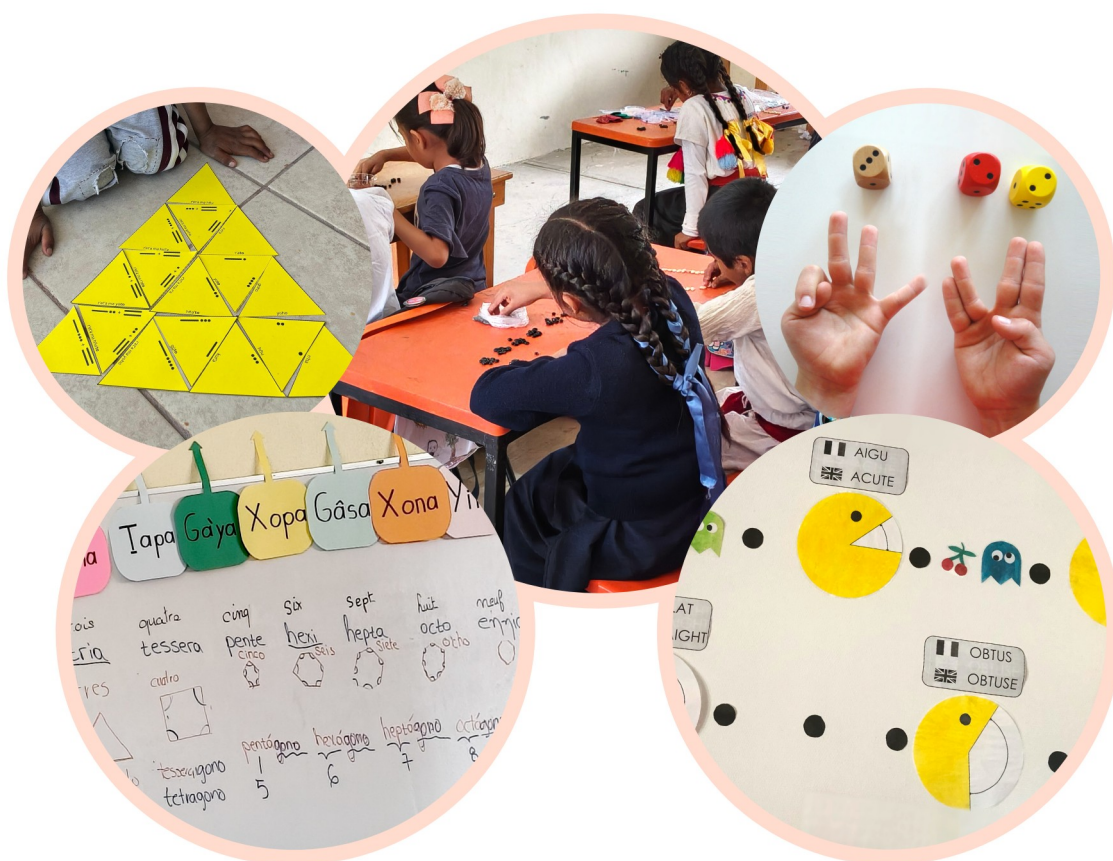


Diversité langagière pour la classe de mathématiques

Mise en perspective des Journées Plurimaths 2024

Coordination par Armande Dimey, Caroline Poisard et Camille Rasetto



Diversité langagière
pour la classe de mathématiques

Mise en perspective des Journées Plurimaths 2024

Coordination par Armande Dimey, Caroline Poisard et Camille Rasetto

Brochure de l'IREMS de Paris n°103

Couverture : photos personnelles de classes de mathématiques

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://irems.u-paris.fr/>

Dépôt légal : 2026

ISBN : 978-2-86612-413-7



Sommaire

Préface.....	3
Christophe Hache, Catherine Mendonça Dias	
Introduction.....	7
Armande Dimey, Caroline Poisard, Camille Rasetto	
Comparaison de la terminologie en géométrie, entre la langue portugaise et la langue française.....	9
Manuel Amador, Maria Teresa Faia, Catherine Mendonça Dias, Karine Millon-Fauré, Douglas Willian Nogueira de Souza	
Le zapotèque pour faire parler les nombres en français.....	23
Armande Dimey	
S'appuyer sur la comparaison des langues pour enseigner les mathématiques : quels apports pour des élèves de cycle 3 ?.....	35
Maëlle Teychenné	
Comparons nos numérations orales en Occitanie et ailleurs.....	47
Caroline Poisard, Stéphanie Vaissière-Korol	
Le dispositif préventif, une piste d'accompagnement pour l'inclusion des élèves allophones en classe de mathématiques.....	59
Elodie Castaingts	
Projet <i>Mathémasignes</i> – Des cours de mathématiques en langue des signes française accessibles en ligne.....	73
Charles-Edouard Saint-Léon	
Enjeux de formation pour l'enseignement des mathématiques en contexte bi-plurilingue.....	85
Céline Beaugrand, Emile Jenny, Gaëlle Bugnet	

Préface

Christophe Hache

Enseignant-chercheur, Université Paris Cité, LDAR et IREMS de Paris

Catherine Mendonça Dias

Enseignant-chercheur, Université Sorbonne nouvelle, DILTEC et Institut Convergences Migrations

Des questions concernant l'enseignement, les mathématiques, les langues

Dans l'environnement scolaire, les élèves rencontrent les savoirs essentiellement par l'entremise du langage. La mise en mots qui leur est proposée est parfois distante, les éloignant d'autant des concepts disciplinaires, mais les mots peuvent aussi rendre moins opaques les notions et aider les élèves à les appréhender. Il s'agit ici d'enquêter sur les discours scolaires de la classe de mathématiques pour mieux envisager les intrications entre langues et concepts, entre usages de la langue et conceptualisation.

Par ailleurs, en amont ou au-delà du questionnement scientifique sur les pratiques langagières en mathématiques, se profilent d'autres problématiques : celles de droits linguistiques et scolaires dans divers contextes territoriaux et institutionnels. De la sorte, dans l'exploration heuristique liant langage et savoirs, apparaissent de façon pragmatique bien d'autres préoccupations : éthiques, politiques et écologiques. Elles nous amènent à nous questionner sur la reconnaissance de la diversité linguistique des apprenant-es, notamment celles et ceux dont les langues familiales sont minorisées par l'institution, ou qui étudient des langues « moins diffusées et moins enseignées »¹, ainsi que sur l'accessibilité du langage par les élèves à besoins éducatifs particuliers.

À son échelle, le réseau *Plurimaths* – dans lequel s'inscrit cette publication – facilite la circulation de recherches portant sur les pratiques langagières des enseignant-es et des élèves dans l'activité mathématique, dans des situations multilingues. Il favorise la mise en place de projets collectifs et la diffusion des travaux collaboratifs, qui se veulent scientifiques, formatifs et pédagogiques, à l'instar de cet ouvrage. Depuis 2019, que ce soit lors du colloque annuel ou des petits séminaires de groupe, les mathématiques s'invitent dans toutes les langues, dans des rencontres interdisciplinaires, scientifiques et pédagogiques, pour nous intriguer, nous donner à imaginer et, parfois, remettre nos certitudes en question. Le réseau *Plurimaths*, en réunissant différents membres des systèmes éducatifs et scientifiques, partage aussi une perspective d'intervention au niveau de la classe et de la formation des enseignant-es.

L'invitation à préfacier cet ouvrage est pour nous une invitation à raconter le déroulement par lequel cette publication est arrivée et comment le réseau *Plurimaths* s'est développé. Nous allons donc revenir au début de l'histoire...

Démarrage du réseau *Plurimaths*, « plurilinguismes et enseignements des mathématiques »

Juin 2019. Dans les prestigieux locaux de la Sorbonne, rue Saint-Jacques à Paris, au cinquième étage, se tient la journée d'étude *D'un langage à l'autre. Travailler les mathématiques avec des élèves plurilingues*². Au départ, l'idée est née de la rencontre de deux recherches didactiques. L'une relève de l'allophonie, qui implique pour l'élève un apprentissage scolaire, notamment mathématique, dans une langue différente de sa langue première. L'autre est afférente à l'étude des

1 <http://www.adeb-asso.org/variation-linguistique-et-langues-moins-enseignees/>

2 <https://allophonie.hypotheses.org/a-propos/plurilinguismathematiques>

pratiques langagières en classe de mathématiques, ce qui renvoie aux variations sociolinguistiques d'une même langue, inhérentes à une activité scolaire. La journée réunit une cinquantaine de collègues. Deux conférences plénières ouvrent l'événement puis, des communications, des ateliers, des mises en situation plurilingues... Ces sessions sont organisées et animées par des étudiantes, des enseignant-es, des formatrices, des membres de l'inspection académique et des chercheur-es, de France ou de l'international, qui relèvent de l'enseignement des langues ou des mathématiques. La journée se clôt...

... Et le réseau *Plurimaths* se met en place.

Sous l'impulsion de ces rencontres humaines, le réseau *Plurimaths* se constitue, chacune et chacun partant de son terrain et de son contexte (classe ordinaire, bilingue, dispositif linguistique, en France, Mexique, Portugal, Québec, Suisse, etc.). L'identité du réseau se dessine, tournée vers les problématiques langagières de l'activité mathématique et les situations d'enseignement dans lesquelles plusieurs langues coexistent. Trois dimensions donnent son volume à *Plurimaths* : interdisciplinarité, intercatégorialité et internationalisation. Interdisciplinarité, car l'interaction entre langues et mathématiques est abordée selon les sciences du langage, la didactique des mathématiques, la psychologie cognitive, la sociologie de l'éducation... Intercatégorialité des personnes impliquées : même si le groupe portant le projet est composé de chercheurs et chercheuses, l'activité fédère rapidement des formateurs et formatrices, des enseignant-es, etc. Et internationalisation des contextes, comme nous le verrons ci-dessous, en restituant l'historique récent des activités *Plurimaths*. De la sorte, sur la base de recherches (socio)linguistiques, (ethno)mathématiques et didactiques, le travail s'oriente résolument vers des pistes pour la classe et pour la formation, en direction des enseignant-es de langues et de mathématiques, tout en cherchant des leviers communs qui s'ajustent différemment suivant les contextes.

Mise en place des « journées *Plurimaths* »³

Au départ, le réseau est porté par le laboratoire de didactique André Revuz (LDAR) et celui de didactique des langues, des textes et des cultures (DILTEC). Il est co-porté par l'Institut de recherches sur l'enseignement des mathématiques et des sciences de Paris (IREMS de Paris). Par la suite, d'autres institutions ont également apporté leur soutien (Laboratoires, UFR, Facultés, Ministère de la Culture, associations...).

À partir de 2020, le réseau *Plurimaths* trouve son rythme en organisant d'une part des « petits séminaires » en visioconférences (c'était alors la période de la Covid) de sorte à permettre à ses membres de se présenter réciproquement leurs travaux et d'autre part, des « journées annuelles ». C'est ainsi qu'en décembre 2020⁴, un colloque intitulé « PluriMaths, plurilinguisme et mathématiques » inaugure cet acronyme en consacrant trois journées aux pratiques du plurilinguisme et à l'enseignement des mathématiques. Dans cette période encore instable sur le plan sanitaire, cinq conférences, douze ateliers et une table ronde se tiennent uniquement en visioconférences (ce qui leur permet d'être accessibles quelles que soient les latitudes des participant-es). La surprise des organisateurs et des organisatrices a concerné le nombre important de personnes inscrites (264). Leurs statuts et leurs contextes de travail étaient très variés, leur intérêt pour les questions abordées montrait bien une attente forte d'un travail spécifique sur les thèmes abordés.

Proposition est faite en 2021 de garder le format de visioconférence en le doublant d'une organisation en présence (le principe de l'organisation hybride, en présence et à distance, restera), et de placer l'évènement sous forme de trois après-midis réparties dans le temps. Le propos se décline

3 <https://irems.u-paris.fr/groupe-plurimaths>

4 <https://irems.u-paris.fr/journees-plurimaths-du-3-au-5-decembre-2020-ressources/>

selon plusieurs problématiques. Le cycle de visioconférences⁵ cible plus particulièrement l'enseignement des mathématiques en langue des signes, celui en langues régionales et une session aborde de façon plus large les modalités de formations des enseignants en lien avec les mathématiques et le plurilinguisme. Les personnes inscrites proviennent de 20 pays, et en France la moitié des départements sont représentés (métropole et outre-mer).

Jusque-là, c'étaient les membres du réseau qui élaboraient le programme de conférences, mais en 2022 *Plurimaths* lance son premier appel à communication, qui aborde cette fois-ci ses problématiques depuis les *Contextes et pratiques multilingues dans l'enseignement de disciplines scolaires*. Le colloque se tient pendant deux jours en présence à l'Université Paris Cité et également à distance⁶. Trois conférences plénières traitent le propos respectivement depuis les Antilles françaises, dans les pays où le français a un statut de langue seconde, et en Amérique latine. Et onze communications permettent de découvrir et réfléchir à la contextualisation de l'enseignement des mathématiques au Canada, au Koweït, au Mali, en Suisse, et en France pour les élèves en section bilingue langue régionale ou dont la langue première est distincte du français. Cette contextualisation, en plus de spécifier les rapports entre les langues dans les apprentissages, fait mieux apparaître l'arrière-plan des politiques linguistiques et éducatives sur les choix pédagogiques des enseignant·es, et peut éclairer leurs effets sur les élèves. 216 personnes se sont inscrites au colloque, trois quarts en France, un quart dans 24 autres pays.

En 2023, c'est à nouveau la Sorbonne Nouvelle qui accueille les journées *Plurimaths*⁷. La focale est alors sur l'apprentissage des mathématiques par les élèves allophones, appréhendé à travers trois axes : la formation, les ressources et les expérimentations, du point de vue des praticien·nes et des chercheur·es. Concernant les personnes inscrites, on retrouve les caractéristiques des sessions précédentes du colloque : un nombre important d'inscrits (308), une variété des lieux de travail (21 pays, près des deux tiers des départements français représentés).

Depuis la journée de 2019, la plupart des conférences sont filmées, montées et diffusées⁸ par l'IREMS de Paris, les intervenant·es mettent à disposition les ressources qui leur semblent pertinentes. Une synthèse de tous ces documents a été mise en ligne⁹.

Vers les journées *Plurimaths* 2024 et les actes ci-présents

En parallèle de ces événements, des actions conjointes sont réalisées par des membres du réseau (projets de recherche, co-directions de thèses sur ces problématiques, webinaires, ouvrages¹⁰, modules de formation pour Canopé, formations académiques). Depuis 2023, *Plurimaths* porte un projet de coopération d'Évaluation-orientation de la coopération scientifique (ECOS) entre la France et le Mexique (2023-26) qui permet la mobilité de chercheur·es et doctorant·es. Au regard de la progression de ces travaux, plusieurs membres sont aussi engagé·es sur un projet de comparaison des notions mathématiques à partir de la façon de les désigner et d'en parler en différentes langues (au démarrage du projet, en allemand, en italien et en portugais). De manière cohérente, cette collaboration a orienté le choix de la thématique des journées *Plurimaths* 2024¹¹, axée sur *Comparer les langues pour l'enseignement des mathématiques*. L'événement s'est alors composé de

5 <https://irems.u-paris.fr/journees-plurimaths-automne-2021/> et <https://irems.u-paris.fr/journee-plurimaths-4-avril-2022-discours-scolaires-et-plurilinguisme/>

6 <https://plurimaths2022.sciencesconf.org/>

7 <https://irems.u-paris.fr/journees-plurimaths-2023/>

8 <https://video.irem.univ-paris-diderot.fr/c/plurimaths>

9 <https://irems.u-paris.fr/conferences-et-communications-plurimaths/>

10 <https://irems.u-paris.fr/groupe-plurimaths#publi>

11 <https://irems.u-paris.fr/journee-plurimaths-2024/>

conférences et d'un séminaire de travail à la Station d'écologie forestière de l'Université Paris Cité à Fontainebleau, où se sont réunis sur place et à distance des acteurs et actrices des domaines éducatifs et scientifiques.

Les présents actes, coordonnés par Armande Dimey (doctorante, Université Paris Cité), Caroline Poisard (enseignante chercheuse, Université de Brest) et Camille Rasetto (docteur, enseignante, Académie de Marseille), sont donc à la fois des restitutions d'une partie des travaux de groupes, ainsi que des enrichissements de la part des collègues qui ont contribué à ces journées.

Nous espérons que ces dialogues, enquêtes et mises en perspectives, qui prennent désormais forme de textes de grande qualité, relus et précisés patiemment par chacun-e dans le persévérant processus éditorial, pourront être diffusés largement pour nourrir les recherches et les formations. Plus qu'un aboutissement, c'est une étape pour aller plus loin dans les réflexions engagées sur les pratiques langagières en mathématiques, en s'inscrivant dans une meilleure compréhension des environnements qui les suscitent, les établissent, voire les déstabilisent, ou les ressuscitent.

Introduction

Armande Dimey

Doctorante, LDAR, IREMS de Paris, Université Paris Cité

Caroline Poisard

Enseignant-chercheur, CREAD, Université de Brest

Camille Rasetto

Professeur de lettres, et Docteur, Académie d'Aix-Marseille

Genèse de la brochure et définition des termes

Du 9 au 11 décembre 2024 à la Station d'écologie forestière de l'Université Paris Cité (Fontainebleau-Avon), se tiennent les journées Plurimaths, à l'origine de la présente brochure. Dans cette nouvelle publication issue du réseau Plurimaths, nous proposons de promouvoir la diversité langagière pour la classe de mathématiques.

Nous employons le terme de « diversité langagière » pour rendre compte de la pluralité de langues et de cultures en lien avec la classe de mathématiques, ainsi que la pluralité d'usages et de pratiques associés. Qu'elle ait trait aux questions d'apprentissage, d'enseignement ou de formation, ou directement aux savoirs, la notion de diversité langagière ne renvoie donc pas uniquement aux systèmes linguistiques eux-mêmes, mais plus largement aux manières dont les différents acteurs expriment, pensent, et finalement vivent les mathématiques. Au sein d'un monde plurilingue et pluriculturel, nous avons choisi de porter une attention particulière à cette diversité langagière, afin de montrer qu'elle constitue une véritable ressource pour la classe.

Dans cette brochure, nous mettons en avant des travaux de recherche, des compte-rendus de pratiques effectives ainsi que des réflexions théoriques reposant sur une conception commune de la diversité langagière comme levier pour la classe de mathématiques. Chercheurs, formateurs et enseignants y partagent leur vision. Ils nous invitent à voyager dans une variété de contextes en France, en Suisse, au Portugal et au Brésil ainsi qu'au Mexique. Un des enjeux de cette publication est de montrer que chaque élève est aussi un enfant (ou un adolescent) qui vit dans un contexte spécifique, avec une langue et une culture personnelle, qui est plus ou moins proche de celle de l'école. La diversité de ce recueil réside en plusieurs points : diversité des contextes dont sont issus les élèves, diversité des travaux de recherche portant aussi bien sur la didactique des mathématiques que celle des langues et du plurilinguisme, et diversité du lectorat : les articles présentés ici s'adressent aussi bien au monde de la recherche qu'à celui de l'enseignement.

Organisation de la brochure

Les deux premiers articles proposent une analyse terminologique pour des activités en classe. **Manuel Amador, Maria Teresa Faia, Catherine Mendonça Dias, Karine Millon-Fauré et Douglas Willian Nogueira de Souza**, (article 1) proposent une comparaison de la terminologie en géométrie, entre langue portugaise et langue française. Les auteurs considèrent que cette comparaison permet d'enrichir la compréhension et proposent l'exemple de la notion d'angle en France, au Portugal, et au Brésil. **Armande Dimey** (article 2) adopte une démarche analogue en sélectionnant le zapotèque, une langue mexicaine, pour mettre en perspective la manière de dire les nombres en français, et donc de les penser. De là, elle utilise cette diversité langagière pour concevoir des exercices visant à travailler autour de la numération au cycle 3, en français en s'appuyant sur un recours ponctuel au zapotèque.

Ensuite, c'est dans le contexte de la langue occitane que deux analyses d'activités plurilingues dans les classes sont présentées. **Maëlle Teychenné** (article 3) s'appuie sur la comparaison des langues pour enseigner les mathématiques au cycle 3. L'auteur s'intéresse à la numération orale et convoque, en plus du français et de l'occitan, le breton, le basque, et le maori (Nouvelle-Zélande) dans une séquence plurilingue. **Caroline Poisard** et **Stéphanie Vaissière-Korol** (article 4) comparent les numérations orales en Occitanie et ailleurs. Les auteurs présentent l'analyse d'activités menées en classes dites monolingues et bilingues de CP et de CM.

Si ces premières contributions montrent comment la diversité langagière peut constituer une ressource pour l'enseignement et l'apprentissage de notions mathématiques, les contributions suivantes déplacent la réflexion vers les conditions d'accès de tous les élèves à ces apprentissages. En effet, les deux articles suivants portent sur l'inclusion des élèves à besoins particuliers et montrent que cette réflexion souligne des questions plus générales sur les enjeux d'apprentissage de la classe de mathématiques. La diversité langagière n'est alors plus seulement envisagée comme un outil d'enseignement, mais également comme un enjeu d'inclusion au sein de la classe de mathématiques. **Elodie Castaingts** (article 5) présente la mise en place et l'analyse d'un dispositif préventif à destination d'élèves allophones en classe de mathématiques afin de faciliter leur inclusion future en classe ordinaire. Ce dispositif propose des séances en amont des cours ordinaires dans l'objectif de lever des malentendus linguistiques et/ou culturels. **Charles-Edouard Saint-Léon** (article 6), de son côté, présente le projet Mathémasignes de cours de mathématiques en ligne en langue des signes française (LSF). L'auteur conçoit des enregistrements vidéos en LSF avec des sous-titres et également des audios (pour l'accès à tous). Certaines vidéos ont été exploitées en classe et la dynamique créée semble prometteuse. Cet article témoigne ainsi des enjeux d'inclusion de tous les élèves dans des classes dites ordinaires.

Enfin, puisque la diversité langagière représente à la fois un levier pour l'enseignement et une condition d'inclusion de tous les élèves, elle apparaît alors comme un enjeu de formation professionnelle. Les travaux présentés invitent notamment à s'interroger sur les connaissances, les représentations et les compétences professionnelles nécessaires pour prendre en compte cette diversité dans les pratiques ordinaires de la classe. C'est de cette question que traite la dernière contribution. **Céline Beaugrand**, **Emile Jenny** et **Gaëlle Bugnet** (article 7) présentent les enjeux de formation pour l'enseignement des mathématiques en contexte bi-plurilingue avec les exemples de la France et de la Suisse. Les auteurs pointent que les représentations du plurilinguisme et de l'enseignement d'une discipline en langue étrangère peuvent faire obstacle à une pratique en classe de mathématiques, et proposent des exemples de formation afin d'y remédier.

L'après-brochure

Cette publication est une nouvelle étape dans l'avancée des travaux du groupe Plurimaths qui accueille des réflexions venues de différents horizons professionnels (enseignant-chercheur, enseignant, doctorant, formateur) pour davantage de comparaison des langues et cultures (langues régionales, langues des signes et langues internationales). La visée de ces travaux est de tendre vers une école plus inclusive et une meilleure réussite dans l'apprentissage des mathématiques pour tous les élèves, qu'ils soient francophones, allophones ou encore sourds et/ou muets. Les travaux du groupe Plurimaths se poursuivent avec la conviction qu'une approche plurilingue de l'enseignement des mathématiques permet de rendre cette discipline accessible à tous.

Comparaison de la terminologie en géométrie, entre la langue portugaise et la langue française

Comparação da terminologia em geometria, entre a língua portuguesa e a língua francesa

Manuel Amador

Enseignant, Agrupamento de Escolas de Santo André, Santiago do Cacém, Portugal

Maria Teresa Faia

Enseignant, Agrupamento de Escolas de Santo André, Santiago do Cacém, Portugal

Catherine Mendonça Dias

Enseignant-chercheur, Université Sorbonne nouvelle, DILTEC, France

Karine Millon-Fauré

Enseignant-chercheur, Aix-Marseille Université, ADEF, France

Douglas Willian Nogueira de Souza

Doctorant, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brésil

Résumé en français : En quoi la comparaison des langues nous amène-t-elle à reconsidérer les notions mathématiques de façon pluriverselle tout en enrichissant leur compréhension ? C'est une question que nous nous posons, en tant qu'enseignants ou formateurs, pour réfléchir au recours au plurilinguisme dans l'activité mathématique, en milieu scolaire. Notre collaboration internationale et interdisciplinaire, inscrite dans le réseau Plurimaths, nous amène à comparer les usages langagiers et disciplinaires portant sur le concept d'angle enseigné à l'école en France et dans deux territoires lusophones : le Brésil et le Portugal. Dans le cadre de l'évènement Plurimaths 2024, nous avons comparé la place de la notion d'angle dans les programmes d'enseignement dans les trois territoires et étudié quelques expressions et collocations afférentes à l'angle pour comparer les usages de la langue. Dans cet article, nous restituons les résultats de notre recherche comparative.

Mots clés : angle, comparaison, enseignement, langues, portugais

Abstract in English: How does comparing languages lead us to reconsider mathematical concepts in a pluriversal way while enriching our understanding of them ? This is a question we ask ourselves, as teachers or trainers, when reflecting on the use of multilingualism in mathematics in schools. Our international and interdisciplinary collaboration, part of the Plurimaths network, leads us to compare linguistic and disciplinary uses of the concept of angle taught in schools in France and in two Portuguese-speaking countries: Brazil and Portugal. As part of the Plurimaths 2024 event, we compared the place of the concept of angle in the curricula of the three territories and studied some expressions and collocations related to angle in order to compare language usage. In this article, we present the results of our comparative research.

Keywords: angle, comparison, teaching, languages, Portuguese

Resumo em português : De que forma a comparação entre línguas nos leva a reconsiderar os conceitos matemáticos de forma pluriversal, enriquecendo a sua compreensão ? Essa é uma questão que nos colocamos, como professores ou formadores, para refletir sobre o recurso ao plurilinguismo na atividade matemática, no ambiente escolar. A nossa colaboração internacional e interdisciplinar, inscrita na rede Plurimaths, leva-nos a comparar os usos linguísticos e disciplinares relacionados com o conceito de ângulo ensinado na escola em França e em dois territórios lusófonos : o Brasil e Portugal. No âmbito do evento Plurimaths 2024, comparamos o lugar da noção de ângulo nos programas de ensino dos três territórios e estudamos algumas expressões e colocações relacionadas

ao ângulo para comparar os usos da língua. Neste artigo, apresentamos os resultados da nossa pesquisa comparativa.

Introduction

Le collectif Plurimaths (Pratiques du plurilinguisme et enseignement des mathématiques), réunit des praticiens et des chercheurs en sciences du langage, didactique des langues et didactique des mathématiques. Il mène depuis plusieurs années un travail théorique, méthodologique et pragmatique en vue de la confection de ressources s'appuyant sur la mise en présence de plusieurs langues en classe de mathématiques (Hache et Mendonça Dias, coord., 2022). Une des étapes de travail, initiée et coordonnée par Christophe Hache, s'appuie sur des analyses contrastives des langues dans le contexte particulier des pratiques langagières des mathématiciens. C'est dans ce cadre que nous avons travaillé à explorer la comparaison linguistique, entre le français et le portugais du Portugal et du Brésil.

Le choix de la langue portugaise s'impose du fait de sa place privilégiée en France : c'est une des langues de la migration la plus représentée en France¹. De la sorte, il est à supposer que de nombreux jeunes nouveaux arrivants lusophones pourraient tirer profit d'une approche comparée des langues pour s'approprier le français comme langue seconde en mathématiques. De surcroît, le portugais s'inscrit dans l'offre de langues vivantes enseignées en milieu scolaire et concerne plus largement des enseignants de cette discipline. Respectivement, au Portugal, sont mises en place quelques Sections d'enseignement de langue française (SELF), autrement dit des sections bilingues, qui proposent une heure d'enseignement des mathématiques en français (Dechamps, Mendonça Dias, à paraître). Nous présumons donc que l'analyse contrastive que nous conduisons peut offrir un intérêt pédagogique pour ces contextes spécifiques. A ceux-là, ajoutons la classe ordinaire pour y provoquer « un travail réflexif, collectif et conscient sur la langue qui consolide la conceptualisation des notions pour les élèves » (Dimey *et al.* 2025). Concernant notre choix de langue, signalons que le portugais connaît des variations du fait de sa circulation à travers les territoires. Il nous a paru alors également opportun de vérifier à partir d'un autre contexte lusophone – ici le Brésil – si les variations de langues conduisaient aussi à des variations dans la façon d'appréhender des concepts mathématiques.

Nous cherchons donc à comparer la façon de dire, dans une langue ou l'autre, les objets mathématiques. Pour circonscrire notre propos, nous délimitons notre étude à une seule notion : celle d'angle, qui avait été mise à l'honneur au cours des activités de Plurimaths 2024. C'est donc sur cette base que notre travail d'analyse vise à répondre *in fine* à la question suivante : en quoi la comparaison des langues nous amène-t-elle à reconsidérer les notions mathématiques de façon pluriverselle tout en enrichissant leur compréhension ?

Par « pluriversalité », nous entendons au sens d'Escobar (2016) : « un pluriverso, un mundo hecho de muchos mundos »², qui amène à réinterroger une vision universalisante et homogénéisante qu'a structurée et diffusée la pensée occidentale dans les savoirs au monde. Parmi ceux-là, nous nous intéressons plus spécifiquement aux savoirs mathématiques. Toutefois, en abordant une telle problématique, ici par l'entrée d'une langue romane – et donc occidentale –, l'investigation n'a pas la même portée – elle est circonscrite aux seules variations entre langues parentes – ni les mêmes enjeux – elle ne vise qu'à la décentration, en milieu scolaire.

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre des enseignants de mathématiques, avec l'expertise de deux didacticiens des mathématiques et d'une chercheure en sciences du langage. Nous avons engagé un travail de comparaison des usages langagiers et disciplinaires portant sur le

1 Données du recensement de l'immigration en France 2022 : <https://www.immigration.interieur.gouv.fr/Info-ressources/Études-et-statistiques/Les-chiffres-de-l-immigration-en-France/Presence-etrangere-en-France>

2 Nous traduisons par : « un plurivers, un monde composé de nombreux mondes ».

concept d'angle et les notions inhérentes pour le caractériser. Dans cet article, nous allons d'abord l'appréhender de façon contextualisée, à partir de son enseignement en milieu scolaire, en comparant la façon dont l'angle est travaillé avec les élèves en France et dans deux territoires lusophones : le Portugal et le Brésil. Puis nous étudierons quelques expressions et collocations afférentes à l'angle pour comparer les usages de la langue. Enfin, nous conclurons sur l'apport de cette comparaison des langues dans la perspective de l'enseignement des angles à l'école, de façon décentrée dans l'un et l'autre territoire, de sorte à enrichir la compréhension des notions par les élèves.

1. Comparaison de la notion d'angle dans les programmes d'enseignement

En France, le programme scolaire est organisé selon quatre cycles allant de l'école maternelle à la fin du collège tandis qu'au Portugal, on compte 3 cycles. De la sorte, les cycles évoqués ne sont pas comparables en termes d'âge, d'un territoire à l'autre. C'est pourquoi pour se repérer dans notre présentation comparée, nous ajouterons entre parenthèses les âges ordinaires des élèves.

Âge des élèves	France		Portugal		Brésil	
	cycle	classe	cycle	classe	cycle	classe
14-15	Cycle 4	3 ^e	Cycle 3	9 ^e	Lycée	1 ^{re} série
13-14		4 ^e		8 ^e	Enseignement fondamental II – Cycle final	9 ^e année
12-13		5 ^e		7 ^e		8 ^e année
11-12	Cycle 3	6 ^e	Cycle 2	6 ^e	Enseignement fondamental I – Cycle initial	7 ^e année
10-11		CM2		5 ^e		6 ^e année
9-10		CM1	Cycle 1	4 ^e		5 ^e année
8-9	Cycle 2	CE2		3 ^e		4 ^e année
7-8		CE1		2 ^e		3 ^e année
6-7		CP		1 ^e		2 ^e année
5-6	Cycle 1	Grande	Jardim de Infância			1 ^e année
4-5		Moyenne			Éducation de la petite enfance	Pré-scolaire II (Groupe 5)
3-4		Petite section				Pré-scolaire I (Groupe 4)

Figure 1 : Tableau de comparaison des systèmes scolaires français, portugais et brésilien.

1.1. Place de la notion dans l'enseignement en France

Si, dès l'école maternelle, les programmes français préconisent l'exploration des solides et des figures planes, notamment pour « développer la logique à travers des situation de tri et de classement » (MEN, 2024), la notion d'angle n'est pas encore évoquée à ce stade de la scolarité. Ce n'est qu'à partir du cycle 2 (élèves de 6 à 9 ans) que les élèves rencontreront des expressions comme « angle droit », « angle obtus » ou « angle aigus » dans le cadre d'activités géométriques. Ils devront alors apprendre à tracer un angle droit grâce à leur équerre, et à le repérer puis à le coder sur une figure.

Au cycle 3 (9-12 ans), la notion d'angle peut être abordée comme « l'ouverture » définie par deux demi-droites de même origine. C'est donc la notion d'angle géométrique que ces élèves utilisent et ils se heurtent alors à leurs premiers obstacles concernant ce concept, comme l'explique le document ressource « Grandeurs et mesures au cycle 3 » :

Les élèves doivent comprendre que l'angle ne change pas lorsque l'on prolonge ces demi-droites alors que visuellement la portion de plan définie est différente (MEN, 2016).

Les élèves sont alors amenés à appréhender les mesures des angles. Il leur est demandé de comparer des angles par superposition, puis, en 6^e, de mesurer un angle (en degré) ou de construire un angle de mesure donnée grâce au rapporteur.

Au cycle 4 (12-15 ans), diverses propriétés permettent aux élèves de déterminer des mesures d'angles non pas avec des instruments de mesure mais par le calcul : la propriété concernant la somme des angles d'un triangle, celle mettant en jeu les angles « alternes-internes », « alternes-externes » ou « correspondants ». Les fonctions trigonométriques permettent également d'accéder à la mesure d'un angle à partir des longueurs des côtés d'un triangle rectangle ou au contraire de trouver la longueur d'un de ces côtés à partir de la mesure d'un angle.

Au lycée, en géométrie repérée, la formule du produit scalaire permet de calculer la mesure d'un angle à partir des coordonnées des vecteurs associés. Par ailleurs, l'étude des fonctions trigonométriques se poursuit en considérant cette fois des angles orientés.

1.2. Place de la notion dans l'enseignement au Portugal

Comme nous l'avons vu, les cycles mis en place au Portugal et en France ne coïncident pas : les élèves de 6 ans entrent dans le cycle 1 au Portugal, tandis qu'ils poursuivent en cycle 2 en France. Au Portugal, au premier cycle (6-10 ans), les programmes préconisent l'exploration des différents polygones, notamment pour « développer la logique à travers des situations de tri et de classement » et pour « comprendre la notion d'angle et en identifier les différents types » (trad., DGE, 2021).

C'est à partir du cycle 2 (10-12 ans) que les élèves apprennent à mesurer les angles. Ils doivent alors apprendre à tracer différents types d'angles grâce à leur équerre et au rapporteur, et à les repérer puis à les coder sur des figures, notamment les triangles. Ils doivent aussi déterminer des mesures d'angles par le calcul, en mobilisant les propriétés concernant la somme des angles intérieurs d'un triangle, ainsi que la somme des angles extérieurs d'un triangle (ce qui n'est pas abordé dans les programmes français).

Au cycle 3 (12-15 ans), les élèves identifient la propriété concernant la somme des angles intérieurs et extérieurs d'un polygone convexe, celle mettant en jeu les angles « alternes-internes », « alternes-externes » ou « correspondants » (DGE, 2023). Ils sont aussi amenés à résoudre des problèmes en utilisant des rapports trigonométriques (triangle rectangle), en identifiant le sinus, le cosinus et la tangente d'un angle aigu, qui permettent également d'accéder à la mesure d'un angle à partir des longueurs des côtés ou, au contraire, de trouver la longueur d'un de ces côtés à partir de la mesure d'un angle. Les élèves doivent aussi distinguer et déterminer les mesures des angles inscrits et des angles au centre.

Enfin, pendant l'enseignement dit « secondaire » (qui correspond au lycée en France), les élèves qui poursuivent des études de mathématiques travaillent sur les fonctions trigonométriques, en considérant cette fois des angles orientés. Les élèves doivent aussi reconnaître, analyser et appliquer la notion de produit scalaire dans la résolution de problèmes, notamment dans la détermination de l'angle entre deux vecteurs et la définition des lieux géométriques.

1.3. Place de la notion dans l'enseignement au Brésil

Au Brésil, la notion d'angle, en tant qu'objet mathématique, est principalement inscrite dans les unités de *Géométrie* et de *Grandeurs et Mesures*, de la Base Nationale Commune des Curriculums (BNCC), document normatif de référence nationale. La BNCC présente une trajectoire d'apprentissage du concept d'angle construite de manière cumulative, allant de la reconnaissance visuelle et intuitive à la formalisation de la mesure, jusqu'à la démonstration et l'application dans des contextes géométriques plus complexes (voir annexe 1).

En 4^e année (9-10 ans), le concept d'angle est introduit de manière explicite à travers la compétence qui propose la reconnaissance des angles droits et non droits dans des figures polygonales à l'aide de pliages, d'équerres ou de logiciels de géométrie. Il s'agit d'une approche perceptive et manipulatoire, visant la construction d'une intuition géométrique à partir d'expériences concrètes.

En 5^e année (10-11 ans), le travail s'approfondit en intégrant les relations de congruence et de proportionnalité dans des figures polygonales. Il s'agit de reconnaître, nommer et comparer des polygones en tenant compte des côtés, sommets et angles. Les élèves travaillent aussi sur la reconnaissance de la congruence des angles dans des situations d'agrandissement et de réduction de figures sur des quadrillages, y compris à l'aide d'outils numériques. Cette étape renforce la compréhension de la conservation des propriétés géométriques lors des transformations isométriques.

En 6^e année (11-12 ans), l'angle est désormais traité comme une grandeur mesurable. On introduit la notion d'ouverture angulaire comme grandeur, mesurable à l'aide d'un rapporteur ou d'outils numériques. En outre, la BNCC suggère des applications concrètes par le biais de problèmes contextualisés, pouvant inclure des situations liées à l'angle de vision. Les classifications des polygones, triangles et quadrilatères selon leurs mesures angulaires renforcent l'articulation entre les propriétés formelles et les regroupements géométriques.

En 7^e année (12-13 ans), le travail porte sur les relations angulaires formées par des droites parallèles coupées par une transversale et sur la vérification que la somme des angles intérieurs d'un triangle est de 180° . De plus, le professeur propose le calcul des angles intérieurs de polygones réguliers, en lien avec les angles extérieurs et en suggérant des applications visuelles telles que les mosaïques et les pavages. Cette étape renforce la notion de régularité et de symétrie comme principes organisateurs de la géométrie.

En 8^e année (13-14 ans), l'accent est mis sur les constructions géométriques formelles. Les élèves sont amenés à construire des angles (30° , 45° , 60° , 90°)³ et des polygones réguliers. Ils doivent aussi écrire des programmes de construction, (par exemple, un hexagone régulier à partir de l'angle central). Il s'agit ici d'un moment de transition entre le dessin géométrique (« *desenho geométrico* »), les constructions géométriques (« *construções geométricas* »), qui englobent des activités exploratoires telles que la manipulation, l'essai-erreur, la construction à la règle et au compas et la formalisation systématique des procédures.

En 9^e année (14-15 ans), l'étude atteint son niveau le plus élaboré avec l'introduction de démonstrations et l'utilisation du langage mathématique pour établir des relations entre les angles. Le professeur propose la démonstration de relations entre les angles formés par des droites parallèles coupées par une transversale, et il oriente la résolution de problèmes impliquant des angles au centre et des angles inscrits dans un cercle, en articulant arcs, mesures et propriétés géométriques.

Enfin, en 1^e série du lycée, le concept d'« angle » n'apparaît explicitement que dans une seule compétence :

Enquêter sur la déformation des angles et des aires, provoquée par les différentes projections utilisées en cartographie (telles que les projections cylindrique et conique), avec ou sans le recours aux technologies numériques.

Ainsi, bien que d'autres contenus géométriques soient présents au lycée, tels que les transformations isométriques, les relations métriques dans les triangles ou l'application des lois des sinus et des cosinus, seule cette compétence thématise directement la notion d'angle.

3 Ces angles sont désignés d'« angles remarquables » (« ângulos notáveis ») dans les usages en classe, même si ce n'est pas la terminologie retenue par les programmes. Remarquons qu'en France, l'expression de « remarquable » se retrouve associée aux valeurs de ces angles, dans le programme de 1^e, au lycée (<https://eduscol.education.fr/document/24565/download>).

2. La façon de caractériser verbalement et symboliquement des angles

Nous allons maintenant nous attacher à observer, en français, en portugais et en brésilien⁴, les expressions qui permettent de caractériser et spécifier les angles dans l'activité mathématique. Pour ce faire, nous comparerons d'une part les mots nécessaires à leur catégorisation et d'autre part, les représentations symboliques qui permettent de les coder.

2.1. Les types d'angles et les choix lexicaux pour les caractériser

En mathématiques, le substantif « angle » recouvre plusieurs concepts. On pense tout d'abord à l'angle géométrique (aussi appelé « secteur angulaire ») qui désigne la région de plan comprise entre deux demi-droites de même origine. Dans l'espace, il s'agira de la portion d'espace délimitée par deux plans sécants (angle dièdre ou angle diédral).

L'angle peut également être vu comme une classe d'équivalence, regroupant l'ensemble des angles géométriques superposables (ou isométriques). Ces angles ont alors la même mesure, généralement exprimée en degrés. Ceci permet de définir plusieurs catégories d'angles et pour les spécifier, différentes épithètes sont choisies, que nous reportons dans la figure 2.

brésilien	Ângulo nulo	Ângulo convexo	Ângulo raso	Ângulo côncavo	Ângulo de uma volta
portugais					Ângulo giro
français	Angle nul	Angle saillant	Angle plat	Angle rentrant	Angle plein
	0°	de 0° a 180°	180°	de 180° a 360°	360°
					

Figure 2 : Les angles et leurs mesures : comparaison entre le français, le portugais et le brésilien pour caractériser les angles.

Entre la terminologie utilisée au Brésil et celle employée au Portugal, on observe une différence pour désigner l'angle de 360°. Au Portugal, cet angle est appelé « ângulo giro » (angle tour complet... on pourrait penser à la girouette en français, de même étymologie), tandis qu'au Brésil, on utilise plutôt l'expression « ângulo de uma volta » (angle d'un tour). Et pour l'angle de 180°, il peut être désigné de deux façons : « ângulo raso » (angle plat) ou « ângulo meia volta » (angle d'un demi-tour). Contrairement à l'adjectif « plein » en français, les expressions portugaises « giro » et brésilienne « de uma volta » induisent un sème de mouvement ainsi que de circularité. Il serait intéressant d'enquêter auprès d'apprenants lusophones pour savoir si l'une ou l'autre formulation facilite mieux la compréhension.

Si nous comparons maintenant le portugais et le français, sur cinq qualificatifs, un seul correspond à une traduction littérale : il s'agit de « nul » / « nulo ». Toutefois, on pourrait se demander ce que signifie « un angle est nul ». Est-ce à dire qu'il n'est pas intéressant si l'élève se fie à une géométrie perceptive ou alors, qu'il est égal à zéro si, sémantiquement, l'élève le rattache à du numérique ?

⁴ L'expression « en brésilien » est ici employée pour désigner le portugais du Brésil, et non une langue distincte du portugais.

Pour les autres qualificatifs, l'adjectif est différent, mais peut exister dans chacune des langues, parentes car romanes : ainsi, les mots « convexe » et « concave » sont présents dans la langue française et en géométrie. Toutefois, en français, on réserve davantage les termes « convexe » et « concave » pour caractériser éventuellement des figures, mais on ne les utilise pas pour spécifier des angles (ou alors, ce serait par métonymie et de façon inappropriée). En effet, en français, ce sont les termes « rentrant » et « saillant » qui servent à parler des angles. Néanmoins, les adjectifs « rentrant » et « saillant » ne figurent plus dans les programmes, même si leur emploi peut être avéré, comme dans le document institutionnel⁵ diffusé aux enseignants et sur lequel nous nous sommes appuyés (doc.2).

Nous pouvons nous interroger pour savoir lequel des deux mots « concave » ou « rentrant » serait plus explicite pour permettre aux élèves de comprendre les caractéristiques d'une figure géométrique ? Il est à supposer que, pour certains jeunes, aucun de ces deux adjectifs (peu courants dans les usages quotidiens de la langue) ne fait sens, si ce n'est en analysant le terme pour l'élucider. Par ailleurs, si la signification peut en être dégagée, il s'agit également d'en connaître l'usage et l'utiliser à bon escient. Les pratiques langagières des mathématiciens (Hache, 2019) nécessitent une acculturation pour savoir que « concave » s'applique à la figure et non pas à l'angle. Nous pourrions imaginer une activité dans laquelle les élèves seraient amenés à comparer les langues et devraient déterminer quel adjectif qualificatif leur paraît le plus approprié. Ce type de tâche les conduirait à s'interroger sur les sens et usages des termes mobilisés. Par exemple, aller vers l'étymologie de con-cave, en passant par des mots de la même famille (cave, cavité, caverne... ou encore l'argot « cave » pour désigner un imbécile) permettrait de faire apparaître le sème de « creux ». Repérer ce sème, c'est percevoir la forme de l'angle et le distinguer de celui qui est « convexe ». Ce sont des pistes pédagogiques de débat lexical, qu'il pourrait être intéressant de mettre en place en classe pour vérifier en quoi l'exposition réflexive aux mots permet aux élèves de mieux en comprendre leur sens et leur usage dans l'activité de géométrie.

Parmi les angles saillants (dits « ângulos convexos »), on distingue encore trois sous-catégories d'angles, qualifiés en français et en portugais du Portugal et du Brésil : aigu-agudo, droit-reto et obtus-obtuso.

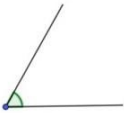
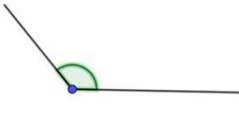
portugais & brésilien	Ângulo agudo	Ângulo reto	Ângulo obtuso
français	Angle aigu	Angle droit	Angle obtus
	de 0° a 90°	90°	de 90° a 180°
			

Figure 3 : Les angles saillants et la façon de les désigner.

Dans chacune des langues, les trois qualificatifs s'appuient sur une étymologie latine commune (par exemple, « di-rectus » a donné « droit » et « rect » que l'on retrouve pour rect-angle, rect-iligne...).

5 https://cache.media.education.gouv.fr/file/Geometrie/40/1/RA16_C3_MATH_Espace-geometrie_angles_897401.pdf

L'adjectif « aigu/agudo » est issu du latin « acutus⁶ » qui signifie « effilé, pointu, tranchant ». Le sens qu'il lui est attribué en géométrie est postérieur à ses usages dans la vie courante. Il aurait été retenu pour exprimer le concept développé à l'aide d'autres langues, telles qu'en grec ancien (ὀξύς, pour parler d'un angle aigu). On retrouve le terme actuel orthographié « aigu » avec son sens géométrique, défini dans le dictionnaire de l'Académie française de 1694, comme il suit : « se dit de tout angle qui est moins ouvert que l'Equerre »⁷.

En ce qui concerne « obtus/obtusos », mot également de la vie courante, l'image ne va pas de soi. Bien au contraire, dans la langue courante, il signifie l'étroitesse (d'esprit) tandis que pour l'angle, il renvoie à une largesse (de mesure). Et si on se tourne vers l'étymologie d'obtus, on obtient « ob » (préfixe locatif pour « en face ») et « tundere » (« frapper »), dont le sens dans l'usage adjectival a évolué pour signifier « émoussé »... Cela étant, si l'usage latin du terme « obtus » était aussi imagé (dans le sens d'épuiser l'autre interlocuteur), nous pouvons penser que le terme pouvait s'appliquer à la pointe d'une arme qui, à force de frapper, s'émoussait... Toutefois, il est difficile d'y trouver la notion d'ouverture d'angle.

Là encore, nous pouvons nous interroger pour savoir si un débat lexical multilingue avec des élèves permettrait de questionner le sens de ces termes ou, du moins, marquer suffisamment les élèves pour aider certains d'entre eux à les associer à l'angle correspondant, mais aussi à mieux comprendre les notions géométriques. Nous supposons qu'en l'absence de réflexion métalinguistique, ces mots se vident de sens et peuvent être interchangeables, ce qui se manifeste chez quelques élèves par des confusions terminologiques qui peuvent s'ajouter à des difficultés de perception des angles (Mullins, 2020). Toutefois, en l'absence de recherche sur la réception de ces termes par les élèves à travers les trois territoires, nous ne pouvons en rester qu'au stade des suppositions sur leur compréhension de ce lexique.

Évoquons enfin la notion d'angle orienté, lorsque l'angle est associé à une rotation. Dans ce cas, le sens de parcours peut être direct (c'est-à-dire généralement conforme au sens trigonométrique ou au sens anti-horaire) ou indirect. Ceci peut alors conduire à considérer des angles ayant une mesure supérieure à celle d'un tour complet (2π radians) et à définir la mesure d'un angle comme la longueur de l'arc orienté sur le cercle unitaire, intercepté par l'angle considéré. L'unité utilisée est alors généralement le radian. Que ce soit en français, en portugais ou en brésilien, c'est analogue au niveau du langage et de la pratique mathématique⁸.

2.2. Notations et codages des angles

Quels que soient les systèmes éducatifs, des symboles sont mobilisés pour représenter, sous forme graphique, des significations géométriques. La comparaison fait rapidement apparaître que ce registre sémiotique est culturel et qu'il varie d'un territoire à l'autre. C'est ce que nous donne à voir la figure 4 sur le codage de l'angle et du côté.

6 Ce qui se retrouve avec beaucoup d'évolution dans le mot « acute », en anglais, pour parler des angles aigus.

7 <https://www.dictionnaire-academie.fr/article/A9A0978>

8 Nous pouvons voir la traduction brésilienne ci-après que les explications sont exprimées de la même façon, sur le plan textuel et mathématique : « Por fim, abordamos a noção de ângulo orientado, quando um ângulo é associado a uma rotação. Nesse caso, o sentido do percurso pode ser direto (isto é, em geral, conforme o sentido trigonométrico, ou anti-horário) ou indireto. Isso pode levar à consideração de ângulos cuja medida é superior à de uma volta completa (2π radianos) e à definição da medida de um ângulo como o comprimento do arco orientado, no círculo unitário, interceptado pelo ângulo em questão. A unidade utilizada é, em geral, o radiano ».

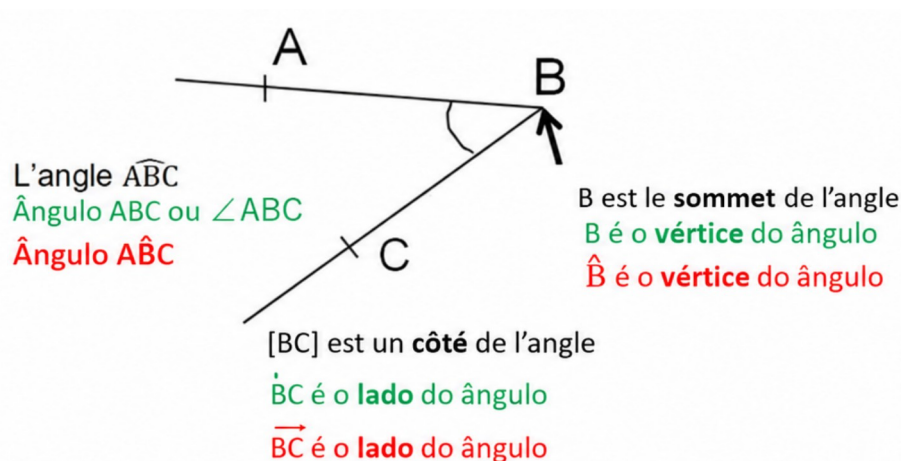


Figure 4 : Comparaison pour décrire l'angle en français (noir), en portugais (vert) et en brésilien (rouge).

Les codages sont culturels. La façon de marquer l'angle varie : en France, l'angle est marqué par un chapeau $\widehat{ABC}$ tandis qu'un élève brésilien tracera un accent circonflexe sur le sommet $\hat{B}$ ⁹. De même, on remarque que la demi-droite (*semi-reta*, en portugais) d'extrémité B et passant par C est notée différemment :

- [BC] avec un crochet qui précède la lettre B (France),
- $\dot{B}C$ avec un point au-dessus de la lettre B (Portugal)
- $\overrightarrow{BC}$ avec une flèche (Brésil)¹⁰.

Nous donnons un autre exemple pour illustrer la variation sémiotique d'une culture mathématique à l'autre. Ici, nous voyons des codages pour signaler les caractéristiques communes de deux triangles comparés.

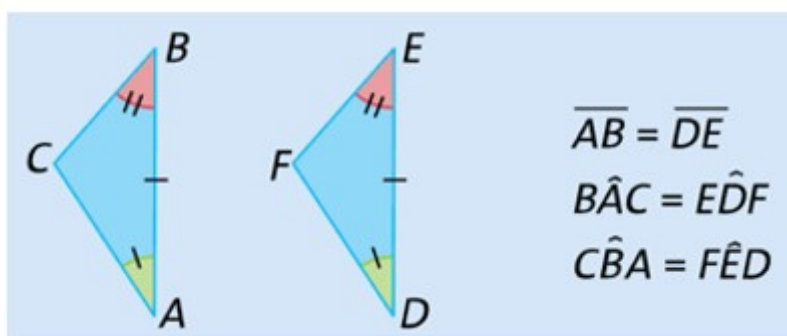


Figure 5 : Codage pour symboliser des égalités de mesure d'angles, au Portugal.

Un même symbole peut avoir un sens différent d'un territoire à l'autre, indépendamment de la langue. Par exemple, dans le schéma proposé en figure 5, $\overline{AB}$ codé avec un trait représente au Portugal la longueur du segment AB, tandis qu'au Brésil, il signifie « segment ». Il est aussi possible de le rencontrer en France, mais peu fréquemment, et il signifie alors la mesure algébrique.

9 En France, il est possible de voir cette représentation quand il n'y a pas d'ambiguïté avec un autre angle.

10 Cette notation ne se confond pas avec celle des vecteurs, car il est habituel de noter le vecteur avec seulement une lettre et la flèche. Toutefois, étant donné la dimension du pays au Brésil, certaines notations ou usages peuvent varier selon les régions, les auteurs ou les références de recherche. Il convient toutefois de souligner que, le Brésil étant un pays de dimensions continentales, cette réalité n'est pas commune à toutes les régions, même si elle semble être la plus répandue. Certains auteurs de manuels scolaires écrivent néanmoins : $\overline{AB}$.

3. Technolectes pour parler des angles : l'usage quotidien d'un terme qui se spécialise

Nous allons maintenant discuter de quelques termes que nous avons présentés pour qualifier les angles ou les désigner, en nous interrogeant sur différents rapports. Nous nous intéresserons d'une part à la comparaison des langues, ce qui renvoie au plurilinguisme externe et d'autre part, à la comparaison des usages d'un terme dans une même langue donnée, ce qui renvoie à une variation sociolinguistique à laquelle nous référons sous l'expression de plurilinguisme interne (Mendonça Dias, Millon-Fauré, 2023). Nous donnerons quelques exemples autour de trois mots : angle/ângulo, sommet/vertice et plein/giro/volta.

3.1. L'« angle », un terme géométrique présent dans l'usage quotidien de la langue : quelles concordances sémantiques ?

Le terme d'angle se retrouve dans les trois langues étudiées, avec parfois le même sens dans les usages quotidiens de la langue. Prenons l'expression d'« angle mort ». Dans le domaine de la circulation, cet angle désigne la zone que le conducteur d'un véhicule ne peut pas voir dans ses rétroviseurs, en fonction de la position du véhicule situé derrière lui. En français et en portugais (que ce soit du Portugal ou du Brésil), on utilise la même expression : « angle mort », comme dans :

- Exemple : « Cuidado com a moto no ângulo morto » : Attention au deux-roues dans l'angle mort.

D'autres exemples montrent des usages analogues d'une langue à l'autre.

- Exemple : « É preciso olhar o problema por outro ângulo. » : Il faut regarder le problème sous un autre angle.
- Exemple : « Esse ângulo da foto me deixa bem. » : Cet angle sur la photo me met en valeur. Ou encore : « Esse é o meu ângulo. » C'est mon point de vue (traduit littéralement par « c'est mon bon angle »).

Ces usages montrent que le mot « ângulo », au-delà de sa définition géométrique, est aussi très présent dans le langage figuré au Brésil, au Portugal et en France, pour exprimer une perspective, une orientation ou une manière de se présenter visuellement.

Toutefois, le mot « angle » peut être signifié différemment dans certains cas de la vie quotidienne. Par exemple, une distinction peut être observée en brésilien entre les mots « esquina » et « canto ». Le mot « esquina » désigne un angle extérieur, formé par deux segments de droite représentant, par exemple, l'intersection de deux rues. Le mot est donc utilisé pour parler du coin de rue. Exemple : « Vou te encontrar na esquina da rua » : Je vais te retrouver à l'angle de la rue.

En revanche, le mot « canto » désigne un angle intérieur, comme celui formé par deux murs à l'intérieur d'une pièce. Il renvoie à une zone plus fermée, souvent associée à l'idée de recoin ou de limite interne d'un espace.

- Exemple : « A mochila está no canto da sala » : Le sac à dos est dans le coin de la salle.

Dans les deux cas, il s'agit d'angles, c'est-à-dire de figures géométriques formées par deux demi-droites (ou segments de droite) partageant un point d'origine commun. Mais l'usage des mots « esquina » et « canto » dépend de leur position dans l'espace : extérieure pour le premier, intérieure pour le second. Ainsi, cette distinction linguistique reflète aussi une perception spatiale et géométrique du monde quotidien, où les angles, bien que omniprésents, prennent des noms différents selon leur fonction contextuelle.

Si les mots « esquina » et « canto » se retrouvent dans le parler ordinaire, ils ne sont pas utilisés en géométrie.

3.2. Le « sommet » de l'angle

Un autre mot fréquent associé aux angles d'une figure est « vértice », qui se traduit en français par « sommet », notamment dans le langage géométrique. Les enfants ont parfois une représentation du sommet empruntée des expériences langagières de leur vie quotidienne : quand on présente un triangle à un enfant en lui demandant de montrer ses sommets, il arrive qu'un enfant ne désigne que celui qui est « en haut ». Cette vision est marquée par des usages du terme pour référer au sommet d'un arbre, d'une montagne... et, sémantiquement, rattachée à l'idée de hauteur. On le retrouve aussi en portugais où « vertice » peut être utilisé pour référer au sommet de la carrière, du crâne, etc. Toutefois, le portugais du Portugal et du Brésil aussi d'autres mots pouvant être utilisés qui dissocient ces représentations. De la sorte, si en français, on dit : « le sommet du toit de la maison », en portugais du Brésil, on dira plutôt « o capote da casa » ou « o topo do telhado ». De même, « le sommet de la montagne » sera traduit en brésilien par « o topo da montanha » ou en portugais du Portugal « o cimo da montanha ». En revanche, ces mots « capote », « topo », « cimo » pour parler d'un sommet ont un usage courant mais sont inusités dans des emplois en géométrie. Cette dissociation lexicale en portugais permet aussi d'interroger, en miroir, la polysémie du mot français «sommet», dont l'usage ordinaire, lié à l'idée de hauteur ou de point culminant, ne coïncide pas entièrement avec son emploi géométrique, où il désigne un point remarquable de la figure.

3.3. L'angle est « plein » ?

Pour finir nos exemples, nous évoquerons l'angle plein, de 360°. Il serait incongru de faire une traduction littérale de « plein » en portugais ou en brésilien, (ce qui correspondrait respectivement à « cheio » et « pleno ») pour ce sens géométrique. Les langues brésilienne et portugaise optent pour deux autres mots dont les sens sont analogues mais pas interchangeables non plus : « giro » en brésilien et « volta » en portugais.

Le brésilien opte pour « giro », qui existe au Portugal, mais avec un autre sens sous sa forme adjectivale. Effectivement, au Portugal, « giro » est un adjectif signifiant joli, mignon, agréable (ce qui n'est pas le cas au Brésil).

- Exemple : « Esse menino é muito giro. » : Ce garçon est très mignon.

Son substantif prend le sens de promenade, tour, balade, voire divertissement.

- Exemple : « Vamos dar um giro sábado ? » : On va faire un tour samedi ?

Cet emploi de « giro » au sens de « faire un tour » ou de « se balader » existe également en portugais du Brésil. Il convient toutefois de préciser qu'il relève d'un registre très informel, notamment dans des usages juvéniles, et qu'il ne correspond pas à la désignation géométrique usuelle de l'angle de 360° au Brésil.

Dans ce champ sémantique, on trouve le mot « volta », souvent utilisé pour désigner une promenade ou un retour.

- Exemple : « Dei uma volta no quarteirão. » : J'ai fait un tour du pâté de maisons.

Et c'est ce mot-là, « volta », qui est privilégié au Brésil pour désigner les angles pleins (« ângulo de uma volta » : angle d'un tour de 360°) et les angles que l'on pourrait dire à demi-pleins, c'est-à-dire les angles plats (« ângulo de meia volta » : angle d'un demi-tour 180°). Que ce soit avec « giro » ou « volta », les deux termes donnent une idée de mouvement circulaire, tandis que l'adjectif « plein » évoque un remplissage... du secteur angulaire. Reste à savoir si l'usage d'un terme ou d'un autre impacte une forme de représentation conceptuelle de ce type d'angle. Après cette analyse lexicale, nous allons terminer par quelques considérations didactiques.

Conclusion

La comparaison des programmes scolaires et des langues sur le thème mathématique des angles nous a permis de constater plus de similitudes que de différences entre la France, le Portugal et le Brésil. Cette convergence tient d'une part à la circulation et globalisation des savoirs et cultures éducatives, et d'autre part à la parenté de ces langues relevant de la branche romane des langues indo-européennes. Néanmoins, les nuances lexicales permettent de faire mieux apparaître les significations pour décrire des caractéristiques des angles.

En travaillant sur cette comparaison, plusieurs aspects nous sont apparus pouvant donner lieu à un travail avec les élèves pour mieux appréhender les notions à travers le langage. En premier lieu, cette observation orientée sur la langue nous a ramenés au mot en tant que signe, à son étrangeté et sa difficulté potentielle pour l'élève soit que l'adjectif est peu usité dans la vie courante (tel que saillant, concave...), soit qu'il est ambigu par sa polysémie où le sens courant court-circuite son sens mathématique (obtus, giro...). Certes, il n'aurait pas été indispensable de passer par une langue parente pour faire saillir la désémantisation, c'est-à-dire la perte de sens qu'un mot subit, ici en raison de sa spécification en géométrie. Néanmoins, ce recours à une autre langue est l'événement perturbateur qui permet de provoquer ce travail métalinguistique. Le second aspect qui nous a paru intéressant est de constater la variation des notations symboliques. Cette variation nous amène à appréhender ces codages sous leur aspect culturel. En même temps, ces observations nous conduisent à relativiser des représentations parfois figées ou figeantes pour les élèves d'une pratique mathématique qui se donnerait à voir comme universelle alors qu'elle est pluriverselle et correspond à une production culturelle de l'activité humaine. Cette réflexion basée sur l'analyse contrastive de quelques termes en géométrie rejoint des travaux en didactique des mathématiques (Dimey, à paraître) qui permettent d'opérationnaliser le recours au plurilinguisme dans l'activité mathématique pour en analyser les effets sur les élèves.

Références

- Dechamps, C., & Mendonça Dias, C. (2026). La formation des enseignants des Sections d'enseignements de langue française (SELF) au Portugal, dans Babault S., Mendonça Dias C., Stratilaki S. (coord.). *Enjeux et Pratiques dans la Formation des Enseignants pour les Programmes Bilingues*, EDBH.
- Dimey, A. (à paraître). *S'appuyer sur les langues étrangères pour enseigner les mathématiques en français*. Thèse en didactique des mathématiques, Université Paris Cité.
- Dimey, A., Hache, C., & Mendonça Dias, C. (2025). Comparons nos langues et nos mathématiques. *Dialogues et cultures*, 69, FIPF.
- Direction Générale de l'Éducation, DGE (2021), Les apprentissages essentiels – du cycle 1 au cycle 3. En ligne : <https://www.dge.mec.pt/noticias/aprendizagens-essenciais-de-matematica>
- Direction Générale de l'Éducation, DGE (2023), Les apprentissages essentiels – Enseignement Secondaire ; En ligne : <https://www.dge.mec.pt/noticias/homologacao-das-novas-aprendizagens-essenciais-de-matematica-para-o-ensino-secundario>, janvier 2023).
- Escobar, A. (2016). Desde abajo, por la izquierda, y con la Tierra : la diferencia de Abya Yala/Afro/Latino/América. *Intervenciones en estudios culturales*, 2 (3), p. 119-136. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/53/5317007/html/index.html>
- Giovanni Júnior, J. R. (2021). *A conquista : matemática : 4º ano : ensino fundamental – anos iniciais*. 1. ed. São Paulo : FTD.
- Giovanni Júnior, J. R. (2022). *A conquista : matemática : 8º ano : ensino fundamental – anos finais*. 1. ed. São Paulo : FTD.
- Hache, C., & Mendonça Dias, C. (coord.) (2022). *Plurilinguisme et enseignement des mathématiques*, Lambert Lucas.
- Mendonça Dias, C., & Millon-Fauré, K. (2023). *Mathématiques en français langue seconde et en langues étrangères*. Collection F, Hachette FLE.
- Ministère de l'Éducation, MEC (2018). Base Nationale Commune Curriculaire (BNCC). Brasília. En ligne : https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf

Ministère de l'Éducation nationale, MEN (2016). Grandeurs et mesures au cycle 3, ressources Eduscol. En ligne : <https://eduscol.education.fr/document/16513/download>

Ministère de l'Éducation nationale, MEN (2018). Espace et géométrie au cycle 3, les angles, ressources Eduscol. En ligne : https://cache.media.education.gouv.fr/file/Geometrie/40/1/RA16_C3_MATH_Espace-geometrie_angles_897401.pdf

Ministère de l'Éducation nationale, MEN (2024). BO du 31 octobre 2024. En ligne : <https://www.education.gouv.fr/sites/default/files/document/Annexe%20%E2%80%93%20Programme%20%E2%80%99enseignement%20pour%20l%E2%80%99acquisition%20des%20premiers%20outils%20math%C3%A9matiques%20du%20cycle%201-403815.pdf>

Mullins, S. B. (2020). Angling for the Right Result : Students' Conceptualizations of Angles. *Journal of Research in Education*, Volume 29, Issue 1.

Annexe 1 : La progression de l'étude de l'angle dans le système éducatif brésilien

Année scolaire (Brésil)	Âge (France)	Objet d'apprentissage	Code	Compétence attendue
4 ^e année (CM1)	9–10 ans	Angles droits et non droits	EF04MA18	Reconnaître des angles droits et non droits dans des figures polygonales à l'aide de plisages, d'équerres ou de logiciels
5 ^e année (CM2)	10–11 ans	Caractéristiques et congruence des angles	EF05MA17/ EF05MA18	Nommer et comparer des angles dans des polygones ; reconnaître leur congruence lors d'agrandissements ou réductions
6 ^e année (6 ^e)	11–12 ans	Angle comme grandeur et mesure	EF06MA25– EF06MA27	Reconnaître, mesurer et résoudre des problèmes impliquant des angles ; appliquer à des situations concrètes
7 ^e année (5 ^e)	12–13 ans	Relations angulaires : parallèles, triangles, polygones	EF07MA23– EF07MA27	Vérifier des relations entre angles ; construire des triangles ; calculer angles internes et externes
8 ^e année (4 ^e)	13–14 ans	Constructions géométriques et algorithmes	EF08MA15– EF08MA16	Construire des angles et des polygones réguliers ; décrire des algorithmes géométriques
9 ^e année (3 ^e)	14–15 ans	Démonstrations et angles dans le cercle	EF09MA10– EF09MA11	Démontrer des relations entre angles ; appliquer des concepts aux cercles
Lycée – 2 ^{nde} à Terminale	15–18 ans (France)	Déformation des angles dans les projections cartographiques	EM13MAT50 9	Enquêter sur la déformation des angles et des aires dans les projections cartographiques (cylindrique, conique), avec ou sans technologie

Le zapotèque pour faire parler les nombres en français

Armande Dimey

Doctorante, LDAR, IREMS de Paris, Université Paris Cité

en français : Si l'on part du postulat que tout type de savoir s'énonce, le travail sur la langue utilisée en cours de mathématiques apparaît comme un enjeu à part entière pour permettre l'apprentissage en mathématiques. Cependant, adopter une posture réflexive sur des pratiques langagières qui ne sont pas toujours conscientes n'est pas chose aisée. L'introduction ponctuelle de langues étrangères au sein du cours de mathématiques peut alors se constituer comme l'un des moyens de faciliter une telle réflexivité. Ce texte propose, à partir de ces considérations, une réflexion sur les enjeux de l'appui sur plusieurs langues pour l'enseignement des contenus disciplinaires (ici principalement mathématiques), avant de présenter des propositions d'exercices autour de la numération orale en langue zapotèque pour la classe de mathématiques ordinaire en France au cycle 3 (élèves de 9 à 11 ans).

Mots-clés : didactique des mathématiques, langue, numération, zapotèque.

Astract in English: If we posit that any kind of knowledge is necessarily uttered in words, then the work on the language used in mathematics class appears to be one of the stakes of enabling learning in mathematics. However, adopting a reflective stance on language practices that are not always conscious is no easy task. The occasional introduction of foreign languages into the mathematics classroom therefore stands out as one of the ways of facilitating such reflexivity. Based on these considerations, this text proposes a reflection on the ins and outs of using several languages to teach disciplinary subjects (particularly mathematics), and develops some suggestions for exercises on oral numeration in the Zapotec language for ordinary mathematics classes in France (pupils aged 9 to 11).

Key-words: mathematics education, language, numeracy, Zapotec.

Introduction

Depuis une dizaine d'années, l'attention portée aux questions langagières dans les recherches en didactique des mathématiques française est croissante. Nos travaux de thèse en cours s'inscrivent dans la continuité de cette dynamique, en explorant plus particulièrement la manière dont certaines langues peuvent soutenir l'apprentissage de notions mathématiques données. Le principe est d'identifier, étant donné une notion mathématique (par exemple les fractions, la symétrie, la proportionnalité), une ou plusieurs langues susceptibles de représenter un levier d'apprentissage mathématique. Sur cette base, nous élaborons des activités mathématiques impliquant le français et (au moins) une autre langue, en fonction de la notion mathématique à enseigner. L'enjeu principal de cette démarche est d'accompagner et de consolider les processus de compréhension et d'appropriation des concepts mathématiques par les élèves.

Dans ce texte, comme dans notre thèse, nous abordons les liens entre langue et apprentissage disciplinaire et nous examinons les enjeux d'un apprentissage des mathématiques s'appuyant ponctuellement sur une langue distincte de la langue de scolarisation. La comparaison de plusieurs langues peut en effet servir d'amorce à un travail réflexif sur la langue utilisée en cours de mathématiques, en vue de clarifier les termes utilisés ainsi que les objets mathématiques sous-jacents. Et si compter en zapotèque aidait à mieux comprendre les nombres en français ?

Après avoir exposé le tissage théorique dans lequel prennent place nos recherches, nous proposerons des pistes de travail en classe sur le thème de la numération, en appui sur une langue autochtone mexicaine, la langue zapotèque.

1. Appuis théoriques

1.1. Questions langagières et mathématiques scolaires

L'hypothèse théorique qui sous-tend notre travail est la suivante : agir, parler et penser forment un système et ne peuvent être considérés indépendamment (Jaubert, Rebière & Bernié, 2012). Dans la perspective d'analyser les phénomènes d'enseignement et d'apprentissage, cette hypothèse fait émerger un intérêt pour la langue, constituant organique du triplet agir-parler-penser. Comme l'observe Vygotski, la langue n'est pas un média neutre qui ne servirait qu'à exprimer les pensées des individus :

La structure du langage n'est pas le simple reflet, comme dans un miroir, de celle de la pensée. Aussi le langage [...] ne sert pas d'expression à une pensée toute prête. En se transformant en langage, la pensée se réorganise et se modifie (Vygotski, 1934/1985, pp. 430-431).

La langue joue un rôle déterminant dans les processus cognitifs et les processus de développement des individus, en particulier lors des épisodes d'enseignement et d'apprentissage puisque les pratiques verbales y sont presque omniprésentes. « Loin d'être un préalable déconnecté aux apprentissages disciplinaires, la langue en est tout à la fois le vecteur et l'objet » (Bessonnat, 1998, p. 3). Chaque discipline scolaire engage donc la langue.

Les mathématiques ne font pas exception. Mendonça Dias et Millon-Fauré (2023) décrivent la dimension éminemment langagière du cours de mathématiques, et ce, quel que soit le contexte d'enseignement. Ainsi la langue est-elle tout aussi structurante pour le cours de mathématiques que pour d'autres disciplines scolaires. À ce titre, Gajo (2007) suggère de faire évoluer la terminologie « discipline non linguistique » et de considérer les mathématiques comme une « discipline dite non linguistique » (p. 3). Il signale qu'un travail sur la langue elle-même « peut aboutir à des processus méta-cognitifs visant le traitement de l'information disciplinaire » (*ibid.*, p. 4). Hache (2019) prolonge cette idée en l'ancrant dans le champ de la didactique des mathématiques : il affirme qu'opérer sur la langue du cours de mathématiques un travail réflexif, collectif et conscient, est essentiel pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Adler (2000) pointe la langue comme étant un moyen de, littéralement, « re-sourcer » (p. 207) l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques, en tant que médium culturel dans le cadre de la classe. Dès lors, on comprend qu'un certain travail sur la langue en classe de mathématiques s'impose comme un enjeu essentiel pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques.

Cependant, ce type d'approche pose certaines difficultés, notamment parce que les différents acteurs n'ont pas facilement conscience de leurs pratiques langagières. Chez les enseignants de mathématiques, certains termes ou expressions prennent un sens trop immédiat ou évident pour être interrogés, et donc explicités aux élèves (Dimey & Hache, 2024). Leurs usages mettent en jeu des implicites et des procédés d'interprétation. Du côté des élèves, d'une part, un grand nombre d'entre eux ne sont pas initiés à ces usages complexes de la langue, et d'autre part, celle-ci leur est en quelque sorte invisible :

On sait en effet à quel point les élèves peuvent rencontrer des difficultés à concevoir les faits langagiers pour eux-mêmes, sans aller directement au sens qu'ils véhiculent de manière apparemment transparente (De Pietro, 2003, pp. 167-168).

Toutefois, inciter les élèves à prendre du recul sur les usages de la langue en cours de mathématiques, en vue de consolider leurs processus de compréhension et d'appropriation des concepts mathématiques, n'est pas chose aisée. Comment, en pratique, traiter ces difficultés d'élèves liées à l'invisibilité de la langue ? Comment susciter chez eux un questionnement réflexif ? Parmi les pistes de réponses possibles, nous explorons, dans la suite de ce texte, celle de l'apprentissage des mathématiques en français en appui sur (au moins) une langue étrangère.

1.2. Enseigner les mathématiques en français en s'appuyant sur d'autres langues

L'une des façons de pallier l'invisibilité des faits langagiers réside dans la mise à distance de la langue d'enseignement grâce au travail avec une autre langue. De Pietro (2003) indique que le travail avec plusieurs langues permet aux élèves « d'aborder des phénomènes qu'ils ne peuvent « voir » en français » (p. 180). Ce qu'il appelle la technique du « détour par d'autres langues » (*ibid.*, p. 167) aide les élèves à s'extraire de la langue d'enseignement, à la mettre en perspective grâce à la comparaison, avant d'y revenir avec un certain recul. De cette façon, les élèves se décentrent de leurs pratiques langagières habituelles et sont invités à considérer la langue comme un objet d'étude en soi, un objet de réflexion, d'observation, de questionnement. Ce travail de réflexivité sur la langue d'enseignement habituelle peut être un levier pour travailler les mathématiques elles-mêmes : la « défamiliarisation des faits langagiers » favorise une « centration plus grande sur les contenus » (Hache, 2019, p. 52). L'introduction d'une autre langue dans l'enseignement des concepts mathématiques peut donc représenter une ressource nouvelle, spécifique, supplémentaire, pour travailler le contenu disciplinaire. Jenny synthétise plusieurs travaux à ce sujet :

Selon Coste (2000) ou encore Gajo et Serra (2002), l'utilisation de deux langues pour l'enseignement des mathématiques (ou de toute autre DdNL) permet la problématisation (négociation linguistique permettant un regard différent sur le sens ou la forme d'un terme, cf. Gajo, 2007 ou Grobet & Vuksanović, 2017) qui favorise, à son tour, les apprentissages (Jenny, 2021, p. 79).

La comparaison des manières de dire dans l'une et l'autre langue fournit « un regard alternatif sur les liens entre discours et savoirs » (Gajo, 2013, p. 99). Traduction littérale, reformulation, mise en relation des différences de forme et de sens, déconstruction terminologique, prise de conscience de l'existence ou l'absence d'un équivalent dans l'une des langues, sont autant d'activités métalinguistiques sur les concepts mathématiques qui peuvent être suscitées par la confrontation entre deux langues. L'étrangeté de la différence (ou parfois de la ressemblance) entre les langues est l'occasion de susciter des questionnements sur les notions elles-mêmes, les concepts, les contenus : le travail avec une langue autre que la langue d'enseignement est l'occasion pour les élèves de reconsidérer leurs représentations mathématiques, de les enrichir, voire d'en construire de plus adéquates. Ce travail peut concerner plusieurs niveaux d'apprentissages mathématiques : apprentissage lexical, apprentissage des automatismes, apprentissage discursif spécifiques aux mathématiques, correspondance oral - écrit, etc.

En introduisant ponctuellement des langues étrangères à la langue d'enseignement en cours de mathématiques, on peut donc créer les conditions d'une réflexivité sur la langue qui permet concomitamment de travailler les contenus disciplinaires. Pour illustrer cette idée, nous présentons maintenant le système de numération orale zapotèque et nous proposons des pistes de travail pour l'enseignement de la numération en français, en appui sur cette langue.

2. Travailler autour de la numération en français à l'aide de la langue zapotèque

Poisard *et al.* (2018) montrent que travailler la numération orale en appui sur quatre langues (français, anglais, breton et maori) permet de prendre du recul sur la manière dont on dit et conçoit les nombres en français. Dans cette partie, nous nous plaçons dans le prolongement de ces recherches en étudiant la manière dont la langue zapotèque peut soutenir un travail sur la numération.

2.1. Présentation de la numération orale en zapotèque

La langue zapotèque est parlée dans certaines communautés du sud du Mexique, principalement dans l'état de Oaxaca. De nombreuses variantes de la langue zapotèque existent au Mexique. L'intelligibilité entre ces différentes variantes du zapotèque est conditionnée par la proximité

géographique des communautés qui les parlent. Dans ce texte, nous allons évoquer la variante de San Pedro Mixtepec, désignée simplement par « zapotèque » dans la suite.

Le zapotèque est une langue tonale, ce qui se transcrit par des signes diacritiques, c'est-à-dire les symboles graphiques ajoutés à certaines lettres pour en modifier la prononciation ou le sens. Le ton d'une syllabe est amené à varier selon la façon dont cette syllabe est combinée à d'autres. Lors de ces combinaisons, des lettres peuvent apparaître, souvent pour des raisons morphophonologiques. À noter que le passage à l'écrit encapsule des choix discutables (interprétation des différents tons, espacement ou concaténation entre les mots, etc.), la langue zapotèque étant essentiellement orale. Le système de numération orale zapotèque est un système vigésimal, c'est-à-dire que l'on compte en base 20.

Nous détaillons maintenant le fonctionnement du nom des nombres de 0 à 99 en zapotèque. Le nombre 0 n'existe pas en tant que tel, mais peut être désigné par « *pètèdè* », qui signifie « rien ». Les noms des nombres de 1 à 19 constituent un réservoir de mots qui permettent la construction du nom d'autres nombres au-delà de 20 (principe de la base 20). Chaque nombre de 1 à 10 est désigné par un mot spécifique : « *tīb*, *chòp*, *tsón*, *tàp*, *gà'y*, *xò'p*, *gǎdz*, *xòn*, *giè'*, *tsì'* ». Puis, entre 11 et 19, le nom d'un nombre est composé en concaténant « *tsì'* » (10) et une autre syllabe :

- pour 11 (« *tsiptīb* »), « *tsì'* » (10) est suivi de « *tīb* » qui désigne le nombre 1, ce qui permet de lire dans le mot « *tsiptīb* » la décomposition 10+1. Pour 12 (« *tsibchóp* »), sur le même modèle, « *tsì'* » (10) est suivi de « *chóp* » (2), et on lit alors 10+2. Dans les deux cas, une lettre de liaison (p ou b) est présente mais ne porte pas de sens particulier ; il s'agit d'un ajout lié à la formation des mots en zapotèque ;
- pour 13 (« *tsìn* ») et 14 (« *tsidá* »), la présence de « *tsì'* » (10) évoque la décomposition 10+... mais les mots « *tsón* » (3) et « *tàp* » (4) n'apparaissent pas en tant que tels. Ils sont en effet remplacés par des formes dérivées de ces mots : « *n* » (que l'on peut noter 3') et « *dá* » (4'). On peut alors lire 10+3' et 10+4' dans « *tsìn* » et « *tsidá* » ;
- le nom de 15 semble spécifique : « *tsì'n* » ;
- les noms de 16, 17, 18 et 19 se construisent sur le modèle « *tsì'n* » (15) suivi d'un des mots parmi « *tīb*, *chòp*, *tsón*, *tàp* » (1, 2, 3 ou 4) : « *tsimtīb*, *tsimchóp*, *tsimtsón*, *tsimtāp* » (interprétables comme 15+1, 15+2, 15+3, 15+4).

Entre 1 et 99 les vingtaines sont construites en appui sur le nom de 20, sauf pour 40. Les noms des nombres 60 et 80 sont construits à partir des mots « *tsón* » et « *tàp* » (3 et 4) et du mot « *gāl* » (20). Cela donne « *tsóngāl* » (60) et « *tāpgāl* » (80), que l'on peut voir mathématiquement comme 3×20 et 4×20. Le nom du nombre 40 ne suit pas ce modèle et se dit « *chò'w* » (et non « *chòpgāl* » comme le voudrait la logique précédente). L'explication de cette singularité est culturelle, le nombre 40 étant porteur de significations et croyances particulières chez les civilisations zapotèques de l'État de Oaxaca.

Les autres nombres (comme 21, 30, 31, etc.) se disent en combinant le nom d'une vingtaine avec un mot complémentaire (signifiant 1, 10, 11, etc.), puisé dans le réservoir de mots de la base vigésimale et placé à la suite. Nom de la vingtaine et mot complémentaire sont combinés, soit en étant accolés (éventuellement avec l'ajout de lettres de liaison, sans signification particulière), soit en étant séparés par une espace : 21 se dit « *gáléptīb* » (littéralement « vingt-un » relié par des lettres de liaison, que l'on peut comprendre comme 20+1), 30 se dit « *gáléptsi'* » (20+10), 31 se dit « *gáléptsibtīb* » (littéralement « vingt-dix-un », 20+(10+1)), etc. 73 se dit « *tsóngāl tsìn* » (littéralement « trois-vingt-treize », que l'on comprend comme 3×20+(10+3')).

Une partie des nombres fonctionne selon un autre mode : le nom des nombres de 33 à 39 et de 53 à 59 se compose du nom de la vingtaine suivi de « *tsì'* » (10) puis d'un mot parmi : « *tsón*, *tàp*, *gà'y*, *xò'p*, *gǎdz*, *xòn*, *giè'* » (3, 4, 5, 6, 7, 8, et 9), avec l'éventuel ajout de lettres de liaison (sans

signification particulière) et variations de tons. Par exemple, pour 53, on dit « *chòwéptsíbtson* » : le nom de la vingtaine « *chò'w* » (40) est suivi de « *tsí'* » (10) puis de « *tsón* » (3), ce qui permet de lire la décomposition 40+10+3. On note que le mot signifiant 13 (« *tsín* », 10+3') n'est pas utilisé ici.

		20	<i>gǎl</i>	40	<i>chò'w</i>	60	<i>tsóngǎl</i>	80	<i>tàpgǎl</i>
1	<i>tíb</i>	21	<i>gáléptíb</i>	41	<i>chòwéptíb</i>	61	<i>tsóngál tíb</i>	81	<i>tàpgál tíb</i>
2	<i>chòp</i>	22	<i>gálépchòp</i>	42	<i>chòwépchòp</i>	62	<i>tsóngál chóp</i>	82	<i>tàpgál chóp</i>
3	<i>tsón</i>	23	<i>gáléptsón</i>	43	<i>chòwéptsón</i>	63	<i>tsóngál tsón</i>	83	<i>tàpgál tsón</i>
4	<i>táp</i>	24	<i>gáléptáp</i>	44	<i>chòwéptáp</i>	64	<i>tsóngál táp</i>	84	<i>tàpgál táp</i>
5	<i>gà'y</i>	25	<i>gálébgǎy</i>	45	<i>chòwébgǎy</i>	65	<i>tsóngál gà'y</i>	85	<i>tàpgál gà'y</i>
6	<i>xò'p</i>	26	<i>gálépxò'p</i>	46	<i>chòwépxò'p</i>	66	<i>tsóngál xò'p</i>	86	<i>tàpgál xò'p</i>
7	<i>gǎdz</i>	27	<i>gálébgǎ'dz</i>	47	<i>chòwébgǎdz</i>	67	<i>tsóngál gǎdz</i>	87	<i>tàpgál gǎdz</i>
8	<i>xón</i>	28	<i>gálépxón</i>	48	<i>chòwépxón</i>	68	<i>tsóngál xón</i>	88	<i>tàpgál xón</i>
9	<i>giè'</i>	29	<i>gálébgíe'</i>	49	<i>chòwébgíe'</i>	69	<i>tsóngál gié'</i>	89	<i>tàpgál gié'</i>
10	<i>tsí'</i>	30	<i>gáléptsí'</i>	50	<i>chòwéptsí'</i>	70	<i>tsóngál tsí'</i>	90	<i>tàpgál tsí'</i>
11	<i>tsíptíb</i>	31	<i>gáléptsíbtíb</i>	51	<i>chòwéptsíbtíb</i>	71	<i>tsóngál tsíbtíb</i>	91	<i>tàpgál tsíbtíb</i>
12	<i>tsípchóp</i>	32	<i>gáléptsíbchóp</i>	52	<i>chòwéptsíbchóp</i>	72	<i>tsóngál tsíbchóp</i>	92	<i>tàpgál tsíbchóp</i>
13	<i>tsín</i>	33	<i>gálépttsíbtson</i>	53	<i>chòwépttsíbtson</i>	73	<i>tsóngál tsín</i>	93	<i>tàpgál tsín</i>
14	<i>tsídá</i>	34	<i>gálépttsíbtáp</i>	54	<i>chòwépttsíbtáp</i>	74	<i>tsóngál tsídá</i>	94	<i>tàpgál tsídá</i>
15	<i>tsí'n</i>	35	<i>gálépttsíbgǎy</i>	55	<i>chòwépttsíbgǎy</i>	75	<i>tsóngál tsí'n</i>	95	<i>tàpgál tsí'n</i>
16	<i>tsímtíb</i>	36	<i>gálépttsíbxò'p</i>	56	<i>chòwépttsíbxò'p</i>	76	<i>tsóngál tsímtíb</i>	96	<i>tàpgál tsímtíb</i>
17	<i>tsímchóp</i>	37	<i>gálépttsíbgǎdz</i>	57	<i>chòwépttsíbgǎdz</i>	77	<i>tsóngál tsímchóp</i>	97	<i>tàpgál tsímchóp</i>
18	<i>tsímson</i>	38	<i>gálépttsíbxón</i>	58	<i>chòwépttsíbxón</i>	78	<i>tsóngál tsímson</i>	98	<i>tàpgál tsímson</i>
19	<i>tsímtáp</i>	39	<i>gálépttsíbgíe'</i>	59	<i>chòwépttsíbgíe'</i>	79	<i>tsóngál tsímtáp</i>	99	<i>tàpgál tsímtáp</i>

Figure 6 : Liste des nombres de 1 à 99 en zapotèque.

2.2. Propositions d'exercices pour travailler autour de la numération en français grâce au zapotèque

Il s'avère que la manière de dire les nombres en zapotèque offre des manières de soutenir l'apprentissage des mathématiques en français sur le thème de la numération. À partir du tableau récapitulatif présenté (figure 1) et pouvant être mis à disposition des élèves, il est possible de construire des activités mathématiques aux objectifs variés. Nous détaillons quelques orientations de travail envisageables, accompagnées de quatre propositions d'exercices adaptables pour la classe. Ces propositions, qui n'ont pas encore été soumises en classe, peuvent trouver une place par exemple pour de la consolidation ou de la remédiation en cycle 3 (élèves de 9 à 11 ans) dans une classe ordinaire en France. Dans cette optique, nous ferons référence au français de France, et lorsque nous mentionnerons le zapotèque, il s'agira toujours du zapotèque de San Pedro Mixtepec.

Nous soulignons à nouveau qu'il n'est pas indispensable de maîtriser le zapotèque pour mener une réflexion sur les concepts mathématiques en jeu. Le travail métalinguistique et les raisonnements à effectuer ne dépendent d'aucune connaissance préalable sur le zapotèque. Par ailleurs, dans les exercices proposés, nous faisons le choix de certaines simplifications portant sur les signes diacritiques (symboles graphiques ajoutés à certaines lettres pour en modifier la prononciation ou le sens) afin de réduire la charge cognitive liée à des formes graphiques peu familières des élèves, l'enjeu n'étant pas que ces derniers apprennent du vocabulaire mathématique en zapotèque.

Pour autant, une langue ne peut être envisagée comme un ensemble de signes détaché de la culture associée. Il est donc important de fournir aux élèves des explications sur le contexte zapotèque

(situation géographique du Mexique, diversité linguistique et culturelle, rôle et histoire de l'espagnol en Amérique latine, locuteurs du zapotèque, etc.).

Exercice 1 : travail sur les bases arithmétiques

En français, on remarque que l'oralisation du nombre « quatre-vingts » (en base 20, 4 vingtaines) n'est pas en congruence avec l'écriture chiffrée 80 (en base 10, 8 dizaines) : il s'agit de l'héritage explicite d'un système de numération fonctionnant avec des groupements par vingt (Schwer, 2021), à l'image de la numération orale zapotèque. Cette dernière, comme vu précédemment repose en effet sur un système vigésimal. Le contraste avec le système de numération orale français peut provoquer une prise de recul sur le caractère décimal de ce système entre 1 et 69, notamment en insistant sur l'aspect groupements (par vingt pour le zapotèque, par dix pour le français).

Nous proposons un exemple d'exercice (tableau 1) ayant pour objectif de faire de travailler la décomposition des nombres en unités de numération (dizaines, vingtaines). Les questions 1 et 4 nécessitent de mobiliser la notion de vingtaine, de dizaine. Les questions 2 et 3 sont destinées à entraîner les aptitudes métalinguistiques des élèves : pour répondre à l'aide des traductions fournies, les élèves doivent identifier les morphèmes qui composent les différents mots et comprendre la logique qui régit leur assemblage, en lien avec la structure mathématique sous-jacente. La question 5 fait un lien entre dizaines et vingtaines : une vingtaine et une dizaine forment trois dizaines.

Réponds aux questions en t'aidant de ce lexique :	
Zapotèque	Français
<i>tson</i>	trois
<i>tap</i>	quatre
<i>tsi</i>	dix
<i>gal</i>	vingt

- Combien y a-t-il de vingtaines dans le nombre « *gal* » ?
- « *Tsongal* » signifie « soixante ». Combien y a-t-il de vingtaines dans le nombre « *tapgal* » ?
- « *Galeptson* » signifie « vingt-trois ». Combien y a-t-il de vingtaines dans le nombre « *galeptsi* » ?
- Combien y a-t-il de dizaines dans le nombre « *tsi* » ?
- Combien y a-t-il de dizaines dans le nombre « *galeptsi* » ?

Tableau 1 : Premier exemple d'exercice.

Éléments de correction du premier exemple d'exercice :

- « *Gal* » signifie « vingt ». Or, dans vingt, il y a une vingtaine. Donc il y a une vingtaine dans le nombre « *gal* ».
- « *Tsongal* » est composé de « *tson* » (trois) et de « *gal* » (vingt), et signifie « soixante ». Or, soixante, c'est trois fois vingt. Comme « *tapgal* » est composé de « *tap* » (quatre) et de « *gal* » (vingt), on en déduit que « *tapgal* » c'est quatre fois vingt. Donc il y a quatre-vingtaines dans le nombre « *tapgal* ».
- « *Galeptson* » est composé de « *gal* » (vingt) et de « *tson* » (trois), et signifie « vingt-trois ». Or, vingt-trois, c'est vingt plus trois. Comme « *galeptsi* » est composé de « *gal* » (vingt) et de « *galeptsi* » (dix), on en déduit que « *galeptsi* » c'est vingt plus dix. Donc il y a une vingtaine dans « *galeptsi* ».
- « *Tsi* » signifie « dix ». Or, dans dix, il y a une dizaine. Donc il y a une dizaine dans le nombre « *tsi* ».

5. D'après la question 3, « *galeptsi* » c'est vingt plus dix, c'est-à-dire trente. Or, dans trente, il y a trois dizaines. Donc il y a trois dizaines dans « *galeptsi* ».

Exercice 2 : travail sur les décompositions arithmétiques des nombres

La comparaison des manières française et zapotèque d'exprimer les nombres est un moyen de prendre conscience que pour un nombre donné, les oralisations dans différentes langues ne renvoient pas toutes à la même décomposition mathématique. Le nombre 78 se dit « *tsóngal tsímstōn* » en zapotèque, ce qui évoque la décomposition $3 \times 20 + 15 + 3$, là où le français « soixante-dix-huit » évoque plutôt la décomposition $6 \times 10 + 10 + 8$ (ou $60 + 10 + 8$, ou $70 + 8$). Ce genre de remarques au sujet de la langue zapotèque peut venir avantageusement compléter des exercices d'entraînement au calcul (mental ou en ligne) et des exercices de mémorisation et de mobilisation des faits numériques. Le travail avec le zapotèque peut également être l'occasion de repérer différentes conceptions possibles d'un nombre donné : en faisant ressortir la construction morphologique des noms des nombres, c'est la construction conceptuelle des nombres eux-mêmes que l'on s'approprie. Dans les deux langues, le nom du nombre 80 renvoie à une structure multiplicative (4×20 : « *tàpgál* » et « quatre-vingts »), le nombre 90 à l'aide d'une structure hybride (à la fois multiplicative et additive), la même dans les deux langues ($4 \times 20 + 10$: « *tàpgál tsí'* » et « quatre-vingts-dix »). Le nombre 70 est, lui aussi, désigné à l'aide d'une structure hybride, mais cette structure n'est pas la même en français ($6 \times 10 + 10$: « soixante-dix ») qu'en zapotèque ($3 \times 20 + 10$: « *tsóngál tsí'* »).

L'exercice présenté dans le tableau 2 reprend certains des points de travail évoqués ci-dessus. Cet exercice a pour objectif de mettre en valeur le caractère culturellement marqué du nom des nombres, en montrant qu'on ne peut pas systématiquement passer du français au zapotèque par une traduction littérale. L'exercice a également pour but de faire émerger le fait que le français n'est pas strictement décimal dans sa numération orale (et ce, malgré une numération écrite reposant sur un système décimal). Les questions 1.a, 2.a, 4.a et 5.a sont des exercices de retranscription. Les questions 1.b, 2.b, 4.b et 5.b invitent à prendre du recul sur les noms du nombre 17 et du nombre 80 en réfléchissant à la structure mathématique sous-jacente. Les questions 3 et 6 appellent à une mise en contraste entre le français et le zapotèque. De plus, la question 3 met en évidence deux décompositions du nombre 17.

Réponds aux questions en t'aidant du tableau récapitulatif des nombres en zapotèque.

1.a. Écris le nombre 17 en toutes lettres en français.

1.b. Écris la décomposition mathématique à laquelle ce mot fait penser : $17 = \dots\dots\dots$

2.a. Écris le nombre 17 en toutes lettres en zapotèque.

2.b. Écris la décomposition mathématique à laquelle ce mot fait penser : $17 = \dots\dots\dots$

3. Compare tes réponses à la question 1.b. et 2.b.

4.a. Écris le nombre 80 en toutes lettres en français.

4.b. Écris la décomposition mathématique à laquelle ce mot fait penser : $80 = \dots\dots\dots$

5.a. Écris le nombre 80 en toutes lettres en zapotèque.

5.b. Écris la décomposition mathématique à laquelle ce mot fait penser : $80 = \dots\dots\dots$

6. Compare tes réponses à la question 4.b. et 5.b.

Tableau 2 : Deuxième exemple d'exercice.

Éléments de correction du deuxième exemple d'exercice :

1.a. 17 s'écrit dix-sept en toutes lettres en français.

1.b. Dans le mot « dix-sept » on trouve les mots « dix » (10) et « sept » (7). Cela fait penser à la décomposition $17 = 10 + 7$.

2.a. 17 s'écrit « *tsimchop* » en toutes lettres en zapotèque.

2.b. Dans « tsimchop » on trouve « tsim » qui est une variante de « tsi'n » (15) et « chop » (2). Cela fait penser à la décomposition $17 = 15 + 2$.

3. La décomposition mathématique à laquelle fait penser le nom du nombre 17 n'est pas la même en français et en zapotèque : on ne peut pas passer du nom français au nom zapotèque (ou inversement) en traduisant mot-à-mot. En revanche, en français comme en zapotèque, le nom du nombre 17 fait intervenir le nom de deux autres nombres : 10 et 7 pour le français, 15 et 2 pour le zapotèque. Dans les deux langues, si l'on additionne ces nombres, on obtient 17, bien que cette opération ne soit explicite dans aucune des deux langues. Par ailleurs, en français, la présence du mot « dix » dans le nom du nombre rappelle le caractère décimal du système d'écriture chiffré, ce qui n'est pas le cas du zapotèque.

4.a. 80 s'écrit « quatre-vingts » en toutes lettres en français.

4.b. Dans le mot « quatre-vingts » on trouve les mots « quatre » (4) et « vingt » (20). Cela fait penser à la décomposition $80 = 4 \times 20$.

5.a. 80 s'écrit « tapgal » en toutes lettres en zapotèque.

5.b. Dans le mot « tapgal » on trouve les mots « tap » (4) et « gal » (20). Cela fait penser à la décomposition $80 = 4 \times 20$.

6. La décomposition mathématique à laquelle fait penser le nom du nombre 80 est la même en français et en zapotèque. Dans les deux langues, le nom du nombre fait intervenir le nom de deux autres nombres : 4 et 20. Si l'on multiplie ces nombres, on obtient 80, bien que cette opération ne soit explicite dans aucune des deux langues. On remarque que cette manière de dire le nombre ne reflète pas le fait que le système d'écriture chiffré en français est un système décimal de position : dans 80 il y a 8 dizaines, mais le nombre ne se lit pas « huit-dix ».

Exercice 3 : travail sur le codage verbal des nombres

L'une des difficultés d'élèves répertoriées sur le thème de la numération réside dans le lien entre numération écrite et numération orale. La mise en parallèle des systèmes de numération orale français et zapotèque, en faisant le lien avec la notation décimale positionnelle dans le cas de la numération française, peut représenter un élément de remédiation à ces difficultés. Par ailleurs, le détour par la langue zapotèque offre une possibilité de réflexion sur la combinatoire des mots-nombres. « *gáléptăp* » et « *tăpgăl* » sont formés des mêmes composantes, « *tăp* » (4) et « *găl* » (20), mais l'un désigne 24 et l'autre 80. En revenant au français, on constate le même mécanisme (« quatre » et « vingt » permettent de former « vingt-quatre » et « quatre-vingt »). C'est un exemple du fait qu'en français (comme en zapotèque), l'ordre dans lequel les mots sont combinés conditionne le sens mathématique du nom du nombre ainsi formé, conformément au principe d'une base arithmétique. Si le mot désignant le plus grand des deux nombres vient en premier dans la combinaison, alors le nom du nombre formé désigne la somme de ces deux nombres ; s'il vient en second, alors le nom du nombre formé désigne le produit de ces deux nombres. Par exemple, pour « vingt » et « quatre », « vingt-quatre » est bien le résultat de $20 + 4$, et « quatre-vingts » est bien le résultat de 4×20 . Ce principe peut d'ailleurs être étendu au-delà de la première centaine : avec trois et cent, on peut former cent trois ($100 + 3$, donc 103) ou trois-cents (3×100 donc 300).

L'exercice présenté dans le tableau 3 permet de travailler sur cette thématique. Cet exercice a pour objectif d'attirer l'attention sur certaines règles implicites que suivent les numérations orales, notamment en français. Dans les questions 1 et 2, on fournit le nom des mêmes nombres en français ainsi qu'en zapotèque, mais, en français, on ne peut en tirer que quatre noms de nombres (« trois, dix, vingt, vingt-trois ») alors qu'en zapotèque, on peut en tirer neuf : « *tsón, tsì', găl, gáléptsón, gáléptsi', gáléptsibtsón, tsóngăl, tsóngăl tsón, tsóngăl tsì'* » (3, 10, 20, 23, 30, 33, 60, 63, 70). La question 3 est ouverte et peut être l'occasion de commenter l'aspect combinatoire de la numération orale, en remarquant à l'aide du tableau récapitulatif que l'ordre de combinaison des morphèmes a

une importance : en zapotèque, « *gáléptsõn* » (23) et « *tsóngál* » (60) ne signifient pas la même chose, et en français, « vingt-trois » existe mais « trois-vingt » n'existe pas (de nos jours, voir Schwer, 2021).

1. Voici trois mots en français :		
trois	dix	vingt
Écris en français le maximum de nombres possibles en utilisant uniquement ces mots (et éventuellement un tiret).		
2. Voici trois mots en zapotèque :		
<i>tson</i>	<i>tsi</i>	<i>gal</i>
En t'aidant du tableau récapitulatif des nombres en zapotèque, écris en zapotèque le maximum de nombres possibles en utilisant uniquement ces mots (et éventuellement des lettres de liaison « p » ou « b »).		
3. Que remarques-tu ?		

Tableau 3 : Troisième exemple d'exercice.

Éléments de correction du troisième exemple d'exercice :

1. Avec les mots proposés, on peut écrire les nombres : trois (3), dix (10), vingt (20), vingt-trois (23).

2. Avec les mots proposés, on peut écrire les nombres : *tson* (3), *tsi* (10), *gal* (20), *galeptson* (23), *galeptsi* (30), *galeptsibtson* (33), *tsongal* (60), *tsongal tson* (63), *tsongal tsi* (70). On rappelle qu'en zapotèque, la concaténation de certains mots donne lieu à l'apparition de lettres de liaison (ici par exemple e, p, b) pour des raisons morphophonologiques.

3. En français comme en zapotèque, certains noms de nombres sont formés à partir d'autres. Par exemple, en français, on peut écrire quatre nombres différents en utilisant le nom des nombres 3, 10 et 20. En zapotèque, les possibilités de combinaison sont plus grandes : en utilisant le nom de ces mêmes nombres, on peut écrire neuf nombres différents. Par ailleurs, on peut remarquer que l'ordre des mots compte : en zapotèque, « *galeptson* » (23) et « *tsongal* » (60) sont tous deux composés de « *tson* » (3) et de « *gal* » (20) mais ne signifient pas la même chose. De même, en français, on peut composer « vingt-trois » à partir de « trois » et de « vingt », mais « trois-vingt » n'existe pas.

Exercice 4 : travail de compétences transverses

Enfin, le zapotèque peut représenter un levier pour travailler le raisonnement, l'argumentation, la justification. La liste des dizaines à partir de 20 (« *gál*, *gáléptsí'*, *chò'w*, *chòwéptsí'*, *tsóngál*, *tsóngál tsí'*, *tàpgál*, *tàpgál tsí'* ») peut par exemple être donnée avec la consigne « Trouve l'intrus et justifie ta réponse » pour accompagner le travail sur le fonctionnement vigésimal de la numération orale zapotèque. Un tel exercice se prête en outre à une discussion sur le terme « intrus », régulièrement présent dans les consignes scolaires (Dimey & Hache, 2024) y compris dans d'autres disciplines que les mathématiques. On peut aussi imaginer des exercices dans lesquels les élèves doivent faire appel à diverses procédures pour répondre : traduction littérale, décomposition chiffrée des nombres, stratégie d'élimination, etc. C'est le cas par exemple de l'exercice présenté dans le tableau 4, inspiré des énigmes de Poisard *et al.* (2018).

Voici une suite de nombres écrits en toutes lettres en zapotèque. Détermine la suite chiffrée correcte associée et justifie ta réponse.					
	<i>tson</i>	<i>tap</i>	<i>gal</i>	<i>tsongal</i>	<i>tapgal</i>
a.	3	4	20	30	40
b.	3	4	20	60	80
c.	3	4	20	60	100

Tableau 4 : Quatrième exemple d'exercice.

Éléments de correction du quatrième exemple d'exercice :

Les trois premières colonnes du tableau montrent que « *tson* » signifie « trois », que « *tap* » signifie « quatre », et que « *gal* » signifie « vingt ».

« *tsongal* » est formé de « *tson* » (3) et « *gal* » (20). Comme on ne peut pas former 30 en additionnant, soustrayant, multipliant ou divisant 3 et 20, la suite **a.** est éliminée.

« *tapgal* » est formé de « *tap* » (4) et « *gal* » (20). Comme on ne peut pas former 100 en additionnant, soustrayant, multipliant ou divisant 4 et 20, la suite **c.** est éliminée.

Conclusion : la suite chiffrée correcte est la suite **b.**

Conclusion

Le détour par le zapotèque semble constituer un cadre porteur pour une réflexion métalinguistique et métacognitive sur le système de numération français. La confrontation des manières française et zapotèque d'exprimer le nom des nombres permet en effet de mettre en lumière certains mécanismes linguistiques qui existent en français, et de rendre explicite la structure arithmétique sous-jacente. La réflexivité à la fois linguistique et mathématique permise par une telle mise en regard ouvre la possibilité d'un travail mathématique sur le thème de la numération, notamment concernant les bases arithmétiques, les décompositions arithmétiques des nombres, le codage verbal des nombres, ou encore des compétences transverses comme le raisonnement, l'argumentation, la justification. Travailler autour de la numération en zapotèque pourrait constituer un levier pertinent pour soutenir les apprentissages mathématiques en français.

Les pistes proposées peuvent être prolongées selon plusieurs axes. Il est possible d'adapter le travail à d'autres niveaux d'enseignement en jouant sur la variable de la taille des nombres en jeu, notamment en fin de cycle 3 (élèves de 9 à 11 ans) en France pour les grands nombres). On peut aussi imaginer traiter d'autres contenus mathématiques, en convoquant éventuellement d'autres langues que le zapotèque. Enfin, la démarche peut trouver des espaces d'application pertinents dans des contextes où l'apprentissage des mathématiques est réalisé en français langue étrangère ou seconde, tels que les dispositifs UPE2A (unité pédagogique pour élèves allophones arrivants).

Remerciements

Nous remercions Norma Leticia Vásquez Martínez, docteure de l'Instituto Politécnico Nacional de México (Vásquez Martínez, 2024), pour ses éclairages sur la langue et la culture zapotèques.

Références

- Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of mathematics teacher education*, 3(3), 205-224. <https://doi.org/10.1023/A:1009903206236>
- Bessonnat, D. (1998). Maîtrise de la langue et apprentissages disciplinaires. Approches transversales au collège en France. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, (19), 41-48. <https://doi.org/10.4000/ries.2860>

- De Pietro, J.-F. (2003). La diversité au fondement des activités réflexives. Repères, *Recherches en didactique du français langue maternelle*, 28(1), 161-185. <https://doi.org/10.3406/reper.2003.2427>
- Dimey, A., & Hache, C. (2024). Dire astucieusement pour faire faire. *Petit x*, 121, 29-55. Accès https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/121x2_1738236600675-pdf
- Jaubert, M., Rebière, M., & Bernié, J.-P. (2012). Communautés discursives disciplinaires scolaires et construction de savoirs : l'hypothèse énonciative. In *Forum lecture suisse. Littérature dans la recherche et la pratique*. Accès https://www.forumlecture.ch/sysModules/obxLeseforum/Artikel/476/2012_3_Jaubert_Rebiere_Bernier.pdf
- Gajo, L. (2013). Le plurilinguisme dans et pour la science : enjeux d'une politique linguistique à l'université. *Synergies Europe*, (8), 97-109. Accès <https://www.gerflint.fr/Base/Europe8/Gajo.pdf>
- 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. (2019). *Questions langagières dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques*, Habilitation à diriger des recherches, Université Paris Diderot. <https://hal.science/tel-02420979>
- Jenny, E. (2021). *Compétences socio-communicatives et apprentissage des mathématiques pour des élèves de 10-12 ans dans un dispositif d'immersion réciproque allemand-français*. Thèse de doctorat, Université de Genève. Accès <https://access.archive-ouverte.unige.ch/access/metadata/a210ba00-7cad-4c3b-ade5-3b22d0226722/download>
- Mendonça Dias, C., & Millon-Fauré, K. (2023). *Mathématiques en français langue seconde et en langues étrangères*. Hachette FLE.
- Poisard, C., Kervran, M., Surget, E., & Moumin, E. (2018). Étudier des numérations orales en classe : quels savoirs mathématiques et langagiers ? *Au fil des maths*. <https://hal.science/hal-01870517v1/document>
- Schwer, S. (2021). Quelques réflexions sur l'évolution des systèmes de numération en langue : l'exemple de quelques parlers marchois. In Esher, L., Guerin, M., Quint, N., Russo, M. (Dir.), *Le Croissant linguistique : entre oc, oïl et francoprovençal*. L'Harmattan, 313-334.
- Vasquez, N. L. (2024). *Construcciones mutliverbales monoclausales en el zapoteco de San Pedro Mixtepec*. Tesis, Centro de Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS). Accès https://ciesas.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1015/1719/1/TE%20V.M.%202024_%20Norm%20Leticia%20Vasquez%20Mart%c3%adnez.pdf
- Vygotski, L. (1934/1985). *Pensée et langage* (traduit par F. Sève, V^e éd.). La Dispute.

S'appuyer sur la comparaison des langues pour enseigner les mathématiques : quels apports pour des élèves de cycle 3 ?

Maëlle Teychenné

Doctorante, DILTEC et LDAR

Résumé en français : cet article propose des éléments d'analyse d'une expérimentation d'une séquence de mathématiques, dans une classe d'élèves de cours moyens 1 et 2, s'appuyant sur une démarche de comparaison des langues. Considérant le contraste des langues et des cultures comme une ressource didactique, nous proposons d'en observer les apports pédagogiques. Le contexte dans lequel s'inscrit cette expérimentation est celui de l'enseignement bilingue précoce à parité horaire, français/occitan.

Mots-clés : comparaison de langues, mathématiques, enseignement, apprentissages, disciplines non linguistiques, pratiques langagières.

Abstract in English : this article offers elements for analysing an experiment involving a mathematics sequence in a class of Year 5 – Year 6 students, based on a language comparison approach. Considering the contrast between languages and cultures as a teaching resource, we propose to observe its educational benefits. The context for this experiment is early bilingual education with equal hours devoted to french and occitan.

Keywords : language comparison, mathematics, teaching, learning, non-linguistic subjects, language practices.

Resumit en occitan : aqueste article prepausa d'elements d'analisi d'una experimentacion d'una sequéncia de matematicas, dins una classa d'escolans de cors mejans 1 e 2, en s'apiejant sul procediment de la comparason de las lengas. Partissent del principi que lo contrast de las lengas e de las culturas es una ressorta didactica, prepausam de n'observar los beneficis pedagogics. Lo contèxt d'aquesta experimentacion es lo de l'ensenhament bilingüe aborü, a paritat orària, francés/occitan.

Mots claus : comparason de las lengas, matematicas, ensenhament, aprendissatges, disciplinas dichas non lingüisticas, practicas lengatgièras.

Introduction

Notre propos s'intéresse à la dimension linguistique des mathématiques (Beacco *et al.* 2016). Loin d'être universelles, comme pourrait le faire croire l'usage de symboles, elles sont le reflet de la perception que les êtres ont de la réalité et sont par conséquent, propres à chaque culture. Le lien entre culture et mathématiques est étudié par « les ethnomathématiques ». Ce terme désigne à la fois la pratique mathématique propre à une culture et le domaine de recherche qui porte sur ces pratiques (D'Ambrosio, 2011). Nous proposons de retenir cette approche afin de réfléchir à la manière dont les langues et les cultures influencent la conceptualisation des notions disciplinaires (D'Ambrosio, 2001). La comparaison des langues s'appuie sur le contraste et provoque un processus de défamiliarisation, de détour par l'autre langue (Perregaux, 2004). Que les élèves prennent conscience de la manière dont les mathématiques sont exprimées dans leurs langues (de scolarisation, ou familiales) ou dans des langues étrangères ou régionales, leur permet de prendre du recul et de mieux percevoir la densité des contenus disciplinaires et linguistiques des langues d'enseignement (Gajo, 2007).

Afin d'observer les bénéfices d'une telle expérimentation sur nos élèves, nous avons mis en œuvre, en tant qu'enseignante, une séquence sur la numération et l'usage des grands nombres (millions et milliards), dans deux classes bilingues occitan-français de cours moyen 1 et 2. Elle permettait de contraster les systèmes de numérations orales des langues française, occitane, maorie, basque, et bretonne. Dans le cadre de la rédaction d'un mémoire de Master de deuxième année (Teychenné,

2024), nous avons analysé les interactions de classe et les travaux de nos élèves, lors de cette expérimentation, afin d'en observer les apports pédagogiques.

Dans ce texte, nous définissons les concepts théoriques issus des recherches en matière de didactique des langues et des mathématiques que nous allons utiliser. Puis, nous présentons les aspects méthodologiques qui ont guidé le recueil de données, ainsi que leur traitement, en vue de fournir, dans une dernière partie, des éléments d'analyse.

1. La comparaison des langues comme levier pour construire des pratiques langagières en mathématiques

Nous explorons ici les éléments issus de la recherche qui encadrent notre réflexion et définissons les concepts clés qui seront utiles dans l'analyse des données, en troisième partie.

1.1. La comparaison des langues

La mise en œuvre d'une séquence de mathématiques en appui sur la comparaison des langues fait partie des approches interculturelles que le CARAP (Cadre de référence sur les approches plurielles des langues et des cultures) définit ainsi « l'étude des phénomènes relevant d'une ou plusieurs aire(s) culturelle(s) pour en comprendre d'autres relevant d'une autre aire culturelle » (Candelier, 2012, p.7). En impliquant plusieurs variétés linguistiques et culturelles, ces activités appartiennent aux « approches plurielles » (Candelier, 2008, p.68) qui développent des savoirs, des savoir-faire et des savoir-être, chez les élèves. Notre démarche s'inspire également de la démarche « awareness of language », théorisée par Hawkins (1992) qui porte sur l'intérêt de la comparaison des langues étrangères avec la langue de scolarisation. Ce « mécanisme du détour » par une autre langue (Perregaux, 2004, p.162) permet de sortir de la langue d'enseignement, grâce à la comparaison, de relativiser sa manière de dire le monde, et d'y revenir pour mieux « voir » ou plutôt pour rendre visible les phénomènes invisibilisés dans la langue d'enseignement. Nous retenons de cette approche l'attitude réflexive qui amène les élèves à prendre du recul, observer, faire des remarques sur les langues, en d'autres termes, à développer « une conscience métalinguistique » (Dabène, 1992, p.17) qui participe à l'élaboration de savoirs sur les langues. Dans la mesure où la séquence proposée est construite sur un principe de comparaison des langues, la notion d'alternance codique intéresse notre propos. Ce concept désigne les alternances de codes linguistiques, au sein du discours. Citons la méso-alternance ou alternance séquentielle (Duverger, 2007). Il s'agit d'un choix pédagogique délibéré de l'enseignant qui l'amène à utiliser une langue de scolarisation plutôt qu'une autre, afin de favoriser les processus d'apprentissage. Nous aurons l'occasion d'illustrer cette situation dans la troisième partie. De plus, les alternances peuvent être plus ponctuelles : lorsque élèves et enseignante sont amenés à parler sur les langues étrangères ou régionales qu'ils comparent avec leurs langues de scolarisation, ils les mentionnent, ils les prononcent sans pour autant changer de langue en usage. La démarche de comparaison des langues s'inscrit dans des approches interculturelles et plurielles. Ce détour par l'altérité repose sur l'alternance des codes linguistiques et n'a de sens qu'en considérant la dimension linguistique des mathématiques.

1.2. La dimension linguistique de la discipline

Si la langue est souvent considérée comme un moyen de communication, elle joue un rôle essentiel dans l'apprentissage de nouvelles notions, elle est indissociable des processus de conceptualisation. Le guide du Conseil de l'Europe (Beacco *et al.* 2016) qui porte sur « les dimensions linguistiques de toutes les matières scolaires », détaille les multiples fonctions de la langue dans l'élaboration de nouvelles connaissances. Les auteurs concluent ainsi : « Comme nous pouvons le voir, la langue et la cognition sont intimement liées : chaque fonction langagière est, par nature, à la fois cognitive et linguistique » (*ibid.*, p.20). Ainsi, chaque processus mental doit être accompagné de verbalisations destinées à clarifier et conceptualiser de nouvelles connaissances. Par conséquent, il nous semble pertinent de considérer les mathématiques comme « une Discipline dite Non Linguistique »,

abrégiée DdNL plus loin (Gajo, 2007, p.3). Dans ses travaux, Gajo s'intéresse particulièrement à l'enseignement bilingue. Il considère le croisement des langues d'enseignement comme un terrain fertile pour construire les savoirs disciplinaires (Gajo, *ibid.*).

Dans une démarche similaire, nous nous intéressons aux usages des langues (Hache, 2019) dans la conceptualisation des savoirs mathématiques.

1.3. L'élaboration de pratiques langagières pour construire des savoirs

Adopter la démarche du « détour par d'autres langues » permet de considérer les usages de la langue spécifiques aux mathématiques (Mendonça Dias et Millon-Fauré, 2023) comme un objet d'étude, et de réflexion. En effet, l'observation de similitudes ou de divergences provoque l'émergence d'un discours plus spécialisé. Le langage met la langue en discours. C'est un usage spécifique de la langue qui est tout à la fois observé et construit au sein de la classe : celui des « pratiques langagières des mathématiciens » (Hache, 2019, p.13). Jaubert et Rebière insistent sur ce point : « l'école a pour mission d'acculturer les élèves aux différentes disciplines, à leurs usages langagiers, à leurs mondes et à leurs savoirs » (Jaubert et Rebière, 2021, p.3). Si chaque discipline scolaire se distingue par ses propres pratiques langagières, alors, il convient de les enseigner aux élèves, et de co-construire ce que ces auteurs nomment « une communauté discursive scolaire » (*ibid.*, p.4). Tout élève doit s'approprier « un mode d'agir-parler-penser » spécifique à la discipline. L'objectif de ce travail sur l'acquisition de ces pratiques langagières est inextricablement lié à la conceptualisation et à la construction des savoirs. Les auteures (*ibid.*) citent les travaux de Vygotski (1934) dans lesquels il distingue « les concepts quotidiens » aux « concepts scientifiques ». Les premiers sont spontanés, ancrés dans l'ici et maintenant et tributaires de l'action. Les seconds sont reconstruits, au sein de l'espace discursif de la classe (ou plus généralement de la sphère savante), ils recontextualisent l'action en la mettant à distance et s'ancrent dans les savoirs disciplinaires. Cette transformation conceptuelle repose sur le passage des genres premiers de discours en genres seconds. C'est ce que les auteures nomment « la secondarisation des discours » (*ibid.*, p.7). Ce changement discursif et conceptuel n'est possible que par l'entremise de la médiation langagière de l'enseignant.

C'est donc au cœur des mécanismes discursifs que nous pourrions analyser les interactions sociales pour étudier de quelle manière se construisent les savoirs.

2. Éléments méthodologiques

Nous fournissons dans cette seconde partie des éléments visant à présenter le contexte dans lequel cette expérimentation a été menée, son déroulé, les données qui ont été recueillies ainsi que le traitement en vue de l'analyse des interactions en situation d'enseignement-apprentissage (Cicurel, 2011) présentée en dernière partie.

2.1. Contexte de l'expérimentation

La mise en œuvre de la séquence de numération en comparaison des langues a été menée par l'auteure du présent article, en tant qu'enseignante, dans deux classes de cours moyen 1 et 2, bilingue occitan-français, au cours de l'année 2023-2024. L'enseignement public bilingue en langue française et régionale est réglementé par la Circulaire relative à l'enseignement et à la promotion des langues et cultures régionales (MEN, 2021). Il vise à la maîtrise équivalente des deux langues d'enseignement en fin de cursus. La Circulaire laisse à la discrétion des écoles la répartition du temps d'exposition aux deux langues : « adapté[e] aux besoins des élèves et au projet pédagogique de l'école/l'établissement ou de la classe » (MEN, *ibid.*). Lors de la mise en œuvre de la séquence ci-après décrite, la répartition entre les deux langues était paritaire : 12 heures d'enseignement en français par une enseignante, 12 heures d'enseignement en occitan par nos soins. En ce qui concerne l'enseignement de la numération, l'alternance entre les langues de scolarisation était

répartie de la manière suivante : de la rentrée de septembre aux vacances de décembre, l'étude des grands nombres (millions et milliards) se déroulait en français. Puis à partir du mois de janvier, et jusqu'aux vacances d'hiver, les grands nombres étaient travaillés en occitan. C'est au cours de cette période qu'a été mise en œuvre l'expérimentation.

L'échantillon d'élèves est réparti comme suit :

- une classe de 19 CM1 et 6 CM2 ;
- une classe de 9 CM2 (et 12 CE2 qui n'ont pas participé à l'expérimentation).

Ce sont donc 34 élèves de CM1 et CM2, comprenant 18 filles et 16 garçons qui font l'objet de nos observations, pour la présente étude. Parmi eux, un élève parle couramment espagnol et six élèves ont pour langue maternelle l'arabe. Précisons qu'il s'agit d'une cohorte d'élèves accoutumée à la démarche de comparaison des langues. En effet, comme nous avons fait le choix d'enseigner les mathématiques en deux langues, il en allait de même des compétences d'acquisition du français comme matière. L'enseignement des domaines tels que la grammaire, le vocabulaire ou l'orthographe était fondé sur la comparaison du français et de l'occitan. Il s'agit donc d'une démarche à laquelle cet échantillon d'élèves était sensibilisé.

Nous proposons désormais de décrire plus en profondeur les séances menées et d'explicitier le choix des langues en fonction de leur manière d'exprimer les grands nombres.

2.2. Déroulement des séances

L'ensemble de la séquence s'inscrit dans les directives ministérielles : « au cycle 3, l'étude des grands nombres permet d'enrichir la compréhension de notre système de numération (numération orale et numération écrite) et de mobiliser ses propriétés lors de calculs » (MEN 2023, p.100). En didactique des mathématiques, la numération écrite fait référence aux symboles utilisés à l'écrit, comme les chiffres au tout autre codage écrit. Quant à la numération orale, elle correspond au nom des nombres que l'on écrit en lettres. La séquence proposée permet de partir de la numération orale pour construire la numération écrite.

Le déroulé des 8 séances s'est enchaîné comme suit :

- une évaluation initiale réalisée en français sur la désignation des grands nombres ;
- deux séances de comparaison de la numération française et occitane ;
- deux séances d'énigmes en langue maorie ;
- une séance portant sur les nombres en breton ;
- une séance sur la numération basque ;
- une évaluation finale produite en occitan.

Les deux premières séances comparent la numération orale en occitan languedocien et en français. Il est utile de préciser que le languedocien est la variété de langue occitane que nous utilisons au quotidien, dans la classe. Il était demandé aux élèves d'écrire sur des cartes de couleurs différentes ce qu'ils entendaient en prononçant le nombre 173 478 en français et en occitan languedocien. Puis, ils devaient ajouter les symboles mathématiques permettant de décomposer le nombre.

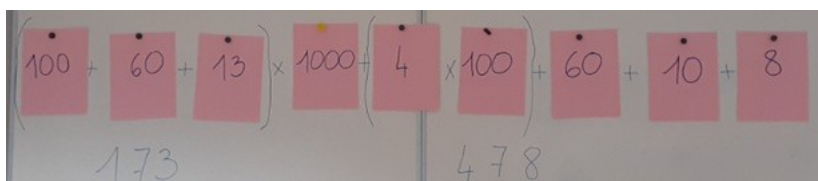


Figure 1 : Affichage à partir de la numération orale en français.

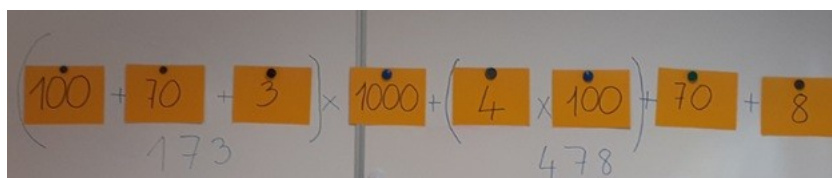


Figure 2 : Affichage à partir de la numération orale en occitan.

La comparaison des numérations orales dans les deux langues de scolarisation permet de mettre en évidence des divergences quant à la construction du nombre. En effet, la numération orale en français est vigésimale de 80 à 99, tandis que celle en occitan languedocien demeure en base 10. Ainsi, la dénomination du nombre repose sur une décomposition différente. Un élève bilingue occitan/français construit donc une double représentation du nombre que nous résumons dans le tableau 1, en reprenant l'exemple précédent :

En français	En occitan languedocien
J'entends : 100 ; 60 ; 13 ; 1000 ; 4 ; 100 ; 60 ; 10 ; 8	J'entends : 100 ; 70 ; 3 ; 1000 ; 4 ; 100 ; 70 ; 8
Je décompose : (100 + 60 + 13) x 1000 + 4 x 100 + 60 + 10 + 8	Je décompose : (100 + 70 + 3) x 1000 + 4 x 100 + 70 + 8
J'écris : 173 478	J'écris : 173 478

Tableau 1 : Représentations orales et écrites de 173 478, en français et en occitan languedocien.

Les deux séances suivantes portaient sur la résolution et la création d'énigmes en maori. Le premier exercice porte sur l'énigme proposée par Poisard *et al.* (2018, p.6). A partir d'une liste de nombres écrits en lettres en maori, les élèves doivent faire des hypothèses afin de retrouver la bonne ligne de nombres, parmi trois suites chiffrées. L'intérêt de l'activité porte sur les stratégies mises en œuvre pour résoudre l'énigme. Lors de la mise en commun, les élèves justifient et argumentent. Ces échanges mettent en évidence un contraste entre les numérations en français et en maori que nous résumons dans le tableau 2 :

En français	En maori
Je lis : Soixante-dix	Je lis : Whitu tekau
J'entends : 60 ; 10	J'entends : 7 ; 10
Je décompose : 60 + 10	Je décompose : 7 x 10

Tableau 2 : Représentations orales et écrites de 70, en occitan languedocien et maori.

Lors des séances 4 et 5, il était demandé aux élèves de faire des hypothèses quant à la construction de nombres en basque et en breton. Pour ce faire, nous donnions uniquement les noms des chiffres de 1 à 9 et le 10. Grâce à ces éléments, les élèves devaient faire des hypothèses quant au sens mathématique du nombre, comme l'illustre cet exemple d'exercice :

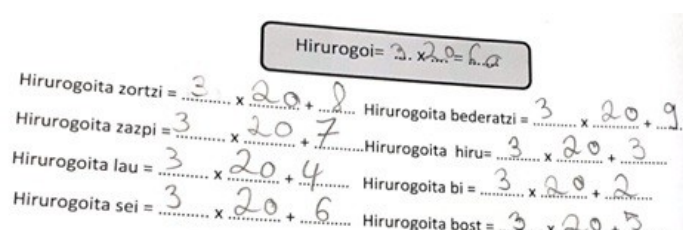


Figure 3 : Décompositions en basque.

Les nombres en basque sont composés de groupements de 20 « hogoi ». Les nombres en breton sont également construits sur une base 20 « ugent », à partir du nombre 40. Dans le cas du basque, l'unité est postposée à la dizaine. Dans le cas du breton, l'unité est antéposée. Nous résumons ces constructions dans le tableau 3.

En breton		En basque	
Pevar warn-ugent	$4 + 20$	Hogoita lau	$20 + 4$
Pevar ha daou-ugent	$4 + 2 \times 20$	Berrogoita lau	$2 \times 20 + 4$
Pevar ha tri-ugent	$4 + 3 \times 20$	Hirurogoita lau	$3 \times 20 + 4$
Pevar ha pevar-ugent	$4 + 4 \times 20$	Laurogoita lau	$4 \times 20 + 4$

Tableau 3 : Décompositions arithmétiques de nombres en basque et en breton.

2.3. Recueil et traitement des données

Les données ont été recueillies durant les mois de janvier et de février 2024, après avoir présenté l'expérimentation aux parents d'élèves, et demandé l'autorisation d'enregistrer les interactions de classe. L'intégralité de la séquence de numération a été enregistrée au moyen d'un micro et d'un téléphone, espacés dans la salle de classe. Ces enregistrements ont été transcrits afin de rendre compte des interactions sociales et d'analyser les discours des élèves. Ces transcriptions font l'objet d'une analyse essentiellement qualitative. Les traces matérielles témoignant d'un travail collectif, collaboratif ou individuel ont été photographiées. Elles correspondent aux différentes phases d'apprentissage : les hypothèses des élèves, leurs essais et erreurs, les exercices d'entraînement, l'institutionnalisation. Ces données ont une valeur illustrative.

En toute première séance, les élèves ont participé à une évaluation, sur les grands nombres, en français. Pour rappel, les compétences « lire, écrire, décomposer des grands nombres » avaient été travaillées en français, de septembre à décembre. Cette évaluation nous permettait de faire un état des connaissances et compétences des élèves avant l'expérimentation. En fin de séquence, une évaluation en occitan a été réalisée : elle reprenait les compétences initialement évaluées et proposait des exercices visant à transférer les stratégies travaillées lors de la comparaison des systèmes de numération en basque, breton et maori. La comparaison des résultats entre ces deux évaluations donne des éléments pour une analyse quantitative. Enfin, à l'issue de l'expérimentation, il a été demandé aux élèves, au moyen d'un questionnaire écrit et anonyme, leur ressenti concernant leur participation à cette séquence. Les représentations des élèves sont recueillies : elles donnent des éléments d'analyse quant à leur perception de la difficulté, leur intérêt ou encore ce qu'ils pensent avoir appris lors de cette expérimentation.

3. Éléments d'analyse

L'analyse des transcriptions des interactions sociales entre l'enseignante et les élèves, la comparaison des résultats aux évaluations avant et après l'expérimentation et la synthèse des réponses à l'enquête donnée aux élèves donnent des éléments en faveur d'apports linguistiques, culturels, langagiers et cognitifs.

3.1. Des apports linguistiques et culturels

Rappelons que l'objectif de l'expérimentation n'est pas d'apprendre de nouvelles langues mais de parler sur ces langues. Cette approche ne peut faire l'économie d'une curiosité pour les langues et les cultures observées : qui parle ces langues ? Où ? A quelles cultures renvoient-elles ? Les élèves sont friands de ces nouvelles connaissances : cette démarche développe la curiosité, l'intérêt et le respect de l'autre. Les résultats de l'enquête sur les représentations des élèves, à la fin de l'expérimentation apportent des éléments dans ce sens : plus de la moitié des élèves de notre échantillon pensent que notre objectif était de leur apprendre de nouvelles langues. Lorsqu'il leur était demandé de répondre à la question : « qu'as-tu appris ? », les avis sont partagés de moitié entre l'éveil aux langues et les mathématiques. Cette proportion nous a surpris car notre objectif était avant tout d'ordre mathématique ; elle témoigne de l'intérêt des élèves pour la découverte de nouvelles langues et cultures.

Rappelons que cette expérimentation s'est déroulée dans le cadre de classes bilingues. La langue d'usage, dans les séances de numération observées, est l'occitan. Pourtant, nous remarquons qu'au

moment de découvrir le fonctionnement d'un nouveau système de numération, les transcriptions d'interactions montrent que les élèves s'expriment spontanément en français. Comme si toute leur attention portait sur le fond, la comparaison avec l'autre langue, au détriment de l'usage de l'occitan. Pour illustrer ce propos, nous présentons l'analyse d'une transcription issue d'une séance avec des élèves de CM2. Nous demandons des remarques au sujet du mot nombre « tri ha tri-ugent » en breton (mot à mot, trois et trois vingts) :

	Transcription des échanges	Traduction en français
Ens :	i a pas quicòm que vos estona↑ es parierà que no-sautres↑	il n'y a pas quelque chose qui vous étonne↑ c'est pareil que nous ↑
El 2 :	se + ha es mai	si + ha c'est plus
Ens :	ha es mai	ha c'est plus
El 3 :	le trois est avant le soixante ++ lo tres es abans lo seissanta.	le trois est avant le soixante
Ens :	es sustot aquò que m'estonava + meton l'unitat abans la desena e nosautres cossí fasèm↑	c'est surtout ça qui m'étonnait+ ils mettent l'unité avant la dizaine et nous, comment on fait ↑
El 4 :	on met la dizaine avant l'unité	
Ens :	seissanta-tres + soixante-trois disèm en francés	soixante-trois + on dit en français
El 4 :	trois plus soixante↑	
Ens :	eles dison tres mai seissanta o plus exactement tres + plus + tres + vints	eux ils disent trois plus soixante ou plus exactement trois + plus + trois + vingts

Tableau 4 : Transcription de la séance 6, en comparaison avec le breton.

L'observation attendue, sur le nombre en breton, porte sur la place de l'unité antéposée par rapport à la dizaine. L'élève 3 répond tout d'abord en français, puis répète la même chose en occitan. Il connaît les attentes explicites de la classe bilingue : nous attendons de lui qu'il s'exprime en occitan. Pourtant, spontanément, il utilise le français. C'est également le cas de l'élève 4 qui reprend l'observation mathématique, mais en français. Nous remarquons ce changement de code linguistique à plusieurs reprises, tout particulièrement lors du premier contact avec une langue inconnue.

Nous proposons deux hypothèses quant à cette remarque :

- le premier contact avec la langue « étrange » au sens de Gajo (2007, p.4) provoque une telle défamiliarisation que l'élève revient au français, qui lui semble plus sécurisant ;
- l'effort de concentration sur le fonctionnement de l'autre langue est tel que l'élève emploie la langue de scolarisation qui lui vient spontanément, le français.

Cependant, passé cet effet de découverte, lorsque les élèves sont plus accoutumés au système de numération de l'autre langue, ils utilisent systématiquement l'occitan. Nous proposons l'extrait d'une transcription dans laquelle un élève de CM2 explique sa réponse concernant une énigme en maori.

	Transcription des échanges	Traduction en français
Ens :	segonda enigma↑	deuxième énigme↑
El 2 :	es la A ++ perque un es tahi+ whā tekau es quaranta + rima tekau mā iwa es cinquanta-nòu + kotahi rau tekau mā toru es cent tretze + iwa rau iwa tekau mā waru + es nòu cents och.. nonanta-uèit + e iwa rau iwa tekau mā waru mano ono rau rima tekau mā toru + es nòu cents nonanta-uèit mila siès cents cinquanta-tres	c'est la A ++ parce que un c'est tahi + whā tekau c'est quarante + rima tekau mā iwa c'est cinquante-neuf + kotahi rau tekau mā toru c'est cent treize + iwa rau iwa tekau mā waru + c'est neuf cent quatre.. quatre-vingt-dix-huit + et iwa rau iwa tekau mā waru mano ono rau rima tekau mā toru + c'est neuf cent quatre-vingt-dix-huit mille six cent cinquante-trois

Tableau 5 : Transcription d'un extrait de la séance 5, en comparaison avec le maori.

Pour justifier sa réponse, l'élève reprend chaque nombre de l'énigme en maori et le transforme en mots-nombres en occitan. Il ne s'agit pas d'une traduction littérale : par exemple pour whā tekau, l'élève aurait pu dire « quatre dix » ou « quatre fois dix ». Il donne directement la réponse quaranta, cela nous donne lieu de penser que le fonctionnement de la numération en maori est automatisé, intériorisé et que le passage d'une langue à l'autre en est facilité. Dans cet extrait, l'alternance codique (Duverger, 2007) est fluide, à l'exception de och.. nonanta-uèit. L'élève commence à prononcer « ochanta » (quatre-vingts) et se reprend seul avec « nonanta-uèit » (quatre-vingt-dix-huit).

Ces quelques éléments d'analyse laissent entrevoir des enjeux linguistiques importants pour les élèves. D'une part, par l'éveil à la diversité linguistique, cette séquence permet de se décentrer de ses propres langues et cultures et de s'ouvrir à l'altérité. D'autre part, elle insiste sur une vigilance accrue au sujet de la construction de la seconde langue de scolarisation. Les élèves changent de code linguistique très fréquemment : plus ils sont familiarisés avec le système de numération qu'ils observent, plus ils emploient l'autre langue. Cette aisance n'intervient cependant pas seule ; nous proposons désormais d'étudier les apports langagiers qui vont conforter les apprentissages linguistiques et mathématiques.

3.2. Des pratiques langagières spécifiques aux mathématiques

Il ne peut y avoir un bénéfice pour la langue de scolarisation que par un travail assidu sur le langage. Dans l'analyse des interactions de classe, nous nous intéressons à l'usage de la langue, dans les discours.

Dans les transcriptions analysées, nous insistons continuellement pour que nos élèves argumentent et justifient leurs réponses. Nous proposons (tableau 6) un extrait des échanges avec les élèves de CM2 au sujet du nombre en basque « laurogoita lau », signifiant mot à mot 4 fois 20 plus 4.

	Transcription des échanges	Traduction en français
Ens :	quantas còps vint dins ochanta-quatre↑	combien de fois vingt dans quatre-vingt-quatre↑
El 1 :	hum ++	hum ++
Ens :	la responsa es escrucha aici ++ es dins lo nombre	la réponse est écrite ici ++ c'est dans le nombre
El 1 :	quatre còps vint	quatre fois vingt
Ens :	quatre còps ++ e demòra↑	quatre fois +++ et il reste↑
El 1 :	quatre	
Ens :	fòrt plan	très bien

Tableau 6 : Transcription d'un extrait de la séance 7, en comparaison avec le basque.

Le questionnement leur est posé ainsi : « combien de fois vingt dans quatre-vingt-quatre ? ». Afin de répondre aux hésitations de l'élève 1, nous indiquons que la réponse est dans le nombre basque « laurogoita-lau ». Nous proposons la stratégie suivante : s'appuyer sur la numération orale basque pour résoudre la division euclidienne demandée. Puis, la résolution se fait à deux voix. Ce sont nos questionnements qui guident l'élève pour répondre : quatre còps ++ e demòra↑. Ce questionnement (combien de fois vingt dans...) est répété sur plusieurs nombres en basque, invitant les élèves à utiliser des structures langagières spécifiques (x fois et il reste y). Dans la suite des échanges de la transcription 3 (tableau 7), nous remarquons une plus grande autonomie des élèves, et donc un guidage moindre de notre part.

	Transcription des échanges	Traduction en français
Ens :	quantas còps vint dins seissanta-sièis†	combien de fois vingt dans soixante-six†
El 3 :	tres	trois
Ens :	tres còps + aquò es la responsa ++ tres còps vint	trois fois + c'est la réponse ++ trois fois vingt
El 3 :	fa seissanta + seissanta-sièis mens seissanta + demòra sièis	ça fait soixante + soixante-six moins soixante + il reste six
Ens :	e demòra sièis + la responsa complèta†	et il reste six + la réponse complète †
El 6 :	tres e demòra sièis	trois et il reste six

Tableau 7 : Transcription d'un extrait de la séance 7, en comparaison avec le basque.

Le questionnement porte sur « combien de fois vingt dans soixante-six ? », en basque hirurogoita sei ($3 \times 20 + 6$). L'élève 3 répond trois fois puis, plus loin, donne la réponse complète. La réponse attendue est donnée par l'élève 6. Dans la suite de ces échanges (tableau 8), nous remarquons que la structure est mémorisée et automatisée.

	Transcription des échanges	Traduction en français
Ens :	quantas còps vint dins quaranta-dos† berrogoita bi	combien de fois vingt dans quarante-deux† berrogoita bi
El 1 :	dos còps vint mai dos	deux fois vingt plus deux

Tableau 8 : Transcription d'un extrait de la séance 7, en comparaison avec le basque.

La question porte sur « combien de fois vingt dans quarante-deux ? », en appui explicite sur la langue basque. Ainsi la réponse de l'élève passe par le calcul arithmétique, avec l'aide du nom du nombre. Nous observons un cercle vertueux entre la comparaison des langues, la transformation du discours de l'élève, et l'enrichissement des représentations du nombre, en mathématiques.

Cette transformation progressive du discours des élèves renvoie à ce que Jaubert et Rebière nomment la « secondarisation des discours » (2021, p.7). C'est la médiation langagière de l'enseignant qui permet le passage des genres premiers discursifs initialement produits, dans la dynamique de l'échange, aux genres seconds co-construits dans les interactions. Il s'agit d'un discours construit, scientifique, dans lequel les concepts s'élaborent.

3.3. Des apports cognitifs

Afin de mesurer l'évolution en termes de compétences et d'apprentissages mathématiques, une évaluation sur les grands nombres est proposée avant et après l'expérimentation. Le tableau 9 détaille par compétences et par niveaux les résultats.

Ces résultats témoignent de progrès dans les compétences numériques, entre la première et la seconde évaluation :

- décomposer un nombre (meilleure maîtrise pour 6 CM1 et 9 CM2),
- écrire un nombre en chiffres (amélioration des résultats pour 6 CM1 et 4 CM2),
- écrire un nombre en lettres (4 CM2 supplémentaires répondent aux attendus).

Décomposer les grands nombres	
Résultats de l'évaluation avant l'expérimentation	Résultats de l'évaluation après l'expérimentation
Compétence acquise pour 6 CM1 sur 17. Compétence non acquise pour les 14 CM2.	Compétence acquise pour 12 CM1 sur 17. Compétence acquise pour 9 CM2 sur 14.
Écrire un nombre en chiffres	
Résultats de l'évaluation avant l'expérimentation	Résultats de l'évaluation après l'expérimentation
Compétence acquise pour 11 CM1 sur 17. Compétence acquise pour 7 CM2	Compétence acquise pour 15 CM1 sur 17. Compétence acquise pour 11 CM2 sur 17.

Écrire un nombre en lettres	
Résultats de l'évaluation avant l'expérimentation	Résultats de l'évaluation après l'expérimentation
Les CM1 n'ont pas été évalués sur cette compétence. Compétence acquise pour 4 CM2 sur 14.	Compétence acquise pour 8 CM2 sur 14.

Tableau 9 : Comparatif des résultats aux évaluations initiale et finale.

Les compétences numériques ne sont pas les seuls savoirs négociés.

En effet, la réflexion métalinguistique initiée par les comparaisons des langues implique la mise en œuvre de savoir-faire, tels que décrits dans les compétences du CARAP (Candelier *et al.* 2012) : « savoir prendre appui sur une langue ou une culture connue pour élaborer des démarches d'analyse dans une autre langue ou culture ». Ces stratégies sont très présentes dans les transcriptions, comme le montre l'extrait issu de la séance 6, avec les CM1-CM2 (tableau 10).

	Transcription des échanges	Traduction en français
Ens :	alara i anam sus aquela enigma bretona + qual m'indica quina es la bona linha ↑ per l'enigma una + e sustot perqué avètz causida aquela linha ++ m'interessa + D↑	alors prenons cette énigme bretonne + qui m'indique quelle est la bonne ligne ↑ pour l'énigme une + et surtout pourquoi avez-vous choisi cette ligne ++ cela m'intéresse + D↑
El 1 :	la B	
Ens :	la B + perqué la B↑	la B + pourquoi la B ↑
El 1 :	perqué ++	parce que ++
Ens :	quin es lo nombre que t'a permes de respondre↑	quel est le nombre qui t'a permis de répondre↑
El 1 :	pevar-ugent + que fa quatre-vint↑ ochanta↑	pevar-ugent + qui fait quatre-vingts↑ quatre-vingts↑
Ens :	fa ochanta + doncas es lo darrièr en fach + pevar-ugent que t'a permes de respondre qu'èra ochanta + explica-me perque pevar-ugent aquò fa ochanta + D	cela fait quatre-vingts + donc c'est le dernier en fait + pevar-ugent qui t'a permis de répondre que c'était quatre-vingts + explique-moi pourquoi pevar-ugent ça fait quatre-vingts + D
El 1 :	perque pevar es quatre e ugent es quatre còps vint	parce que pevar c'est quatre et ugent c'est quatre fois vingt
Ens :	exactament + doncas tu + as vist que i aviá quatre + i aviá vint ++ quatre còps vint + aquò fasiá ochanta + ou en français↑	exactement + donc toi + tu as vu qu'il y avait quatre + il y avait vingt ++ quatre fois vingt + cela faisait quatre-vingts
El 1 :	quatre-vingts	quatre-vingts

Tableau 10 : Transcription d'un extrait de la séance 6, en comparaison avec le breton.

Nous demandons aux élèves de justifier leur réponse à l'énigme en breton. L'élève 1 argumente : c'est le mot nombre « pevar-ugent » qu'il a identifié comme étant quatre-vint. Nous remarquons au passage qu'il occitanise le mot nombre français « quatre-vingts », puis se corrige en donnant la forme attendue en occitan languedocien ochanta↑. Puis, il verbalise son raisonnement : perque pevar es quatre e ugent es quatre còps vint. Nous provoquons la comparaison finale entre le 80 en breton et le 80 en français. Dans ces séances, les élèves travaillent des savoir-faire tels que décrire, comparer, argumenter, justifier, expliquer, vérifier, conclure. C'est au sein du tissu discursif, dans des activités de productions orales argumentées que se mettent en synergie la comparaison des langues, la transformation des pratiques langagières spécifiques aux mathématiques et l'acquisition des savoirs.

Conclusion

Nous avons donc observé les effets de l'expérimentation d'une séquence de numération en appui sur les langues de scolarisation (l'occitan et la français) d'une part, et des langues étrangères à la classe (le maori, le breton, et le basque), d'autre part. L'analyse a permis de dégager des apports

pour des élèves de CM1 et de CM2. Etant donné que les systèmes de numérations orales diffèrent d'une culture à l'autre, les langues offrent diverses représentations dans la construction du nombre. Reste à savoir quels sont les bénéfices apportés par une telle approche.

L'étude des transcriptions des interactions de classe laisse entrevoir des apports linguistiques et culturels. En effet, l'ouverture vers la diversité linguistique invite les élèves à se décentrer, à prendre du recul et à adopter une posture métalinguistique. Il s'agit de parler sur les langues, de les observer pour mieux revenir à leurs propres langues. Le contraste renforce la conscience que les élèves ont du fonctionnement de la numération dans leurs langues. Cependant, cette complexification des apprentissages demande aux élèves une attention qui dans un premier temps semble être au détriment de la langue seconde. Les analyses des transcriptions montrent que lorsqu'ils sont mis en contact avec une langue inconnue, les élèves procèdent par essais-erreurs, ils font des hypothèses. Lors de cette phase, ils emploient majoritairement le français, plus spontané pour eux. C'est alors que le rôle de l'enseignant est fondamental. Il apporte du vocabulaire spécifique pour préciser les réponses des élèves, il utilise des structures répétitives à dessein pour favoriser leur réemploi. La répétition, la reformulation, sont autant de leviers linguistiques qui sécurisent l'emploi de l'occitan et participent à sa construction.

Ces bénéfices seraient impossibles sans un travail continu de transformation des discours des élèves. En effet, l'enseignant demande perpétuellement de décrire, comparer, justifier, argumenter, d'expliquer le raisonnement et de vérifier par le calcul. C'est au sein de ces « fonctions linguistiques cognitives » (Beacco *et al.* 2016, p.39) que l'élève doit à la fois dire, penser et agir. C'est cette transformation du discours qui permet d'évoquer des bénéfices cognitifs en matière de savoirs disciplinaires.

La comparaison des évaluations initiale et finale indique une amélioration des résultats dans les domaines de la représentation du nombre (écriture en chiffres, en lettres, et décomposition). Au-delà des apprentissages dans les domaines du calcul et de la numération, la démarche de comparaison de langues étrangères à la classe met au défi les élèves de résoudre un problème. Tous sont égaux face à « l'étrangeté » de l'autre langue qui est, dans un premier temps, « opaque » (Gajo 2007, p.4). Les hypothèses, observations, comparaisons et essais-erreurs permettent de lever cette opacité pour révéler la « densité des savoirs » (*ibid.*).

Références

- Beacco, J. C., Fleming, M., Goullier, F., Thürmann, E., Vollmer, H. et Sheils, J. (2016). *Les dimensions linguistiques de toutes les matières scolaires*. Conseil de l'Europe. [Document en ligne] <https://shs.cairn.info/les-dimensions-linguistiques-de-toutes-les-matiere--9789287182319>
- Candelier, M. (2008). Approches plurielles, didactiques du plurilinguisme : le même et l'autre. *Recherches en didactique des langues et des cultures. Les cahiers de l'Acedle*, 5, 65-90. [Document en ligne] <https://doi.org/10.4000/rdlc.6289>
- Candelier, M., Camilleri-Grima, A., Castellotti, V., de Pietro, J. F., Lörincz, I., Meißner, F. J., et Schröder-Sura, A. (2012). *Un cadre de référence pour les approches plurielles des langues et des cultures, CARAP : une introduction à l'usage*. Conseil de l'Europe. [Document en ligne] <https://carap.ecml.at/fr/>
- Cicurel, F., (2011). Les interactions en situation d'enseignement-apprentissage : observer, transcrire, analyser, dans Blanchet P., Chardenet P. (éds), *Guide pour la recherche en didactique des langues et cultures. Approches contextualisées*. Editions des archives contemporaines. [Document en ligne] https://www.francaislangueseconde.fr/wp-content/uploads/2017/07/Guide_RechDidactBAT.pdf
- Dabène, L. (1992). Le développement de la conscience métalinguistique : un objectif commun pour l'enseignement de la langue maternelle et des langues étrangères. *Repères, recherches en didactique du français langue maternelle*, 6, 13-21. [Document en ligne] <https://doi.org/10.3406/reper.1992.2062>
- D'Ambrosio, U. (2001). In My Opinion : What Is Ethnomathematics, and How Can It Help Children in Schools ?. *Teaching children mathematics*, 6 (7), 308-310. [Document en ligne] <https://doi.org/10.5951/tcm.7.6.0308>
- D'Ambrosio, U. (2011). *Etnomatemática : elo entre as tradições e a modernidade*. Belo Horizonte : Autêntica editora.

- Duverger, J. (2007). Didactiser l'alternance des langues en cours de DNL. *Tréma*, 28. [Document en ligne] <https://doi.org/10.4000/trema.302>
- Gajo, L. (2007). Enseignement d'une DNL en langue étrangère : de la clarification à la conceptualisation, *Tréma*, 28, 37-48. [Document en ligne] <https://doi.org/10.4000/trema.448>
- Hache, C. (2019). *Questions langagières dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques*. [Habilitation à diriger des recherches, Université Paris Diderot]. [Document en ligne] <https://hal.science/tel-02420979v1>
- Hawkins, E. (1992). La réflexion sur le langage comme « matière-pont » dans le programme scolaire. *Repères*, 6, 41-56. [Document en ligne] <https://doi.org/10.3406/reper.1992.2064>
- Jaubert, M., et Rebière, M. (2021). Un modèle pour interpréter le travail du langage au sein des « communautés discursives disciplinaires scolaires. *Pratiques*. 189-190. [Document en ligne] <https://doi.org/10.4000/pratiques.9680>
- MEN. (2021). *Circulaire relative à l'enseignement et à la promotion des langues et cultures régionales*. [En ligne] <https://www.education.gouv.fr/bo/21/Hebdo47/MENE2136384C.htm>
- MEN. (2023). *Programmes du cycle 3*. [En ligne] <https://eduscol.education.fr/document/50990/download>
- Mendonça Dias, C., Millon-Fauré, K. (2023). *Mathématiques en français langue seconde et en langues étrangères*. Hachette FLE.
- Perregaux, C. (2004). Prendre appui sur la diversité linguistique et culturelle pour développer aussi la langue commune. *Repères*, 1, 29, 147-166. [Document en ligne] <https://doi.org/10.3406/reper.2004.2617>
- Poisard, C., E., Kervran, M., Surget, É., et Moumin, E. (2018). *Étudier des numérations orales en classe : Quels savoirs mathématiques et langagiers ?*. Au fil des maths. [Document en ligne] <https://hal.science/hal-01870517v1>
- Teychenné, M. (2024). *Apòrts de la comparason de las lengas dins l'aprendissatge/l'ensenhament de la numeracion per d'escolans de cicle 3, en contèxte bilingüe a paritat orària* [Mémoire de master 2, Université Jean Jaurès, Toulouse].
- Vygotski, L. (1934 rééd. 1985.). *Pensée et langage*. Paris, Editions Sociales.

Comparons nos numérations orales en Occitanie et ailleurs

Caroline Poisard

Enseignant-chercheur, CREAD, Université de Brest

Stéphanie Vaissière-Korol

Doctorante, LHUMAIN, Académie de Toulouse

Résumé en français : Notre propos se nourrit des approches plurielles d'éveil aux langues et cultures du monde et de la *didactique intégrée des langues apprises*. En effet, l'étude des numérations orales dans le monde se prête à des activités qui permettent de développer des compétences plurilingues et pluriculturelles tout en travaillant des notions mathématiques (numération de position, propriété des opérations). Tout d'abord, nous proposons une analyse des numérations orales en français et en anglais avant de présenter deux activités comprenant la langue occitane : une énigme puis l'analyse détaillée de la numération orale en occitan selon les trois variétés présentes dans les manuels (languedocien, gascon, limousin). Ensuite, nous identifions comment l'analyse des erreurs en classe contribue aux progrès de tous les élèves. Pour conclure, un tour du monde avec le nombre 73 nous permet de montrer la richesse des comparaisons des langues pour les apprentissages.

Mots-clés : numérations orales, langue occitane, système régulier de désignation des nombres.

Abstract in English: Our approach draws on pluralistic approaches : *awakening to languages and cultures* and *integrated didactic approach*. Indeed, the study of oral number systems of the world lends itself to activities that enable the development of plurilingual and pluricultural competences while working on mathematical concepts (place value number system, properties of operations). First, we propose an analysis oral number systems in French and English before presenting two activities involving the Occitan language: a riddle and then a detailed analysis of oral number system in Occitan according to the three varieties present in the textbooks (Languedocien, Gascon, Limousin). Next, we identify how analysing mistakes in class contributes to the progress of all students. In conclusion, a round-the-world tour with the number 73 shows the richness of language comparisons for learning purposes.

Keywords: oral number system, Occitan language, regular number naming system.

Resumit en occitan : Nòstre prepaus se noirís dels apròchis plurals de *despèrt a las lengas e a las culturas* del mond e de la *didactica integrada de las lengas apresas*. En efiech, l'estudi de las numeracions orales dins lo mond se prèsta a d'activitats que permeton de desvelopar de competéncias plurilingüas e pluriculturalas en tot trabalhant de nocions matematicas (numeracion de posicion, propietats de las operacions). D'en primièr, prepausam una analisi de las numeracions orales en francés e en anglés abans de presentar doas activitats comprenent la lenga occitana : una enigma puèi l'analisi detalhada de la numeracion oral en occitan segon las tres varietats presentas dins los manuals (lengadocian, gascon, lemosin). Puèi, identificam cossí l'analisi de las decas en classa contribuís als progrèsses de totes los escolans. Per conclure, un torn del monde amb lo nombre 73 nos permet de mostrar la riquesa de las comparasons de las lengas pels aprendissatges.

Mots-claus : numeracions orales, lenga occitana, sistèma regular de designacion dels nombres.

Introduction

Notre objectif est de présenter des activités pour la classe à partir de l'étude de la numération orale en occitan et de la comparer à d'autres déjà étudiées en anglais, breton, maori et bien sûr en français (Poisard *et al.*, 2014, Poisard *et al.*, 2018, Poisard *et al.*, 2025). L'étude des numérations orales (ou parlées) porte sur le nom des nombres c'est-à-dire la manière de dire les nombres. En effet, les comptines numériques en différentes langues montrent une variété intéressante de manières de nommer les nombres qui permet de travailler sur la numération écrite décimale de position (dite numération en base dix où les groupements par dix correspondent à des rangs : unités, dizaines,

centaines, etc.). Les notions mathématiques ainsi abordées sont la numération de position et les propriétés des opérations (commutativité, distributivité). Pour cela, nous utilisons des décompositions arithmétiques en référence à ce que l'on entend : *dix-sept* se note $10+7$ et *quatre-vingt-deux* se note $4\times 20+2$.

Notre réflexion se nourrit des approches plurielles des langues et des cultures développées en didactique des langues (Candelier *et al*, 2012) qui sont définies comme des « approches didactiques mettant en œuvre des activités d'enseignement-apprentissage qui impliquent à la fois plusieurs (= plus d'une) variétés linguistiques et culturelles » (*ibid.*, p.7). L'idée est de développer des approches qui ne considèrent pas chaque langue de manière singulière où chacune d'elles serait abordée de manière isolée. Ainsi, les langues (y compris celle de scolarisation) ne sont pas cloisonnées mais perméables entre elles. Il existe quatre approches plurielles : *l'éveil aux langues*, *l'intercompréhension entre langues parentes*, *l'approche interculturelle* et la *didactique intégrée des langues apprises*. Comme retenu par Candelier (2016) concernant le rapprochement entre le français langue de scolarisation et les approches plurielles, ce sont *l'éveil aux langues* et la *didactique intégrée* qui nous semblent pertinentes au regard des mathématiques :

L'« éveil aux langues », le plus souvent pratiqué dans l'enseignement maternel et élémentaire, qui s'appuie sur une grande diversité de langues, y compris non enseignées aux élèves (en particulier langues des familles ou de l'environnement) ; la « didactique intégrée des langues », qui concerne plus spécifiquement les langues que les élèves apprennent (dont la langue de l'école), mais qu'on peut compléter par celles connues par ailleurs des élèves, afin d'impliquer les compétences dont ils disposent. (Candelier 2016, p.110).

Dans une classe bilingue occitan/français, les activités mathématiques proposées avec ces deux langues et d'autres enseignées comme l'anglais, font partie du domaine de la didactique intégrée, alors que dans une classe « dite monolingue »¹, le recours à l'occitan est une activité d'éveil aux langues et cultures. Ces détours par d'autres langues (de Pietro, 2003) permettent de comprendre la numération orale française et ses irrégularités (*quatre-vingts* par exemple) et la signification mathématique associée ($80=4\times 20$, soit 4 vingtaines).

Pour développer notre propos, nous commençons par présenter des éléments de contexte sur le bi-plurilinguisme et l'enseignement des mathématiques. Nous avons choisi comme exemple introductif la comparaison des numérations orales en français et en anglais. Nous poursuivons par la présentation d'une énigme sur la numération orale comprenant l'occitan, dont nous présentons des mises en œuvre dans trois classes différentes. Ensuite, nous proposons l'analyse détaillée de la numération orale en occitan selon les trois variétés présentes dans les manuels (languedocien, gascon, limousin) qui est également un support d'activités pour la classe. Enfin, un tour du monde de 73 nous permet de montrer la richesse des comparaisons des langues pour les apprentissages.

1. Contexte de la recherche

1.1. Bi-plurilinguisme et enseignement des mathématiques

Nous nous intéressons à la diversité langagière présente dans les classes : langue nationale, régionale (en France), de l'immigration, autochtone, indigène, vernaculaire, etc. Nous retenons la dénomination *langue minoritaire locale* proposée par Blanchet et Kervran (2016) pour situer la langue occitane. En plus des connaissances mathématiques évoquées précédemment, nous identifions des compétences plurilingues et pluriculturelles afin de préparer les élèves à évoluer dans un monde où la diversité représente une richesse pour chacun. En cela, nous nous référons au

1 Nous utilisons l'expression « dite monolingue » car dans toute classe, en plus de la langue de scolarisation, une variété importante de langue est connue, entendue ou apprise par les élèves et les professeurs.

cadre européen commun de référence pour l'enseignement et l'apprentissage des langues vivantes qui caractérise une compétence plurilingue et pluriculturelle :

On désignera par compétence plurilingue et pluriculturelle, la compétence à communiquer langagièrement et à interagir culturellement possédée par un acteur qui maîtrise, à des degrés divers, plusieurs langues, et a, à des degrés divers, l'expérience de plusieurs cultures, tout en étant à même de gérer l'ensemble de ce capital langagier et culturel. L'option majeure est de considérer qu'il n'y a pas là superposition ou juxtaposition de compétences toujours distinctes, mais bien existence d'une compétence plurielle, complexe, voire composite et hétérogène, qui inclut des compétences singulières, voire partielles, mais qui en est une en tant que répertoire disponible pour l'acteur social concerné. (Coste *et al.* 1997/2009, p.11)

L'analyse de numérations orales dans différentes langues permet de développer des compétences sur les langues évoquées et également des compétences plurilingues. Le statut des langues que nous retenons est varié. La numération orale française fait partie du programme scolaire avec une attention particulière portée sur l'orthographe du nom des nombres dès le CP (6-7 ans) en France. L'anglais est une discipline enseignée à l'école primaire puis dans le secondaire avec comme objectif son apprentissage en tant que langue vivante étrangère (LVE), de même que l'espagnol, l'allemand, l'italien, etc. Les langues de l'immigration sont représentées dans les classes en France par les élèves qui les parlent ou sont à leur contact. Le breton ou l'occitan sont des langues régionales qui sont enseignées en classes bilingues et peuvent également l'être dans l'enseignement non-bilingue sur des horaires spécifiques. Concernant la répartition du volume horaire de chaque langue dans les classes bilingues, deux possibilités co-existent : soit à parité horaire (avec le même volume horaire pour les deux langues), soit depuis la loi Molac de 2021² en immersion (le volume horaire des deux langues est adapté aux besoins des apprenants pour leur assurer une aisance dans chaque langue). Précisons que les langues régionales en France métropolitaine et en Outre-mer sont définies comme « des langues parlées sur une partie du territoire national depuis plus longtemps que le français » (Ministère de la Culture, 2016). Depuis 2008, l'article 75-1 de la Constitution française reconnaît les langues régionales comme appartenant au patrimoine de la France, marquant ainsi une volonté de protéger et valoriser ce patrimoine linguistique et culturel. Plus largement, les langues minoritaires locales dans le monde comme le maori en Nouvelle-Zélande, le tu'un savi au Mexique permettent un éveil sur les langues et cultures du monde.

Nous considérons que l'enseignement bilingue (à parité ou en immersion) participe au développement des compétences plurilingues lorsqu'il n'est pas la juxtaposition de deux monolinguisms et qu'il participe à une éducation plurilingue (Ducancel et Simon, 2004). En effet, le bilinguisme scolaire est un plurilinguisme avec deux langues si chaque langue n'est pas cloisonnée et que les interactions et comparaisons font partie des apprentissages. De par leurs spécificités, les classes bilingues sont un terrain spécifique pour mettre en œuvre des activités plurilingues avec plus de deux langues (langues de l'immigration, régionales, LVE, langues du monde).

1.2. Un exemple préliminaire

Avant de présenter cet exemple, il nous faut expliciter ce qu'est un *système régulier de désignation des nombres* (Park, 2000) que l'on peut également nommer *numération orale régulière* ou *comptine orale régulière*. Nous définissons une *comptine orale régulière* comme un système qui désigne chaque rang de la numération de position par un couple (mot-nombre ; rang ou valeur de ce mot-nombre). Nous considérons ici la base dix qui est celle qui permet d'écrire usuellement les nombres en chiffres. Par exemple, le nombre 2 345 se dit en comptine régulière *deux-mille-trois-cent-quatre-dix-cinq(-un)* que l'on peut écrire pour plus de commodité en écriture mixte *2-mille-3-cent-4-dix-5(-un)*. La décomposition polynomiale de 2 345 est $2 \times 1\,000 + 3 \times 100 + 4 \times 10 + 5$ (qui s'écrit en

2 Loi relative à la protection patrimoniale des langues régionales et à leur promotion, dite loi Molac.

notation avec des puissances de dix : $2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 5 \times 10^0$). Le français désigne ce nombre *deux-mille-trois-cent-quarante-cinq*, on observe donc une régularité dans les rangs des milliers et des centaines, ce qui n'est pas le cas pour les dizaines. Souvent, le rang des unités n'a pas de valeur associée (c'est en fait $1=10^0$) et le coefficient *un* n'est pas dit devant les dizaines, même dans les langues qui possèdent des comptines régulières. Le *un* pourra être dit devant la centaine (comme c'est le cas anglais avec *one hundred*, alors que le français commence à nommer le nombre de centaines à partir de *deux-cent*). C'est ce que nous choisissons ici, dans un objectif d'usage en classe afin de ne pas alourdir les comptines. L'anglais ne possède pas non plus une manière régulière de dire ce nombre : *two thousand, three hundred and forty-five*. La plupart des langues asiatiques et polynésiennes fonctionnent avec des systèmes réguliers et *2-mille-3-cent-4-dix-5* est alors une traduction littérale dans ces langues. Ainsi, les comptines régulières sont plus transparentes pour désigner les rangs de la numération que ne le sont les comptines irrégulières. D'autre part, pour analyser ces systèmes de désignation de nombres, nous utilisons la notion de *operative pattern* (Salzmann, 1950) que nous traduisons ici par *modèle arithmétique*. Ceci nous permet d'écrire la décomposition arithmétique des mots-nombres en utilisant des opérations arithmétiques qui jouent le rôle de modèle théorique (qui parfois ne correspond pas tout à fait à ce que la langue peut dire). Nous utilisons ces notations ci-après.

Revenons à notre exemple préliminaire : la comparaison des noms des nombres en français et en anglais (figure 1). Ce premier exemple, nous permet avec l'anglais de nous décentrer du français. Pour chaque langue, nous nous référons donc à une comptine orale régulière qui utilise les noms des nombres de un à dix en les combinant pour dire les nombres suivants et donc sans créer de nouveau mot. Par exemple, pour *douze* le français pourrait dire *dix-deux* ($10+2$) et l'anglais *twelve* deviendrait *ten-two* ($10+2$). Notre idée est de montrer d'autres possibles pour étudier les décompositions arithmétiques des nombres. Si l'on s'arrête au *dix-sept* ($10+7$), il correspond bien à une manière régulière de dire les nombres en français. L'anglais *seventeen* ($7+10$) crée un nouveau mot en ajoutant le suffixe – teen à l'unité et ceci à partir de *thirteen* ($3+10$). L'expression régulière pour 17 serait *ten-seven* ($10+7$). Passons maintenant au *vingt-et-un* ($20+1$) que l'on pourrait dire *deux-dix-un* ($2 \times 10 + 1$). En anglais, *twenty-one* ($2 \times 10 + 1$) marque une référence au *two* (twen-) et au *ten* avec le suffixe – ty qui signifie multiplier par dix. On pourrait dire *two-ten-one*, sans avoir à créer de nouveau mot. Nous arrivons au *quatre-vingt-cinq* ($4 \times 20 + 5$) qui utilise la base vigésimale en français alors que l'on pourrait dire *huit-dix-cinq* ($8 \times 10 + 5$). L'anglais *eighty-five* ($8 \times 10 + 5$) utilise la même logique que le *twenty-one* précédemment et donc se rapproche de *eight-ten-five* qui serait régulier. Prenons enfin *trois-cent-cinquante-six* ($3 \times 100 + 5 \times 10 + 6$) avec le *cinquante* qui laisse deviner le *cinq* et le suffixe – ante qui multiplie par dix et qui se rapproche de *trois-cent-cinq-dix-six*. De même *three hundred fifty-six* ($3 \times 100 + 5 \times 10 + 6$) en forme régulière *three-hundred-five-ten-six*.

Cette analyse permet de montrer que certaines erreurs d'élèves pour apprendre une comptine sont des erreurs qui se basent sur une logique de signification des nombres, par exemple *seventen* à la place de *seventeen* (17) est une erreur en référence au 10 (*ten*) qui constitue 17 ; ou bien en espagnol *veinte y uno* à la place de la contraction *veintiuno* pour 21. Nous identifions ainsi un levier pertinent pour l'analyse des erreurs en classe qui permettent des progrès pour tous les élèves.

	Français	Comptine régulière	Anglais	Comptine régulière
12	Douze 2+10	Dix-deux 10+2	Twelve 2+10	Ten-two 10+2
17	Dix-sept 10+7	Dix-sept 10+7	Seventeen 7+10	Ten-seven 10+7
21	Vingt-et-un 20+1	Deux-dix-un 2×10+1	Twenty-one 2×10+1	Two-ten-one 2×10+1
85	Quatre-vingt-cinq 4×20+5	Huit-dix-cinq 8×10+5	Eighty-five 8×10+5	Eight-ten-five 8×10+5
356	Trois-cent-cinquante-six 3×100+5×10+6	Trois-cent-cinq-dix-six 3×100+5×10+6	Three hundred fifty-six 3×100+5×10+6	Three-hundred-five-ten-six 3×100+5×10+6

Figure 1 : Exemples en français et anglais.

Nous mettons en avant la richesse de la diversité des numérations orales que l'on peut exprimer par des expressions mathématiques. En classe, des activités de comptage en comptine régulière peuvent donner du sens à la numération décimale de position et aux différentes manières de dire les nombres dans le monde. En effet, l'analyse précédente donne des exemples de la commutativité de l'addition avec $10+2=2+10$ et $10+7=7+10$ et de groupements en différentes bases : $4\times 20+5=8\times 10+5$. De plus, l'anglais est une langue apprise dès l'école primaire en France, l'analyse de la numération orale en anglais peut donc être une activité qui permet de travailler des compétences en langue et en mathématiques (pour d'autres exemples en anglais voir Poisard *et al.*, 2018 et Poisard *et al.*, 2025). Nous allons maintenant nous intéresser au cas d'une langue régionale avec la numération orale en occitan.

2. Numération orale en occitan

2.1. La langue occitane

La langue occitane appelée également langue d'oc fait partie des langues romanes parlées dans le tiers Sud de la France, également en Espagne et en Italie (figures 2 et 3). Elle est aussi sujet d'étude universitaire dans le monde. Dans le document référence qui s'intitule « les langues de France » (Ministère de la Culture, 2016), six variations de la langue d'oc sont mentionnées : gascon, languedocien, provençal, auvergnat, limousin, vivaro-alpin. Pour notre travail, nous retenons le languedocien, le gascon et le limousin qui sont les trois variations présentes dans les manuels scolaires.

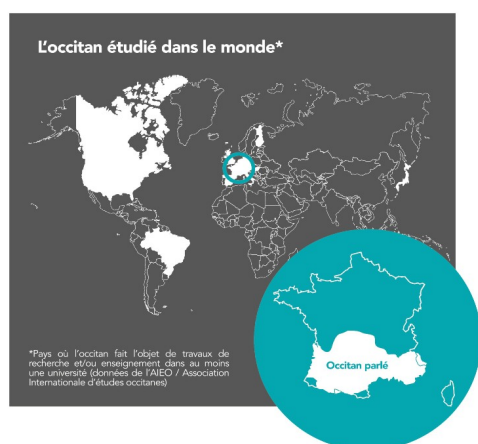


Figure 2 : Carte de l'occitan parlé et étudié dans le monde, source : OPLO.



Figure 3 : Carte d'Occitanie, source : CO'LOC, Centre d'Oralité de la langue d'Oc.

2.2. L'énigme de 73 en occitan et espagnol

C'est durant l'année 2023/24 que nous avons rédigé une énigme sur la numération orale occitane puis que celle-ci a été testée dans trois classes en Occitanie. Après ces mises en œuvre en classe, l'énoncé a été remanié et nous vous proposons ici sa version finale (figure 4).

Voilà trois manières de dire « soixante-treize » : a) Setenta y tres b) Setanta-tres c) Seissanta-tretze	Les trois langues représentées sont : - occitan limousin - espagnol - occitan languedocien
Avec les indices suivants, retrouve en quelles langues sont ces nombres : 1) Dans ces trois langues, trois se dit <i>tres</i> . 2) En occitan limousin, 73 fait référence comme en français à 60+13 3) L'espagnol possède un mot de liaison.	

Figure 4 : L'énoncé de l'énigme (version finale).

Nous demandons aux élèves de produire une réponse et également une justification de celle-ci. Les éléments de réponse attendus portent sur les données que fournissent les indices :

- 1) *Tretze* ne signifie pas trois.
 - 2) *Tretze* signifie 13. c) occitan limousin (et *seissanta* signifie *soixante*)
 - 3) Donc a) espagnol, avec le mot de liaison *y* qui signifie *et*.
- Et b) occitan languedocien.

Ce qui donne la synthèse suivante :

- Soixante-treize : français (France) ($73=60+13$)
- a) Setenta y tres : espagnol ($73=7\times 10+3$)
 - b) Setanta-tres : occitan languedocien ($73=7\times 10+3$)
 - c) Seissanta-tretze : occitan limousin ($73=60+13$).

Cette énigme a été le support d'activités dans trois classes (trois professeurs, trois écoles différentes) : une classe de CP (6-7 ans) dite monolingue qui a l'habitude des activités plurilingues, une classe de CM (9-11 ans) dite monolingue et une classe de CM bilingue occitan/français. À partir de l'énoncé de l'énigme, chaque professeur a choisi une mise en œuvre dans sa classe : une séance ou une séquence. Nous les présentons ici brièvement.

Pour la première classe, c'est à partir de février que le professeur a proposé à ses élèves de CP une séquence de trois séances pour travailler sur les numérations orales en y incluant cinq langues (français, anglais, italien, occitan, breton). L'objectif de cette séquence est de travailler sur la numération décimale à partir de l'anglais (enseigné par ailleurs en classe), puis de l'italien (qui possède une proximité avec le français). Les élèves de 6-7 ans sont des nouveaux lecteurs c'est pour cela que le professeur propose de travailler à partir d'étiquettes des nombres écrits en toutes lettres. Les élèves justifient ce qu'ils entendent : par exemple l'étiquette [fourteen] correspond à [four] [ten]. La séquence se poursuit avec l'énigme en occitan puis celle en breton comme réinvestissement et approfondissement. Notons qu'une vigilance particulière est à apporter aux écritures du type $14=10+4=4+10$ en référence à *quatorze* et *fourteen*. Ainsi, la résolution de l'énigme sur le nombre 73 s'inscrit dans la progression établie par ce professeur pour des activités plurilingues.

Dans la deuxième classe, c'est une séance qui a été mise en œuvre au CM portant sur l'énigme en occitan. Les productions des élèves (figure 5) nous ont amenées à repenser la présentation de l'énigme pour plus de clarté. La version finale est donc celle présentée ci-dessus avec deux

colonnes, elle est disponible en ligne (Poisard, 2026). La séance débute par une contextualisation en référence aux numérations orales en français et en anglais, en particulier la signification des suffixes – ty et – teen est revue. Puis, après une introduction sur la langue occitane (cartes, dialectes), une fiche de l'énigme est présentée. Une recherche individuelle est tout d'abord proposée, suivie d'un travail de groupes, d'échanges entre ceux-ci et de la mise en commun collective. Un travail de justification est ensuite demandé.

Voilà trois manières de dire « soixante-treize » :

- Setenta y tres
- Setanta-tres
- Seissanta-tretze

Les trois langues représentées sont :

- occitan limousin
- espagnol
- occitan languedocien et gascon

Production d'élève, classe 2.

ES	Setenta	y	tres	→	en chiffres
		(et)		→	décomposition
				→	$(7 \times 10) + 3 = 73$
OC LG	setanta		tres	→	$(70) + 3 = 73$
				→	$(7 \times 10) + 3$
OC LG	seissanta		tretze	→	$(60) + 13 = 73$
				→	$(6 \times 10) + 13$
				→	en FR

Tableau, classe 3.

Figure 5 : Exemples de production d'une élève et du tableau au CM.

La troisième classe, également de niveau CM, a la particularité d'être une classe bilingue à parité horaire occitan languedocien et français, les élèves connaissent donc la comptine numérique dans cette langue. Les enjeux de savoirs ne sont donc pas les mêmes que pour les deux autres classes. Une séance est proposée, elle se déroule en occitan pour le professeur et les élèves, et la fiche énigme est proposée directement aux élèves (en français). Comme attendu, les réponses sont rapidement formulées par les élèves. Nous observons alors que le professeur propose un travail précis sur la signification des noms des nombres. La mise en commun des justifications des élèves permet au professeur de proposer une synthèse (figure 5) qui fait le lien entre ce que l'on entend des nombres et une écriture mathématique : $73 = 60 + 13 = 7 \times 10 + 3$. Cette séance permet donc bien un travail de comparaison des numérations orales, de justifications et de mathématiques (décompositions arithmétiques).

2.3. Analyse de la numération orale en occitan

L'analyse de la numération orale en occitan porte sur les trois variations existantes dans les manuels scolaires actuels. Nous nous référons au manuel Cap a las mats (Cap Maths, Hatier édité en occitan par le CAP'OC, 2016) qui est traduit en occitan en trois versions : languedocien, gascon et limousin. Même s'il existe des variations, elles permettent une intercompréhension entre locuteurs. Pour une étude historique des numérations orales en français et en occitan, le lecteur pourra se référer au travail de Schwer (2021). Dans la figure 6, nous indiquons en noir le nom des nombres en occitan languedocien, les éventuelles variations pour le gascon en bleu et celles pour le limousin en vert. S'il n'y a pas de variation, le nombre est écrit en noir. Nous utilisons également deux symboles dans le tableau. Tout d'abord, nous indiquons lorsque le nom du nombre est composé de mots-nombres existants c'est-à-dire qu'il n'y pas de création d'un nouveau mot avec le symbole ∪. Par exemple en français, dix-sept ou bien quatre-vingt-dix sont la juxtaposition de mots-nombres existants. Il peut parfois y avoir un mot de liaison ajouté pour dire ces nombres (et en français ; e en occitan). Par ailleurs, nous utilisons également le symbole → qui signifie devient lorsque les mots-nombres subissent une transformation (par exemple pour treize, trois → trei-). Ce tableau fournit un support pour des activités en classe, il est donc pensé pour un usage par des professeurs et des élèves pour une activité plurilingue en classe de mathématiques. Afin de rendre notre propos plus clair, comme mentionné précédemment, nous utilisons des modèles arithmétiques (Salzmann, 1950) pour analyser les mots-nombres. Ce tableau est un extrait d'une ressource pour la classe (Poisard, 2026)

qui comporte également la comptine numérique jusqu'à cent en oc dans les trois variations et une fiche à compléter par les élèves.

De 0 à 9		De 11 à 16 : -ze = +10 puis de 17 à 19 : dètz-e- = 10+, e=et			Dizaines : de 30 à 90, -anta = ×10 De 21 à 29 (a×10+b), e = et ; de 30 à 90 pas de mot de liaison				
	En lettres		En lettres	Ce que l'on entend	Notation		En lettres	Ce que l'on entend	Notation
0	zèro	10	dètz / dietz						
1	un	11	onze	un → on-	1+10				
2	dos / dus	12	dotze	dos → dot-	2+10	20	vint		
3	tres	13	tretze	tres → tret-	3+10	30	trenta	tres → tre- -anta → -nta	3×10
4	quatre quate	14	catòrze quatorze quatòrze	quatre → catòr- quate → quator- quatre → quatòr-	4+10	40	quaranta	quatre → quar- quate → quar-	4×10 4×10
5	cinc	15	quinze	cinc → quin-	5+10	50	cinquanta	cinc → cinqu-	5×10
6	sièis / sheis / sieis	16	setze	sièis → set-	6+10	60	seissanta seishanta	sièis → seiss- sheis → seish-	6×10 6×10
7	sèt set	17	dètz-e-sèt dietz-set	⌚ e mot de liaison ⌚ pas de mot de liaison	10+7	70	setanta seissanta-dietz	sèt → set-	7×10 60+10
8	uèit / ueit uech	18	dètz-e-uèit dètz-e-ueit dietz-uech	⌚ e mot de liaison ⌚ e mot de liaison ⌚ pas de mot de liaison	10+8	80	ochanta ueitanta quatre-vints	uèit → och- ⌚	8×10 8×10 4×20
9	nòu nau	19	dètz-e-nòu dètz-e-nau dietz-e-nòu	⌚ e mot de liaison ⌚ e mot de liaison ⌚ e mot de liaison	10+9	90	nonanta navanta quatre-vint-dietz	nòu → non- nau → nav- ⌚	9×10 9×10 4×20+10

⌚ = mots-nombres existants ; code couleur : languedocien (noir), si variations : gascon (bleu), limousin (vert)

Figure 6 : Synthèse de la numération orale en occitan.

Pour commenter le tableau, nous prenons l'exemple de l'occitan languedocien afin de rendre le texte plus lisible. De 11 à 16, les nombres se construisent avec le modèle (b+10) ($1 \leq b \leq 6$, b entier naturel) et le suffixe – ze correspond à *ajouter 10* alors que les noms des nombres de un à six subissent quelques variations devant ce suffixe – ze. Notons que *setze* (6+10) est formé à partir de la transformation *sièis* → *set-* : attention à la proximité avec le chiffre 7 (*sèt*) qui peut apporter une confusion. Le 17 s'exprime *dètz-e-sèt* (10+7). Ainsi, tout comme le français, c'est à partir du 17 que le modèle s'inverse et que la dizaine est dite avant les unités. Ainsi pour 17, 18 et 19, la structure devient (10+b) ($7 \leq b \leq 9$, b entier naturel). Pour les dizaines, les noms des nombres se forment selon la structure (a×10+b) (a et b entiers naturels) et le suffixe – anta qui exprime la multiplication par 10. Le mot de liaison *e* (qui signifie *et* en occitan) est utilisé de 21 à 29 avant les unités. Par exemple : *vint-e-quatre* (24), *cinquanta-tres* (53), *setanta-dos* (72), *ochanta* (80), *nonanta-nòu* (99). D'autre part, en languedocien, on trouve *zèro* dans les manuels mais il existe l'usage de *zerò*. Pour le 80, en plus de *ochanta*, il existe aussi l'usage de *oitanta* (*uèit* → *oit-*). En langues romanes, 70, 80 et 90 se rapportent en général au nom de l'unité 7, 8 et 9 pour former les dizaines. C'est le cas pour l'occitan languedocien et gascon. La comparaison avec l'occitan limousin est très intéressante car les nombres se forment comme en français avec des groupements par 20 (en référence à la base vigésimale) : *seissanta-dotze* (60+12), *quatre-vints* (4×20), *quatre-vint-dietz-e-nòu* (4×20+10+9). Et si l'on comptait en comptine régulière en occitan en classe ? *Dètz-un* (10+1), *dètz-dos* (10+2), *dètz-tres* (10+3), *dètz-quatre* (10+4), *dètz-cinc* (10+5), puis *dos-dètz* (2×10), *30 tres-dètz* (3×10), etc. Par exemple, 42 se dirait *quatre-dètz-dos*.

Cette synthèse sur la numération occitane (figure 6) fournit un support pour un travail en classe sur la comptine numérique que ce soit pour un apprentissage en classe bilingue ou pour un éveil à cette numération afin de la comparer à celles connues : français, anglais, espagnol, langues des élèves, langues du monde, etc.

Dans les classes bilingues, l'apprentissage de la numération en oc (comme celle en français) se fait d'abord à l'oral par répétition de la comptine numérique. La fiche à compléter (figure 7) est alors un support pour le début de l'école primaire afin de réfléchir sur l'écriture des nombres en toutes lettres. Elle peut aussi servir dans les classes pour une séquence sur la comparaison des numérations orales à laquelle seront inclus l'occitan, le français, l'anglais et l'éveil vers d'autres langues. Lorsque la numération orale en occitan est apprise dans un autre contexte que celui des classes bilingues, nous notons deux erreurs prévisibles. La première erreur possible est la confusion du 16 avec le 17. En effet, on a : *sièis* (6) puis *sèt* (7) et pour les dizaines *setze* (16) avec *sièis* → *set* – puis le suffixe – *ze* correspondant à +10. La confusion du 16 avec le 17 s'explique par l'usage de *set* – en référence au *sièis* alors que *dètze-e-sèt* (17) prend une forme régulière. La seconde erreur, à repérer comme une erreur qui possède une logique, c'est la forme *dètze-e-sièis* (*dix-et-six*, 10+6) qui suit le modèle qui n'apparaît qu'à partir de 17. Cette formulation montre une réflexion intéressante de la part des élèves mais l'usage de la langue n'est pas de cette forme.

De 0 à 9		De 11 à 16 : -ze = +10 puis de 17 à 19 : dètze-e- = 10+, e=et			Dizaines : de 30 à 90, -anta = ×10 De 21 à 29 (a×10+b), e = et ; de 30 à 90 pas de mot de liaison				
	En lettres		En lettres	Ce que l'on entend	Notation		En lettres	Ce que l'on entend	Notation
0	zèro	10	dètzt / dietzt						
1	un	11	onze	un → on-	1+10				
2	dos / dus	12		dos → dot-		20	vint		
3	tres	13		tres → tret-		30	trenta	tres → tre- -anta → -nta	3×10
4	quatre quate	14		quatre → catòr- quate → quator- quatre → quatòr-		40	quaranta	quatre → quar- quate → quar-	4×10 4×10
5	cinc	15		cinc → quin-		50		cinc → cinqu-	5×10
6	sièis / sheis / sieis	16		sièis → set-		60		sièis → seiss- sheis → seish-	6×10 6×10
7	sèt set	17		↻ e mot de liaison ↻ pas de mot de liaison	10+7	70		sèt → set-	7×10 60+10
8	uèit / ueit uech	18		↻ e mot de liaison ↻ e mot de liaison ↻ pas de mot de liaison		80		uèit → och- ↻	8×10 8×10 4×20
9	nòu nau	19		↻ e mot de liaison ↻ e mot de liaison ↻ e mot de liaison		90		nòu → non- nau → nav- ↻	9×10 9×10 4×20+10

⌚ = mots-nombres existants ; code couleur : languedocien (noir), si variations : gascon (bleu), limousin (vert)

Figure 7 : Fiche à compléter sur la numération orale en occitan.

Conclusion

En guise de conclusion, nous proposons un tour du monde du nombre 73 afin de montrer la variété des façons de dire les nombres mais également les similitudes qui se retrouvent pour des zones géographiques éloignées (figure 8). Tout d'abord, en mathématiques le nombre 73 correspond à 7 dizaines et 3 unités que l'on peut écrire $73 = 7 \times 10 + 3 = 7d + 3u$ et que l'on peut dire en comptine régulière *sept-dix-trois*. Pour une analyse détaillée des numérations orales dans chacune des langues, le lecteur pourra se reporter aux ressources en ligne (Poisard, 2026). Notre fil directeur ici est de comparer ces langues et les décompositions arithmétiques associées.

En maori (Nouvelle-Zélande), c'est exactement cette décomposition que l'on entend à l'oral : *whitu tekau ma toru* (sept-dix-et-trois) sans création de nouveau mot (*ma* est mot de liaison qui signifie ici *et*). Nos voisins en Suisse et Belgique utilisent *septante-trois* (70+3), c'est aussi le cas en occitan languedocien et gascon : *setanta-tres*, en italien : *settantatré*, en anglais : *seventy-three*. L'espagnol

aussi : *setenta y tres* en ajoutant un mot de liaison³. Le roumain avec *șaptezeci și trei* fait référence à la dizaine (sept-dizaines-et-trois, $7d+3$). L'allemand dit les unités avant les dizaines : *dreiundsiebzig* (trois-et-70) c'est-à-dire $3+70$. Le breton dit également les unités en premier et il a la particularité de se référer à la base vigésimale (groupements par vingt) : *trizek ha tri-ugent* (treize-et-trois-vingts) soit $13+3\times 20$. Le tu'un savi (Mexique) utilise également une base vigésimale mais garde la structure avec les unités qui se placent après les vingtaines : *uni xiko uxi uni* (trois-vingt-dix-trois) soit $3\times 20+10+3$. En français le *soixante-treize* et l'occitan limousin *seissanta-tretze* laissent entendre $60+13$. Notons que la structure qui ajoute 13 à 60 ressemble à celle de la base vingt comme dans *quatre-vingt-treize* soit $4\times 20+13$. Les différentes décompositions de 73 ainsi obtenues sont les suivantes :

$$73 = 7\times 10+3 = 7d+3u = 13+3\times 20 = 3\times 20+10+3 = 60+13 = 3+70 = 7d+3 = 70+3.$$

73=7×10+3=7d+3u sept-dix-trois	3+70 dreiundsiebzig (trois-et-70)
7×10+3 whitu tekau ma toru (sept-dix-et-trois)	7d+3 șaptezeci și trei (sept-dizaines-et-trois)
13+3×20 trizek ha tri-ugent (treize-et-trois-vingts) 3×20+10+3 uni xiko uxi uni (trois-vingt-dix-trois) 60+13 seissanta-tretze soixante-treize	70+3 septante-trois setanta-tres settantatré seventy-three setenta y tres (y=et)

Figure 8 : Analyse et comparaison de différentes manières de dire 73.

Les activités proposées permettent un travail sur les langues et cultures du monde ainsi que sur les numérations. En effet, des éléments sur les familles de langues, la situation géographique des locuteurs, leur nombre, l'écoute et la prononciation des comptines numériques, la comparaison, etc. permettent un éveil pour les langues non apprises en classe (qui peuvent être parlées par certains élèves). Pour les langues apprises en classe, le travail de comparaison est celui décrit par l'approche de didactique intégrée. Cette ouverture vers la diversité des langues se complète par un travail mathématique sur la décomposition des nombres en numération en base dix et sur la variété des décompositions possibles en lien avec les règles opératoires (commutativité, distributivité). D'autre part, l'analyse des erreurs montre que les propositions des élèves peuvent suivre une logique intéressante, par exemple lorsqu'elles juxtaposent des mots-nombres connus de la comptine numérique. Nous pensons que ces erreurs devraient être étudiées en classe pour devenir des leviers pour le progrès de tous les élèves en mathématiques et en langues.

Remerciements

Nous remercions les collègues des groupes : GRAF OPLO (recherche-action sur les fondamentaux de l'Office Public de la Langue Occitane), CLEAM et Mathoccitan ainsi que le réseau Plurimaths pour les échanges concernant ce travail ; ainsi que tous les élèves et les professeurs qui ont testé cette ressource.

3 Pour ces cinq dernières langues, une analyse des mots-nombres jusqu'à cent montre que 70 correspond à 7×10 (avec la création d'un suffixe spécifique) mais pour l'analyse d'un seul nombre ceci n'est pas visible aisément. C'est pour cela que nous utilisons la notation $70+3$. Même chose pour le français et le limousin.

Références

- Candelier, M., de Pietro, J.-F., Faccioli, R., Lőrincz, I., et Pascual, X. (2012). *Un cadre de référence pour les approches plurielles des langues et cultures, CARAP : une introduction à l'usage*. Conseil de l'Europe. [Documents en ligne] <https://carap.ecml.at/fr/>
- Candelier, M. (2016). Activités métalinguistiques pour une didactique intégrée des langues. *Le français aujourd'hui*, 192(1), 107-116. <https://shs.cairn.info/revue-le-francais-aujourd-hui-2016-1-page-107?lang=fr>
- Cap a las mats CP. (2016). Versions gascon, languedocien et limousin. Hatier et CAP'OC. <https://www.capoc.fr/ressorcas/domeni/matematicas/cicle-2>
- Coste, D. ; Moore, D. et G. Zarate. (1997/2009). *Compétence plurilingue et pluriculturelle. Vers un Cadre Européen Commun de référence pour l'enseignement et l'apprentissage des langues vivantes : études préparatoires*. Conseil de l'Europe. [Documents en ligne] <https://www.coe.int/fr/web/language-policy/home>
- De Pietro, J.-F. (2003). La diversité au fondement des activités réflexives. *Repères*, 28, 161-185. https://www.persee.fr/doc/reper_1157-1330_2003_num_28_1_2427
- Ducancel, G., et Simon, D. L. (2004). De deux monolinguisms vers une éducation plurilingue. *Repères. Recherches en didactique du français langue maternelle*, 29(1), 3-21. https://www.persee.fr/doc/reper_1157-1330_2004_num_29_1_2607
- Kervran, M., Poisard, C., Le Pipec, E., Sichler, M., et Jeudy-Karakoç, N. (2015). Langues minoritaires locales et conceptualisation à l'école : l'exemple de l'enseignement des mathématiques en breton. Dans Kervran M., Blanchet, P. (dir.), *Langues minoritaires locales et éducation à la diversité des dispositifs didactiques à l'épreuve*. L'harmattan, coll. Espaces Discursif, 65-82. [Documents en ligne] <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01213478>
- Loi n° 2021-641 du 21 mai 2021 relative à la protection patrimoniale des langues régionales et à leur promotion (B.O. juin 2021). <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043524722>
- Ministère de la culture. (2016). *Les langues de France*. Délégation générale à la langue française et aux langues de France. [Documents en ligne] <https://www.culture.gouv.fr/thematiques/langue-francaise-et-langues-de-france/agir-pour-les-langues/moderniser-et-enrichir-la-langue-francaise/nos-publications/References-2016-l-enrichissement-de-la-langue-francaise>
- Park, M. (2000). Linguistic influence on numerical development. *The Mathematics Educator*, 10-1.
- Poisard, C., Kervran, M., Le Pipec, E., Alliot, S., Gueudet, G., Hili, H., Jeudy-Karadoc, N., et Larvol, G. (2014). Enseignement des mathématiques dans un contexte bilingue breton-français. Spécificités de la langue bretonne, spécificités des pratiques à l'école. *Revue Spirale* 54. 129-150. https://www.persee.fr/doc/spira_0994-3722_2014_num_54_1_1040
- Poisard, C., Kervran, M., Surget, E. et Moumin, E. (2018). Étudier des numérations orales en classe : quels savoirs mathématiques et langagiers ? *Au Fils des maths*, 528, 38-45. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01870517>
- Poisard, C., Moumin, E. et Valdivieso, F. (2025). Let's do it in English ! L'anglais pour faire des mathématiques en classe. *Revue Mathematice*. [Revue en ligne] <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01870517>
- Poisard, C. (2026). *Mallette CLEAM des ressources pour la classe*. Carnet de chercheur. [Documents en ligne] <https://fabricamaths.hypotheses.org/mallette-clean>
- Salzmann, Z. (1950). A method for analyzing numerical systems. *Word*, 6-1, 78-83. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00437956.1950.11659369>
- Schwer, S. (2021). Quelques réflexions sur l'évolution des systèmes de numération en langue : l'exemple de quelques parlers marchois. Dans Louise Esher, Maximilien Guérin, Nicolas Quint, Michela Russo (éds.), *Le Croissant linguistique : entre oc, oïl et franco-provençal – Des mots à la grammaire, des parlers aux aires*, 313-334. L'Harmattan.

Le dispositif préventif, une piste d'accompagnement pour l'inclusion des élèves allophones en classe de mathématiques

Elodie Castaingts

Professeur de lettres, Académie de Bordeaux, et Docteur, ADEF

Résumé en français : Cet article se propose de présenter le contexte et les premiers résultats saillants d'une recherche en cours visant à accompagner l'inclusion des élèves allophones en classe de mathématiques, dans le second degré (collège : élèves de 11 à 14 ans), par l'implémentation d'un dispositif didactique préventif, en amont de certaines séances. L'objectif de cette recherche, débutée en 2023, est d'observer si ce type de dispositif permet de mieux identifier et de lever les éventuels malentendus linguistiques et/ou culturels causés par les supports didactiques utilisés, ainsi que d'anticiper l'absence des prérequis mathématiques nécessaires à la réalisation des tâches demandées en classe ordinaire. Elle repose sur le recueil des perceptions des acteurs (enseignants et élèves) et l'observation des séances de préparation ainsi que des séances correspondantes en classe ordinaire. Les séances relevant du dispositif didactique étudié sont prélevées sur les heures allouées au dispositif UPE2A (Unité Pédagogique pour Elèves Allophones Arrivants) préexistant dans l'établissement.

Mots-clés : inclusion des élèves allophones, dispositif préventif, didactique des mathématiques, perception des acteurs.

Abstract in English: This article aims to present the context and the first significant results of an ongoing research aiming at supporting the inclusion of non-native students in mathematics classes at the secondary level (middle school: from 11 to 14 years old pupils) through the implementation of a preventive system, ahead of certain sessions. The objective of this research, which began in 2023, is to observe whether this type of system helps to better identify and resolve linguistic and/or cultural misunderstandings triggered by the didactic materials used, as well as to anticipate the possible absence of the necessary mathematical prerequisites for completing the tasks required in regular classes. It is based on the collection of perceptions from the actors (teachers and students) and observation of preparation sessions as well as corresponding sessions in regular classes. The sessions related to the teaching approach being studied are taken from the hours allocated to the pre-existing UPE2A program (Pedagogical Unit for Newly Arrived Non-French-Speaking Students) in the school.

Keywords: Inclusion of non-native French-speaking students, preventative measures, mathematics education, stakeholder perceptions.

Resumen en español : Este artículo tiene como objetivo presentar el contexto y los primeros resultados de una investigación en curso destinada a apoyar la inclusión de estudiantes no nativos en las clases de matemáticas en el nivel secundario (escuela secundaria : alumnos de 11 a 14 años) mediante la implementación de un sistema preventivo, antes de ciertas sesiones. El objetivo de esta investigación, que comenzó en 2023, es observar si este tipo de dispositivo, ayuda a identificar y resolver mejor posibles malentendidos lingüísticos y/o culturales provocados por los materiales didácticos utilizados, así como anticipar la posible ausencia de los prerrequisitos matemáticos necesarios para completar las tareas requeridas en las clases regulares. Se basa en la recopilación de percepciones de los actores (profesores y estudiantes) y la observación de las sesiones de preparación en UPE2A así que las sesiones correspondientes en clases regulares. Las sesiones relacionadas con el programa educativo en estudio se toman de las horas asignadas al programa UPE2A (Unidad Pedagógica para Estudiantes Recién Llegados No Francófonos) preexistente en el establecimiento.

Palabras clave : Inclusión de estudiantes francófonos no nativos ; medidas preventivas ; enseñanza de las matemáticas ; percepciones de las partes interesadas

Introduction

Chaque année, de nombreux élèves allophones ou EANA (Elèves Allophones Nouvellement Arrivés) sont accueillis dans le système éducatif français. « Durant l'année scolaire 2021-2022, les élèves scolarisés avec des besoins éducatifs particuliers dans le domaine de l'apprentissage du français langue seconde (FLS) sont 77 400 (hors préélémentaire), soit 20 % de plus qu'en 2020-2021. Les effectifs sont en forte augmentation en école élémentaire et au collège (+ 23 %) qui scolarisent respectivement 35 400 et 31 800 élèves. » (DEPP, 2022). Ces élèves présentent une grande diversité de biographies langagières et scolaires. Dans le second degré, les EANA sont inscrits dans le niveau de classe correspondant à leur classe d'âge (plus ou moins une année) et sont en général pris en charge dans une UPE2A (Unité Pédagogique pour Elèves Allophones Arrivants). Ce dispositif institutionnel permet à la fois un enseignement-apprentissage de la langue française et des langages disciplinaires. Les heures d'enseignement-apprentissage dispensées par le ou les enseignant(s) spécialisé(s) dans le dispositif d'accueil disparaissent progressivement de l'emploi du temps des élèves au fur et à mesure de l'ajout des disciplines d'inclusion, en « classe ordinaire ». L'institution scolaire prévoit qu'« ils [les EANA] doivent bénéficier d'emblée d'une part importante de l'enseignement proposé en classe ordinaire, a fortiori dans les disciplines où leurs compétences sont avérées (langue vivante, mathématiques, etc.) » car « l'inclusion dans les classes ordinaires constitue la modalité principale de scolarisation ». (Circulaire n° 2012-141 du 2-10-2012). En conséquence, les premières matières d'inclusion, dès leur arrivée, sont généralement l'éducation physique et sportive, l'éducation musicale, les arts plastiques et, souvent, les mathématiques pour une répartition de 9 à 12h en UPE2A et de 9 à 14h en classe ordinaire. Le même texte indique que, « au total, l'horaire scolaire doit être identique à celui des autres élèves inscrits dans les mêmes niveaux » (Circulaire n° 2012-141 du 2-10-2012).

Or, si les tests de positionnement réalisés à l'arrivée des EANA tendent à montrer que les élèves scolarisés antérieurement ont des connaissances et des compétences avérées en mathématiques (Castaings, 2022), ils mettent également en évidence la difficulté, au-delà de la langue, à identifier les attendus des activités proposées et donc à réaliser les tâches demandées ou à rendre compte d'une procédure attendue – celle-ci étant marquée par la culture disciplinaire (scolaire) de laquelle elle est issue. De plus, les mathématiques – nous entendons ici la discipline scolaire – se caractérisent par une grande complexité langagière et un recours à des systèmes sémiotiques variés dans un va-et-vient complexe entre « la langue spécifique aux mathématiques », « la langue de scolarisation » et « la langue usuelle » (Millon-Fauré, 2017 : 55-57). La ressource éducol « Mathématiques et maîtrise de la langue » élaborée dès 2016 en partenariat avec le réseau des IREM (Instituts de recherche sur l'enseignement des mathématiques) fait également référence à cette diversité en faisant des « langages des mathématiques : un objet d'étude » (Eduscol, 2016 : 3-9). Ce document évoque non seulement « L'exercice de narration de recherche » (Eduscol, 2016) mais aussi « le langage : un moyen d'apprentissage » et « le langage : un outil pour enseigner » (Eduscol, 2016).

Connaissant ce double écueil (langagier et culturel), au-delà des difficultés inhérentes aux objets d'étude disciplinaires eux-mêmes, nous nous sommes demandé si l'implémentation d'un dispositif didactique préventif visant à accompagner les EANA lors de leur inclusion en classe de mathématiques, pouvait atténuer les risques de décrochage et favoriser, chez les EANA inclus, la pleine occupation du *topos* élève¹ et leur synchronisation avec le groupe-classe en classe ordinaire. Nous distinguons ici le *topos* élève de la position du sujet et des rôles (ou fonctions) qu'il assume à cette place ou position (Assude, Perez, Suau, Tambone, Vérillon, 2014). Nos hypothèses étaient les

1 La topogenèse désigne à la fois l'ensemble des opérations qui organisent les différents « lieux » [*topos*] occupés par les acteurs de la relation didactique et le résultat de ces opérations, c'est-à-dire l'organisation des différents espaces. Lieux est à entendre ici dans un sens symbolique : comme places par rapport au savoir [...] (Chevallard, 1999, p. 247)

suivantes : ce type de dispositif, fondé sur l'activation de systèmes didactiques auxiliaires en amont d'un système didactique principal (la classe ordinaire de mathématiques)²,

- permet de mieux identifier et lever les éventuels malentendus linguistiques et culturels causés par les supports didactiques utilisés et les usages discursifs en classe de mathématiques (Mendonça Dias, Millon-Fauré, 2023 ; Assude, Millon-Fauré, 2021) (hypothèse 1) ;
- permet de mettre en évidence l'absence éventuelle des prérequis mathématiques nécessaires à la réalisation des tâches demandées en classe ordinaire (hypothèse 2) ;
- a des effets sur les situations didactiques observées du point de vue élève : compréhension, mise en activité, participation en classe, relation avec l'enseignant et avec le savoir et du point de vue de l'enseignant : modification des gestes professionnels, modification de la perception des EANA (hypothèse 3).

Nous décrivons ici le dispositif mis en place ainsi que son contexte, et ferons la synthèse de nos observations après son implémentation sur l'année scolaire 2023-2024. Enfin, nous en dessinerons les limites et les prolongements envisagés.

1. La mise en place du dispositif préventif en octobre 2023

1.1. Contexte et méthodologie

En 2023, le dispositif préventif a été implémenté dans un collège de Gironde en périphérie de Bordeaux. Cet établissement public local d'enseignement (EPL) comporte alors 23 divisions et 607 élèves. Le public accueilli est mixte : trois des quatre écoles qui correspondent au secteur du collège sont issues des quartiers prioritaires de la ville. Une UPE2A y a été ouverte en 2018 – un dispositif Français Langue Seconde existait depuis 2016. En 2023, l'UPE2A comptait 24 élèves de première année et 17 élèves de deuxième année. En conséquence, on peut dénombrer pour chaque niveau de classe environ cinq à dix élèves scolarisés en France depuis moins de trois ans. Le dispositif didactique dont nous rendons compte ici a été implémenté dans une classe de cinquième et une classe de sixième. Les séances de ce dispositif préventif ont été prélevées sur le temps institutionnel alloué à l'UPE2A.

Du point de vue méthodologique, la première phase du projet, d'octobre à novembre, reposait sur une approche compréhensive visant à recueillir les perceptions des acteurs et à observer les séances de mathématiques en classe ordinaire avant toute intervention. Au cours de cette phase, nous avons interrogé l'ensemble des élèves pris en charge par l'UPE2A par l'intermédiaire d'un questionnaire, nous avons procédé à un entretien avec les élèves en inclusion en octobre (4 élèves en 5^e, 1 élève en 6^e), aux entretiens des deux enseignants de mathématiques volontaires pour participer au projet et nous avons observé – observation directe avec captation vidéo et audio – 4 séances d'enseignement, 2 pour chaque niveau, avant toute intervention. La seconde phase consistait à la mise en place du dispositif préventif et au suivi des élèves en inclusion en mathématiques avec les deux enseignants

2 Les concepts de système didactique principal et système(s) didactique(s) auxiliaire(s) ont été développés par Yves Chevallard dans sa Théorie anthropologique du didactique. Il les mentionne dès 1995 : « L'espace de l'étude [...] est peuplé aussi par l'ensemble des systèmes didactiques qui peuvent être associés à ce que j'ai appelé un peu plus haut les systèmes didactiques principaux (lesquels sont à peu près les classes au sens usuel du terme). J'ai noté que, [...] l'existence et le fonctionnement de la classe suppose l'existence et le fonctionnement d'autres systèmes didactiques, que je qualifie d'auxiliaires – qu'ils soient internes à l'établissement ou non. [...]. À la classe se sont en effet ajoutés, dans l'établissement même, ces systèmes didactiques auxiliaires [...] (dispositif d'étude qui, je le rappelle, n'a pas de programme d'étude propre). » Yves Chevallard (1995), « La fonction professorale : esquisse d'un modèle didactique », *Actes de la VIII^e école d'été de didactique des mathématiques* (p. 83-122). Ici le dispositif didactique préventif peut ainsi être défini en tant que système(s) didactique(s) auxiliaire(s) à la classe de mathématiques qui constitue le système didactique principal : le lieu où sont définis les objets d'étude.

volontaires en 6^e (1 puis 3 élèves) et en 5^e (4 puis 5 élèves). Les séances de préparations allaient de 20 minutes à 1 heure et les séances de mathématiques allaient de 50 à 55 minutes en fonction de l'horaire de la séance. Ce sont les premiers résultats issus de ces deux phases que nous allons présenter dans cet article.

Pour l'analyse, nous nous sommes appuyés sur les descripteurs de l'activité didactique dans sa dimension systémique : topogenèse, chronogenèse et mésogenèse (Chevallard, 1994, 2001, 2002, Mercier, 1999), sur les indices de difficulté de la prise de parole en classe ordinaire pour les EANA (Faupin, 2014) – rôle relevant du *topos* d'élève –, sur les indices de difficulté de la mise en place d'étayages par les enseignants volontaires (Mendonça Dias *et al.*, 2020) correspondant au *topos* de l'enseignant et sur les indices de difficulté d'ordre mathématique (Millon-Fauré, 2017).

1.2. Dispositif didactique

Abordons, en premier lieu, les séances de préparation sur le temps alloué à l'UPE2A, animées par l'enseignant spécialisé.

Les objectifs poursuivis par le dispositif didactique préventif sont d'identifier et de lever les éventuels malentendus linguistiques causés par les supports didactiques utilisés ainsi que de favoriser, chez les élèves, la mise en place de stratégies de repérage et d'analyse afin que les EANA puissent s'approprier les supports alors que leur maîtrise de langue française est encore embryonnaire. L'objectif à terme est la réutilisation spontanée de ces stratégies en classe de mathématiques.

Le protocole proposé à l'enseignant spécialisé en UPE2A est le suivant :

Vingt-quatre à quarante-huit heures avant la séance de classe ordinaire visée, une à deux fois par mois, le professeur de mathématiques communique les supports de cours de sa séance et les objectifs d'apprentissage poursuivis à l'enseignant spécialisé.

A partir de ces supports, les EANA cherchent :

- à identifier les verbes de consigne et/ou les questions ;
- à identifier quels sont les termes mathématiques associés à la question ;
- à identifier quel type de réponse est attendu ;
- à identifier l'endroit où l'on doit l'écrire et sous quelle forme ;
- s'il y a des symboles à mobiliser qui peuvent aider à comprendre et à vérifier les réponses.

Enfin, les EANA procèdent à la réalisation (en général partielle) des exercices (de préférence en petits groupes ou par deux). Il leur est proposé, lors de la phase de recherche de la réponse attendue, de procéder comme ils le souhaitent, y compris en utilisant leur langue première – ou une langue de scolarisation qui leur est familière. Lors de la restitution (présentation de leur recherche ou des résultats obtenus) ils sont invités à prêter particulièrement attention aux contraintes discursives (posées par l'énoncé) qu'ils ont identifiées en début de séance.

Au cours de la mise en œuvre didactique du dispositif d'accompagnement, les élèves et l'enseignant de classe d'accueil utilisent le ralentissement du temps didactique par rapport à l'introduction de ce même support en classe ordinaire pour permettre aux élèves d'utiliser toutes les ressources linguistiques et langagières à leur disposition. En effet, le registre verbal en mathématiques se situe au carrefour des registres « matériel », « graphique », « symbolique numérique » et « symbolique algébrique » (Mendonça Dias & Millon-Fauré, 2023, p.76). De plus, dans le registre verbal, les élèves s'appuient également sur leur langue première ou sur les répertoires langagiers issus d'autres langues (plurilinguisme interne) afin d'utiliser l'intercompréhension (Meissner, 2004).

Abordons, en second lieu, les séances en classe ordinaire préparées en amont.

Dans le protocole choisi, ce dispositif préventif ne suppose pas de modification particulière de la situation didactique (Brousseau, 1998) de la part de l'enseignant de mathématiques : le dispositif vise en effet à sa propre disparition dans l'appropriation, par l'élève, du fonctionnement des supports ordinairement choisis, de la compréhension des enjeux des situations proposées et des usages, discursifs et didactiques de la discipline en France.

En revanche, nous avons pu observer, chez les enseignants volontaires engagés dans le projet, l'apparition de gestes professionnels d'adaptation linguistique (Zougs, 2017), en particulier des gestes d'étayage en cours de séance. Concernant le matériel pédagogique, nous avons pu observer la modification de certains des supports proposés, limitée par l'utilisation des manuels (numériques et papier) et de plateformes de type Sésamath, dans une tentative de « toilettage »³ (Mendonça Dias, Millon-Fauré, 2023). Nous avons également relevé chez les deux enseignants de mathématiques observés qu'une attention particulière était accordée à la dimension formelle et syntaxique des énoncés.

Dans le cadre de cette recherche, nous nous focalisons, en classe ordinaire, sur l'observation des rôles relevant du *topos* enseignant : présentation des consignes, étayage, régulation du temps de parole, et du *topos* élève : sollicitation de l'enseignant (demande d'aide, d'explication, de validation), proposition de réponse, remarque relevant de la co-construction des savoirs, intervention parasite, synchronisation avec le groupe-classe lors des activités proposées par l'enseignant et réalisation des tâches demandées (en autonomie, en groupe, avec l'aide de l'enseignant).

Concernant la perception des acteurs, au-delà de l'analyse des séances de préparation et de classe ordinaire, nous avons recueilli le ressenti des EANA vis-à-vis de leurs difficultés et de leurs facilités en classe de mathématiques grâce à un questionnaire et à des entretiens individuels. Nous avons également entendu individuellement les enseignants de mathématiques impliqués dans le projet.

2. Enquête et observations avant l'implémentation du dispositif préventif

2.1. Point de vue enseignant : « l'inclusion des fois c'est un peu abrupt »

Lors du premier entretien avec M., professeure de mathématiques volontaire (niveau 5^e) pour participer au dispositif, elle évoque spontanément les difficultés liées aux contraintes organisationnelles du dispositif d'accueil – UPE2A et classe ordinaire – que nous avons rappelé plus haut :

... alors depuis que je suis ici je trouve que des fois l'inclusion... c'est peut-être moi qui la vis pas bien hein... mais sauf que des fois c'est un peu abrupt [...] on sait juste rapidement qu'ils arrivent donc on sait pas trop où en fait ils en sont ce qu'ils ont fait qu'ils ont pas fait... bon après on se voit on discute hein [...] (Entretien 1 avec M., Professeure de mathématiques, oct. 2023)

Ce que M. évoque ici est l'un des principaux écueils pour faire appel aux « compétences dormantes » (Mendonça Dias, 2020) des EANA, le manque d'information sur le parcours scolaire antérieur des élèves, y compris, parfois, des résultats du test de positionnement en mathématiques, n'incite pas les enseignants à s'appuyer sur des acquis scolaires antérieurs et rend difficiles, au moins dans les premiers temps, les aménagements didactiques nécessaires à l'inclusion des EANA en classe ordinaire. L'idée, défendue par la circulaire n° 2012-141 du 2-10-2012 qu'il s'agirait de considérer les disciplines d'inclusion comme un « bain linguistique » susceptible de renforcer efficacement les compétences linguistiques des EANA atteint ici ses limites : Fatima Chnane-Davin l'évoquait déjà en 2005, il s'agit notamment de doser entre « la centration sur le savoir de la langue

3 Nous reprenons le terme « toilettage » utilisé par les deux autrices pour éviter le terme de « simplification », très ambigu sur le plan didactique.

qui appauvrit la langue de la discipline ou la centration sur le savoir de la discipline qui met les élèves en difficulté face à un problème insurmontable » (Chnane-Davin, 2005, p. 354). La professeure M. aborde également, dans le même entretien, le degré de xénité culturelle – en termes de culture scolaire voire disciplinaire – qui vient entraver la compréhension et la communication professeur-élève-savoir dans les situations mathématiques :

... en fait ils sont très différents euh il y en a pour qui ça roule tout seul presque on a pas besoin de faire grand chose finalement on leur prête un peu d'attention [...] et d'autres où effectivement c'est beaucoup plus compliqué on sent d'après moi. je... on connaît pas toutes les origines toutes les cultures et cetera mais on sent que selon les... les élèves des fois y a une culture complètement différente [...] même dans les notations... enfin voilà il y a des.. des choses déjà qui sont pas du tout pareilles juste dans les notations sans parler de la langue française et puis dans la manière d'aborder aussi les mathématiques on n'est pas tous pareils... (Entretien 1 avec M., Professeure de mathématiques, oct. 2023)

Les variations au niveau des symboles utilisés (codage de l'angle droit par exemple), un usage différent du point et de la virgule (système de numération anglo-saxon *versus* système français) peuvent être à l'origine de nombreux malentendus.

Le second enseignant volontaire, H. (niveau 6^e), met l'accent sur les disparités des systèmes scolaires comme point d'achoppement principal :

... donc l'inclusion en mathématiques c'est pas évident parce que il y a une double difficulté. difficulté de la langue forcément et en plus il peut y avoir une difficulté liée à la compréhension des mathématiques alors en plus selon les pays d'où ils viennent c'est qu'ils ont pas du tout le même enseignement je pense à la géométrie par exemple il y a des pays dans lesquels ils en font très peu ou pas du tout comme nous on.. on la pratique... j'essaie de relire les consignes de les reformuler mais visiblement ça suffit pas... (Entretien 1 avec H., Professeur de mathématiques, oct. 2023)

La construction des figures, en particulier celles nécessitant l'utilisation d'un compas semble particulièrement poser un problème aux nouveaux arrivants. Interrogés sur leurs pratiques dans leur pays, les élèves turcs de ce niveau ont en effet évoqué de nombreuses activités portant sur la description et les propriétés des figures géométriques mais non sur leur construction. Tracer un cercle ou reporter une longueur à l'aide d'un compas sont donc des tâches qu'ils ont découvertes en France.

2.2. Point de vue élève

Les élèves interrogés dans le cadre du projet font la différence – notamment en termes de confort – entre les mathématiques telles qu'elles sont abordées en UPE2A et la classe ordinaire : G., élève de 5^e, évoque l'effectif réduit et, en conséquence, le degré d'attention que l'enseignant porte sur les élèves à besoins éducatifs particuliers :

... avec Mme R. [professeure de mathématiques intervenant en UEP2A] c'est plus facile parce que il y a pas plus de gens... en la classe normale il y a beaucoup de gens et là Madame L**. [professeure volontaire identifiée par 'M.']. peut pas concentrer sur juste une personne... (G. scolarisée en France depuis février 2023, entretien 1 oct. 2023)

M., également élève de 5^e, aborde la difficulté du vocabulaire des consignes – qu'il relève ou non du lexique spécifique des mathématiques :

... en math en général il y a pas d'autres mots autour pour savoir ce que veut dire le mot qu'on connaît pas OK et tout le vocabulaire la géométrie tout ça... ça la géométrie je l'ai pas fait depuis l'année dernière je crois... (M., scolarisée en France depuis décembre 2022)

Nous avons également souhaité recueillir la perception que les élèves de l'UPE2A dans son ensemble, de la 6^e à la 3^e, avaient du degré de difficulté des rôles correspondant à leur *topos* élève. Les résultats du questionnaire diffusé en octobre 2023 peuvent être présentés comme en figure 1.

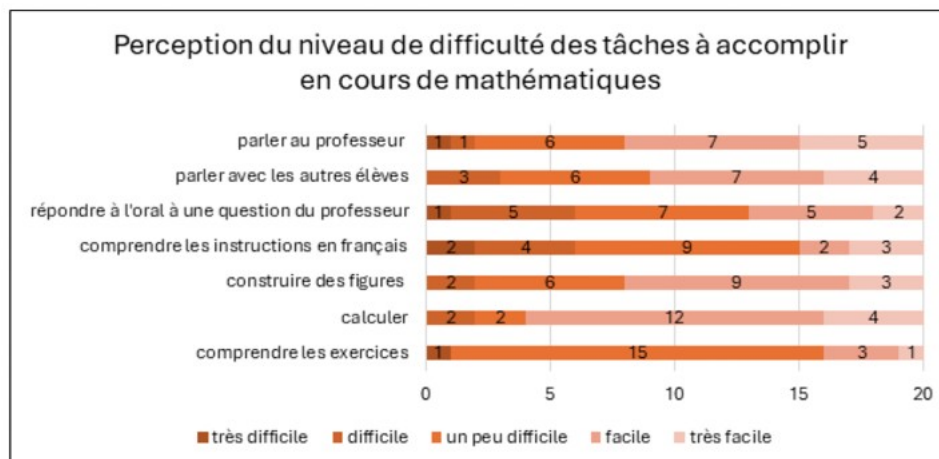


Figure 1 : Questionnaire élève n°1. Perception des difficultés en classe de mathématiques. Q. 8 (Castaingts, 2023).

La prise de parole en classe entière, la compréhension des instructions et des exercices sont majoritairement perçues comme difficiles par l'ensemble des EANA interrogés. En revanche le calcul est perçu comme facile ou très facile indépendamment des difficultés des élèves dans la matière. Lors des entretiens les élèves mentionnent la peur de déranger l'enseignant ou d'être exposés à la moquerie de leurs pairs. A l'exception de deux élèves, ils n'appréhendent pas les interactions orales avec l'enseignant lorsqu'elles sont à l'initiative de ce dernier et qu'il leur parle en particulier.

2.3. Séances en classe ordinaire avant l'intervention

Avant l'implémentation du dispositif préventif, nous avons procédé à quatre heures d'observation (captation vidéo et observation directe) en classe ordinaire, deux par classe. Nous avons examiné les rôles relevant des *topos* élève et *topos* enseignant.

Dans les deux classes observées la disposition est traditionnelle dite « en autobus », l'enseignant présente l'exercice à réaliser, l'affiche au tableau puis circule entre les rangs. Les élèves le sollicitent à son passage ou lèvent la main pour attirer son attention. Les deux enseignants se portent également d'eux-mêmes à la rencontre des élèves qu'ils identifient comme en difficulté, les gestes professionnels les plus fréquemment relevés sont, dans cette situation, la reformulation ou l'illustration des consignes par un exemple, l'utilisation de l'index pour attirer l'attention de l'élève sur différents éléments du document mis à sa disposition pour la réalisation de la tâche.

Or, lors de notre première séance d'observation avant intervention, en classe de 6^e nous avons pu relever que le document support et l'explication de l'enseignant pouvaient, sans entraver la compréhension de la notion mathématique étudiée, mener à la non-réalisation des attendus.

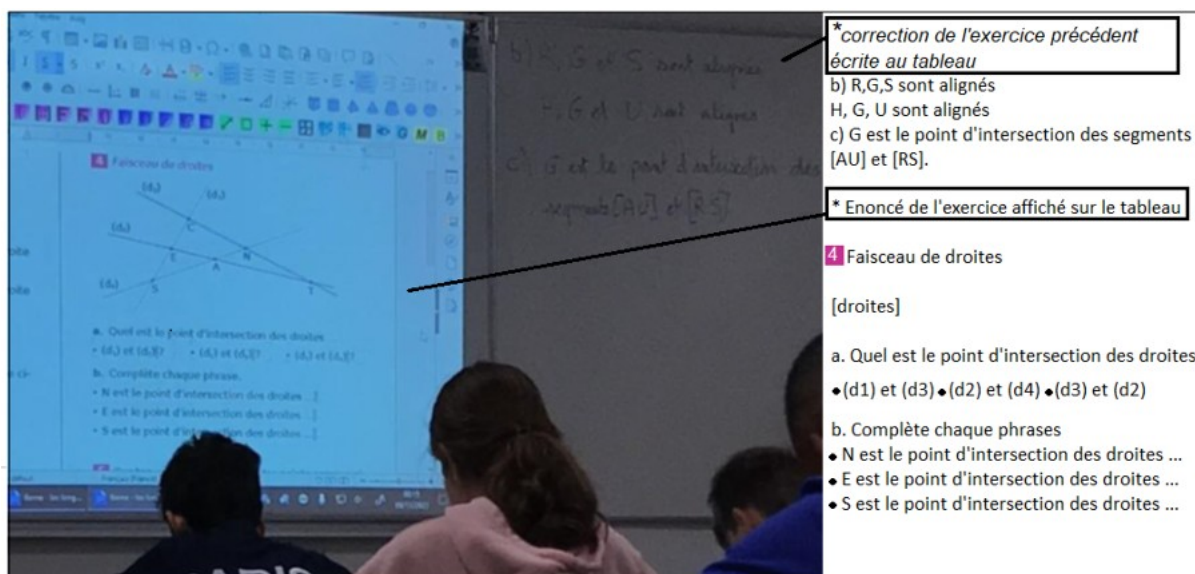


Figure 2 : Captation S1 avant intervention (Castaingts, 2023).

L'exercice 4 (voir figure 2) présente un faisceau de droites et deux questions « a. » et « b. » portant sur le repérage des points d'intersection.

La réponse attendue pour la question « a. » qui se subdivise en trois sous-questions apparaît donc sous forme de lettres capitales correspondant aux points d'intersection à identifier. La question « b. », présentée sous forme de trois phrases « à trous », propose d'identifier les droites à l'origine des points d'intersection donnés. L'élève allophone observé, B. (éthiopien, en inclusion depuis deux semaines), tarde à se mettre en activité. Le professeur s'approche alors et lui indique, en accompagnant son discours de ses deux mains en croix, « les points d'intersection c'est quand tu croises » puis il poursuit son chemin entre les tables. Nous observons donc B. se saisir de sa règle et reproduire, dans son cahier, tous les points d'intersection du faisceau de droites. Nous interrogeons B. en fin de séance pour savoir pourquoi il avait reproduit les points d'intersections au lieu de compléter les phrases, il nous a répondu qu'au départ il ne pensait pas que les phrases faisaient partie du même exercice.

Nous avons procédé, à la suite de cette séance, à un entretien d'auto-confrontation avec l'enseignant concerné : confondu par le niveau très satisfaisant de B. en français courant, il explique qu'il ne s'est pas tout de suite aperçu des difficultés que pouvaient causer des situations courantes en classe de mathématiques et avoue sa difficulté à identifier les gestes professionnels nécessaires pour pallier ces difficultés, plus complexes à détecter que les problèmes de vocabulaire :

... j'avais l'impression que c'était pas forcément le cas au début où je l'ai eu parce que j'ai eu la sensation que la communication passait plutôt pas mal... et en fait je m'aperçois que non.... évidemment c'est pas du tout le cas alors j'essaie quand même de reformuler en général j'essaie de lire... alors des fois ça peut passer à la trappe... mais c'est vrai que j'essaie de relire les consignes de les reformuler mais visiblement ça suffit pas. (Entretien 2 avec H, professeur de mathématiques, nov. 2023)

3. Synthèse des observations après implémentation du dispositif préventif sur l'année scolaire 2023-2024

3.1. Perception élève

En décembre 2023, les élèves de l'UPE2A ont été interrogés par questionnaire sur leur perception du dispositif. L'ensemble des réponses à la question « Que penses-tu de l'idée de voir le document avant d'arriver en classe avec les autres ? » relève d'une appréciation positive :

- Its a good idea that will help understand more⁴ (S. (LaBarbade), scolarisé mi-septembre 2023)
- Mme C. m'aiderait pour quelques choses que je ne comprends pas en mathématiques (A. (Pakistan), scolarisée mi-septembre 2023)
- Je pense que c'est une bonne idée parce que tu pourrais t'entraîner pour être prêt (M. (Moldavie), scolarisé mi-septembre 2023)
- Je pense que c'est une très bonne idée parce que si je comprends pas quelque chose, je peux essayer de faire un exercice pareil à l'autre (A. S. (Colombie), scolarisée en France depuis février 2022)
- Je pense que c'est bien de savoir avant de faire (A. (Angola), scolarisé en France depuis septembre 2023)

Si les deux premiers élèves interrogés axent leur intérêt sur une meilleure compréhension de la situation ou des notions mathématiques abordées, tous les autres évoquent immédiatement la mise en activité ou l'appropriation du type de tâche pour se synchroniser davantage avec la classe ordinaire. Les élèves ayant le niveau le plus avancé en français de communication (M., A.S. et A.) sont ceux qui voient le dispositif comme un moyen d'anticiper la situation en classe ordinaire pour pouvoir réaliser les tâches demandées.

3.2. *Topos enseignant et topos élève*

Comme nous l'avons vu plus haut, la topogenèse désigne à la fois l'ensemble des opérations qui organisent les différents « lieux » occupés par les acteurs de la relation didactique et le résultat de ces opérations (Op. Cit., Chevallard, 1999). Concernant le *topos* enseignant, nous avons vu une évolution dans le rôle « évaluer en termes de résultats chiffrés » ainsi qu'« évaluer en terme d'appréciation » : la mention « élève non évaluable/non évalué » a fortement diminué en classe de 6^e, même si deux des trois élèves suivis en 2023-2024 présentent une évaluation inférieure à la mention « maîtrise satisfaisante » du socle commun de connaissances de compétences et de culture au niveau cycle 3 « Reconnaître des solides usuels et des figures géométriques ». En classe de 5^e, on a pu observer, du mois d'octobre 2023 au mois de mai 2024, une augmentation des résultats chiffrés de 2 à 6 points et la disparition progressive des devoirs non notés (aucune occurrence au trimestre 3). Interrogée sur la progression d'une élève souvent non notée au premier trimestre, M. affirme :

... quand on lui explique elle comprend ça ça accroche elle fait énormément d'efforts c'est la seule qui a fait des efforts pour écrire donc et ce qu'elle a écrit mis à part les fautes de français c'était bien construit et c'était juste dans la démarche donc ça veut dire que enfin honnêtement c'était une plus des choses pas si faciles que ça c'était plutôt positif et puis ce qui est génial c'est qu'elle est demandeuse. [Elle]fait des efforts pour écrire donc et ce qu'elle a écrit mis à part les fautes de français c'était bien construit et c'était juste dans la démarche » (Entretien 3 avec M., professeure de mathématiques, mars 2024).

4 C'est une bonne idée car cela va aider à plus comprendre.

Les professeurs comme les élèves mentionnent cependant des difficultés rédactionnelles et une difficulté à se saisir – malgré des habitudes de repérage – des nuances, des précisions ou des sous-entendus présents dans les textes de consigne (figure 3).

d. Comme Ahmed, rédige un programme de construction qui permet de transformer la pièce n°2 en la pièce n°10, en utilisant exactement deux symétries centrales, deux symétries axiales et les points nommés du pavage.

Je transforme la Pièce 2
Par la symétrie de
centre A puis la
Pièce obtenue par symétrie
de centre B. Je transforme
la Pièce la Pièce obtenue
Par la symétrie d'axe
(CN) puis la Pièce obtenue
Par la symétrie
de (DO) Jobitines la Pièce 10

Figure 3 : Exemple de copie d'élève (Castaingts, 2024).

Nous avons également relevé une autre modification dans le *topos* enseignant : les deux professeurs observés ont conservé leurs habitudes de circulation dans la classe et de mise en activité. Cependant, nous avons pu constater une hausse significative des pauses aux tables occupées par les EANA en inclusion (de l'ordre d'une à deux par séance, voire davantage), des sollicitations lors des corrections d'exercices et des explications individualisées en fin de cours, particulièrement en classe de 5^e.

Concernant le *topos* élève, nous présenterons ici de façon synthétique deux rôles, liés à la prise de parole en classe ordinaire : la sollicitation de l'adulte (demande d'aide, d'explication, de validation) et la proposition de réponse lors des activités de correction. Un troisième rôle émerge également : la synchronisation avec le groupe-classe (mise au travail, réalisation de la tâche demandée en autonomie ou non). Avant l'intervention, sur les quatre heures d'observation, nous n'avons relevé, chez les EANA suivis, aucune intervention à visée participative. Nous avons relevé une difficulté à entrer dans les tâches proposées. Les EANA sont, lors des observations préliminaires, principalement en attente de la correction. Nous avons également relevé des difficultés à copier la correction, en particulier lorsqu'elle est située sur plusieurs supports. En fin de prise en charge, nous observons en classe de 6^e peu d'interventions à visée participative, cependant les demandes d'aide sont plus fréquentes, en particulier lors de la résolution de problèmes et en géométrie pour les trois élèves suivis. En 5^e, nous observons l'apparition d'interventions à visée participative chez trois élèves sur cinq. Quatre des cinq élèves observés ont demandé de l'aide à l'enseignante lorsqu'ils étaient en difficulté et tous ont accepté l'aide proposée par la professeure lors de sa circulation dans la salle.

En ce qui concerne la synchronisation avec le groupe-classe, une mise en activité synchronisée avec le groupe-classe a été observée chez deux des trois élèves de 6^e suivis, même s'ils rencontrent des difficultés persistantes avec les situations-problèmes fréquentes au cycle 3. En 5^e, la mise en activité est synchronisée chez quatre élèves sur cinq lorsque la tâche sollicite des compétences rédactionnelles et cinq sur cinq lorsque la rédaction est peu sollicitée. Nous remarquons cependant, comme pour les élèves de 6^e, des difficultés persistantes face à des énoncés portant sur des situations-problèmes visant à introduire de nouvelles notions ou sur la résolution de problèmes, en particulier en autonomie.

Exercice n°1 : Calculer les expressions suivantes en écrivant les étapes :

$$A = 25 - 5 \times 3 \quad E = 5 \times 8 + 7 \times 2$$

$$B = 36 - 9 + 11 + 25 - 15 - 4 \quad F = 5 \times [30 - (8,6 + 6,4)]$$

$$C = (42 - 35) \times (2 + 4) \quad G = 48 \div 6 + 4 \times 11$$

$$D = 80 - \frac{56}{8} + (45 - 36) \times 3 \quad H = \frac{72 + 28}{87 - 41 + 2}$$

$$(7 + 28) \div (87 - 41 + 2)$$

Exercice n°2 : Calculer astucieusement les expressions suivantes en écrivant toutes les étapes :

$$a = 54,8 + 13,15 + 78,7 + 36,85 + 21,3 + 45,2$$

$$b = 4 \times 0,2 \times 6,8 \times 25 \times 5$$

Exercice n°3 : Chacune des égalités suivantes est fautive. Placer dans chaque cas et sur cette feuille, des parenthèses aux bons endroits pour rendre l'égalité vraie.

$$5 \times (4 + 8) = 60 \quad 15 - 5 \times 6 + 9 = 69 \quad 9 + 8 + 3 - 13 + 7 = 0$$

$$45 - 12 \div 3 = 11 \quad 4 + 5 \times 6 - 4 \times 3 = 34 \quad 81 \div 9 + 3 = 27$$

Figure 4 : Travail réalisé en autonomie par M. (Castaingts, 2024).

En mai 2024, le repérage qui était au cœur du dispositif préventif a été effectué – au moins partiellement – en autonomie en classe ordinaire, en l’absence de sollicitation du professeur. Nous en montrons ici un exemple (figure 4). Cet auto-étayage n’a pas été observé chez les élèves allophones n’ayant pas pris part au dispositif ni chez les élèves francophones de la même classe.

4. Limites et pistes

De nouveaux questionnements ont émergé pour les suites du projet. En effet, il interroge la place des mathématiques et de la didactique des mathématiques en UPE2A, ainsi que les modalités réalistes de mises en œuvre de ce dispositif didactique sur les moyens alloués aux UPE2A (comprenant environ 24 élèves répartis de la 6^e à la troisième et, dans le cas évoqué, dans 12 classes différentes). Au sein même du dispositif préventif un arbitrage s’impose entre un travail sur des supports identiques ou similaires. Les décalages du point de vue mésogénétique (objets d’enseignement abordés en classe de mathématiques) entre classe d’accueil et classe ordinaire, semblent réduire l’impact du dispositif. Nous l’observons en particulier au niveau de la synchronisation des EANA avec le groupe classe, de la fréquence et de la nature des prises de parole.

L’utilisation des L1⁵ (intercompréhension/calcul/réflexion), relativement fréquente en UPE2A tend à disparaître complètement (en apparence) en classe ordinaire. En conséquence, les enseignants de classe ordinaire ont tendance à méconnaître les usages que font les élèves de leur plurilinguisme interne, notamment lors des activités de calcul. Par conséquent les EANA peuvent être mis en échec par des activités de type « automatismes ». En effet, ces calculs en temps très limité, présentés sous forme de questions-flash en début de séance, ne prennent pas en compte les temps de traduction et/ou de passage d’une langue à l’autre.

L’implémentation du dispositif sur le temps institutionnel alloué à l’UPE2A a également pour conséquence la cohabitation dans un même espace des différents contextes : élèves inclus en mathématiques et faisant partie du dispositif préventif ; élèves inclus en mathématiques mais inscrits dans des classes différentes qui ne bénéficient pas d’un dispositif préventif spécifique à l’accompagnement de l’inclusion en mathématiques ; élèves non inclus en mathématiques mais bénéficiant de l’enseignement des professeurs de mathématiques faisant partie de l’UPE2A. Elle implique également une distribution du temps didactique ainsi qu’une gestion nécessaire de l’hétérogénéité à différents niveaux.

Enfin, ce dispositif didactique préventif se heurte à de fortes contraintes organisationnelles car il suppose un travail conjoint entre l’enseignant de classe d’accueil et les enseignants de classe ordinaire qui doivent communiquer en amont les supports de leurs cours de la séance visée. En conséquence, des temps de coordination ou de concertation doivent être dégagés pour assurer son fonctionnement.

Conclusion

Les premiers résultats de cette recherche ont montré les difficultés rencontrées par les EANA, y compris lorsque leurs connaissances antérieures en mathématiques sont avérées, à la fois pour occuper pleinement le *topos* élève au sein du système didactique, mais aussi pour en saisir les attentes. Ces attentes implicites sont en effet liées aux composantes linguistiques et culturelles des supports d’enseignement et impactées par les phénomènes de disparition du didactique dans l’enseignement dispensé dans le pays d’accueil ainsi que par un savoir construit, par l’élève, à partir de théories, de technologies et de techniques (Chevallard, 1991) différentes car marquées culturellement. Les biographies scolaires des EANA ont une très forte incidence. Cet aspect peut

5 L1 : Langue(s) première(s) qui peut aussi être entendu ici comme langue(s) de première scolarisation.

devenir un vecteur de confusions lorsque des théories, des technologies et des techniques différentes – ou partiellement différentes – sont associées à un même objet d’enseignement-apprentissage. En ce qui concerne les enseignants, que ce soit en classe ordinaire ou en UPE2A, la prise en compte d’élèves présentant une grande diversité linguistique et culturelle et encore en situation d’interlangue (Selinker, 1972) en français reste délicate.

Nous avons ainsi observé qu’un dispositif didactique préventif de soutien aux élèves allophones, externalisé en classe d’accueil (UPE2A) en amont de certaines séances, pouvait mener à une meilleure synchronicité entre les EANA inclus et l’ensemble du groupe-classe. Nous avons constaté une occupation plus complète du *topos* élève par les EANA en classe ordinaire (entrée dans l’activité, demande d’aide ou de validation, participation à la construction et à l’institutionnalisation des savoirs, capacité à auto-évaluer – conformément à l’âge et au niveau de classe – son degré d’adéquation avec la situation didactique et, le cas échéant, à apporter des corrections).

Cependant, l’étude de l’implémentation de ce dispositif aura aussi mis en évidence ses nécessaires prolongements et ses limites (didactiques, institutionnelles, organisationnelles) qui sont autant de pistes à explorer afin de questionner les modalités d’accompagnement de l’inclusion des EANA en mathématiques et de réduire leur risque de décrochage pendant et après leur prise en charge au sein d’une UPE2A. Le constat de l’évolution des gestes d’évaluation et d’étayage des professeurs observés, ainsi que de l’attention renouvelée qu’ils ont progressivement portée à la formulation des énoncés, peuvent faire l’objet d’analyses croisées et être réinvestis, notamment dans le cadre de la formation continue des enseignants.

Références

- Assude, T., Perez, J.-M., Suau, G., Tambone, J., Vérillon, A. (2014). Accessibilité didactique et dynamique topogénétique. *Recherches en didactiques des mathématiques*, 34.1, 33-57
- Assude, T., & Millon-Faure, K. (2021). Mise en œuvre d’un dispositif d’aide « préventif » : quelles fonctions et transformations ? In G. Pelgrims, T. Assude, & J.-M. Perez (Eds.), *Transitions et transformations sur les chemins de l’éducation inclusive* (pp. 151-167). Editions SZH/CSPS.
- Assude, T., Millon Faure, K., & Tambone, J. (2023). Contrat d’adhésion didactique lors de la mise en place d’un dispositif d’aide « préventif ». *Revue de Mathématiques pour l’École*, 240, 46-54.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Brun L., 2022, *Note d’Information*, n° 22.27, DEPP. <https://doi.org/10.48464/ni-22-27>
- Castaingts, E. (2022). *Accueillir les élèves allophones : le défi de l’interdidacticité pour l’apprentissage progressif et raisonné des langages disciplinaires et de la langue seconde* (Thèse de doctorat, Aix-Marseille Université, dir. J.-P. Cuq).
- Chnane-Davin, F. (2005). *Didactique du français langue seconde en France : Le cas de la discipline “français” enseignée au collège, Systèmes d’apprentissage, systèmes d’évaluation* (Thèse de doctorat Aix-Marseille Université, dir. J.-P. Cuq).
- Chevallard, Y (1995). La fonction professorale : esquisse d’un modèle didactique. In Noirfalise et M.-J. Perrin-Glorian (dir.), *Actes de la VIIIe école d’été de didactique des mathématiques* (p. 83-122). Clermont-Ferrand : IREM.
- Corny, L. (2016). *Les discours d’enseignement en français langue seconde : le cas de la compréhension des textes expositifs d’histoire et de géographie par les élèves allophones nouvellement arrivés en France et scolarisés au cycle 3* (Thèse de doctorat dirigée par Chiss, Jean-Louis Didactique des langues et cultures Sorbonne Paris Cité).
- Faupin, E. (2015). *Prendre la parole en classe, une gageure pour les élèves nouveaux arrivants : le cas des cours de français, mathématiques et histoire-géographie* (Thèse de doctorat en interdidactique, didactique des disciplines et des langues, sous la direction de J.-P. Cuq, Université Nice Sophia Antipolis).
- Hache, C. (2019). Pratiques langagières des mathématiciens, une étude de cas avec « avec ». *Petit x*, 97, 27-43.
- Mendonça-Dias, C., Azaoui, B., & Chnane-Davin, F. (Eds.). (2020). *Allophonie. Inclusion et langues des enfants migrants à l’école*. Limoges : Lambert-Lucas.
- Mendonça-Dias, C., (2020). Les élèves allophones peu scolarisés antérieurement dans l’ombre du monstre scolaire. In B. Garnier & Ph. Blanchet (coord.). *Diversité linguistique et formation citoyenne*. Études de Linguistique Appliquée (ELA), 197, 43-60.

- Mendonça Dias, C. (2022). « Sois belle et tais-toi ? La place des langues premières dans l'enseignement des mathématiques aux élèves allophones », *Tréma* [En ligne], 58 | 2022, mis en ligne le 01 septembre 2022
- Mendonça Dias, C., & Millon-Fauré, K. (2023). *Mathématiques en français langue seconde ou en langue étrangère*. Paris : Hachette FLE
- Millon-Fauré, K. (2011). *Les répercussions des difficultés langagières des élèves sur l'activité mathématique en classe : le cas des élèves migrants* (Thèse d'état, dir. A. Mercier & M.-N. Roubaud, AMU – Aix Marseille Université).
- Millon-Fauré, K. (2017). *L'enseignement des mathématiques aux élèves allophones*. Paris, France : Éditions Connaissances et savoirs, 55-57.
- Millon-Fauré, K., Marchand, P., Assude, T., & Mari, E. (2021). Comment préparer les élèves à écrire un programme de construction ? Analyse de dispositifs préventifs pour des élèves en difficulté. *Grand N*, 107, 5-28.
- Millon-Fauré, K. (2021). *Étude de systèmes didactiques en difficulté : réflexions sur les conditions d'accessibilité didactique aux savoirs mathématiques* (Thèse d'habilitation à diriger des recherches, Aix-Marseille Université).
- Reuter, Y., Cohen-Azria, C., Daunay, B., Delcambre, I. et Lahanier-Reuter, D. (2013). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*. (3^e éd.). De Boeck Supérieur. 217-219
- Selinker, L. (1972). Interlanguage. *IRAL : International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, 10, 209-231. <https://doi.org/10.1515/iral.1972.10.1-4.209>
- Zougs, M. (2017). *Les gestes professionnels d'adaptation linguistique en contexte multilingue : le cas des professeurs des écoles dans leur gestion de l'hétérogénéité des élèves en langue de scolarisation*. (Thèse de doctorat en sciences de l'éducation, sous la direction de Fatima Chnane-Davin et Marie-Laure Barbier, Aix-Marseille université).

Projet *Mathémasignes* – Des cours de mathématiques en langue des signes française accessibles en ligne

Charles-Edouard Saint-Léon

Professeur, Académie de Paris

Résumé en français : Tandis que les plateformes internet fourmillent de vidéos éducatives, les élèves sourds et malentendants s'exprimant en langue des signes française (LSF) n'ont pas accès à des contenus mathématiques qui leur sont adaptés. Pour la plupart, cette adaptation consisterait à présenter les explications à la fois en LSF et en français écrit, ce qui n'existe pas non plus dans les manuels scolaires. Face à ce constat, et en s'appuyant sur les données de la recherche, nous nous sommes attelés à la production d'enregistrements vidéo de cours et de résolution d'exercices de mathématiques en LSF. Une voix et un sous-titre sont ajoutés pour permettre l'accès à tous, et plongent ce projet dans le défi du plurilinguisme. En dix mois, vingt-trois vidéos ont été conçues, dont une partie a été expérimentée en classe. Elles ont suscité des commentaires vivement encourageants tant des chercheurs que des enseignants et des élèves. Cet article constitue un retour d'expérience de l'auteur, rassemblant les bases linguistiques, pédagogiques et techniques pour un futur passage à l'échelle.

Mots-clés : mathématiques, langue des signes, capsule vidéo, plurilinguisme.

Abstract in English: While internet platforms are teeming with educational video clips, deaf and hard-of-hearing students in France lack access to mathematical content adapted to their needs. For most, this adaptation would consist of presenting explanations in both French Sign Language (FSL) and written French, which also does not exist in school textbooks. In response to this observation, and based on research data, the author set about producing professional video recordings of lessons and the solving of mathematics exercises in FSL. A voice and subtitles are added to allow access for all, and immerse this project in the challenge of multilingualism. In ten months, twenty-three videos were created, some of which were tested in the classroom. They generated highly encouraging feedback from researchers, teachers, and students alike. This article constitutes feedback from the author, bringing together the linguistic, didactic and technical bases for future scaling up.

Keywords: mathematics, sign language, video capsule, multilingualism.

Introduction

En 2019, on comptait environ dix mille élèves sourds et malentendants scolarisés en France (MEN, 2021, p. 21). Des efforts sont déployés de tous bords pour favoriser leurs apprentissages (Krause, 2017 ; Mas-Leroux, 2011 ; Mangeret *et al.*, 2005). Parmi les dispositifs existants, l'Institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques et des sciences (IREMS) de Paris propose depuis peu des cours de mathématiques en langue des signes française (LSF) enregistrés sur support vidéo¹, avec un soin particulier apporté au rendu visuel. Ce qui n'est pas anodin, puisqu'on trouve déjà dans les années 2000 des recommandations allant dans le sens d'un recours aux vidéos en LSF pour les élèves sourds dont la langue française écrite n'est pas encore maîtrisée (Duquesne, 2005, p. 123 ; MEN, 2009, p. 39-40). Nous précisons d'emblée, si besoin est, que beaucoup de jeunes sourds de naissance ne comprennent pas bien les textes en français, et *a fortiori* ne maîtrisent pas la rédaction en français écrit. De surcroît, les difficultés spécifiques rencontrées par les élèves sourds en inclusion, et le manque de moyens humains pour y remédier, rendent pressant le besoin de contenus vidéos présentant les notions mathématiques directement en LSF (Dalle *et al.*, 2024).

Les outils technologiques – caméra, logiciels, éclairage, fond vert – sont aujourd'hui à portée de main, et nous pouvons transformer l'essai. Durant l'année scolaire 2024-2025, nous avons débuté modestement en élaborant des capsules vidéo destinées à une élève sourde en inclusion. Pour les

1 <https://www.youtube.com/@Mathémasignes> et <https://video.irem.univ-paris-diderot.fr/c/mathemasignes/videos?s=1>

réaliser, nous nous sommes appuyés tout d'abord sur plusieurs expérimentations en classe (Saint-Léon, 2024, p. 38). Nous recevons également le soutien d'une équipe de relecteurs (chercheurs en didactique des mathématiques, enseignants sourds et entendants connaissant la LSF) et d'enseignants expérimentant occasionnellement ce dispositif sur le terrain. Notre problématique de départ est de mesurer les effets de ce dispositif sur l'apprentissage de l'élève. Nous suivons un cahier des charges préconisé par la littérature, et présentons ici les premiers résultats de cette expérimentation. Nous commencerons par définir le concept du projet Mathémasignes, puis nous détaillerons les défis didactiques et techniques rencontrés. Enfin, nous révélerons les particularités linguistiques de ce projet.

1. Aux racines du projet Mathémasignes

Pour commencer, il nous tient à cœur de partager une scène vécue et filmée en 2021 dans un pôle d'enseignement des jeunes sourds (PEJS) près de Toulouse. Elle constitue un parfait point d'entrée à notre sujet, puisqu'entre autres elle sensibilise le lecteur non initié à la valeur que revêt la langue des signes pour bon nombre d'élèves sourds. Dans la suite, tous les prénoms ont été changés.

1.1. Observation de réactions d'élèves

Un énoncé de problème introduisant la résolution d'équation a été présenté à une classe de dix élèves sourds de 4^e, âgés de 13-14 ans, et dont aucun ne maîtrise la langue française (voir figure 1).

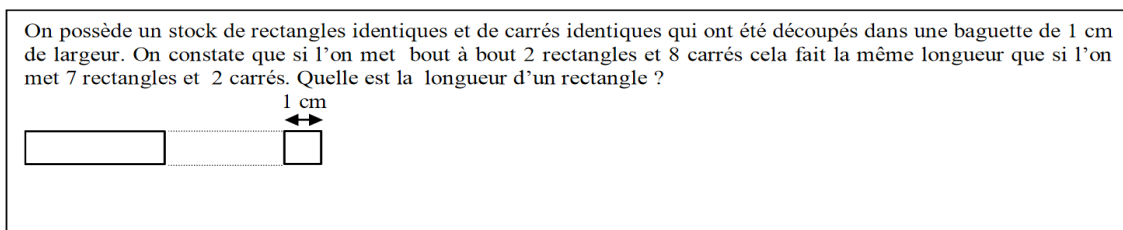


Figure 1 : Énoncé distribué aux élèves

Beaucoup, la tête dans les mains, tentaient de comprendre le texte, et certains soulignaient quelques mots. Plusieurs ont levé la main pour demander à la professeure le sens de certains termes courants comme « baguette ». L'instant d'après, une projection a été faite d'une vidéo en langue des signes traduisant l'énoncé. Nous tentons de transmettre avec les mots cette scène.



Figure 2 : Capture d'écran d'une scène filmée dans une classe d'élèves sourds.

Axel, concentré sur la vidéo qui touchait à sa fin, s'enthousiasme de plus en plus vivement (tout se dit ici en LSF) : « compris, compris, c'est bon, c'est bon, compris, compris ! » À peine la vidéo

terminée, c'est avec de grands gestes qu'il interpelle Yves et Nicolas, à proximité de lui, pour échanger sur le problème. Nicolas lève tout de suite le pouce pour nous complimenter ; Yves, lui, lance en nous regardant : « Merci. Merci. Merci beaucoup. » Axel se retourne alors vers nous pour s'appliquer à nous dire : « Merci beaucoup, merci beaucoup, bien, merci beaucoup ! ». Tous trois, ainsi que Zahia et Carmen, nous montrent un pouce en l'air, semblant manifester par là une certaine satisfaction, qu'on peut interpréter comme la conséquence de ce visionnage.

Nous n'avions pas anticipé une telle vigueur dans les réactions positives. La compréhension de ce que leur demandait l'énoncé s'est avéré libérateur pour trois élèves. L'activité de ces derniers a alors soufflé un élan de mise au travail pour l'ensemble de la classe. Nous n'omettons pas de mentionner l'absence de réaction visible de la moitié des élèves. Nous pensons que cela est dû à leur réserve ou à leur distance aux mathématiques. La vidéo a été projetée en boucle pendant toute la résolution du problème ; tous ont profité de la traduction dans leur langue. Et tous ont eu besoin de l'aide du professeur pour achever la résolution.

Cette expérience, réitérée dans d'autres établissements, a été récompensée par le Conseil scientifique de l'éducation nationale (CSEN) : l'IREMS de Paris s'est vu attribuer le Prix national d'éducation Chercheur en actes. Ensuite a démarré une production de vidéos en LSF accolées au programme de terminale technologique d'une enseignante, Anaïs. Durant l'année scolaire 2024-2025, elle a accueilli Diana, une élève sourde en inclusion dans sa classe. Notre objectif était triple : favoriser l'apprentissage de l'élève, mesurer les efforts et les compétences requis pour une production régulière de telles vidéos, et établir une boîte à outil pour les enseignants concevant ou utilisant les vidéos. Dès les premières vidéos de la chaîne Mathémasignes, nous avons recueilli des impressions très positives.

1.2. Trois témoignages encourageants

Diana nous a rapidement transmis ses impressions (ci-dessous traduites de la LSF) :

J'ai visionné vos vidéos avec les représentations graphiques, la tangente, etc. L'ensemble est clair et visuel. En plus, il y a du sous-titrage et des couleurs, c'est vraiment clair. Les explications sont bien et ça m'aide à avancer rapidement dans la compréhension parce que je surtout nulle dans les représentations graphiques (mais en calcul ça va). J'ai besoin de cette aide-là donc merci c'est mieux comme ça, continuez comme ça. Merci beaucoup et bon courage pour le montage de ces vidéos. Vraiment tous mes compliments.

Assez tôt, nous avons reçu un commentaire écrit d'un jeune sourd ayant quitté le lycée, et que nous ne connaissons pas. Rappelons que la rédaction écrite est un exercice ardu pour beaucoup de personnes sourdes. Le lecteur ne sera donc pas surpris de certaines formulations.

Très bravo pour votre initiative ! Oh quelle chance pour mon frère pour la future de son scolaire avec vos vidéos très merveilleux accessibles ! Mais malchance pour moi alors haha. Je ne sais pas si vous pourriez faire aussi pour les collèges de l'année prochaine ? Car j'ai mon frère sourd qui est au collège actuellement au classe sixième ! ;-) J'espère aussi que vos vidéos restent permanence, c'est très utile. Je remarque surtout les signes spécifiques du mathématique avec sous-titre c'est très génial comme on peut le comprendre et apprendre nouveaux lexiques de mathématique ! Merci à vous !

Enfin, le commentaire suivant, de l'IA-IPR (inspecteur académique – inspecteur pédagogique régional) de LSF lui-même sourd, nous a beaucoup encouragé.

Je suis d'avis que la qualité de votre production est remarquable, que ce soit sur le plan pédagogique, linguistique et technique. Il est fort probable que cette tâche ait demandé un investissement en temps conséquent de votre part.

Nous allons étayer cette dernière remarque. Concernant l'investissement en temps, vingt-trois vidéos ont été conçues sur une période de dix mois, pour une durée de visionnage totale de 145 minutes. 180 heures de travail ont été nécessaires, soit en moyenne entre sept et huit heures par vidéo de six minutes, sans compter le temps mis par les relecteurs pour faire leur analyse. Dans la suite de cet article, nous dévoilerons les défis didactiques, techniques et linguistiques.

2. Les fondements didactiques alliés aux outils techniques

2.1. Un cahier des charges de référence

L'article de Allard et ses collègues (Allard *et al.*, 2018) aborde la conception de capsules vidéo de cours de mathématiques. Il est orienté vers la classe inversée, ce qui est d'intersection non vide avec notre sujet, sans pour autant coïncider avec lui. Nous citons ici quelques remarques et recommandations issues de cet article qui ont formé une base féconde pour notre projet, en développant la manière dont nous les avons prises en compte :

- « C'est sûrement différent d'utiliser une capsule déjà réalisée ou une capsule dont on est le concepteur. » (*ibid.*, p. 652) L'enseignante avec qui nous collaborons, Anaïs, nous a fourni sa progression et ses chapitres. Nous y sommes restés au plus près, pour faciliter son utilisation des vidéos en LSF avec voix et sous-titres durant ses temps d'enseignement. Cela soulève la question de la transférabilité à d'autres classes. Il semble impossible de concevoir une vidéo parfaite qui conviendra à tous les enseignants, et à tous les élèves. Nous avons donc tenté de rendre les vidéos les plus cohérentes possibles pour d'autres apprenants. La résolution d'exercices types semble être le format le plus transférable.
- « Privilégier le format court : en dessous de 3 minutes pour le cycle 4 (collège) et de 6 minutes pour le lycée. » (*ibid.*, p. 656) Nous avons systématiquement dû alléger la première version de chaque vidéo pour qu'elle entre dans ce laps de temps. Cela oblige à faire des choix discutables sur le plan didactique, puisque certaines idées sont mentionnées dans une vidéo séparée, voire mises de côté. Nous nous sommes alors efforcés de placer des liens ou des références vers les notions qui se rattachent au propos et qui ne peuvent pas être présentement approfondies.
- « Mentionner les compétences mathématiques abordées, l'objectif de la capsule, et la notion mathématique à laquelle elle se rattache. » (*ibid.*, p. 656) Malgré l'évidence de cette formule, nous avons remarqué que cela peut facilement devenir impensé au milieu du flot de tâches que requiert l'élaboration d'une vidéo.
- « Un compromis doit être trouvé entre un langage trop familier qui susciterait une adhésion peut-être plus aisée des élèves mais les éloignerait de la rigueur mathématique et un discours cadré, technique. » (*ibid.*, p. 656) Nous développerons ce point plus loin.
- « Mentionner ce qui est admis ou sera démontré. » (*ibid.*, p. 656) Au niveau première et terminale technologique (élèves de 16-17 ans), nous avons admis la quasi-totalité des propriétés. »
- « Associer à chaque capsule vidéo une fiche pédagogique. » (*ibid.*, p. 656)

Concernant ce dernier point, Anaïs nous fournit à l'avance le document qu'elle distribuera aux élèves. Chaque vidéo produite est donc adossée à ce document. Ce point mérite un éclaircissement, donné ci-après.

Passer d'un document texte à une narration enregistrée requiert parfois de repenser totalement l'ordre et la présentation des idées. En effet, des synthèses écrites de cours peuvent commencer par un sous-titre puis une succession de définitions, de propriétés, et d'exemples. Or une vidéo ne peut pas juxtaposer les choses ainsi. Le narrateur commence par saluer, présenter l'objectif, capter

l'attention. Il ne peut pas non plus s'exprimer comme il le ferait devant une classe. Devant une caméra, il n'y a pas d'interaction, son exposé est plus limité dans le temps, et les maladroits écarts de langage sont gravés dans le marbre. Lorsqu'une notion est abordée pour la première fois, il a donc souvent été pratique de commencer par mentionner l'exemple, puis de greffer les définitions et les propriétés au fil du discours. Finalement, ces dernières se retrouvent écrites et fixées sur une partie de l'écran. De façon rétroactive, ce procédé pourrait permettre à l'enseignant en classe d'amener de manière plus pédagogique de nouvelles notions, s'il ne le fait pas déjà.

Statistiques à deux variables et ajustement affine - Terminale techno

2.2. Une combinaison astucieuse d'outils existants

The diagram illustrates a digital workspace for a presentation, centered around the **Keynote** application. The workspace is organized into several interconnected components:

- Central Application:** **Keynote** (blue icon with a presentation screen).
- Input/Control Applications:**
 - QuickTime Player** (black icon with a blue 'Q') is connected to Keynote.
 - Géogebra** (purple icon with a network of nodes) is connected to Keynote.
 - Gimp** (grey icon with a paintbrush) is connected to Keynote.
- Output/Recording Applications:**
 - OBS** (black icon with a white '3' shape) is connected to Keynote.
 - iMovie** (purple icon with a star) is connected to OBS.
 - Adobe Premiere** (dark blue icon with 'Pr') is connected to iMovie.
 - YouTube Studio** (red icon with a play button) is connected to Adobe Premiere.
- Supporting Applications:**
 - Emulateurs calculatrices** (calculator icon with a green '83' badge) is shown as a separate component.
 - Other Tools:** A screenshot of a presentation slide and a calculator icon are also visible.

2 Voir par exemple <https://bibnum.publimath.fr/IWR/IWR91014.pdf> et la vidéo <https://www.youtube.com/watch?v=pZQdMVDjoRY&list=PLFdLpytM9xkNsURHW85gDxsuZ9T1bFkCz&index=12>

Néanmoins, la ressource la plus importante pour ce projet, et aussi la plus rare, demeure le temps disponible. L'impression de l'IA-IPR cité plus haut se confirme : pour réaliser une vidéo de 6 minutes, il nous faut compter en moyenne trois heures pour réfléchir au concept, effectuer des recherches, créer les supports visuels (avec Géogébra, Gimp, QuickTime Player et les émulateurs) et construire le diaporama (avec Keynote). Puis en moyenne deux heures encore pour s'entraîner à formuler le cours en LSF et faire le tournage (avec OBS). Enfin, en moyenne trois heures pour faire le montage (avec iMovie et Adobe Première), apporter les corrections, mettre la voix (avec iMovie), et le sous-titrage (avec YouTube Studio), et publier la capsule.

Au moment où nous rédigeons cet article, le studio mobilisé pour filmer est plutôt un studio d'appoint : le tournage se fait au domicile du signeur, sans ses lunettes pour éviter les reflets, avec un fond vert, deux éclairages, un ordinateur, et la caméra d'un smartphone. Petit à petit, des améliorations substantielles ont été faites : pour plus de confort visuel, le fond utilisé est désormais plus sombre qu'au début, et le signeur s'habille en noir. Nous améliorerons le rendu en utilisant le gris clair, adapté à la fois aux signeurs à la peau claire aux signeurs à la peau noire. Des personnes mal-voyantes peuvent alors trouver les vidéos plus agréables à regarder. D'ailleurs, la police utilisée est dorénavant sans empattement, adéquate pour les personnes dyslexiques.

Semaine après semaine, les relecteurs bénévoles nous aident à corriger et améliorer les vidéos avant leur publication.

3. Zoom sur le plurilinguisme

3.1. Un travail sur les langues

Quatre modes de communication ont cours simultanément pendant le visionnage de nos vidéos. En plus de la LSF, on peut

- entendre la traduction en français oral de ce qui est signé en LSF,
- voir le sous-titrage correspondant,
- voir le français écrit, les expressions algébriques et les représentations graphiques affichées sur le diaporama en arrière-plan. Ce texte ne coïncide pas forcément avec les explications sous-titrées.

On pourrait ajouter le labial – le mouvement des lèvres –, qui est partie intégrante de la LSF : de temps en temps, le signeur articule suffisamment pour qu'on puisse distinguer un mot qu'il prononce en même temps qu'il fait le signe associé. Nous développons ci-après les aspects linguistiques qui participent à la complexité de notre projet.

Tout d'abord, il n'est pas possible de faire une traduction mot-à-mot du français vers la LSF, et vice versa. Et ce pour deux raisons principalement. Premièrement, la LSF possède sa propre grammaire et sa propre syntaxe, différentes de celles du français. Deuxièmement, l'ordre des idées exprimées en français n'est pas toujours optimal pour un élève sourd, qui a une pensée visuelle. L'exemple de la figure 5 est représentatif.

Dans cette vidéo, pendant que la voix off en français lit l'énoncé affiché à gauche de l'écran (le sous-titrage est alors inutile à ce moment), le signeur donne les idées dans l'ordre inverse. Il présente d'abord le tableau (affiché à droite de l'écran), puis il définit les valeurs x_i et y_i . Le traducteur a jugé que les idées apparaîtront ainsi de façon plus naturelle pour un sourd qui regarde la vidéo. Il n'est donc pas envisageable de s'enregistrer en train d'interpréter en LSF un texte lu par quelqu'un (comme lorsqu'un conférencier parle et qu'un interprète LSF est contraint de transmettre les idées en suivant l'ordre dans lesquelles elles sont énoncées). Les vidéos sont enregistrées en LSF directement pour plus de naturel et d'aisance, et la voix est ajoutée après. Cela indique aussi qu'au moment d'enregistrer la bande son, il est délicat de traduire de la LSF vers le français : des

formulations erronées peuvent apparaître, et il est important d'y accorder une attention particulière. On le rappelle : un texte ne présente pas toujours les idées dans un ordre qui paraît le plus naturel à un élève sourd qui le lit, ce qui peut constituer un obstacle pour sa compréhension.

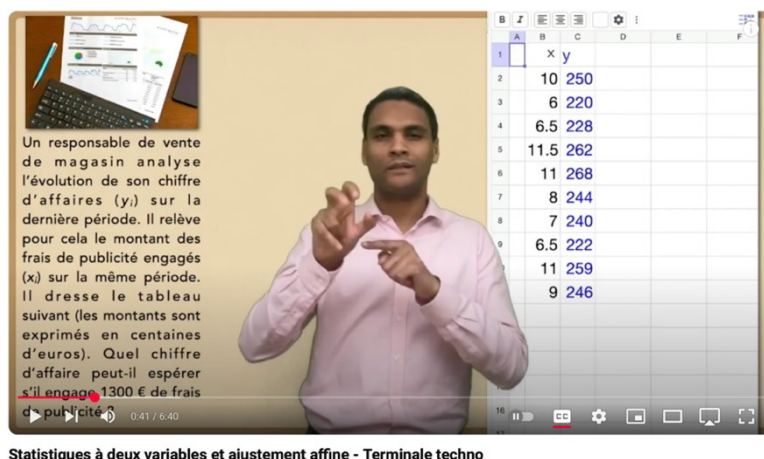


Figure 5 : Capture d'écran d'une vidéo de la chaîne Mathémasignes.

Au moment de l'élaboration de la toute première vidéo, une commentatrice a porté à notre attention la notion de signifiant et signifié (voir Le Corre, 2001). Concrètement, dans l'exemple suivant, le signeur ne doit pas regarder ses mains au moment de dire « sécante », ce qu'il avait maladroitement fait dans une première version (figure 6).

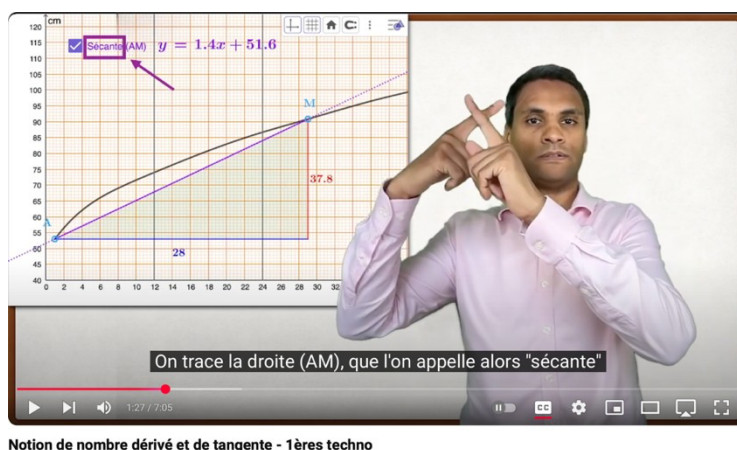


Figure 6 : Capture d'écran d'une vidéo de la chaîne Mathémasignes.

En voici l'explication. Partons tout d'abord de la notion de deux droites sécantes. Si on cherche l'origine du terme français « sécante », on trouve qu'il dérive du latin voulant dire « couper », « fendre ». Un élève entendant pourrait facilement songer à l'outil « sécateur » ; dans tous les cas, il observe ici le dessin de deux droites qui se coupent et apprend le vocabulaire associé. Du côté de la LSF, la vision est tout autre. Le signe « sécante » est construit à partir de l'iconicité : les index non recourbés conviennent aisément à la représentation de droites³. On dit que le « signifiant » est le *signe* lui-même : le croisement des index, qui devient alors un « signe standard ». Le « signifié » est le *concept* de deux droites sécantes. Or si le signeur pose son regard sur les deux index, immédiatement l'élève sourd s'attendra à une explication sur une caractéristique de l'intersection, le point ou bien la façon dont les deux droites se coupent (sous quel angle ? Est-ce que ce sont des

3 https://signmaths.univ-tlse3.fr/?_sf_s=sécante&_sft_categories=tous-niveaux

droites ou autre chose ?), et le signifié n'est alors plus le même. Dans le cas présent, pour parler avec limpidité de la notion de droite sécante, il est donc important de ne pas regarder ses mains.

Cela étant dit, la présente vidéo aborde plutôt la notion de droite sécante à une courbe. Une relectrice a signalé au concepteur qu'il doit alors répéter le signe « sécante » : une fois en plaçant les mains à un endroit devant lui, et juste après à un autre endroit. De cette manière, et dans ce contexte, il n'y a donc pas d'ambiguïté : il ne s'agit pas de deux droites sécantes, et la droite coupe la courbe deux fois, même si en français le mot « sécante » n'est prononcé qu'une fois. Dans le cas où il faudrait signaler plus de deux intersections, le contexte amènerait le signeur soit à répéter le geste autant de fois que nécessaire, soit à se contenter de deux ou trois répétitions du geste pour signaler le pluriel.

Un mot sur le lexique. En LSF, tant le vocabulaire que les pratiques langagières ne sont ni figées ni universelles (Dalle *et al.*, 2024). Citons l'exemple du terme « bactérie » (figure 6).

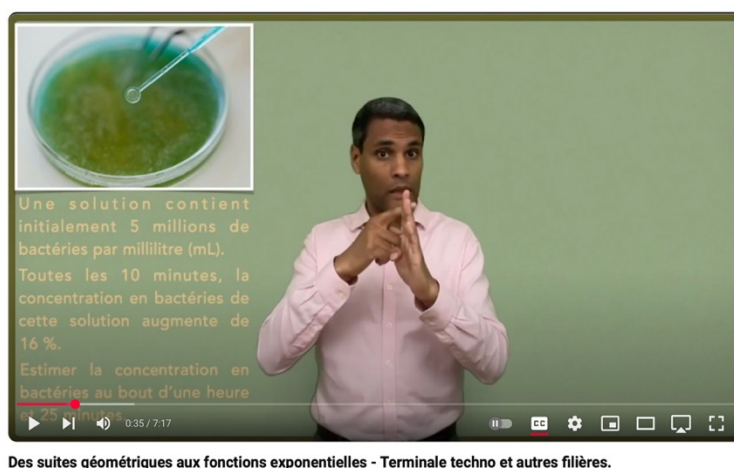


Figure 7 : Capture d'écran d'une vidéo de la chaîne Mathémasignes.

À ce jour, le lexique de STIM Sourd France présente trois propositions de signes pour traduire ce mot⁴. Il est bien indiqué que ce sont des propositions, sans citer de contexte où ils pourraient être utilisés. Pour ce terme comme pour bien d'autres, les locuteurs de la LSF créent des codes internes à leur entreprise, leur laboratoire, leur classe, sans connaître les signes utilisés ailleurs. Ils se propagent localement, jusqu'à être recueillis dans des glossaires qui n'ont pas vocation à imposer un choix. Les deux premières propositions s'inspirent de formes vues au microscope. Nous avons retenu la troisième proposition, la seule pour laquelle une justification est donnée : les formes des bactéries étant diverses, on peut en faire abstraction en signant une lettre b barrée neutre, c'est-à-dire l'initiale du mot ornée d'une barre oblique, comme on le fait en français écrit pour abrégé le mot « cellule » (ç).

Plus généralement, dans le cas où plusieurs signes existent, le défi est de choisir le signe qui correspond le plus au contexte si c'est possible, et celui qui est le plus couramment utilisé.

3.2. L'utilisation des vidéos pour les élèves sourds en inclusion

Comme cela a été dit plus haut, notre projet se fait en concertation avec Anaïs, non signante, qui accueille en inclusion chaque année dans sa classe un ou plusieurs élèves sourds, et qui cherche activement à les aider au mieux.

L'avantage des vidéos en LSF avec bande son est notamment qu'on peut les projeter à toute la classe : tant les entendants que les sourds peuvent en profiter. Cela peut donc favoriser la synchronisation entre les deux. Assude et ses collègues (Assude *et al.*, 2018) constatent en effet que

4 <https://www.stimsourdfrance.org/mots/bacterie>

des élèves sourds en inclusion peuvent prendre du retard par rapport au reste de la classe, en fonction du niveau de qualification de l'interprète, en raison de l'impossibilité de regarder simultanément l'interprète et ce qui est écrit au tableau, et en raison de leur rapport difficile au français écrit. Nos vidéos ont précisément l'ambition de gommer ces trois écueils.

La présence d'un accompagnant d'élève en situation de handicap (AESH) signant est précieuse, puisqu'elle permet à l'élève de saisir les paroles du professeur et le sens des mots écrits. Or cette assistance est souvent manquante. Des cours enregistrés en LSF, sans pour autant remplacer l'aide humaine, peuvent alors constituer un appui utile, autant pour l'enseignant que pour l'élève sourd. On peut mettre les vidéos en pause, revenir en arrière, les visionner à plusieurs reprises. Nous avons constaté cet usage à une toute petite échelle ; il reste encore des observations plus larges à entreprendre.

Ces atouts nous ont amenés à tester le dispositif suivant. En plus de traduire des portions de cours d'Anaïs, nous avons traduit ses sujets d'évaluation dès le mois de septembre (figure 7). Les parties traduites sont successivement mises en évidence, et agrémentées d'illustrations éclairantes. L'élève peut composer à partir du visionnage sur une tablette numérique. Cela requiert un véritable temps de réflexion, pour ne pas instiller des éléments de réponse dans la traduction des questions. Il faut parfois s'abstenir de « faire du visuel », et se contenter de désigner du doigt un mot de l'énoncé que l'élève est supposé connaître.

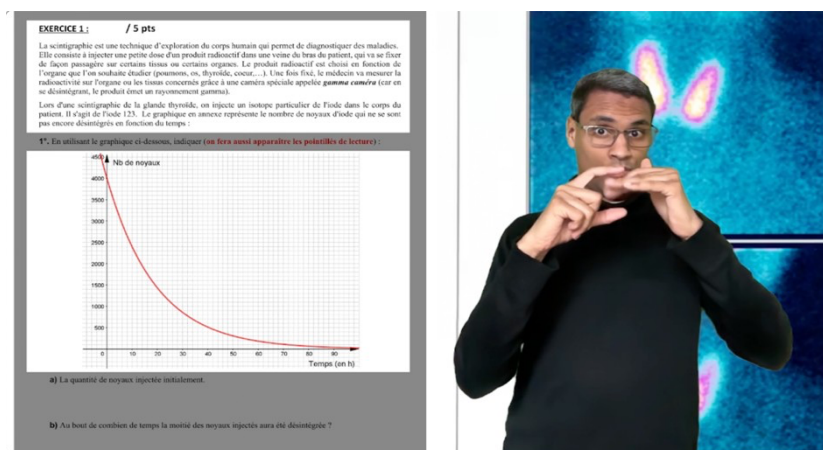


Figure 8 : Capture d'écran d'une évaluation traduite en LSF.

Contrairement à ce qui aurait été attendu, les résultats de Diana ont considérablement baissé en début d'année scolaire. Nous avons appris que des circonstances personnelles indépendantes du dispositif ont eu un impact défavorable sur son travail personnel. Puis ses résultats ont augmenté. Cela pose malgré tout la question de l'influence d'un tel changement de modalité dans les évaluations. Il peut être nécessaire d'habituer les élèves à travailler sur une vidéo avant de les sanctionner par une note. Ce dispositif est bien sûr valable lorsque les élèves ne sont pas en inclusion. Nous recommandons toutefois de continuer à préparer les élèves aux examens nationaux, en les accoutumant aux consignes écrites. Notre dispositif devrait rester un appui comblant l'absence d'une aide humaine dans le cadre d'un aménagement aux examens, ce qui était le cas pour Diana, en contrôle continu de terminale technologique. Il mérite toutefois de faire l'objet d'une étude approfondie pour en évaluer la pertinence et en améliorer la mise en place.

Par ailleurs, lors d'une évaluation en milieu d'année, le traducteur a oublié d'afficher et de traduire une question. Bien que Diana disposait du document papier (complet), elle n'a pas abordé cette question. Lorsque l'enseignante lui a demandé pourquoi, elle a répondu que la question ne figurait pas dans l'énoncé. Cela révèle qu'elle a utilisé uniquement la vidéo pour composer, donc qu'elle a préféré cette modalité.

Conclusion

Dans un contexte où le numérique et l'inclusion sont amenés à faire de plus en plus partie intégrante de l'environnement éducatif, l'année scolaire 2024-2025 fut pour l'auteur et ses associés l'inauguration d'une entreprise concrétisant un souhait commun de longue date. Après avoir ouvert une voie, ils sont désormais dotés d'une expertise spécifique appelant au passage à l'échelle. Le concept d'une vidéo bilingue LSF/français avec sous-titre est unanimement salué, car, entre autres, utilisable simultanément par les élèves sourds et entendants, et contribuant ainsi à améliorer l'inclusion de tous dans les classes ordinaires. Enregistrer sur fond vert permet un meilleur rendu visuel. Il faut compter en moyenne huit heures de travail pour une vidéo de six minutes. Un format court centré sur un exemple ou un exercice semble plus facile à concevoir et à adapter à l'ensemble des élèves. L'ordre des idées développées doit correspondre à la pensée visuelle d'un élève sourd, sans escamoter la rigueur mathématique. Un bon niveau de LSF couplé à un temps de concertation est indispensable pour faire les meilleurs choix en termes de vocabulaire et de formulation. Enfin, une plus ample recherche sur l'apprentissage et l'évaluation des élèves au moyen de ce dispositif semble nécessaire. À notre connaissance, le seul équivalent fourni et élaboré de ce projet dans le monde se trouve à l'Indian Sign Language Research and Training Center, qui produit des cours dans plusieurs disciplines⁵. Leurs cours ne sont pas mobilisables pour l'élève parlant la LSF en raison de la différence entre les langues et les programmes, mais ils peuvent constituer un point d'appui intéressant concernant les modalités de présentation des concepts. À l'instar d'un manuel scolaire ou d'un cours du centre national d'enseignement à distance (CNED), une vidéo d'un cours de mathématiques en LSF peut être vue comme un outil nouveau et attendu, que les professionnels mobiliseront à souhait pour poursuivre la construction, chez les citoyens sourds et à l'aide de leur langue première, de leur charpente intellectuelle mathématique.

Références

- Allard, C., Asius, L., Horoks, J., Robert, A. (2018). Courtes vidéos de cours (capsules) : une ressource pour la classe inversée, avantages et inconvénients. Points de vue d'enseignant et de didacticiennes. EMF 2018 – GT6. <https://bibnum.publimath.fr/ACF/ACF19149.pdf>
- Assude, T., Millon-Faure, K., Tambone, J. (2018). Questionnements autour de la synchronisation dans l'enseignement des mathématiques à des élèves sourds. EMF 2018. <https://hal-amu.archives-ouvertes.fr/hal-02070433/document>
- Dalle, J., Dartyge, C., Nattes, S. (2024). « Enseignement des mathématiques en langue des signes française : Création d'un corpus technique spécifique en LSF », La main de Thôt [En ligne], 11 | 2024, mis en ligne le 05 février 2024. <http://interfas.univ-tlse2.fr/lamaindethot/1194>
- Dictionnaires IVT : Moody, B. (1998). La langue des signes – TOME 1-5. IVT, édition 2003.
- 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>
- Krause, C. (2017). DeafMath : Exploring the influence of sign language on mathematical conceptualization. In CERME 10, February 2017. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01937152/document>
- Le Corre, G. (2001). La représentation partitive du référent en Langue des Signes Française De la forme au sens. *Langage et société*, n° 95(1), 33-35. <https://doi.org/10.3917/ls.095.0033>
- Lexique Elix : <https://dico.elix-lsf.fr>
- Lexique Sign'math : https://signmaths.univ-tlse3.fr/?_sft_categories=tous-niveaux
- Lexique STIM Sourd France : <https://www.stimsourdfrance.org>
- Mangeret T., Bonnet M., Gardie C., Labouré F., Matillat F., Navarro Y. (2005). Mathématiques et surdité. IREM de Lyon. <https://numerisation.irem.univ-mrs.fr/LY/ILY05002/ILY05002.pdf>
- Mas Leroux V. (2011). Enseigner les mathématiques auprès d'élèves sourds. Le préalable linguistique. *Repères – IREM*. N°84 – juillet 2011. https://www.univ-irem.fr/reperes/articles/84_article_567.pdf
- MEN (2009) : *Scolariser les élèves sourds ou malentendants*. Ministère de l'Éducation nationale, CNDP.

5 <https://www.youtube.com/@ISLRTC>

Saint-Léon, C.-E. (2024). L'enregistrement vidéo dans une activité mathématique en langue des signes française ? Mathématiques et langues – Propositions pédagogiques. Brochure de l'IREM de Paris, n°102. <https://hal.science/hal-04521050>

Enjeux de formation pour l'enseignement des mathématiques en contexte bi-plurilingue

Céline Beaugrand

Enseignant-chercheur, Université de Lille, France

Emile Jenny

Enseignant-chercheur, HEP-BEJUNE, Suisse

Gaëlle Bugnet

Formateur en mathématiques, INSPÉ de Créteil, France

Résumé en français : Ce chapitre propose une réflexion autour des enjeux de formation pour l'enseignement des mathématiques en contexte scolaire bi-plurilingue. En s'appuyant sur trois situations sociolinguistiques et éducatives différentes (deux en France et une en Suisse) et sur des exemples concrets, nous interrogerons dans un premier temps les besoins de formation des enseignant·e·s au regard des dispositifs existants. Nous verrons notamment comment certaines représentations sur le plurilinguisme et l'enseignement d'une discipline en langue étrangère peuvent faire obstacle à une pratique intégrant langues et contenus disciplinaires. Dans un deuxième temps, une analyse croisée des enjeux de formation pour la discipline des mathématiques mettra en exergue les aspects langagiers mais aussi cognitifs, culturels et didactiques, nécessaires à prendre en compte dans les programmes de formation. Cela nous amènera, dans une dernière partie, à présenter des exemples de contenus de formation à partir de trois dispositifs mis en place en Suisse et France.

Mots-clés : formation enseignante, intégration langue-contenus, didactique du plurilinguisme, curriculum.

Abstract in English: This chapter examines the training of mathematics teachers in bilingual or plurilingual education context. Drawing on three distinct sociolinguistic and educational situations (two in France and one in Switzerland) and using concrete examples, we begin by exploring teachers' training needs in light of current arrangements. In particular, we consider how certain perceptions of plurilingualism and of teaching a subject through a foreign language can hinder practices that seek to integrate language and content. Secondly, a cross-contextual analysis of the training challenges in these settings will shed light not only on linguistic issues but also on the cultural and didactic dimensions that need to be addressed in teacher education programmes. In the final part, we present examples of training content based on three programmes implemented in Switzerland and France.

Key-words: teacher training, language-content integration, didactics of multilingualism, curriculum.

Introduction

L'enseignement bi-plurilingue consiste à utiliser deux langues ou plus pour enseigner une ou plusieurs disciplines dans un contexte scolaire. Au moins deux langues sont donc « structurellement présentes [...], parallèlement, pour communiquer et surtout pour apprendre » (Duverger, 2009, p. 15). Ce type d'enseignement a suscité un nouvel intérêt en Europe et ce, depuis les années 2000-2010. Il doit permettre aux élèves d'apprendre plusieurs langues au cours de leur scolarité, notamment dans le cadre de cours de disciplines dites non linguistiques (DdNL) (Gajo, 2009), proposés dans des sections internationales, européennes ou régionales, ou à travers des dispositifs plus flexibles tels que l'Enseignement d'une Matière Intégrée à une Langue Étrangère (EMILE)¹. Or,

1 La DNL (Discipline Non Linguistique) ou DdNL (acronyme proposé par Laurent Gajo pour souligner que toutes les disciplines comportent nécessairement une composante linguistique) et l'EMILE se distinguent par la place accordée à la dimension langagière. La DNL se focalise uniquement sur la dimension disciplinaire et désigne communément l'enseignement d'une matière (histoire, sciences, etc.) dans une langue étrangère. Cet acronyme est

dans ce domaine, les représentations sont encore variées et impactent fortement la posture des actrices et acteurs de l'éducation qui y interviennent. Ainsi, la question de la formation des enseignant·e·s, pourtant bien documentée depuis les années 1990 (Baker, 2006 ; Bialystok, 2001 ; Duverger, 2011 ; Gajo, 2007), mérite d'être continuellement reposée, en lien avec l'évolution de la recherche et des contextes bi-plurilingues d'implémentation. Dans le présent chapitre, nous proposons donc une réflexion sur les enjeux de formation pour l'enseignement des mathématiques en contexte bi-plurilingue, en intégrant également les situations pluri-multilingues qui concernent l'inclusion d'élèves allophones. Nous partagerons également plusieurs pistes et expériences, en nous appuyant sur les situations nationales dans lesquelles nous exerçons : la Suisse et la France.

Notre chapitre s'articule ainsi en trois axes. Nous analyserons tout d'abord les contextes d'implémentation des dispositifs bilingues connus, tout en croisant les besoins exprimés par les enseignant·e·s. Puis, nous aborderons trois enjeux-clés que nous avons identifiés : langagiers, culturels et didactiques. Enfin, nous proposerons des pistes de formation pour l'enseignement des mathématiques (et plus largement des DdNL ou EMILE), inspirées à la fois de nos travaux en recherche et de nos expériences en formation. Ce chapitre s'adresse donc en premier lieu à des personnes intervenant dans la formation initiale et continue des enseignant·e·s, mais il peut aussi intéresser toute personne souhaitant mettre en œuvre (ou faire évoluer) un dispositif d'enseignement bi-plurilingue.

1. Contextes et besoins des enseignant·e·s en mathématiques

Tout dispositif bilingue est ancré dans un contexte régional et sociolinguistique précis qui va inévitablement influencer les représentations et les pratiques des actrices et acteurs concerné·e·s. Ainsi, nous présenterons dans ce qui suit les contextes suisse et français dans lesquels nous agissons (et qui influencent notre discours), mais aussi les ancrages régionaux dans lesquels les enseignant·e·s que nous accompagnons évoluent. Nous décrirons ensuite plusieurs enjeux spécifiques liés à l'enseignement des mathématiques en plusieurs langues.

1.1. Contextes sociolinguistiques et éducatifs en Suisse et en France

Connue comme un pays plurilingue, la Suisse revêt un intérêt particulier pour la mise en place de dispositifs bilingues. En effet, elle compte quatre langues nationales (français, allemand, italien et romanche, figure 1) pour une population d'environ neuf millions d'habitant·e·s (Office fédéral de la statistique, 2025). Néanmoins, l'organisation décentralisée pour le domaine de l'éducation implique bien souvent un fonctionnement et une perception monolingue de l'enseignement, qui reflète la répartition du territoire en régions qui fonctionnent administrativement, pour la plupart, dans une seule langue. En ce qui concerne les dispositifs d'enseignement bi-plurilingues, malgré des spécificités régionales plus précises que nous ne décrirons pas ici, nous identifions trois contextes principaux :

1. Les cantons officiellement bi-plurilingues (Grisons, Fribourg, Berne, Valais) ;
2. Les cantons dits « monolingues » ayant une proximité avec une région sociolinguistique différente, par exemple les cantons de Neuchâtel (NE), Soleure (SO) ou Bâle Ville (BS) qui apparaissent dans la figure 1 ;
3. Les cantons qui évoluent dans un environnement régional et administratif monolingue.

plutôt utilisé dans le secondaire. L'EMILE opère en revanche une double focalisation sur le contenu disciplinaire et sur la langue, vecteur mais aussi objet d'apprentissage. Cet apprentissage de la langue est ainsi « intégré » à celui de la discipline. Ce sigle renvoie à l'acronyme anglais CLIL (*Content and Language Integrated Learning*). D'un point de vue didactique, l'approche EMILE vise donc à la fois des objectifs disciplinaires et langagiers et permet également une plus grande souplesse dans l'alternance codique entre L1 et langue cible, d'où son déploiement plus fréquent, mais non exclusif, dans le primaire.

Dans la première catégorie, plusieurs dispositifs bi-plurilingues existent à l'école obligatoire (élèves de 4 à 15 ans), mais ils restent encore minoritaires. Dans la deuxième catégorie, nous relevons un intérêt croissant pour les approches immersives ou bilingues, par exemple dans les cantons de Neuchâtel et, plus récemment, de Soleure qui prévoient un enseignement en L2 pour une partie du cursus obligatoire. Là aussi, le nombre d'écoles impliquées reste limité. En dehors de ces régions spécifiques, l'enseignement des langues suit les recommandations nationales avec une langue de scolarisation (L1), une première langue étrangère (L2) introduite en 5^e année (élèves de 8-9 ans) et une autre langue étrangère (L3) à partir de la 7^e année (élèves de 10-11 ans)². C'est surtout dans le secteur privé et dans les formations postobligatoires (gymnase, écoles de maturité, écoles professionnelles, niveau tertiaire) que le plus grand nombre de cursus bilingues existent (Elmiger *et al.* 2020).

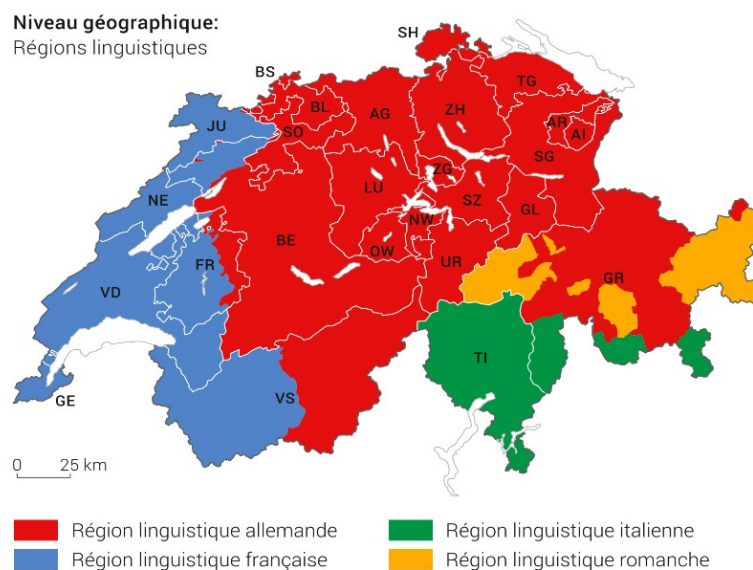


Figure 1 : Les quatre régions linguistiques de la Suisse (Office fédéral de la statistique, 2022).

Cette grande variété de contextes politiques et éducatifs (et donc de modalités d'implémentation) peut représenter à la fois un avantage et un inconvénient : un avantage, car les régions peuvent, dans le cadre de leur réglementation, organiser de nouveaux projets et effectuer des adaptations aux cursus de manière relativement autonome ; un inconvénient car l'absence d'uniformisation rend l'échange entre régions plus difficile au niveau des pratiques et des supports. Par ailleurs, il est peu aisé d'obtenir un aperçu de l'ensemble des dispositifs existants (Elmiger *et al.*, 2020). Ainsi, la question de la formation du personnel intervenant dans des dispositifs bi-plurilingues est complexe, notamment car les langues qui sont enseignées et les parcours personnels et professionnels de ces personnes diffèrent fortement. En parallèle, l'implication des instituts de formation (initiale et continue) des enseignant·e·s dans le domaine de l'éducation bi-plurilingue est assez récente et certaines questions, comme celles des enjeux disciplinaires dans les dispositifs bilingues, sont encore à étayer, voire à construire.

En France, pays de tradition centraliste, une politique linguistique monolingue a été promue pendant plus d'un siècle. Toutefois, actuellement, l'enseignement en contexte bi-plurilingue tend à se développer de manière notable et recouvre également une grande variété de situations, avec une évolution des politiques linguistiques et éducatives en direction des apprenant·e·s de langues régionales, de langues de l'immigration et de langues étrangères³. On peut ainsi souligner, notamment depuis le début des années 2000 avec la mise en place de l'enseignement bilingue à

2 À l'heure où nous écrivons ces lignes, plusieurs actions politiques remettent en question ces recommandations et demandent un report de l'introduction de la L2.

parité horaire⁴, le développement d'une politique éducative favorisant les enseignements *en* langue régionale dans certains territoires (ajië, basque, breton, corse, drehu, langues créoles, occitan, tahitien, wallisien, etc.), même si cette possibilité n'est pas offerte de manière égale pour toutes les langues pourtant reconnues, particulièrement en Outre-mer (Euzet & Kerlogot, 2021). De même, les filières bilingues en langue vivante étrangère (LVE), telles que les sections européennes ou internationales, se développent dans les établissements du primaire comme du secondaire⁵. Enfin, le bi-plurilinguisme des enfants migrants commence à être pris en compte et valorisé dans le cadre éducatif où les recherches sur le sujet se diffusent progressivement (Bijeljac-Babic & Auger, 2025) ; pour ce public les avancées restant toutefois modestes, faute de cadrage institutionnel fort.

De surcroît, toutes les langues ne sont pas perçues comme ayant la même valeur dans le système éducatif français, ce sur quoi insistent des spécialistes, à l'instar de Erfurt et Hélot (2016). En effet, certaines filières bilingues, perçues comme prestigieuses, sont socialement valorisées alors que dans d'autres contextes, une représentation déficitaire du bilinguisme perdure, avec une hiérarchisation entre langue de référence et langue minorée. Ainsi le bilinguisme anglais-français sera perçu positivement en section internationale, alors que le bilinguisme arabe-français en France métropolitaine ou français-créole dans certains territoires ultramarins sera considéré comme un frein à l'apprentissage chez l'élève dans une classe ordinaire. De plus, la valorisation du bi-plurilinguisme se heurte encore à des résistances sociales et institutionnelles fortes, le français restant la seule langue reconnue par la Constitution et continuant d'être le pilier de l'éducation dans les programmes. Du côté de la formation des enseignant·e·s, nous pouvons, là aussi, souligner que la pluralité des situations précédemment présentées nécessite des offres adaptées aux contextes. Celles-ci restent néanmoins insuffisantes au regard des enjeux, qu'il s'agisse de la scolarisation des enfants allophones (Mendonça Dias *et al.*, 2020) ou des enseignements bilingues. En ce qui concerne spécifiquement l'enseignement d'une ou plusieurs disciplines en langue étrangère, la formation continue du personnel enseignant se focalise encore souvent en priorité sur le renforcement des compétences langagières pour atteindre un seuil de sécurité linguistique minimal (Causa *et al.*, 2011), au détriment des compétences didactiques et pédagogiques, spécifiques à l'enseignement d'une matière en langue étrangère.

En conclusion, nous relevons que les dispositifs bilingues restent souvent minoritaires et propres à des contextes spécifiques. Par ailleurs, les dimensions politiques et identitaires sont parfois fortes, ce qui peut expliquer certains freins dans l'implémentation ou le maintien d'une éducation bi-plurilingue. Ceci constituera le cœur de la prochaine partie, avec un focus sur les mathématiques.

1.2. Intégration de la langue et des contenus : quels enjeux en mathématiques ?

L'idée d'une approche intégrée de l'enseignement des langues et de contenus est présente dans les discours concernant l'enseignement des langues et l'enseignement bi-plurilingue depuis les années 1990 (Brohy & Gajo, 2008, Jenny & Gajo, 2022 ; Steffen, 2013). Pourtant, elle est moins connue dans les didactiques des disciplines, par exemple en mathématiques, et soulève la question de la formation des enseignant·e·s ainsi que celle de la constitution d'un double (voire triple) profil : du personnel formé à la fois dans la (ou les) langue(s) cible(s) et dans la discipline concernée. Malgré la pluralité des besoins de formation qui en découle, la question de la maîtrise de la langue étrangère

3 On peut notamment souligner les publications et textes législatifs suivants : « Plan langues vivantes » ; Circulaire du 12-12-2022, BO n°47 du 15 décembre 2022 ; Circulaire n° 2017-072 du 12 avril 2017 ; Loi n°2021-641 du 21 mai 2021 ; Publication du conseil scientifique de l'éducation nationale « Avoir deux langues et plus à l'école maternelle et élémentaire » en 2025 pour une meilleure prise en compte des élèves plurilingues.

4 La circulaire 2001-167 du 5 septembre 2001. BOEN n° 33, 13 septembre 2001, modifiée par l'Arrêté du 12 avril 2003, BOEN n° 24 du 12 juin 2003.

5 Entre 2004 et 2024, le nombre d'élèves en sections linguistiques dans le 2d degré est passé de 64 212 élèves à 210 650 (Source : DEPP 2025, en ligne : https://rers.depp.education.fr/2025/tableau/04_EL2D/19_LING).

constitue souvent le principal obstacle, les enseignant·e·s ne se considérant pas suffisamment compétent·e·s dans la langue cible. Ce sentiment de compétence se heurte en effet à la persistance de « représentations traditionnelles du bilinguisme, fondées sur un point de vue monolingue uniquement : un locuteur bilingue est l'équivalent de deux locuteurs monolingues » (Cavalli & Matthey, 2009, p. 102). Il faudrait donc être expert dans la langue étrangère et la parler « couramment » pour être légitime à l'utiliser pour enseigner sa discipline.

Au-delà de la compétence linguistique, des représentations négatives et fortement ancrées concernant l'enseignement disciplinaire en plusieurs langues peuvent représenter des freins dans la formation. En effet, d'après notre expérience, certaines personnes souhaitant se former à l'enseignement d'une DdNL abordent cette question avec l'idée a priori qu'il ne s'agira que de traduire en langue cible des cours habituellement prodigués en français. Ce point de vue a une double conséquence : d'une part cet enseignement ne s'adressera qu'à des « bons » élèves, d'un niveau scolaire suffisant dans la langue cible et la discipline, et d'autre part on abordera la discipline à un niveau moindre puisque le niveau linguistique en L2 ne peut être équivalent à celui en L1. À cela s'ajouterait la perception des mathématiques comme une langue universelle qui pourrait pareillement être comprise, quel que soit le pays dans lequel elles sont étudiées. Les enseignant·e·s ne prennent pas la mesure du travail spécifique sur la langue qui doit être effectué par et pour la discipline, ni des différences dans les contenus disciplinaires et les méthodes d'enseignement que l'on peut trouver entre différents pays. Nous relevons des obstacles similaires chez les enseignant·e·s qui accueillent dans leur classe des élèves allophones et qui ne saisissent pas les enjeux langagiers, discursifs et culturels de leur discipline. Les difficultés spécifiques de ces élèves et les besoins d'un appui sur leur L1 pour s'adapter au cours en français ne sont souvent pas perçus. Pourtant, lorsque l'enseignant·e de mathématiques propose un accompagnement adéquat et accorde une attention particulière aux enjeux langagiers, un effet positif peut être observé chez les élèves (Mendonça Dias *et al.*, 2022).

Sur la base de ce qui précède, nous identifions quatre enjeux communs à nos contextes d'exercice concernant la formation des enseignant·e·s qui interviennent dans des dispositifs bilingues, en particulier en mathématiques :

- Les représentations des enseignant·e·s et, plus largement, des actrices et acteurs de l'éducation sur les langues, le plurilinguisme et l'enseignement bilingue ;
- La complexité des profils recherchés pour donner des cours de DdNL ou EMILE ;
- L'interdisciplinarité que suggère le croisement entre langues et disciplines, notamment au niveau des didactiques ;
- La variété des contextes régionaux et sociolinguistiques dans lesquels les dispositifs bi-plurilingues sont ancrés qui nécessitent presque toujours un dispositif de formation spécifique.

À notre sens, ces enjeux ont un impact direct sur la durée et la complexité de la formation des enseignant·e·s qui interviennent dans des dispositifs bi-plurilingues, ce que nous souhaitons détailler, exemples à l'appui, dans ce qui suit.

2. Analyse croisée des enjeux de la formation pour la discipline des mathématiques

Pour former des enseignant·e·s de mathématiques (ou généralistes en premier degré) à l'enseignement bi-plurilingue, il nous semble essentiel de nous focaliser sur trois axes que nous allons présenter ici successivement mais qui gagneraient à être imbriqués dans un dispositif global de formation : la dimension langagière, les aspects culturels et les principes didactiques.

2.1. Les enjeux langagiers et cognitifs

À rebours des représentations que nous venons d'évoquer, l'enseignement des mathématiques, comme de toutes les disciplines au demeurant, est intrinsèquement lié au langage verbal. Le développement des recherches sur la dimension langagière des mathématiques en français a ainsi permis de montrer qu'il existe des « pratiques langagières des mathématiciens » en lien avec les objets étudiés mais aussi au sein d'un groupe social établi (Hache, 2019). Dans les interactions verbales en classe, la langue se spécifie, que ce soit sur le plan lexical, syntaxique ou discursif (Mendonça Dias & Millon-Fauré, 2023 ; Mendonça Dias *et al.*, 2025). Le discours de l'enseignant·e se tisse notamment sur des représentations sémiotiques fortement abstraites, telles que les écritures mathématiques, les figures géométriques ou encore les représentations graphiques. De même, certaines situations d'apprentissage, comme les tracés en géométrie, font appel à la manipulation ce qui induit des interactions particulières. Cette dimension « plurisémiotique » et « praxéologique » des interactions (Bouchard, 2008 ; Beaugrand *et al.*, 2021) caractérise donc en partie le discours mathématique en classe et le lexique, certes essentiel, n'en constitue qu'un aspect. Or, il est souvent le seul point d'entrée envisagé dans l'enseignement d'une discipline en langue étrangère, l'étayage se limitant alors à la traduction d'un vocabulaire spécialisé qu'il suffirait d'acquérir pour passer d'une langue à une autre. Des entretiens réalisés auprès d'enseignant·e·s de mathématiques incluant des élèves allophones dans leurs classes de collège montrent par exemple que la difficulté de compréhension des cours en français est avant tout perçue sous le prisme d'une carence lexicale (Beaugrand, 2019). Cette vision restrictive masque pourtant une réalité plus complexe se jouant également sur les plans discursif et culturel (Causa, 2014 ; Margonis-Pasinetti, 2022).

Plus largement, les travaux du Conseil de l'Europe sur la langue de scolarisation⁶, ont permis de mettre en exergue le rôle du langage dans la construction des connaissances disciplinaires et le processus de conceptualisation (Beacco *et al.*, 2015). Ainsi, pour enseigner en contexte plurilingue, il apparaît crucial de prendre conscience de la complexité cognitive des tâches proposées aux élèves. Par exemple, associer des figures géométriques à leur nom par un jeu d'étiquettes ne relève pas de la même complexité que nommer des figures d'après un codage des propriétés en justifiant.

En mathématiques comme dans les autres disciplines, la dimension langagière est donc indissociable de la dimension cognitive et il faut pouvoir dire et écrire les mathématiques pour les apprendre. Pour illustrer notre propos, prenons un exemple issu de l'enseignement des mathématiques dans le secondaire en Allemagne et en France : le vocabulaire des droites remarquables du triangle, à savoir *la bissectrice*, *la médiatrice*, *la médiane*. Alors que ces termes sont potentiellement plus opaques en français pour la plupart des élèves, le passage à l'allemand, qui fonctionne ici par composition lexicale, permet d'en saisir la signification *Winkelhalbierende*⁷, *Mittelsenkrechte*⁸, *Seitenhalbierende*⁹ par transparence sémantique. Dans l'ordre ces trois termes signifient littéralement : « qui coupe l'angle en deux », « perpendiculaire du milieu » et « qui coupe le côté en deux parties égales » ; ils se traduisent en français par « bissectrice » (d'un angle), « médiatrice » (d'un segment) et « médiane » (d'un triangle). Les apprendre en allemand ou en français ne mobilise pas les mêmes capacités : en allemand, l'apprentissage du terme et la compréhension du concept sont intrinsèquement liés, tandis qu'en français il faut apprendre un vocabulaire spécifique en plus de celui de la notion mathématique. On pourrait imaginer en français un raisonnement mathématique juste sur des médiatrices, mais dans lequel l'élève opérerait une substitution de vocabulaire – « bissectrice » utilisé à la place de « médiatrice » par exemple ; dans ce cas, l'enseignant·e pourrait considérer la réponse de l'élève fausse.

6 <https://www.coe.int/fr/web/platform-plurilingual-intercultural-language-education/languages-of-schooling>

7 Winkel-halb-ierende : Winkel = angle / halb = moitié / – ierende = qui fait l'action.

8 Mittel-senkrechte : Mittel = milieu / senkrecht = perpendiculaire.

9 Seiten-halb-ierende : Seite = côté / halb = moitié / – ierende = qui partage.

Pour mettre en place un enseignement intégré de la langue et de la discipline, il est donc essentiel d'appréhender les relations étroites entre langage verbal et savoirs mathématiques dans la langue cible concernée. Les enseignant·e·s de mathématiques doivent donc pouvoir fixer des objectifs langagiers concomitants aux objectifs disciplinaires, et pour ce faire, si nécessaire, changer de regard sur leur discipline.

2.2. La culture mathématique

La dimension langagière ne peut pas être dissociée de la dimension culturelle, y compris dans le domaine mathématique dans lequel les enseignant·e·s considèrent généralement les savoirs sous le prisme universaliste. Cette représentation est en partie renforcée par le fait qu'à partir d'un certain niveau, certaines connaissances mathématiques sont automatisées, comme les opérations de base ; ces savoirs peuvent donc être mobilisés sans avoir nécessairement recours au langage verbal. Pourtant, en mathématiques comme en histoire ou en sciences, il existe une variété de curriculums, de pratiques d'enseignement et de délimitation des contenus disciplinaires selon les systèmes éducatifs. Celi (2003) montre par exemple, dans l'étude de la géométrie, les conséquences des différences curriculaires et didactiques sur les performances des élèves entre la France et l'Italie. Une même notion mathématique peut en effet être enseignée de manière très différente d'un pays à un autre comme l'illustrent les travaux du groupe Maths Monde de l'IREMS de Paris¹⁰. En ce qui concerne les pratiques d'enseignement, les démarches didactiques varient également selon les zones géographiques comme on peut le voir dans l'exemple suivant (figure 2). En Allemagne et en France, les exigences en termes de justification ou de démonstration dans le cadre scolaire ne sont généralement pas les mêmes. Prenons la figure 2, issue d'un exercice français de l'enseignement secondaire :

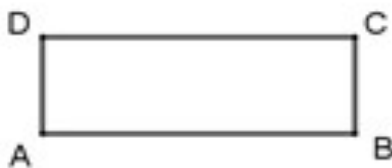


Figure 2 : Représentation d'une figure géométrique.

Elle doit être accompagnée dans le texte d'une précision telle que « ABCD est un rectangle » ou être codée (angles droits et côtés égaux deux à deux) pour que l'élève puisse déterminer que cela représente effectivement un rectangle. En revanche, une telle représentation en Allemagne pour des élèves du même âge sera *de facto* considérée comme un rectangle, sans qu'aucune information supplémentaire soit nécessaire. On enseigne en effet la démarche hypothético-déductive assez tôt aux élèves français, dans le premier cycle du secondaire, ce qui n'est pas le cas en Allemagne. On exige alors des arguments permettant d'appliquer propriétés et théorèmes, ce qui influe sur la prise d'initiative des élèves, qui n'osent pas se lancer dans une démarche, à l'inverse des élèves allemands pour lesquels l'approche est moins exigeante en termes de justifications et pourrait ainsi faciliter l'engagement dans l'activité.

Les différences de cultures pédagogiques entre pays dans l'enseignement des mathématiques se manifestent donc à plusieurs niveaux. Par ailleurs, elles influencent la conception et la structure des manuels scolaires, qui peuvent constituer des supports pour les enseignant·e·s de DdNL/ EMILE dans la préparation de leurs cours dans une autre langue. Si dans certaines disciplines comme l'histoire, les écarts culturels apparaissent évidents, il n'en est pas de même en mathématiques. Il est donc crucial que les enseignant·e·s de cette discipline soient en mesure de percevoir ces facteurs culturels. Linneweber-Lammerskitten (2012) souligne notamment l'importance de prendre en

10 <https://irems.u-paris.fr/groupe-maths-monde/>

compte les contextes sociaux dans lesquels s'inscrivent les savoirs mathématiques, comme en résolution de problèmes, ces contextes étant eux-mêmes profondément marqués par la culture. Enfin, au-delà des aspects didactiques et sociaux, d'autres différences apparaissent également sur le plan épistémologique : la nature même des savoirs mathématiques à enseigner, « les processus de construction des connaissances spécifiques » (Cavalli, 2012, p. 149) ainsi que leur organisation curriculaire peuvent varier selon les traditions disciplinaires propres à chaque région.

2.3. Les approches croisées des didactiques

Former des enseignant·e·s de DdNL ou EMILE nécessite de proposer des contenus liés aux différentes didactiques mobilisées dans l'enseignement bi-plurilingue. À un premier niveau, il est essentiel que les enseignant·e·s de mathématiques puissent disposer de connaissances en didactique des langues et des cultures. Nous pensons que ces apports ont un triple bénéfice :

- ils facilitent la collaboration avec la ou le collègue en charge de l'enseignement de la langue étrangère (dans le secondaire) en développant un langage professionnel commun, par exemple la connaissance des niveaux en langue et des descripteurs correspondants du Cadre Européen Commun de Référence pour les langues (CECRL) ;
- ils permettent de mieux appréhender les contenus langagiers de la discipline, notamment en distinguant les composantes pragmatique, sociolinguistique et linguistique de la compétence de communication et en différenciant les activités de communication langagière (réception, production, interaction et médiation) ainsi que les stratégies de communication qu'il est possible de mobiliser dans un cours ;
- ils permettent de découvrir d'autres modalités de travail qui sont communément utilisées par les enseignant·e·s de langue et facilitent les apprentissages en langue étrangère (approche par tâche et par projet, approche communicative, activités et exercices centrés sur des contenus linguistiques, activités facilitant les interactions orales, etc.).

Des enseignant·e·s de mathématiques ainsi formé·e·s pourront par exemple plus facilement élaborer un exercice pour travailler une structure syntaxique dans la langue cible utile dans leur discipline ou mettre en place des activités de mémorisation du lexique au sein de leur classe grâce à des activités orales. Par exemple, Leisen, qui enseigne la didactique de la physique à Mainz, propose des méthodes et outils comme des Satzmuster, à savoir des canevas de phrases ou des jeux d'étiquettes permettant de construire des phrases grammaticalement correctes¹¹. L'enjeu est donc de pouvoir opérer un croisement entre leur expertise dans la didactique des mathématiques et les apports nécessaires de la didactique des langues pour un enseignement en langue étrangère.

À un second niveau, les enseignant·e·s de mathématiques doivent être formé·e·s à des savoirs et des approches didactiques spécifiques à l'enseignement intégré de la langue et des contenus. De ce point de vue, on peut notamment souligner l'importance des éléments suivants qui nous semblent incontournables à aborder :

- les notions de plurilinguisme et d'interculturalité ;
- le processus d'apprentissage d'une langue étrangère ;
- la notion d'intégration, notamment à partir des travaux de Coyle (1999 ; 2000) sur les quatre « C » : *Communication, Contenu, Cognition, Culture* (figure 3) ;
- le rôle crucial de la verbalisation dans les processus d'acquisition en langue, en distinguant les usages communicatif et académique de la langue en contexte scolaire (Cummins, 1980 ; Beacco *et al.*, 2015) ;

11 <https://www.sprachsensiblerfachunterricht.de/methoden-werkzeuge>

- la gestion de l’alternance codique dans les enseignements bilingues et sa nécessaire didactisation (Duverger, 2007 ; Steffen, 2015) ;
- les stratégies d’étayage langagier et cognitif (Cavalli, 2012) mobilisables dans un cours de DdNL ou d’EMILE ;
- la formation à l’évaluation des connaissances acquises en contexte bi-plurilingue (Cavalli, 2012).

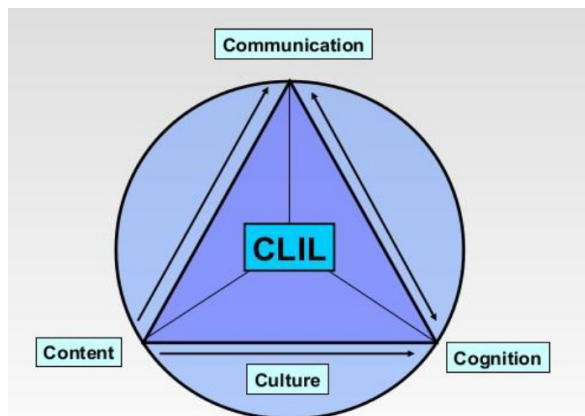


Figure 3 : Le cadre des quatre « C » selon Coyle et al. (2010 p. 41).

Il nous semble par exemple important que les enseignant·e·s puissent opérer une distinction entre les pratiques langagières communicatives et celles académiques permettant de construire les connaissances mathématiques, qu’il s’agisse d’élèves en enseignement bilingue ou d’élèves allophones. Cummins (1980 ; 2008) opère ainsi une distinction entre les compétences *BICS* (*Basic Interpersonal Communicative Skills*) et les *CALP* (*Cognitive Academic Language Proficiency*) :

BICS refers to conversational fluency in a language while CALP refers to students’ ability to understand and express, in both oral and written modes, concepts and ideas that are relevant to success in school¹² (Cummins, 2008, p. 71).

Autrement dit, il s’agit d’aider l’élève à passer des usages langagiers de tous les jours aux usages académiques spécifiques de la discipline.

Au regard des éléments présentés, il apparaît que l’enseignement bi-plurilingue soulève des enjeux spécifiques et que les mathématiques et les langues relèvent de deux cultures didactiques distinctes. Intégrer la langue aux contenus disciplinaires représente un défi majeur pour les professeur·e·s de mathématiques. C’est pourquoi il est essentiel de les former à l’EMILE dont la diversité des modalités d’intégration offre des solutions variées, aussi bien en termes de durée que de degré d’intégration (Béliard & Gravé-Rousseau, 2019). Cela contraste avec les pratiques habituelles en DdNL, souvent limitées à un enseignement monolingue dans la langue cible.

3. Propositions de contenus pour la formation à l’enseignement bi-plurilingue : exemples de trois dispositifs en Suisse et en France

Comme explicité précédemment, la formation des enseignant·e·s intervenant dans des structures bi-plurilingues nécessite une approche interdisciplinaire et multifacette. Nous avons identifié des aspects spécifiques aux trois didactiques suivantes :

- didactique des langues : notamment avec une perspective actionnelle (voir Hanse, 2000) ;

12 « Le BICS désigne la maîtrise conversationnelle d’une langue, tandis que le CALP désigne la capacité des élèves à comprendre et à exprimer, à l’oral comme à l’écrit, des concepts et des idées pertinents pour la réussite scolaire. » (traduction des auteurs).

- didactique intégrée : qui prévoit un accent sur des contenus disciplinaires pertinents enseignés en une ou plusieurs langues (Duverger, 2007, 2011 ; Cavalli, 2012) ;
- didactique de l'enseignement bilingue et didactique de l'EMILE : qui prévoit une flexibilisation de l'utilisation des langues, (Gajo, 2007 ; Gajo & Steffen, 2015) au service de la discipline.

Nous allons à présent détailler trois exemples de dispositifs de formation spécifiquement orientés sur les dispositifs bi-plurilingues dans lesquels nous intervenons, en tentant de rattacher les contenus aux trois aspects mentionnés ci-dessus et aux enjeux précédemment évoqués. Ces formations ne sont pas spécifiquement destinées à l'enseignement des mathématiques en langue étrangère, les approches étant résolument transdisciplinaires.

3.1. Modules de formation spécifiques à l'enseignement bilingue en Suisse

Dans le contexte suisse décrit plus haut, plusieurs projets bilingues ont été élaborés dans les cantons officiellement bi-plurilingues et dans les régions ayant une proximité avec une région sociolinguistique différente. Dans l'espace géographique BEJUNE (regroupant les cantons de Berne, du Jura et de Neuchâtel), deux projets majeurs ont été lancés dans les années 2010-2011 : PRIMA (PRogramme d'IMmersion en Allemand)¹³ dans le canton de Neuchâtel et FiBi (Filière Bilingue)¹⁴ dans la ville bilingue français-allemand de Biel/Bienne. Dans ce cadre, la Haute École Pédagogique des cantons de Berne, du Jura et de Neuchâtel (HEP-BEJUNE), institut de formation (initiale et continue) des enseignant·e·s de cette région, est intervenue au moins à trois niveaux :

- la construction d'une formation initiale bilingue en partenariat avec un institut germanophone de formation à l'enseignement¹⁵,
- des modules flexibles de formation continue spécifiques à l'enseignement bi-plurilingue (allant de 3 à 32 heures) qui abordent différentes thématiques comme les enjeux sociétaux et éducatifs autour du plurilinguisme, les principes généraux de la didactique du plurilinguisme et de l'enseignement bilingue ou encore des réflexions sur les résultats de recherche dans ces domaines. Ces modules peuvent varier dans leurs formes (cours, échanges de pratiques, accompagnement/coaching ou encore de visites de classe et d'entretiens en auto – ou hétéroconfrontation).
- des formations postgrades plus conséquentes (de type CAS – Certificate of Advances Studies) qui posent les bases pour une éducation bi-plurilingue. Une difficulté est toutefois relevée : ces formations requièrent un investissement financier et temporel important de la part des participant·e·s et elles nécessitent un nombre minimal d'inscriptions pour pouvoir être organisées.

Les enjeux principaux de ces dispositifs résident à nouveau dans la variété des contextes et des besoins exprimés par les participant·e·s, notamment autour des compétences langagières, des compétences didactiques liées à l'enseignement bilingue et aux DdNL ou du manque de matériel pédagogique spécifique aux projets. Par ailleurs, l'évolution (et parfois l'agrandissement) des projets implique un renouvellement régulier dans le personnel, ce qui impacte les niveaux de formation, allant du personnel novice à du personnel expérimenté et impliqué dans les projets sur la durée. Enfin, l'accompagnement scientifique des dispositifs d'enseignement précoce de l'allemand par immersion (Borel *et al.*, 2023 ; Gajo *et al.*, 2025) et d'immersion réciproque (Jenny, 2021, 2023 ; Jenny & Arcidiacono, 2019) a permis, sur le moyen terme, d'établir un lien entre recherche

13 <https://www.ne.ch/autorites/DFDS/SEEO/projets/Pages/Projet-PRIMA.aspx>

14 <https://www.biel-bienne.ch/fr/filiere-bilingue.html/2347>

15 <https://www.hep-bejune.ch/fr/Filieres-d-etude/Enseignement-primaire/Cursus-bilingue-Bilingualer-Studiengang/Cursus-bilingue-Bilingualer-Studiengang.html>

et formation et d'alimenter les dispositifs de formation par des éléments contextuels et actuels (et réciproquement).

3.2. Diplôme Universitaire « Enseigner une Discipline Non Linguistique en anglais ou en allemand » en France

En France, les INSPÉ, chargés de la formation initiale des enseignant·e·s, peuvent également proposer des dispositifs de formation continue, complémentairement aux contenus proposés dans les académies. Ainsi, l'INSPÉ de Créteil (Université Paris-Est-Créteil) propose depuis 2012 un Diplôme Universitaire *Enseigner une Discipline Non Linguistique en anglais ou en allemand*. Il s'agit d'une formation en un an, d'une durée de 105 heures, dont 12 heures d'observation de cours de langues et de DdNL, qui s'adresse à des enseignant·e·s du second degré général, technologique et professionnel, toutes disciplines confondues. Une dizaine d'heures est consacrée à des apports théoriques sur l'enseignement CLIL/EMILE. La formation propose une structure pédagogique de l'enseignement qui repose sur l'étayage et la progressivité des tâches. Un travail important est également mené sur la notion d'*intégration*, à savoir l'apprentissage conjugué de la langue et des contenus disciplinaires. Ainsi l'un des cours proposés s'intitule « Comment enseigner ma propre discipline de manière intégrée ? ». Ce dispositif de formation propose également une mise en pratique des aspects théoriques grâce à des séances de « micro-enseignement ». Cette démarche de formation des enseignant·e·s consiste à préparer une séquence ou une séance puis à la mettre partiellement en œuvre sur un temps court (5 à 10 minutes environ) avec un groupe-classe composé de formés (ici les autres personnes du groupe). Enfin la proposition est analysée collectivement, amenant à un recul réflexif sur les gestes professionnels mis en œuvre. Il s'agit donc d'une formation autant pratique que théorique, qui apporte des éléments analytiques concernant l'enseignement bilingue en général.

3.3. Master « CLILLE – Contenus disciplinaires et linguistiques intégrés pour les apprentissages et les enseignements » en France

Dans une perspective similaire, l'INSPÉ de Lille propose depuis 2017, dans le cadre de la mention pratiques et ingénierie de formation, un Master de 358 heures spécifiquement dédié à l'enseignement d'une ou plusieurs matières en langue étrangère ou régionale. Destiné prioritairement aux enseignant·e·s déjà en poste, il a la particularité d'être transdisciplinaire, translinguistique et interdegré. Il permet d'acquérir une expertise dans l'enseignement disciplinaire bi-plurilingue en développant des savoirs et des savoir-faire, notamment en développant des gestes professionnels et une démarche réflexive propres à ce type d'enseignement et en positionnant progressivement les formé·e·s comme personnes ressources au sein de l'institution. Il accorde une place importante à l'analyse des enjeux langagiers et culturels dans des situations plurielles d'enseignement (EMILE, DdNL, plurilinguisme, enseignement aux élèves allophones, etc.) en utilisant des cadres conceptuels issus notamment de la recherche en sciences du langage, en didactique des langues et en didactique des disciplines. Les mathématiques apparaissent donc, comme d'autres matières, dans certains cours pour engager une réflexion sur la dimension langagière des disciplines, sur les aspects culturels ou encore sur des aspects didactiques spécifiques que nous avons précédemment mentionnés (voir 2.3). On retrouve par exemple dans la maquette, construite en approche par compétences, un cours qui vise à « se forger une culture théorique en didactique des langues et des disciplines pour appréhender la situation d'enseignement de type Apprentissage Intégré de Contenus et de Langue (AICL) / Français langue de scolarisation (FLSco) »¹⁶. Ses contenus portent d'abord sur la didactique des langues et des cultures, puis plus spécifiquement sur la langue de scolarisation et enfin sur la didactique spécifique aux

16 <https://formation.univ-lille.fr/fr/offre-de-formation/master-lmd-XB/master-metiers-de-l-enseignement-de-l-education-et-de-la-formation-mention-pratiques-et-ingenierie-de-la-formation-MG085408/contenus-disciplinaires-et-linguistiques-integres-pour-les-apprentissages-et-les-enseignements-MX085409.html>

enseignements EMILE. L'un des enjeux est notamment de pouvoir analyser une situation de classe de type DdNL ou EMILE, d'une part en identifiant les caractéristiques discursives, syntaxiques et lexicales en lien avec les contenus disciplinaires, et d'autre part en étudiant les modalités didactiques et pédagogiques mises en œuvre. Les compétences en langue occupent donc une place relativement réduite dans la maquette, la formation mettant principalement l'accent sur les dimensions sociolinguistiques, cognitives, interculturelles et didactiques, propres aux enseignements bi-plurilingues.

Ces trois présentations succinctes de formation permettent de mettre en évidence leurs points communs, notamment autour des questions didactiques, mais aussi leurs spécificités liées à la variété des contextes dans lesquels elles se situent.

Conclusion

Ce chapitre s'inscrit dans une volonté d'apporter une contribution, à la réflexion sur la formation des enseignant·e·s de mathématiques intervenant dans des dispositifs bi-plurilingues. L'ambition est d'élargir leurs compétences en croisant les apports de la didactique des langues, des sciences du langage et de la didactique des disciplines, afin de répondre aux défis spécifiques de ces contextes d'enseignement. En ancrant nos réflexions dans les contextes régionaux qui sont les nôtres, nous avons cherché à identifier à la fois les obstacles et des pratiques exemplaires. Dans cette même perspective, nous soulignons l'importance d'une collaboration renforcée entre didacticien·ne·s de langues et didacticien·ne·s de mathématiques, ainsi que la nécessité de développer des réseaux internationaux pour la formation des formatrices et formateurs d'enseignant·e·s.

L'étude des approches EMILE en mathématiques révèle également de nombreux ponts avec la didactique du FLSco et l'inclusion des élèves allophones. Dans ces deux contextes, les représentations des enseignant·e·s sur le plurilinguisme et l'acquisition de connaissances disciplinaires en L2 peuvent constituer des freins majeurs. Il apparaît donc essentiel de dépasser une approche purement lexicale de la langue et de déconstruire une représentation des mathématiques comme discipline universelle dans laquelle les élèves allophones auraient une grande facilité à être inclus. La prise en compte des aspects langagiers, cognitifs et culturels s'avère un levier indispensable pour faire évoluer les pratiques pédagogiques.

Finalement, réfléchir à l'enseignement bi-plurilingue permet de réfléchir à sa propre pratique enseignante (au sens large) et peut-être, de changer l'« ADN » de son enseignement, en termes de didactique générale, en intégrant pleinement les enjeux du plurilinguisme et de l'interdisciplinarité, au bénéfice de tous les élèves. C'est en tous cas ce dont témoignent certain·e·s enseignant·e·s qui ont participé à nos différents dispositifs de formation.

Références

- Baker, C. (2006). *Foundations of Bilingual Education and Bilingualism*. Multilingual Matters.
- Beacco, J.-C., Flemming, M., Goulier, F., Thürmann, E., Vollmer, H.J. (2015). *Guide pour l'élaboration des curriculums et pour la formation des enseignants. Les dimensions linguistiques de toutes les matières scolaires*. Conseil de l'Europe.
- Beaugrand, C. (2019). *Transposition des démarches du français sur objectifs spécifiques en contexte scolaire. Élaboration en français langue de scolarisation dans trois disciplines du collège*. [Thèse de doctorat]. Université Sorbonne Nouvelle. <https://hal.science/tel-03874736v1>
- Beaugrand, C., Mendonça Dias, C., Bulf, C., Celi, V., Millon-Fauré, K. (2021). Tracé du cercle et circulation des discours (deuxième partie). Approche linguistique des interactions verbales, *PetitX*, 114, 33-59.
- Béliard, J., Gravé-Rousseau, G. (2019). Les programmes EMILE : principes, objectifs et mise en œuvre. En ligne : <https://www.afef.org/system/files/2019-01/6. Les-programmes-EMILE-principes-objectifs-et-mise-en-oeuvre.pdf>
- Bialystok, E. (2001). *Bilingualism in development : Language, literacy, and cognition*. Cambridge University Press.

- Bijeljic-Babic, R., Auger, N. (2025). *Avoir deux langues et plus à l'école maternelle et élémentaire. Synthèse de la recherche et recommandations*. CSEN. Réseau Canopé.
- Borel, S., Gajo, L., Jenny, E., Steffen, G., Stübi, N., Veillette, J. (2023). *PRIMA II. Expérience pilote d'enseignement de l'allemand par immersion précoce dans le canton de Neuchâtel. Évaluation des expériences de la 11e année scolaire (2021-2022)*. [Rapport non publié]. Université de Genève.
- Bouchard, R. (2008). Du Français fondamental à la compétence scolaire... en passant par le Français de scolarisation. *Le Français dans le monde : recherches et applications*, 43, 127-143.
- Brohy, C., Gajo, L. (2008). *L'enseignement bilingue. État de situation et proposition. Vers une didactique intégrée*. Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin.
- Causa, M. (2014). Compétence discursive et enseignement d'une discipline non linguistique : définition, diversification et pratiques formatives. *Les Carnets du Cediscor*, 12, 115-37.
- Causa, M., Demarty-Warzée, J., Duverger, J. (2011). Module 13. La formation des professeurs de DNL, Dans J. Duverger. (Éd.), *Enseignement bilingue. Le professeur de "discipline non linguistique". Statut, fonctions, pratiques pédagogiques* (pp. 88-93). ADEB. <http://www.adeb-asso.org/publications/book-5/> [consulté le 08 juillet 2025]
- Cavalli, M. (2012). Langue et enseignement des matières. Dans M. Causa (Éd.), *Formation initiale et profils des enseignants de langue* (p. 125-156). De Boeck.
- Cavalli, M., Matthey, M. (2009). Formation des enseignants à l'éducation bi-/plurilingue : point de vue et réflexions sur quelques expériences valdôtaines. *Lidil*. [En ligne], 39., <https://doi.org/10.4000/lidil.2743>
- Celi, V. (2003). L'enseignement de la géométrie en France et en Italie : quels choix et quels effets sur la formation des élèves ? *Bulletin vert APMEP*, 449, 771-783.
- Coyle, D. (1999). Supporting students in content and language integrated learning contexts : Planning for effective classrooms. In J. Mash (Éd.), *Learning Through a Foreign Language : Models, Methods and Outcomes* (p.46-62). Centre for Information on Language Teaching and Research.
- Coyle, D. (2000). Apprentissage d'une discipline non linguistique et d'une langue : une approche intégrée. *Le Français dans le Monde, Recherches et applications*, 98-110.
- Coyle, D., Hood, P., Marsh, D. (2010). *CLIL : Content and Language Integrated Learning*. Cambridge University Press.
- Cummins, J. (1980). The construct of language proficiency in bilingual education. In G. E. Alatis (Éd.), *Georgetown Round Table on Languages and Linguistics* (p. 81-103). Georgetown University Press.
- Cummins, J. (2008). BICS and CALP : Empirical and Theoretical Status of the Distinction. In B. Street & N. H. Hornberger (Éds.), *Encyclopedia of Language and Education, 2nd Edition, Volume 2 : Literacy*. (p.71-83). Springer Science + Business Media LLC.
- Département fédéral des affaires étrangères (2024). *Plurilinguisme* <https://www.aboutswitzerland.eda.admin.ch/fr/plurilinguisme> [Consulté le 12 mai 2025].
- Duverger, J. (2007). Didactiser l'alternance des langues en cours de DNL. *Tréma*, 28, 81-88.
- Duverger, J. (2009). *L'enseignement en classe bilingue*. Hachette FLE.
- Duverger, J. (2011). *Enseignement bilingue. Le professeur de « discipline non linguistique ». Statut, fonctions, pratiques pédagogiques*. ADEB. <http://www.adeb-asso.org/publications/book-5/> [Consulté le 08 juillet 2025].
- Elmiger, D., Siegenthaler, A., Tunger, V (2020). *Inventar des zweisprachigen Unterrichts : das Pilotprojekt Bern·e / Inventaire de l'enseignement bilingue : le projet pilote Bern·e*. Université de Genève.
- Erfurt, J., Hélot. C. (2016). *L'éducation bilingue en France : politiques linguistiques, modèles et pratiques*. Lambert-Lucas.
- Euzet, C., Kerlogot, Y. (2021). *L'enseignement des langues régionales. État des lieux et perspectives après la décision du Conseil constitutionnel du 21 mai 2021*. [Rapport parlementaire au premier ministre]. https://www.info.gouv.fr/upload/media/default/0001/01/2021_07_rapport_enseignement_des_langues_regionales.pdf
- Gajo, L. (2007). Enseignement d'une DNL en langue étrangère : de la clarification à la conceptualisation. *Trema*, 28, 37-48.
- Gajo, L. (2009). De la DNL à la DdNL : principes de classe et formation des enseignants. *Les langues modernes*, 4, 15-24.
- Gajo, L., Steffen, G. (2015). Didactique du plurilinguisme et alternance de code : le cas de l'enseignement bilingue précoce. *Canadian Modern Language Review*, 71(4), 471-499.
- Gajo, L., Jenny, E., Steffen, G., Stübi, N., Veillette, J. (2025). ANIMA, Expérience pilote d'année d'immersion en allemand à l'école obligatoire dans le canton de Neuchâtel, Évaluation des expériences des classes ANIMA (2023-2024). [Rapport non publié].

- Hache, C. (2019). *Questions langagières dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques*. [Habilitation à diriger des recherches. Université de Paris]. En ligne : <https://hal.science/tel-02420979>
- Hanse, P. (2000). Les nécessaires articulations entre L1, L2 et disciplines non linguistiques en L2. *Le français dans le monde. Recherches et applications*, 150-158.
- Jenny E. (2021). *Compétences socio-communicatives et apprentissage des mathématiques pour des élèves de 10-12 ans dans un dispositif d'immersion réciproque allemand-français*. [Thèse de doctorat]. Université de Genève <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:151042>
- Jenny, E. (2023). *Immersion réciproque : Apprentissages et enjeux didactiques en contexte bi-plurilingue*. Alphil. <https://doi.org/10.33055/ALPHIL.03228>
- Jenny, E., Arcidiacono, F. (2019). Two-way immersion school : L2-proficiency and mathematic competences of 10-12-year-old children. In R. V. Nata (Éd.), *Progress in Éducation*. Vol. 60 (p. 53-82). Nova Science Publishers.
- Jenny, E., Gajo, L. (2022). Vers une approche multi-intégrée de l'enseignement des mathématiques en contexte bilingue. Dans C. Hache & C. Mendonça Dias (Éds.), *Plurilinguisme et enseignement des mathématiques*. Lambert Lucas.
- Linneweber-Lammerskitten, H. (2012). *Éléments pour une description des compétences linguistiques en langue de scolarisation nécessaires à l'enseignement / apprentissage des mathématiques*. Conseil de l'Europe.
- Margonis-Pasinetti, R. (2022). Communiquer pour apprendre : quid des dimensions langagières et (inter)culturelles dans l'enseignement des DNL ? *Atti del 5° Convegno sulle Didattiche Disciplinari*, 110-115.
- Mendonça Dias, C., Beaugrand, C., Millon-Fauré, K. (2025). Obstacles et leviers dans la compréhension de discours scolaires par les élèves allophones. L'exemple de la classe de mathématiques. *Les cahiers de l'APLIUT*, 44(1).
- Mendonça Dias, C., Millon-Fauré, K. (2023). *Mathématiques en français langue seconde et en langues étrangères*. Hachette FLE.
- Mendonça Dias, C., Millon-Fauré, K., Smythe, F. (2022). Je comprends mais je ne sais pas le dire. Le cas des élèves allophones. *Au fil des maths*, 545, 15-24. APMEP.
- Office fédéral de la statistique (2022). Niveaux géographiques de la Suisse. Relevé structurel. <https://www.bfs.admin.ch/asset/en/23366957> [Consulté le 5 novembre 2025].
- Office fédéral de la statistique (2025). *Les scénarios de l'évolution future de la population de la Suisse et des cantons 2025–2055*. Office fédéral de la statistique.
- Steffen, G. (2013). *Les disciplines dans l'enseignement bilingue. Apprentissages intégrés des savoirs disciplinaires*. Peter Lang.
- Steffen, G. (2015). Enseignement bilingue et apprentissage intégré des disciplines et des langues. Dans X. Gradoux, J. Jacquin & G. Merminod (Éds.), *Agir dans la diversité des langues : Mélanges en l'honneur d'Anne-Claude Berthoud* (p. 191-208). De Boeck Supérieur.

Diversité langagière pour la classe de mathématiques

Mise en perspective des Journées Plurimaths 2024

Coordination :

Armande Dimey (Doctorante, LDAR, IREMS de Paris, Université Paris Cité)

Caroline Poisard (Enseignant-chercheur, CREAD, Université de Brest)

Camille Rasetto (Professeur de lettres, et Docteur, Académie d'Aix-Marseille)

Dans cette nouvelle publication issue du réseau Plurimaths, nous proposons de promouvoir la diversité langagière pour la classe de mathématiques. Nous employons le terme de « diversité langagière » pour rendre compte de la pluralité de langues et de cultures en lien avec la classe de mathématiques, ainsi que la pluralité d'usages et de pratiques associés. Qu'elle ait trait aux questions d'apprentissage, d'enseignement ou de formation, ou directement aux savoirs, la notion de diversité langagière ne renvoie donc pas uniquement aux systèmes linguistiques eux-mêmes, mais plus largement aux manières dont les différents acteurs expriment, pensent, et finalement vivent les mathématiques. Au sein d'un monde plurilingue et pluriculturel, nous avons choisi de porter une attention particulière à cette diversité langagière, afin de montrer qu'elle constitue une véritable ressource pour la classe.

Mots clefs :

Mathématiques, plurilinguisme, didactique, diversité, enseignement et apprentissage

Contributeurs :

Manuel Amador, Céline Beaugrand, Gaëlle Bugnet, Elodie Castaingts, Armande Dimey, Maria Teresa Faia, Christophe Hache, Emile Jenny, Catherine Mendonça Dias, Karine Millon-Fauré, Douglas Willian Nogueira de Souza, Caroline Poisard, Camille Rasetto, Charles-Edouard Saint-Léon, Maëlle, Teychenné, Stéphanie Vaissière-Korol

Édition : IREMS de Paris
ISBN : 978-2-86612-413-7