent aussi le tutorat, et en particulier ici l'entraide au niveau linguistique. On n'oubliera pas les moments en classe entière pendant lesquels toutes les langues sont également les bienvenues. L'exemple ci-dessous illustre ces modalités pour travailler sur les solides et les patrons. La reconnaissance des solides peut se faire en classe entière. Le travail sur les patrons peut être proposé en sous-groupes ou à des binômes, avec pour objectif d'encourager le tutorat. Les apprenants peuvent être invités, seuls ou en groupes, à fabriquer un lexique plurilingue.

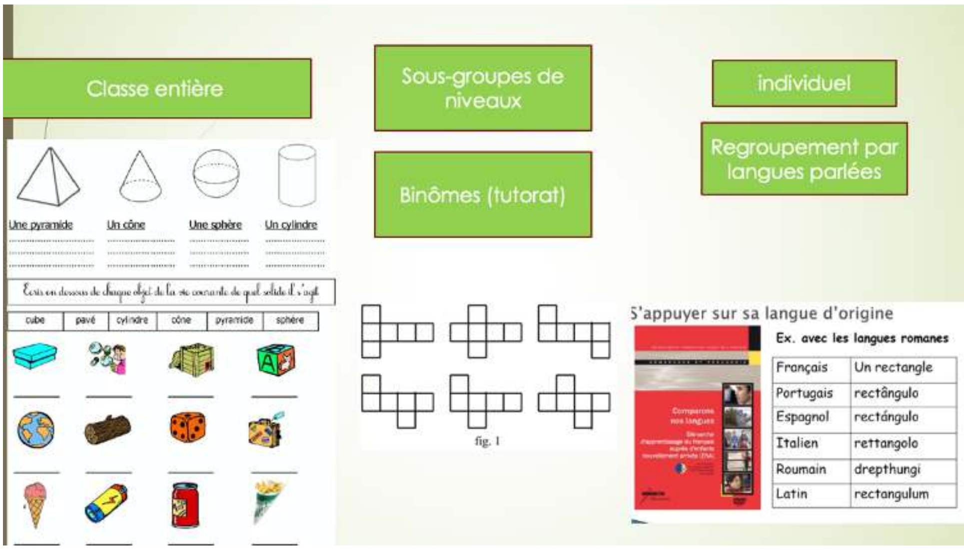


Image 6. Regroupements possibles pour les activités sur les solides et les patrons

32. Voir http://www.francaislangueseconde.fr/wp-content/uploads/2009/04/Lexic_math_franco-turc.pdf.

Différencier les productions. Citons par exemple une enseignante en UPE2A qui, devant la grande hétérogénéité des âges, parcours scolaires, classes et niveaux en mathématiques, avait proposé à tous de construire un pigeonnier pour la cour de récréation : un projet qui a permis à chacun de trouver sa place dans la construction de cet objet tout en découvrant/révisant les notions de base en géométrie tant au niveau lexical (FLE/S) que disciplinaire (formes, angles et mesures diverses) et tout en apprenant à utiliser des outils. Cette association entre la théorie et la pratique, à travers une pédagogie du projet, déjà mise en avant par des pédagogues comme C. Freinet, permet de prendre en compte et de valoriser les différences.

Ces quatre leviers entrent de différentes manières dans la planification de l'enseignant, qu'il choisisse **une démarche globale de « variation »** ou plutôt une démarche de **« différenciation »**. Puren (2001), reprenant Meirieu (2016), explique les deux logiques : dans le premier cas, tous les élèves travaillent sur le même document et/ou sur le même problème, mais les consignes pour y parvenir sont différentes. Cette démarche permet d'unifier le groupe, de ne pas pointer les différences tout en prenant soin de varier la difficulté des questions pour accéder au sens. À travers elle, on peut encourager l'élève à voir jusqu'où il peut aller dans le degré de difficulté des exercices. Dans le deuxième cas, l'enseignant donne des activités ou tâches différentes aux élèves en fonction de leurs niveaux/besoins. Certains travailleront sur des problèmes de géométrie, d'autres reverront des notions d'arithmétique, d'autres encore apprendront à se servir de certains outils, etc. Cette démarche permet de répondre aux niveaux en langue française, mais aussi aux besoins dans la discipline. L'enseignant est libre de combiner les deux en fonction du contexte de classe.

Ainsi, la multiplicité des parcours scolaires antérieurs, l'hétérogénéité des niveaux et des besoins en langue de scolarisation et en mathématiques, la diversité des profils et des langues cultures, tout cela se combine au sein d'une classe ordinaire. Tout le travail de l'enseignant consiste à adapter son action pour permettre à chacun de trouver sa place dans le groupe classe, garder confiance, apprendre à travailler avec des pairs, développer ses talents. Il devient l'architecte d'un cours qui maintient un niveau d'exigence dans la discipline tout en permettant à chacun d'y parvenir par divers moyens. L'essentiel est de comprendre et de se faire comprendre. Cet objectif est alors inséparable d'un travail méticuleux sur la langue/les langues-cultures qui sont des véhicules de sens : les langues des élèves, le langage mathématique, la langue de l'école, la langue de communication.

Références bibliographiques

Castincaud F., Astolfi JP. (1987). « Les trois J de la pédagogie différenciée ». *Cahiers pédagogiques 251*, p. 11-24.

Bourdieu P. (1966). « L'école conservatrice. L'inégalité sociale devant l'école et devant la culture ». *Revue française de sociologie 3*, 325-347.

Cervoni B., Davin-Chnane F., Ferreira-Pinto M. (2005). *Entrée en matière. La méthode de français pour adolescents nouvellement arrivés*. Hachette FLE.

David C., Abry D. (2018). *Classes multi-niveaux et pédagogie différenciée*. Collection F, Hachette FLE.

Gardner H (2008). *Les intelligences multiples : La théorie qui bouleverse nos idées reçues*. Retz.

Meirieu P. (2016). *L'école mode d'emploi, des méthodes actives à la pédagogie différenciée.* ESF sciences humaines.

Millon-Fauré K., Mendonça Dias C. (2018). « Études de l'impact des difficultés langagières des élèves allophones sur leur activité mathématique ». *Acte du colloque EMF, octobre 2018, Gennevilliers*. IREM de Paris

Moise C., Pons-Desouter M. (2021). *Ce que les mathématiques font aux filles*. Bréal.

Monteil JM., Huguet P. (2002). *Réussir ou échouer à l'école : une question de contexte ?* PUG.

Puren C. (dir.) (2001). *Pédagogie différenciée, Les Langues modernes*, APLV (DVD et le livret du formateur)

Tomlison CA. (1999). *The differenciated classroom : responding to the needs of all learners*. Parerback.

Vygotsky L. (1985). *Pensée et langage*. Éditions Sociales.

Zakhartchouk JM. (coord.) (2021). *Enseigner en classes hétérogènes*, ESF et Cahiers pédagogiques[33].

Zakhartchouk JM. (coord.) (2020). *Différencier sa pédagogie.* Cahiers pédagogiques[34].

33. Voir https://www.cahiers-pedagogiques.com/enseigner-en-classes-heterogenes-13051/.

34. Voir https://librairie.cahiers-pedagogiques.com/fr/hors-serie-numerique-pdf-epub/869-differencier-sa-pedagogie-des-idees-et-des-pratiques.html.

L'enseignement des mathématiques dans le contexte bilingue français-malagasy à Madagascar

Fidy Heritiana ANDRIANARIVONY, *Université de Montpellier,* IMAG UMR 5149, DEMa

École Normale Supérieure, Université de Fianarantsoa, Madagascar

1. Problématique

À Madagascar, deux langues officielles sont reconnues : le malagasy et le français. Le malagasy est considéré comme la langue nationale du pays, tandis que le français occupe le statut de deuxième langue officielle. En pratique, le français n'est maîtrisé que par environ 20 % de la population malagasy, principalement parmi les personnes instruites. Selon les données de l'académie malagasy, on constate que dans l'ensemble de Madagascar, seul 0,57 % de la population parle exclusivement le français, 15,87 % le pratiquent de manière occasionnelle, tandis que 83,61 % ne connaissent que la langue malagasy.

Pour comprendre l'origine de cette situation linguistique, il est essentiel de revenir sur la malgachisation de l'enseignement.

Madagascar a été sous la colonisation française de 1896 à 1960, et à cette époque, le système éducatif malagasy était modelé sur celui de la France, avec une organisation de l'enseignement en plusieurs niveaux et une séparation des matières scolaires (Andrianarivony et Salone 2021). Il est donc concevable que le français ait exercé une forte influence sur la langue parlée par les Malagasy pendant cette période. La colonisation française, qui a duré 64 ans, a laissé une empreinte profonde, notamment à travers son administration et l'instauration de l'éducation obligatoire.

Après l'indépendance, pendant la première république, le système éducatif n'a pas subi de changements majeurs, restant essentiellement identique à celui de l'époque coloniale. Cependant, à l'issue de l'indépendance, il est devenu impératif de réexaminer ce système à la lumière de nouvelles réalités et des besoins du pays (Razanavao 2009). Les enseignants de cette période ont constaté que les élèves rencontraient des difficultés significatives dans l'utilisation du français comme langue d'enseignement (Razanavao 2009). En effet, les élèves malagasy étaient confrontés à un double défi : comprendre la langue d'enseignement et assimiler les matières enseignées, telles que les mathématiques, les sciences de la vie et de la terre, l'histoire, la géographie, et bien d'autres.

Les années 70 ont été une période révolutionnaire à Madagascar. De jeunes étudiants et des militants politiques se sont unis pour renverser le président en place et instaurer un régime axé sur la promotion de la culture malagasy, y compris la malgachisation de l'enseignement. Les jeunes réformateurs expliquaient :

> *« Pour nous libérer de cet asservissement total, il est inutile d'écouter les anciens colonisés jusqu'à la moelle des os ; nous devons lutter et malgachiser notre enseignement et nos principes d'éducation, il faut que cette lutte soit radicale, surtout la lutte contre la langue française qui est l'instrument par excellence de lavage de cerveau et de destruction de l'identité culturelle malagasy. »* (*Razanavao* 2009)

À la fin de l'année 1975, un référendum officialise l'adoption d'une nouvelle constitution, Didier Ratsiraka remporte l'élection présidentielle, et une « charte nationale malagasy » est élaborée dans le document intitulé « Livre Rouge de Ratsiraka ». Ce livre reflète la doctrine du régime axé sur la promotion de la culture malagasy.

> *« Parler une autre langue n'est pas dire sa pensée avec d'autres mots mais penser autrement et, du même coup, penser autre chose. »* (*Livre rouge*[35])

Cependant, cette doctrine présente des nuances pragmatiques : « Force est de reconnaître que pendant longtemps, nous aurons besoin de cette langue comme d'une fenêtre ouverte sur le monde de la civilisation technique » (ibid). Néanmoins, le français n'est plus utilisé comme langue d'enseignement dans le système scolaire malagasy. Il devient une langue étrangère, enseignée uniquement au milieu du deuxième cycle secondaire. La mise en œuvre de la malgachisation se heurte à de nombreuses difficultés politiques et matérielles, mais un résultat demeure : le français régresse de manière significative, voire connaît une quasi-disparition au sein d'une génération d'écoliers.

35. Texte extrait du site https://www.axl.cefan.ulaval.ca/afrique/madagascar-malgachisation.htm.

La malgachisation ne suscitait pas un consensus unanime. Les responsables de l'enseignement étaient divisés à ce sujet. Ceux des provinces périphériques notamment, en particulier dans le Nord, étaient réticents, car la version du malagasy officiel utilisée était celle du dialecte du centre (le merina). Par conséquent, il a été nécessaire de rechercher et pratiquement de créer un dialecte malagasy commun (Razanavao 2009). Cette tâche s'est avérée extrêmement difficile, d'autant plus qu'il n'existait aucun principe méthodologique directeur. En outre, il a fallu développer, à partir de ce dialecte malagasy commun encore en création, le malagasy technique et scientifique (pour les mathématiques, les sciences de la vie et de la terre, la physique, la chimie…) (Razanavao 2009). De plus, l'accès à l'enseignement supérieur et aux études à l'étranger est devenu quasiment impossible pour les bacheliers malagasy désireux de poursuivre leurs études. Par conséquent, la malgachisation s'est révélée être un échec dans le système scolaire. En conséquence, en 1991, le gouvernement malagasy a décidé de revenir en arrière en rétablissant l'enseignement en langue française (Andrianarivony et Salone 2021).

D'après Zeny (1983), en raison de la période de malgachisation de l'enseignement qui a eu lieu de 1972 à 1991, marquée par le retour du français comme langue principale d'enseignement seulement au niveau de l'enseignement secondaire du premier cycle, les élèves et les enseignants malagasy ont connu une importante diminution de leurs compétences en français. De plus, les termes techniques utilisés dans les matières scientifiques ont perdu leur sens, tant dans leur formulation en malagasy qu'en français.

> *« Les nouveaux termes mathématiques ont semé la terreur et le désarroi chez les parents et les instituteurs malagasy. Les mots ordinaires devenaient incompréhensibles. (…). Les parents et maîtres traditionnels en sont déroutés. » (Zeny 1983 : 222)*

Aujourd'hui, la langue française occupe la position de deuxième langue nationale à Madagascar, juste après le malagasy, et elle conserve son statut de langue officielle d'enseignement pour les établissements publics. C'est dans ce contexte que nous souhaitons aborder les questions suivantes :

- Comment les langues malagasy et française s'articulent-elles dans une séance d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques à Madagascar ?
- Quelles conceptualisations permet la langue malagasy en regard de la langue française ?

Nous allons débuter en présentant notre méthodologie pour répondre à ces questions dans la première partie. Dans la deuxième partie, nous examinerons les résultats concernant l'interaction entre les deux langues, le français et le malagasy. Enfin, la troisième partie sera dédiée à l'étude des lexiques mathématiques en malagasy, en mettant particulièrement l'accent sur l'implication logique, afin de mettre en évidence la conceptualisation facilitée par la langue malagasy.

2. Méthodologie

Pour pouvoir aborder les questions posées précédemment, nous avons effectué une analyse de deux vidéos présentant les exposés de deux élèves, une fille et un garçon, tous deux en classe de Première scientifique (même dénomination qu'en France). Il est important de présenter ici quelques éléments relatifs à ces élèves, ainsi que la démarche que nous leur avons suggéré de suivre.

Le corpus plus vaste dont ces vidéos ont été extraites correspond à l'ensemble des élèves en classe de Première scientifique du lycée Jean Ralaimongo Fianarantsoa (Madagascar) au cours de l'année scolaire 2019-2020. Cette classe est composée de 42 élèves, 22 filles et 20 garçons. Nous avons formé des groupes de 4 à 5 élèves pour résoudre un problème de géométrie algébrique. L'organisation de cette séquence s'inscrit dans le cadre de la théorie des situations didactiques, exposée plus en détail dans un texte d'Andrianarivony et Salone (2021). Au cours de cet atelier, notre intérêt s'est particulièrement porté sur la phase de validation, au cours de laquelle les groupes ont présenté leurs résultats de recherche. Il est à noter que durant cette phase, nous avons demandé aux élèves de préparer une affiche contenant les résultats de leur recherche, et nous leur avons laissé la liberté de choisir la langue dans laquelle ils souhaitaient rédiger et présenter oralement leur affiche. Voici le problème que les élèves ont étudié en groupe :

On donne sur un axe $(x'Ox)$, deux points A et B tels que $\underline{OA} = a$ et $\underline{OB} = -2a$, avec $a > 0$.

1. Représenter sur l'axe $(x'Ox)$ les points O, A et B.
2. Discuter suivant les valeurs de m l'existence de points M sur l'axe, tel que :

$OM^2 = m\underline{MA}.\underline{MB}$ où m désigne un réel fixé.

Il s'agit d'un problème de géométrie algébrique. Après avoir résolu cet exercice, chaque groupe choisit un représentant pour présenter les résultats de leur travail. L'objectif de cet exposé est de déterminer si les élèves sont en mesure de présenter leurs résultats en français, et si ce n'est pas le cas, en malagasy. Comment combinent-ils ces deux langues ? Les utilisent-ils ensemble ? Cette consigne concernant les langues constitue une méthode pour répondre à notre première question de recherche, qui porte sur l'articulation entre la langue française et la langue malagasy. Voici donc les explications attendues de la part des élèves. Les différents cas possibles pour résoudre la question 2 du problème sont les suivants :

1. Si $m = 1$, il existe un point M avec $\underline{OM} = 2a$;
2. Si $m \in]-\infty; 0[\cup]\frac{8}{9}; +\infty[$, il existe deux points M différents avec $\underline{OM} = \frac{-ma\pm\sqrt{ma^2(9m-8)}}{2(m-1)}$;
3. Si $m \in]0; \frac{8}{9}[$, il n'existe pas de point M ;
4. Si $m = 0$, il existe deux points M confondus au point d'origine O, $\underline{OM} = 0$;
5. Si $m = \frac{8}{9}$, il existe deux points M confondus avec $\underline{OM} = 4a$

Comme nous le verrons par la suite, un autre objectif de nos analyses de ces présentations est de comprendre les différentes façons d'exprimer le « si… alors » en français et en malagasy, c'est-à-dire la manière de représenter l'implication logique. Cela nous permettra de répondre à la deuxième question de recherche concernant la conceptualisation facilitée par la langue malagasy. Les exposés ont été enregistrés puis retranscrits, et ces données seront traitées par une analyse directe de leur contenu, en adoptant une approche qualitative.

3. Articulation entre les langues malagasy et française

La vidéo considérée montre que les deux élèves ont décidé de faire leurs exposés en malagasy. Ce choix pourrait s'expliquer par le fait que les élèves présentent des difficultés en langue française. Voici deux extraits des exposés, l'un du garçon et l'autre de la fille :

3.1 Extrait 1 : exposé du garçon[36]

[00:00:00]	Rehefa natao ny *premier cas*, dia nahita m *égal à un*.	*Quand on a fait le premier cas, alors on a trouvé* $m = 1$.
[00:00:32]	Dia nandray koa *deuxième cas. Deuxième cas* nahita m *différent de un*, dia nosoloina *zéro* ny m amin'ny *équation*, lasa nahita x M *égal à zéro*.	*Et on a fait le deuxième cas. Deuxième cas, on a trouvé* $m \neq 1$, *alors on a remplacé* m *par* 0, *et* x_M *devient* 0.
[00:01:13]	Nandray, *pour* m manomboka amin'ny *huit sur neuf* ka hatramin'ny *plus l'infini, delta supérieur à zéro*. Nahita solution roa. *Solution* voalohany, nahita x *un égal à quatre* a *moins huit, racine carrée de deux* a *sur sept*, dia x roa mahita *quatre* a *plus huit, racine carrée de deux* a *sur sept*.	*On a pris, pour* m *depuis* $\frac{8}{9}$ *jusqu'à* $+\infty$, $\Delta > 0$. *On a trouvé deux solutions. Première solution, on a trouvé* $x_1 = \frac{4a-8\sqrt{2a}}{7}$, *et on a trouvé* $x_2 = \frac{4a+8\sqrt{2a}}{7}$.

3.2 Extrait 2 : exposé de la fille

[00:03:57]	Rehefa nanao *devoir* izany anay dia natao ny *premier cas*.	*Quand nous avons fait le devoir, alors nous avons fait le premier cas.*

36. Dans la suite du texte, les extraits de retranscription sont systématiquement présentés sur trois colonnes : le chronomètre à gauche, ce qui est prononcé au milieu (caractères italiques pour les mots en français, caractères droits pour le malagasy), et à droite une traduction en français mêlée d'expressions symboliques.

[00:04:10]	dia nahita tao amin'ny *premier cas* m *égal à un*, dia noho izany ny x *égal à deux* a. Dia ny *distance* OM *egal à deux* a. Dia ny *unité* noraisinay *par cinq centimètres* dia rehefa nametaka ny *point M* dia nandrefy *dix centimètres* miala eo amin'ny *point* O. Dia napetaka ny *point M*.	*Alors, nous avons trouvé dans le premier cas* $m = 1$, *et par conséquent* $x = 2a$. *Alors la distance* $OM = 2a$. *Et l'unité que nous avons prise est* $5cm$, *alors quand nous avons placé le point, nous avons mesuré* $10cm$ *depuis le point O. Et nous avons placé le point M.*
[00:04:35]	Dia niditra *deuxième cas*, dia rehefa nojerevana dia ny m *élément de zero jusqu'à huit sur neuf, delta négatif.* Dia noho izany tsy misy *solution*, tsy misy sary.	*Et nous avons fait le deuxième cas, et quand nous avons étudié pour* $m \in]0; \frac{8}{9}[$, $\Delta < 0$. *Et par conséquent, Il n'y a pas de solution, il n'y a pas de figure.*
[00:04:50]	Dia rehefa nojerena koa ny m *égal à zero*, dia nahita anay m *egal à zero* dia m *égal à huit sur neuf*, dia *delta égal à zéro*. Dia noho izany, dia nahita anay, dia rehefa nosoloina dia nahita x *égal à zéro* dia x *égal moins quatre sur* a.	*Et quand nous avons étudié pour* $m = 0$, *alors nous avons trouvé* $m = 0$ *et* $m = \frac{8}{9}$, *alors* $\Delta = 0$. *Et par conséquent, nous avons trouvé* $x = 0$ *et* $x = -4a$.

Dans ces extraits, il est clair que les élèves utilisent la langue malagasy pour expliquer leurs solutions au problème. En effet, leurs explications s'appuient principalement sur cette langue. On peut donc affirmer que le malagasy a une fonction explicative pour les élèves dans ce contexte.

De plus, il est important de noter que le statut de la langue malagasy est également valable pour l'enseignant. En effet, lorsqu'il a expliqué et posé des questions au garçon à la suite de son exposé, il l'a fait en malagasy.

3.3 *L'intervention du professeur*

[00:02:56]	*Or, vous dites que* m *élément de huit sur neuf plus l'infini. Vous avez remplacé la valeur de petit* m *par huit sur neuf, c'est contradictoire !*	$m \in]\frac{8}{9}; +\infty[$ $\frac{8}{9}$
[00:03:12]	Nareo 'zany miteny hoe ny m *élément de huit sur neuf jusqu'à plus l'infini*, nefa m soloinareo *huit sur neuf* avy eo, azonareo ve ny tiako ho tenenina ?	*Vous dites que* $m \in]\frac{8}{9}; +\infty[$, *or que vous avez remplacé la valeur de petit* m *par* $\frac{8}{9}$. *Est-ce que vous comprenez vos erreurs ?*
[00:03:32]	Raha m *égal zéro*, dia ny x *égal à zéro*, dia mifanindry eo ny *point* M sy ny *point* O, izay marina.	*Si* $m = 0$, *alors* $x = 0$, *les deux points M et O sont confondus, ça c'est vrai*
[00:03:45]	Fa raha m *égal à huit sur neuf,* izay koa izany tokony mbola hataonareo, delta koa mbola *égal à zero.*	*Mais si* $m = \frac{8}{9}$, *il faut aussi que vous fassiez cela,* Δ *est aussi égal à* 0

Il est évident, à partir de ce dernier extrait, que l'enseignant se sert également de la langue malagasy pour fournir des explications en classe. Même s'il essaye d'expliquer en français dans un premier temps, il a finalement eu recours à la langue malagasy pour clarifier son exposé. Plus généralement, le malagasy est utilisé comme une langue de communication entre l'enseignant et les élèves en classe de mathématiques. En d'autres termes, l'enseignant explique et interroge les élèves en utilisant cette langue, et les élèves répondent et posent également leurs questions à l'enseignant dans la même langue.

Cependant, il est important de noter que toutes ces explications en malagasy intègrent de nombreux mots français. En effet, on constate que toutes les expressions algébriques (telles que « *égal* »[37], « *différent* », etc.), certains termes liés aux objets mathématiques (comme « *équation* », « *distance* », « *point* », etc.), ainsi que certaines autres expressions (notamment « *premier cas* » et « *deuxième cas* »), sont empruntés au français. En général, le français est utilisé principalement pour le vocabulaire mathématique. Cette situation découle du fait que les traductions malagasy de certains termes, réalisées lors de la période de malgachisation, comme « fampimirana » pour équation et « halavirana » pour distance, sont aujourd'hui largement oubliées par les enseignants et les élèves à Madagascar. De plus, même si certains termes existent dans la langue vernaculaire malagasy, tels que « *inférieur* », « *égal* » ou « *différent* », leur utilisation en cours de mathématiques n'est plus courante chez les enseignants et les élèves à Madagascar. Par conséquent, bien que la langue malagasy ait une fonction explicative, elle ne pourrait pas être efficace sans l'appui de la langue française. Les deux langues se complètent ainsi mutuellement : le français est utilisé pour exprimer la plupart des concepts mathématiques, tandis que le malagasy intervient pour le reste de la phrase (Andrianarivony et Salone 2021).

D'autre part, lors d'un exposé, il est nécessaire de présenter des arguments, ce qui implique une demande explicite de raisonnement. Pour ces élèves, il semble plus naturel d'expliquer, d'argumenter et de raisonner en malagasy que de le faire en français. Cette observation rejoint les conclusions de Dumont, Rakotozanany et Ratsimbazafy :

> *« Si donc on ne peut raisonner que dans une langue, il est plus naturel de le faire dans sa langue maternelle, ce qui est toujours possible, y compris avec les exigences de rigueur propres aux mathématiques. Or le choix de la langue maternelle est préférable, voire indispensable pour parvenir à une véritable intuition des concepts et de leurs enchaînements logiques »* (Dumont et al. 1995 : 47)

Il est essentiel de noter que même si les élèves réfléchissent et discutent en malagasy, leurs travaux écrits demeurent en français. Le malagasy semble jouer un rôle cognitif important, servant de langue pour la formation des concepts et celle dans laquelle les

37. Dans la suite du texte, les expressions analysées sont entre guillemets. Avec le même code que pour les retranscriptions, les expressions malagasy sont en caractères droits, les expressions en français sont en italique.

élèves argumentent entre eux (Andrianarivony et Salone 2021).

Ces différents extraits mettent en évidence plusieurs points importants :

- La langue malagasy joue un rôle majeur en tant que moyen de communication en classe de mathématiques à Madagascar, et elle est également utilisée par les élèves pour la réflexion et l'argumentation de leurs idées.
- En ce qui concerne la langue française, elle conserve son statut de langue d'enseignement dans laquelle les mathématiques sont écrites. Ainsi, la maîtrise du français demeure essentielle pour la réussite scolaire (Andrianarivony et Salone 2021).

Ce constat nous a conduits à conclure qu'il existe une autre difficulté lors des séances d'apprentissage des mathématiques à Madagascar. En effet, les élèves lisent les instructions en français, réfléchissent en malagasy, puis finalement formulent leurs résultats en français.

Ainsi, la réussite d'un élève dépend en grande partie de ses compétences linguistiques, en plus de ses compétences mathématiques. Le malagasy apparaît comme un vecteur essentiel qui aide les élèves à passer d'une énonciation mathématique en français, parfois difficile à comprendre, à une réponse valide, également formulée en français et généralement écrite (Andrianarivony et Salone 2021). Cette observation rejoint celle de Millon-Fauré (2019) concernant les élèves allophones :

> « *Beaucoup d'élèves allophones ont besoin, au moins pendant un temps, de manipuler à la fois leur langue première et la langue de scolarisation pour pouvoir, une fois arrivés dans le pays d'accueil, transférer les notions construites dans la langue d'origine.* » (Millon-Fauré, 2019)

4. Les conceptualisations du concept d'implication mathématique en malagasy

Nous avons répertorié toutes les expressions utilisées par les élèves pour traduire l'implication mathématique dans leurs discours. Voici trois extraits qui présentent les trois formulations les plus couramment utilisées pour exprimer l'implication mathématique :

[00:03:32]	Raha m *égal zéro*, dia ny x *égal à zéro*	*Si* m *est égal à zéro, alors* x *est égal à zéro*
[00:04:50]	Rehefa nojerena koa ny m *égal à zéro*, dia nahita anay x *egal à zero*	*Quand nous avons étudié pour* m *égal à zéro, alors on a trouvé* x *égal à zéro*
[00:04:50]	Δ égal à zero, noho izany, dia nahita anay x égal à zéro	$\Delta = 0$, *donc on a trouvé* $x = 0$

Dans ces extraits, on observe trois différentes manières d'exprimer l'implication mathématique : le « raha… dia » (« *si… alors* »), le « rehefa… dia » (« *quand… alors* »), et le « noho izany » (« *donc* »).

La formulation la plus fréquemment utilisée pour exprimer le « *si… alors* » en malagasy est en effet le « raha… dia ». Il s'agit également de la formulation recommandée par les traducteurs des lexiques mathématiques en malagasy, notamment pendant la période de malgachisation de l'enseignement. Pour discuter de la portée conceptuelle de cette expression, prenons l'exemple de la phrase courante suivante : « Raha tonga ny orana dia lena ny tany » (« *Si la pluie tombe, alors la terre est mouillée* »). Dans cette phrase, la prémisse est P : « tonga ny orana » (« *la pluie tombe* »), mentionnée juste après le « raha », et la conclusion est Q : « lena ny tany » (« *la terre est mouillée* »), évoquée après le « dia ». Comme en français, on peut réduire la phrase conditionnelle à « raha P dia Q ».

Une manière naturelle d'utiliser cet idiome nous permet de conclure que « raha P dia Q » est en réalité équivalent à « raha P marina dia Q marina » (« *si P est vrai, alors Q est vrai* »). En effet, naturellement, lorsque l'on dit « si la pluie tombe », cela implique que l'on est certain que « la terre sera mouillée ». Cette utilisation de « raha… dia » correspond à l'utilisation de l'implication dans le cadre du raisonnement déductif de Deloustal-Jorrand (2001), où « raha P marina dia Q marina » signifie que « *si P est vrai, alors Q est vrai* ».

De même, une deuxième utilisation naturelle de cet idiome confond l'implication directe avec sa réciproque[38]. En d'autres termes, la phrase donnée peut être interprétée comme : « raha lena ny tany dia tonga ny orana » (« *si la terre est mouillée, alors la pluie a été tombée* »). Il convient de souligner que cette observation n'est valable qu'après l'énonciation de la phrase initiale. En fait, la phrase initiale crée un contexte dans lequel la relation entre « la pluie tombe » et « la terre est mouillée » est établie, et dans ce contexte, il n'y a pas de distinction entre prémisse et conclusion, mais plutôt une cooccurrence de ces deux éléments. Autrement dit, l'identification de l'un des événements conduit à affirmer la présence de l'autre.

Il est à noter que l'utilisation de « raha… dia » est marquée par la présence de causalité et de temporalité. Dans la réciproque qui a été donnée ci-dessus, le verbe est conjugué au passé lorsqu'on exprime le fait que la pluie est tombée. Ce constat suggère que c'est la pluie tombée qui entraîne la terre mouillée. Ainsi, dans ce contexte, « raha… dia » est utilisé pour exprimer une relation de cause à effet. Ces observations rejoignent les travaux de Fabert et Grenier (2011) qui constatent des remarques similaires concernant l'utilisation de « *si… alors* » en français.

Une autre interprétation peut être attribuée à la phrase initiale. De manière naturelle, la phrase suivante est considérée comme son équivalence : « Raha tsy tonga ny orana dia tsy lena ny tany » (« *Si la pluie ne tombe pas, alors la terre n'est pas mouillée* »).

La phrase formulée comme $\neg P \Rightarrow \neg Q$ représente la contraposée[39] de la réciproque de

38. On considère P et Q deux propositions logiques.
$P \Rightarrow Q$ est une implication (« si P alors Q »), l'implication $Q \Rightarrow P$ est sa réciproque.

39. On considère P et Q deux propositions logiques.
$\neg P$ est la négation de P : $\neg P$ est vraie quand P est fausse, et $\neg P$ est fausse quand P est vraie.
$P \Rightarrow Q$ est une implication (« si P, alors Q »). L'implication $\neg Q \Rightarrow \neg P$ est sa contraposée (« si Q est fausse, alors P est fausse »).

la première proposition P⇒Q. Ainsi, il existe une équivalence entre ces propositions. Cependant, ces propriétés courantes de « raha… dia » peuvent parfois brouiller le sens mathématique de l'implication. Par exemple, « raha $x=2$ dia $x^2-4=0$ » (« *si* $x=2$ *alors* $x^2-4=0$ ») est vrai, mais la réciproque de cette déclaration est fausse.

Cependant, Durand-Guerrier (2003) a démontré que la confusion entre l'implication et l'équivalence dépend du contexte. Il est donc important de tenir compte du contexte spécifique. Le contexte que nous examinons ici ne met peut-être pas clairement en évidence la distinction entre une implication directe et une implication réciproque. Pour illustrer cela, supposons les deux propositions suivantes :

P : « Rakoto dia betsileo » (« *Rakoto est betsileo* »[40])

Q : « Rakoto dia malagasy » (« *Rakoto est malagasy* »)

Il est important de noter que dans le cadre ensembliste, l'ensemble des betsileo est inclus dans l'ensemble des malagasy. Par conséquent, il est évident que « raha betsileo Rakoto dia malagasy » (« *si Rakoto est betsileo, alors il est malagasy* ») est une implication claire dans ce contexte (Deloustal-Jorrand 2001). Dans ce cadre, il est facile de démontrer que « raha malagasy Rakoto dia betsileo » (« *si Rakoto est malagasy, alors il est betsileo* ») n'est pas nécessairement vrai.

Un autre avantage de cette reformulation dans le cadre ensembliste est l'équivalence logique entre une implication directe et sa contraposée. En effet, « raha tsy malagasy Rakoto dia tsy betsileo » (« *si Rakoto n'est pas malagasy, alors il n'est pas betsileo* ») semble correspondre à la signification de notre implication initiale.

Le deuxième idiome que nous examinons ici est le « rehefa… dia ». En effet, cet idiome est couramment utilisé en malagasy pour exprimer la causalité. Lorsque quelqu'un dit « rehefa tonga ny orana dia lena ny tany » (« *quand/si la pluie tombe, alors la terre est mouillée* »), on associe davantage le sens de « *quand* » que celui de « *si* » avec le terme « rehefa ». Par conséquent, on suppose que la prémisse doit se produire dans le futur. De même que pour le « raha… dia », le « rehefa… dia » est fortement lié aux notions de causalité et de temporalité. Initialement, la prémisse doit toujours se produire dans le futur, ce qui signifie que, au moment où la phrase est énoncée, la pluie n'est pas encore tombée. Puisqu'il y a une relation de cause à effet entre la prémisse et la conclusion, la conclusion doit également se produire dans le futur, mais après la prémisse, car elle est considérée comme la conséquence de cette dernière. Les interprétations du « rehefa… dia » montrent qu'il est également interprété comme une équivalence. En effet, dans le langage courant malagasy, on considère que la réciproque de la contraposée de la phrase initiale est vraie : « rehefa tsy tonga ny orana dia tsy lena ny tany » (« *quand/si la pluie ne tombe pas, alors la terre n'est pas mouillée* »).

Les travaux de Fabert et Grenier (2011) soulignent que les caractéristiques causales et temporelles ne sont pas compatibles avec l'implication mathématique. Par exemple,

40. Betsileo : un groupe ethnique à Madagascar.

dans le théorème « *si une fonction est dérivable, alors elle est continue* », une fonction peut être continue sans être dérivable. Par conséquent, la continuité n'est pas une conséquence causale de la dérivabilité.

En comparant les deux idiomes, « raha… dia » et « rehefa… dia », il est possible de constater qu'ils ont tous les deux des liens avec les propriétés de temporalité et de causalité. Cependant, le « rehefa… dia » entraîne en plus une ambiguïté sémantique liée au sens du mot « rehefa ».

La dernière expression, « noho izany », est principalement utilisée dans le cadre du raisonnement déductif en malagasy (Deloustal-Jorrand 2001) : « Tonga ny orana noho izany lena ny tany » (« *La pluie tombe donc la terre est mouillée* »). La signification de « noho izany » est ici « donc, alors, par conséquent, ce qui entraîne ». Le sens de la phrase suppose que la prémisse se réalise au moment où l'on parle. L'avantage de cette expression dans un raisonnement en malagasy est qu'elle montre explicitement la relation entre la prémisse et la conclusion avec le mot « izany », qui signifie « *ceci* » ou « *cela* ». Dumont *et al.* (1995) ont déjà souligné cet avantage dans leur article. Ils ont ainsi regroupé les mots de liaison logiques utilisés dans le raisonnement en malagasy. Par exemple, une première famille qu'ils ont proposée comprend des mots tels que « *donc* », « *d'où* », « *par conséquent* », « *par suite* », qui sont synonymes de « noho izany, manaraka izany ». Une deuxième famille de mots de liaison a un sens tout différent, comme « *or* », « *par ailleurs* », et leurs équivalents malagasy sont « anilan'izany, ankoatr'izany ».

> *« Le malagasy dit littéralement "par suite de cela", "à côté de cela", il fait toujours explicitement référence à ce qui vient d'être énoncé, alors que le lien avec ce qui précède n'est qu'implicite en français quand on utilise donc »* (Dumont et al. 1995 : 47)

L'utilisation de « noho izany » présente un avantage notable pour exprimer un raisonnement mathématique, car elle met en évidence qu'il y a une règle d'inférence dans la démonstration rédigée.

Conclusion

Cette recherche nous plonge dans le contexte de l'enseignement des mathématiques à Madagascar, qui se déroule en deux langues, le français et le malagasy. Les résultats de notre étude basée sur l'analyse des exposés d'élèves montrent clairement que ces deux langues se complètent de manière significative dans la salle de classe de mathématiques. Chacune des deux langues remplit des rôles spécifiques. Le malagasy est la langue de communication en classe, utilisée par les enseignants et les élèves pour discuter des concepts mathématiques. De plus, elle joue un rôle cognitif important, car les élèves l'utilisent pour réfléchir et raisonner en mathématiques. En revanche, le français est la langue de l'enseignement : celle dans laquelle les consignes sont souvent données par écrit, et aussi celle dans laquelle les concepts mathématiques sont formalisés de manière explicite.

Nous avons également examiné les conceptualisations de l'implication logique par les élèves, notant que plusieurs expressions courantes peuvent entraîner une confusion entre l'implication et l'équivalence, ainsi qu'une tendance à lier ces expressions à la causalité et à la temporalité, ce qui peut créer des ambiguïtés sémantiques. Il est essentiel de souligner que ces ambiguïtés sémantiques liées à l'implication logique existent également en français, ce qui ne justifie pas nécessairement l'exclusion de la langue malagasy de l'enseignement des mathématiques.

En revanche, nos résultats mettent en lumière le potentiel de complémentarité entre les deux langues, le français et le malagasy, dans l'enseignement des mathématiques. Cette complémentarité pourrait contribuer de manière significative à la véritable formation des concepts mathématiques chez les élèves. Cependant, il est important de noter que les enseignants de mathématiques à Madagascar ne semblent pas pleinement conscients de cet avantage potentiel du bilinguisme. Il existe également un manque d'études approfondies sur les lexiques mathématiques en malagasy, ce qui entraîne des traductions variables des concepts mathématiques par les enseignants, pouvant créer des contradictions dans l'apprentissage des élèves.

Une piste de recherche future que nous envisageons serait d'explorer plus en détail les relations de complémentarité entre les deux langues, le français et le malagasy, dans la définition des objets mathématiques et dans leur utilisation pour résoudre des problèmes. Cela pourrait conduire à la création d'une compétence linguistique spécifique pour les enseignants de mathématiques à Madagascar, favorisant ainsi une meilleure compréhension et une formation plus solide des concepts mathématiques chez les élèves.

Références bibliographiques

Andrianarivony F. et Salone JJ. (2021). Approche bilingue dans l'enseignement des mathématiques à Madagascar. *Petit x*, 115, 93-114.

Deloustal-Jorrand V. (2001). L'implication. Quelques aspects dans les manuels et points de vue d'élèves-professeurs. *Petit x*, 55, 35-71.

Dumont D., Rakotozanany E. et Ratsimbazafy A. (1995). L'IREM de Madagascar et le problème de la langue d'enseignement. *Repères-IREM*, 18, 43-60

Durand-Guerrier V. (2003). Which notion of implication is the right one? From logical considerations to a didactic perspective, *Educational Studies in Mathematics*, 53, 5-34.

Fabert C. et Grenier D. (2011). Une étude didactique de quelques éléments de raisonnement mathématique et de logique. *Petit x*, 87, 31-52.

Millon-Fauré K. (2019). Un phénomène d'oubli au début du collège chez les élèves migrants : sources de difficultés pour les apprentissages. *Petit x*, 83, 5-26.

Razanavao N. (2009). La malgachisation d'enseignement : génocide culturel. *Cadres d'éducation*. http://cadreeducation.over-blog.com/article-didactique-42928923.html

Zeny C. (1983). *L'éducation de base à Madagascar, de 1960 à 1976 : motivations et contenus de changement*. Thèse de doctorat de l'Université de Lyon-II.

Notices biographiques des auteurs

AGOSTINO *Luca*

Inspecteur d'académie - Inspecteur Pédagogique Régional, Académie de Versailles

Courriel : luca.agostino@ac-versailles.fr

Inspecteur de mathématiques dans l'Académie de Versailles après y avoir été professeur et formateur, il participe à plusieurs groupes de travail et de recherche sur le plurilinguisme et l'allophonie. Il est partenaire associé auprès du Centre Européen pour les Langues Vivantes du Conseil de l'Europe. Ses travaux sont consacrés principalement à la pratique de l'oral en classe et à la place des langues vivantes dans l'apprentissage des mathématiques. Ils ont fait l'objet de nombreux projets pédagogiques, de communications et articles ainsi que d'actions de formations en France et à l'international.

ANDRIANARIVONY *Fidy Heritiana*

Enseignant en lycée à Madagascar, doctorant, LIMAD, *Université de Fianarantsoa (Madagascar) et* IMAG, *Université de Montpellier (France)*

Courriel : heritianafidy@gmail.com

Doctorant en cotutelle entre l'Université de Montpellier (France) et l'Université de Fianarantsoa (Madagascar). Son domaine de recherche se situe à la croisée de la didactique des mathématiques et des mathématiques appliquées. Sa thèse en cours vise à développer un modèle mathématique pour analyser un phénomène didactique en utilisant des méthodes d'analyse statistique implicative avancée et de fouille de données. Plus précisément, il s'intéresse à l'étude de la relation entre le langage et les raisonnements mathématiques des élèves malagasy dans une perspective didactique. Son travail contribue à mieux comprendre comment les langues influencent l'apprentissage des mathématiques à Madagascar.

CORNY *Laurence*

Enseignante, INSPE de *Créteil*, DILTEC

Courriel : laurence.corny@u-pec.fr

Docteure en didactique des langues et des cultures, rattachée au laboratoire du DILTEC, elle est enseignante à l'INSPE de Créteil où elle forme de futurs professeurs des écoles. Ses recherches s'inscrivent dans le champ de la didactique du français langue seconde en contexte scolaire et du français langue maternelle. Ses travaux portent plus particulièrement sur la compréhension des discours de scolarisation et sur l'enseignement-apprentissage de la lecture-écriture par les élèves allophones nouvellement arrivés en France.

DAVID (-LODOVICI) *Catherine*

Maîtresse de conférences en didactique des langues et des cultures, *Service Universitaire des Langues* (SUL), AMU, LPL

Courriel : catherine.david@univ-amu.fr

Au carrefour des Sciences du langage et des Sciences de l'Éducation, les recherches de Catherine David portent sur l'agir professoral, et plus précisément sur la prise en compte de l'hétérogénéité en classe de langues (avec un focus FLE/S) et sur les démarches de différenciation pédagogique.

FISCHER *Anne*

Professeure des écoles, UPE2A *de Claye-Souilly*, *Académie de Créteil*

Courriel : anne.silvi-fischer@ac-creteil.fr

Anne Fischer, professeure des écoles en dispositif UPE2A dans la circonscription de Claye-Souilly (Académie de Créteil), est titulaire d'un master en didactique du plurilinguisme et d'un master en didactique du français langue seconde. L'inclusion des élèves allophones en classe ordinaire l'intéresse particulièrement. Elle a participé à la conception et à la mise en œuvre de modules de formation inscrits dans le plan de formation de la circonscription sur l'école inclusive et les élèves à besoins éducatifs particuliers.

GILGER Christophe

Enseignant Référent pour les usages du numérique de la Circonscription de Saint-Gervais/Pays du Mont-Blanc dans l'Académie de Grenoble et Chef de projet Primàbord à la Direction du numérique éducatif du Ministère de l'éducation nationale, MEN

Courriel : christophe.gilger@ac-grenoble.fr

Site : https://mathsenvie.fr

Christophe Gilger a créé avec sa collègue Carole Cortay, conseillère pédagogique, le dispositif M@ths en-vie qui s'appuie sur des photos de l'environnement proche des élèves. Leurs travaux ont permis de développer des activités à destination des élèves et des enseignants du primaire afin d'ancrer les mathématiques au réel et donner du sens à la résolution de problèmes. Ils ont notamment conçu une méthode d'enseignement de la résolution de problèmes et diverses publications.

HACHE Christophe

Maître de conférences, didactique des mathématiques, Université Paris Cité, LDAR

Courriel : christophe.hache@univ-paris-diderot.fr

Ses recherches portent sur les questions langagières dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Il s'intéresse notamment aux pratiques langagières des mathématiciens, à leur complexité, aux difficultés d'enseignement et d'apprentissage engendrées et aux moyens de parer à ces difficultés. Le travail plurilingue peut être vu comme un levier de travail possible dans ce cadre. Christophe Hache a été un des fondateurs du collectif LEMME, il est responsable du groupe LEO de l'IREMS de Paris, il est co-responsable du groupe de recherches Plurimaths (plurilinguisme et mathématiques).

MAUGEZ Jérémie

Professeur des Écoles, Académie d'Amiens

Courriel : jeremie.maugez@sorbonne-nouvelle.fr

Expérimenté dans l'enseignement aux élèves allophones, impliqué dans le groupe Plurimaths à travers la mise en œuvre des vidéos plurilingues, il intervient dans des événements scientifiques ou de formation (CASNAV, INSPE de Beauvais), sur le partage de pratiques pédagogiques autour des mathématiques et du plurilinguisme.

MENDONÇA DIAS *Catherine*

Maître de conférences, sciences du langage et didactique du FLES, Université Sorbonne Nouvelle, DILTEC, Fellow de l'IC Migration

Courriel : catherine.mendonca-dias@sorbonne-nouvelle.fr

Site : https://www.francaislangueseconde.fr/accueil/quisuisje/

Les recherches de Catherine Mendonça Dias portent sur l'appropriation du français par les élèves allophones en milieu scolaire français. Elle travaille en interdisciplinarité avec des sociologues, didacticiens de mathématiques et psychologues. Elle fait partie de l'équipe de coordination scientifique du projet EVASCOL et de l'ANR OJEMIGR portant sur la scolarisation des enfants migrants, et a co-dirigé plusieurs ouvrages sur ces questions. Elle est co-responsable du groupe de recherches Plurimaths (plurilinguismes et mathématiques).

MILLON-FAURE *Karine*

Maître de conférences, didactique des mathématiques, Université d'Aix-Marseille, ADEF

Courriel : karine.millon-faure@univ-amu.fr

Karine Millon-Fauré s'intéresse depuis une quinzaine d'années maintenant à l'enseignement des mathématiques pour les élèves ayant des besoins éducatifs particuliers, et tout particulièrement pour les élèves allophones. Membre du groupe Plurimaths, elle travaille notamment avec des didacticiens du français afin d'étudier l'activité langagière des élèves et des enseignants durant un cours de mathématiques. Elle a écrit un livre intitulé *L'Enseignement des mathématiques aux élèves allophones* et elle a fait partie de l'équipe de coordination du projet EVASCOL.

SAINT-LÉON *Charles-Edouard*

Professeur agrégé de mathématiques, INSPE de Créteil, IREMS de Paris, Fondation Santé des Étudiants de France

Courriel : charles-edouard.saint-leon@ac-paris.fr

Bilingue en Langue des Signes Française (LSF), Charles-Édouard Saint-Léon a mené des expérimentations visant à faciliter l'apprentissage mathématique des élèves sourds et malentendants, travail récompensé par le Conseil scientifique de l'éducation nationale.

ZAKHARTCHOUK *Jean-Michel*

Formateur dans l'Académie d'Amiens et ailleurs

Courriel : jeanmichel.zakhartchouk@wanadoo.fr

Jean-Michel Zakhartchouk a écrit plusieurs ouvrages autour de l'hétérogénéité et de la différenciation pédagogique, à partir de son expérience d'enseignant dans un collège REP en France. Formateur dans l'académie d'Amiens et ailleurs, il travaille notamment sur les liens possibles français-mathématiques. Il est fortement impliqué dans le collectif des Cahiers pédagogiques dont il est un rédacteur régulier.

Éditeur : IREMS de Paris
Responsable de la publication : C. Hache

IREMS de Paris – Case 7018
Université Paris Cité
8 place Aurélie Nemours
75013 Paris

irem_de_paris@univ-paris-diderot.fr
https://irem.u-paris.fr/
Dépôt légal : 2024

ISBN : 978-2-86612-410-6