



**HAL**  
open science

## “ Enseignement des mathématiques en langue des signes française : création d’un corpus technique spécifique en LSF ”

Juliette Dalle, Claire Dartyge, Sophy Nattes

### ► To cite this version:

Juliette Dalle, Claire Dartyge, Sophy Nattes. “ Enseignement des mathématiques en langue des signes française : création d’un corpus technique spécifique en LSF ”. La main de Thôt : théories, enjeux et pratiques de la traduction, 2024, Une ouverture des possibles en LSF, Hommage collectif à Patrice Dalle, 11. <hal-04962733>

**HAL Id: hal-04962733**

**<https://hal.science/hal-04962733v1>**

Submitted on 25 Feb 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-ND 4.0 - Attribution - No Derivative Works - International License

Enseignement des mathématiques en langue des signes française :

Création d'un corpus technique spécifique en LSF

Article Pour la Main de Thôt

Juliette Dalle Claire Dartyge Sophy Nattes

## Table des matières

Introduction.....	2
1. Hommage à Patrice Dalle.....	2
2. Etat des lieux de l'enseignement des mathématiques aux jeunes sourds signants.....	4
2.1. Communiquer les mathématiques.....	4
2.2. Dans les classes bilingues de l'enseignement primaire et secondaire.....	5
2.3. Dans l'enseignement supérieur.....	7
2.4. Un projet pour tenter de répondre aux besoins du terrain.....	9
3. Sign'Maths.....	9
3.1. Historique.....	9
3.2. Composition du groupe.....	10
3.3. Les partenaires.....	10
3.4. Les travaux.....	11
3.5. Méthode du travail de recherche sur la terminologie mathématique.....	12
3.6. Le site.....	14

3.7. Les utilisateurs, les retours.....	17
4. Les évolutions, les perspectives.....	18
Conclusion.....	18
L'équipe Sign'Maths 2020-2023.....	19
Bibliographie.....	20

## **Introduction**

Le travail du groupe Sign'Maths s'inscrit dans un mouvement de développement en langue des signes de la pensée scientifique (comme le projet Ocelle<sup>1</sup>, Observatoire des Concepts Et Lexiques en Langues Écrites et Signées, et les actions de l'association STIM Sourd France<sup>2</sup>, Sciences Techniques Informatiques Mathématiques) et plus largement dans le mouvement de la science ouverte où les minorités deviennent partie prenante de l'avancée de la science.

Le groupe Sign'Maths travaille en particulier sur la pédagogie en langue des signes dans le cadre d'un enseignement bilingue des mathématiques, pour une meilleure réussite des élèves sourds et une meilleure intégration des étudiants sourds dans les premières années de leurs études scientifiques à l'Université.

Définitions : dans cet article, le terme LSF désigne la Langue des Signes Française et l'enseignement bilingue concerne le cas spécifique d'un enseignement oral en langue des signes (la LSF) utilisant pour langue écrite le Français écrit.

### **1. Hommage à Patrice Dalle**

Nous souhaitons rendre hommage à Patrice Dalle et à sa philosophie. Ses idées fondatrices continuent, aujourd'hui encore, d'orienter nos travaux.

Dans les années 80, Patrice Dalle a été l'un des acteurs de l'enseignement bilingue en France. Père d'un enfant sourd, il s'est très vite questionné sur l'importance de la langue des signes dans le développement de l'enfant sourd. Considérant que l'enfant sourd devait pouvoir, comme tout autre enfant, apprendre dans sa langue, il a mené un long combat pour la création des classes bilingues, de Ramonville et de Toulouse. Patrice Dalle était également enseignant chercheur en informatique (intelligence artificielle et traitement d'image) à l'IRIT, Institut de Recherche en Informatique de Toulouse. C'est à ce titre qu'il a créé des outils informatiques intégrant la vidéo avec le souci de pouvoir les utiliser en situation pédagogique.

L'ouverture des premières classes bilingues à partir de 1984 a permis aux enfants sourds de bénéficier de bonnes conditions de scolarisation : milieu ordinaire, classes regroupant plusieurs élèves sourds, langue des signes comme langue enseignée et langue d'enseignement, enseignants maîtrisant la langue des signes.

Cet enseignement novateur et récent a exigé d'innover et de développer des outils

pédagogiques spécifiques pour accompagner les élèves sourds dans la construction de leurs apprentissages, les outils d'enseignement habituels n'étant pas adéquats pour l'enseignement bilingue puisqu'ils ne prenaient pas en compte la langue d'enseignement, à savoir la langue des signes française.

Très proche des préoccupations pédagogiques des enseignants en Langue des Signes, Patrice Dalle n'hésitait pas à se rendre dans les classes pour observer in situ les enseignements dispensés, il a lui-même enseigné en LSF les mathématiques et la technologie au collège de 1992 à 1996. Cela lui a permis de repérer les besoins en outils pédagogiques. De retour dans son laboratoire, il créait des outils informatiques innovants puis retournait sur le terrain pour les expérimenter et les améliorer.

Il a animé plusieurs stages de formation à destination d'enseignants, d'étudiants, d'éducateurs, de tous les usagers de la LSF afin de les former à l'utilisation des outils LogiSignes, comme par exemple à l'utilisation de Lexique, d'AnImaS, PhotoSigne. (DALLE, 2014). Il intervenait auprès de différents organismes (universités proposant un parcours en LSF, associations IRIS, Visuel-LSF, Steum...).

Il a proposé un diplôme d'université (DU IELS : Ingénierie de l'Enseignement en LSF) sur la pédagogie, pour enseigner en langue des signes et pour enseigner la langue des signes, sur la conception de supports pédagogiques ou de supports d'information et sur les techniques et les outils numériques pour fabriquer ces supports. Formation à laquelle un membre du premier groupe de réflexion sur l'enseignement des mathématiques a participé.

En 2012, un groupe de travail regroupant des enseignants de différentes disciplines du dispositif bilingue toulousain s'est créé avec pour objectif d'harmoniser les signes utilisés dans les trois établissements de la filière LSF de Toulouse (école Jean Jaurès, collège André Malraux, lycée Bellevue) ; travail mené pour plusieurs disciplines. Rapidement le groupe de recherche sur les mathématiques a souhaité, que les travaux soient mis à la disposition de tous les enseignants, interprètes et parents d'élèves concernés par l'enseignement bilingue des mathématiques. Diffuser les travaux à travers un site internet qui pourrait de plus servir de plate-forme pédagogique était une suite logique à mettre en œuvre.

Certains enseignants de ce groupe de réflexion ayant participé aux formations de Patrice Dalle, ses outils ont été proposés et Patrice Dalle a rapidement été sollicité. Attentif à nos besoins il a proposé le logiciel Hypersigne (DALLE, 2013, 39) afin d'organiser, d'archiver et de diffuser nos travaux sous forme de vidéos. Patrice Dalle nous a accompagnés dans

l'appropriation de cet outil, a proposé de faire évoluer le logiciel pour répondre aux besoins du groupe quant aux spécificités de l'enseignement des mathématiques en LSF.

Il a insufflé une grande dynamique et beaucoup d'enthousiasme dans une équipe, constituée de bénévoles et sans soutien financier.

Patrice Dalle nous a quittés brutalement en 2014, mais il reste une référence. Le groupe Sign'Maths s'inscrit dans sa philosophie de partage désintéressé du savoir et des outils pour travailler en LSF. A travers le développement de Sign'Maths, l'œuvre et l'inspiration de Patrice Dalle se perpétuent.

Gwenn Ly, enseignante entendante de mathématiques en LSF au collège André Malraux de Ramonville (classes bilingues de Toulouse) et initiatrice du premier groupe de recherche sur l'enseignement des mathématiques en LSF : « J'enseigne en langue des signes et je veille de mon mieux à ne pas laisser s'éteindre la lumière de la belle lanterne de Patrice ».

## **2. Etat des lieux de l'enseignement des mathématiques aux jeunes sourds signants**

### **2.1. Communiquer les mathématiques**

Les mathématiques ont un langage spécifique : les mots utilisés en mathématiques sont définis très précisément, et sont univoques. Ce sont des mots français, mais utilisés dans le langage mathématique en dehors de leur acception première en français. Par exemple le mot « corps » désigne mathématiquement un ensemble muni de deux lois  $+$  et  $*$  satisfaisant un certain nombre de propriétés, et ne concerne en rien le corps humain. Il provient de l'allemand et s'apparente au registre « corpus ».

Les mathématiques sont une science de communication, se partagent à l'oral et c'est dans le dialogue contradictoire que l'élève ou l'étudiant progresse. L'exercice de mathématiques est l'équivalent de la paillasse expérimentale du physicien et la communication autour des objets mathématiques est essentielle. Dans l'enseignement des mathématiques, l'apport oral de l'enseignant qui motive une définition comme une réponse à une question donnée, qui met en exergue des exemples, des contre-exemples ou montre l'unification de notions que peut apporter une définition dans différents contextes, est fondamental pour l'apprentissage. Cette partie orale est rarement écrite telle quelle dans les livres. Elle permet pourtant à l'étudiant de mieux appréhender une notion, de l'aborder avec plus de recul, avec une approche plus globale et plus précise tout à la fois.

Dans les premières années universitaires notamment, on enseigne le langage mathématique et son écriture afin de partager avec autrui un raisonnement ; il est nécessaire que l'étudiant acquière une compréhension et une maîtrise du vocabulaire, des codes et de la logique du raisonnement qui sont propres à la discipline, pour être en capacité de poursuivre dans la voie des mathématiques ou des sciences. Les obstacles à cet enseignement aux jeunes sourds sont de diverses natures. Nous présentons la situation dans les classes bilingues et dans l'enseignement supérieur.

Notons aussi que rares sont les manifestations ou vidéos mathématiques en LSF. Par exemple il n'existe pas de site de mathématiques ludiques (comme Mic-Maths) accessible aux personnes sourdes. Ce manque global de culture mathématique serait une des causes de l'échec et du retard en mathématiques de l'élève ou de l'étudiant sourd ainsi que le note M. -O. Roux (ROUX, 2014, 47).

## 2.2. **Dans les classes bilingues de l'enseignement primaire et secondaire**

L'enseignement en langue des signes s'intègre dans la lutte contre les discriminations menée par le ministère de l'Éducation Nationale et, depuis 1984, se développe progressivement dans l'élémentaire et le secondaire.

L'enseignement des mathématiques en langue des signes est très jeune, ce n'est qu'en 1991 avec la loi "Fabius" 91-73 du 18 janvier 1991<sup>3</sup> que la langue des signes française a retrouvé une place dans l'enseignement, après plus de 100 ans de bannissement<sup>4</sup>. Ce n'est qu'en 2005 que la LSF est reconnue comme une langue à part entière : Art. L. 312-9-1. « La langue des signes française est reconnue comme une langue à part entière. Tout élève concerné doit pouvoir recevoir un enseignement dans la langue des signes française ».

Il est compliqué pour un élève sourd d'exprimer un raisonnement dans une langue écrite seconde (le français écrit). Renversons la citation de Nicolas Boileau dans son *Art Poétique* : pour bien concevoir une nouvelle notion, celle-ci doit être correctement exprimée dans la langue de l'élève.

Les élèves sourds des classes bilingues reçoivent leur enseignement de mathématiques en LSF, langue première, et en français écrit, langue seconde, deux langues aux structures très différentes. Grâce à l'enseignement bilingue, l'oral (en LSF) a toute sa place, son rôle pédagogique de construction du raisonnement permet à l'élève de nourrir sa compréhension des notions mathématiques. L'élève peut verbaliser son savoir, le confronter, expliquer à ses pairs, reformuler, affiner son propos...

La reconnaissance tardive des bénéfices d'une éducation en langue des signes explique que l'enseignement et l'interprétation des mathématiques en LSF est complexe : la LSF a peu de signes spécifiques aux mathématiques des niveaux de l'enseignement secondaire et supérieur. La LSF permet de faire passer de très nombreux concepts sans avoir recours à des signes standards. L'élève sourd peut conceptualiser sans connaître le signifiant, mais après appropriation de la notion le signifiant est nécessaire à la mémorisation. Enseignants et élèves par nécessité pédagogique créent des codes internes à leur classe ou leur établissement sans connaître les signes utilisés ailleurs. En effet, aucun manuel ou lexique bilingue n'existait en mathématiques avant la création du site Sign'Maths en 2020. Le manque de signes techniques communs au niveau national pour signer les mathématiques dans l'enseignement au lycée et au collège, et dans une moindre mesure à l'école primaire, est un obstacle à la communication et à la diffusion des mathématiques. Beaucoup de notions sont exprimées différemment suivant que l'on est élève d'une classe bilingue de Toulouse ou de Poitiers. Et ce manque d'harmonisation met aussi en difficulté les parents pour l'accompagnement de leur enfant.

L'obligation faite aux enseignants de satisfaire à « l'objectif de cet enseignement bilingue [qui] est de permettre à ces élèves sourds d'atteindre les mêmes niveaux scolaires que les autres élèves de l'école ou de l'établissement scolaire » (BO, 23 février 2017, 4.1) et celle de présenter les élèves aux mêmes examens terminaux que les élèves entendants, demandent une pédagogie adéquate. Pour relever ces défis, tout enseignant en LSF doit s'investir dans la recherche et participer à des dispositifs d'autoformation avec des collègues de la discipline sur le temps libre. Ce besoin d'échanges pédagogiques ne se limite pas aux besoins linguistiques, il s'agit de développer les pratiques d'enseignement adaptées aux élèves sourds. Les modalités d'enseignement bilingue vs monolingue sont différentes. L'enseignement bilingue s'appuie sur une pédagogie visuelle afin que les différentes notions soient comprises, mémorisées et manipulées en langue des signes et en français écrit. Cet enseignement a besoin de ressources pédagogiques adaptées. Les supports sont à mutualiser et à développer, que ce soit les outils informatiques intégrant la vidéo-LSF ou les livres de cours ou d'exercices de mathématiques dont les contenus sont réfléchis pour des élèves ayant le français pour langue seconde avec une contextualisation appropriée. Le ministère de l'Éducation Nationale mène aujourd'hui une politique d'inclusion des élèves handicapés. Pour cela, un plan de formation plus structuré est nécessaire afin de former des enseignants compétents pour intervenir auprès de ces élèves aux caractéristiques propres. On constate pour l'instant l'absence de formation pédagogique spécifique à l'enseignement bilingue des mathématiques.

L'enseignant bilingue est confronté à l'hétérogénéité et aux lacunes du signaire, au manque de formation et d'outils pédagogiques, mais aussi à l'isolement. Beaucoup de familles souhaitant scolariser leur enfant dans une classe bilingue ont pour seule solution de déménager en changeant de région. Seulement trois PEJS (Pôles d'Enseignement des Jeunes Sourds) bilingues proposent une filière complète de la maternelle au lycée ; ils accueillent de plus en plus d'élèves, leur essaimage se confronte à l'insuffisance du nombre d'enseignants en langue des signes.

C'est un cercle vicieux puisque les personnes sourdes sont en difficulté pour atteindre les études universitaires permettant d'accéder au métier d'enseignant. Quant à la formation à la langue des signes des enseignants entendants, c'est un parcours de longue haleine.

Sandigliane Du Sordet, enseignante entendante de mathématiques en LSF au lycée J-P Sartre de Lyon (PEJS bilingue) : « Un professeur entendant signant sur le papier c'est bien, mais souvent, ni les familles, ni les collègues, ni les inspecteurs et j'en passe ne se rendent compte du chemin parcouru pour en arriver là. J'ai dû payer mes formations en langue des signes, sur mon temps libre, pendant mes études de maths. Une fois à mon poste je n'avais pas le temps de prendre encore des cours, c'est bien dommage. Les rares formations dans le cadre institutionnel que j'ai pu suivre ne m'ont pas permis d'accroître de façon solide ma LSF. Tous les jours, dans mon travail j'aurais besoin de progresser, avoir des signes précis et un outil comme le site de Sign'Maths est juste vital à l'enseignement bilingue. »

### **2.3. Dans l'enseignement supérieur.**

Le nombre d'étudiants sourds qui intègrent l'enseignement supérieur est en augmentation constante, d'environ 12 % par an (source : Recensement des étudiants en situation de handicap, année universitaire 2016-2017, et évolutions, publié par MESRI – DGESIP A2). Le nombre d'étudiants sourds dans l'enseignement supérieur en France est d'environ 10000. Parmi eux, 1800 s'orientent vers des études scientifiques. La majorité de ces étudiants font leurs études à l'Université. Pour ce qui concerne les mathématiques, la poursuite d'études est difficile et ne se fait pas dans des conditions optimales de réussite.

Il n'y a pas d'enseignant de mathématiques signant à l'Université (à notre connaissance). Le manque de financement pour l'interprétation oblige le jeune étudiant à sélectionner des cours à interpréter. Par exemple, l'Université Paul Sabatier ne paye que 60h interprétariat par étudiant sourd par semestre pour environ 300h de cours. Gérer son planning combiné à la disponibilité des interprètes est une charge lourde.

Lorsque les cours sont interprétés par un professionnel, il n'est généralement pas un spécialiste de la matière étudiée et a besoin d'une préparation. Idéalement l'enseignant envoie au service d'interprètes un support du cours à traduire, il prend le temps de présenter à l'interprète les objectifs pédagogiques de la séance et l'enseignant est lui-même sensibilisé de façon à prendre en compte le caractère bilingue du cours ainsi que les besoins de l'étudiant sourd (supports graphiques, schémas, aide à la prise de notes –l'étudiant peut difficilement à la fois regarder l'interprète et écrire...). Cette situation demande de vrais efforts d'organisation, qui sont faits de manière très exceptionnelle, l'interprète peut donc être en difficulté.

L'interprétation se fait en simultanée. Pour traduire les concepts n'ayant pas de signifiant propre en LSF, l'interprète peut utiliser une périphrase, désigner le mot écrit, l'épeler avec la dactylogogie... ou créer un code provisoire, un signe rapidement convenu entre l'interprète et le jeune sourd. Comme les interprètes ne sont pas affectés à un cours de façon permanente ou à un élève, les signes peuvent changer avec l'interprète.

Rares sont les groupes de travail rassemblant étudiants, enseignants et interprètes pour discuter d'un point de vue scientifique et linguistique de l'expression d'un concept.<sup>5</sup>

Fanny Chopot, ingénieur data-analyste sourde à Toulouse et membre du groupe de recherche Sign'Maths : « Lors de mes études en master de Mathématiques appliquées à Rennes, j'ai cherché un signe satisfaisant pour dire "écart type" afin que l'interprète et moi puissions-nous comprendre rapidement... »<sup>6</sup>

Les étudiants scientifiques sourds sont des pionniers et ont besoin de pairs pour échanger.

Le Recensement des étudiants en situation de handicap, (RES 2017) met en évidence la sous-représentation des étudiants sourds dans les études scientifiques et la chute de leur pourcentage dans la population des étudiants scientifiques handicapés après la L1. Alors qu'ils forment 30% de la population des étudiants en situation de handicap en L1 sciences, les étudiants sourds ne forment plus que 18% de cette population en L2 sciences. La difficulté de s'adapter à un enseignement en français avec ou sans interprétation est une des causes de ce différentiel : les étudiants qui avaient choisi la langue des signes comme langue première dans leur cursus du secondaire, car elle leur permettait de construire un raisonnement de manière plus sophistiquée qu'en français, de discuter entre pairs, se trouvent en difficulté dans un environnement où la LSF est utilisée seulement de façon extrêmement marginale. Et l'étudiant n'ose pas toujours signaler ses difficultés et ses besoins.

Rappelons cependant la charte Université/Handicap (ESR, 2012) « Art. L. 123-4-1.- Les établissements d'enseignement supérieur inscrivent les étudiants handicapés [...] au même titre que les autres étudiants, et assurent leur formation en mettant en œuvre les aménagements nécessaires à leur situation dans l'organisation, le déroulement et l'accompagnement de leurs études. »

#### 2.4. **Un projet pour tenter de répondre aux besoins du terrain**

Outre le manque de financement pour l'accessibilité aux études, force est de constater que les besoins du terrain, ceux des enseignants, des élèves et des étudiants concernent la terminologie mathématique et la formation des enseignants. Le problème de l'interprétation et l'inconfort de l'élève, la solitude linguistique en mathématiques du professeur même si sa langue première est la langue des signes, le doute sur ses codes-signes personnels, le manque de signaire commun nationalement pour tous les niveaux de l'école primaire à l'université peuvent se dissiper. C'est dans cet objectif d'échange, de recherche lexicale et de partage de ces recherches que s'inscrit le travail du groupe Sign'Maths.

### 3. **Sign'Maths**

#### 3.1. **Historique**

Dès la création du premier groupe de travail toulousain sur l'enseignement des mathématiques en LSF, en 2012, ses membres, tous enseignants bilingues, ne se sont pas limités à une réflexion linguistique. A travers la recherche d'harmonisation du signaire, nous partageons tous nos questionnements pédagogiques sur l'enseignement des mathématiques.

Nous nous sommes d'abord attelés aux programmes de l'enseignement primaire, puis aux programmes du collège. Près de 200 vidéos de signes ont été créées en deux ans, mais le manque de moyens pour obtenir une captation vidéo de qualité (absence de studio d'enregistrement vidéo) et le besoin d'adaptation de l'outil Hypersigne n'ont pas permis la diffusion de ces travaux.

Le manque de financement, des conditions matérielles difficiles, le bénévolat des enseignants (réunions en soirée) ont eu raison de la motivation du groupe et les travaux ont été arrêtés pendant près de deux ans.

Lorsque Emily Burgunder, maîtresse de conférence à l'Université Toulouse III, rencontre Sophy Nattes, en 2016, elle lui fait part de la situation des étudiants sourds à l'université.

Emily Burgunder, enseignante de mathématiques entendante, en L1 Algèbre, à l'université Paul Sabatier : « J'ai eu trois étudiants sourds dans mon TD d'algèbre linéaire. Il y avait un interprète. J'ai compris assez rapidement que l'interprète n'avait pas de signe pour "vectoriel", "matrice". Il y avait trop de vocabulaire spécifique et nouveau qui surgissait dans ce cours. Les étudiants étaient totalement perdus. »

Ensemble, elles ont reconstitué le groupe de travail, l'ont ouvert aux étudiants sourds et élargi au niveau national, sous le nom de Sign'Maths.

Du projet initial, l'équipe a commencé par développer un site internet permettant la publication des travaux du premier groupe et a repris selon la même méthodologie les travaux de recherche linguistique en mathématiques sur les niveaux du lycée et universitaires.

Celui-ci a vu le jour en juin 2020 : <https://signmaths.univ-tlse3.fr>

Ce site, incomplet, est toujours en évolution, nous l'alimentons au fur et à mesure de nos recherches par des vidéos de signes associés aux notions mathématiques mais aussi des vidéos de définitions en LSF et des vidéos d'exemples en LSF.

### 3.2. **Composition du groupe**

Le groupe Sign'Maths est aujourd'hui constitué d'enseignants de mathématiques et de langue des signes française, de chercheurs et d'étudiants sourds de toute la France.

Sign'Maths regroupe les principales forces vives des mathématiques en LSF au niveau national. Les collaborateurs viennent de nombreuses régions de France : Paris, Poitiers, Rennes, Lyon, Toulouse, Caen. Ils étudient ou enseignent à différents niveaux de l'élémentaire au supérieur que ce soit en mathématiques ou en LSF. Les différents membres mettent en commun leurs compétences mathématiques, linguistiques et pédagogiques. Cette grande diversité d'approche fait partie de l'identité de notre groupe de recherche et est essentielle pour assurer la qualité de nos travaux.

On pourra trouver en fin d'article la liste de tous les membres de l'équipe Sign'Maths.

### 3.3. **Les partenaires**

Sign'Maths est un groupe action-recherche de l'IRES<sup>7</sup> (Institut de Recherche pour l'Enseignement en Sciences) de l'Université Toulouse 3, ainsi qu'un groupe de travail de l'Institut de mathématiques de Toulouse, LabEx CIMI.

Les enseignants de l'éducation nationale du groupe Sign'Maths sont, depuis 2017, soutenus par l'Académie de Toulouse en bénéficiant d'ordres de mission de l'EAFC (Ecole Académique de la Formation Continue) qui leur permettent de participer aux journées de travail mensuelles organisées par l'IRES.

Sign'Maths bénéficie également du soutien financier, moral et logistique de l'IRES, du LabEx CIMI<sup>8</sup> de l'Université Toulouse 3- Paul Sabatier et du laboratoire de mathématiques de l'Institut de Mathématiques de Toulouse III<sup>9</sup>.

### 3.4. **Les travaux**

Les membres du groupe Sign'Maths se réunissent une fois par mois lors des journées IRES pour travailler sur la terminologie mathématique en LSF, alimenter le site internet, échanger sur leurs pratiques et s'investir dans différents projets de sensibilisation et d'accessibilité.

La richesse de la LSF ne se mesure pas à l'étendue d'un lexique standardisé. Cette langue visuo-gestuelle s'appuyant sur l'iconicité des concepts permet de transmettre toutes les notions qui une fois entrées dans la LSF, si les personnes sourdes s'en emparent et si le besoin est réel, pourront acquérir un signifiant. Le champ de nos travaux de recherche concerne non pas la langue vivante mais la langue de spécialité dans le cadre spécifique de l'enseignement des mathématiques. Notre méthodologie de travail de recherche sur le signaire spécifique est détaillé dans la partie suivante.

La richesse de nos échanges autour des notions mathématiques nous permet de discuter des différentes approches pédagogiques et de l'adaptation des supports. Ceci est un grand soutien pour les enseignants bilingues et une aide à la prise de fonction pour les collègues débutants.

C'est dans cet objectif que Sign'Maths organise également des Journées d'études nationales (en 2020 et 2022) avec notamment des ateliers de réflexion sur différents thèmes pédagogiques. Ces journées rassemblent les professionnels éparpillés dans toute la France et la Belgique pour leur permettre d'assouvir leur soif de partager leurs pratiques, de continuer à se former et de briser une solitude.<sup>10</sup>

Le groupe Sign'Maths est en étroite collaboration avec l'association STIM qui rassemble des étudiants sourds, des enseignants et professionnels scientifiques de toute la France et dont font partie la majorité des membres de Sign'Maths. Les travaux de Sign'Maths sont régulièrement exposés lors des séminaires organisés par l'association STIM.

Sign'Maths multiplie les actions de sensibilisation auprès de la communauté sourde, de la communauté scientifique (université, APMEP (Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public) ...) et du grand public.<sup>11</sup>

La qualité de nos travaux a été reconnue par la Société Mathématiques de France qui nous a attribué en juin 2022 le Prix Jacqueline Lelong-Ferrand.

### 3.5. **Méthode du travail de recherche sur la terminologie mathématique**

Lors de chaque atelier de recherche linguistique, nous nous plongeons dans un domaine des mathématiques regroupant plusieurs notions liées. Toutes les discussions mathématiques, épistémologiques et linguistiques se font exclusivement en LSF, sans interprète. Tous les membres du groupe de recherche ne sont pas experts en mathématiques, ce qui impose aux enseignants bilingues de présenter chaque notion dans les différents cadres, d'expliquer les liens entre celles-ci, de revenir aux bases, d'illustrer par des exemples, de s'appuyer sur des schémas. Les codes et notations mathématiques sont également exposés ainsi que les expressions en français, les différentes formulations.

Ce temps de synthèse permet déjà aux personnes sourdes de faire ressortir l'iconicité du concept. Nous effectuons ensuite un recensement des signes existants pour cette notion, chacun présente le ou les signes qu'il utilise ou qu'il a vus et nous discutons de leur pertinence. Un signe peut être adapté pour tel niveau d'enseignement mais pas pour un autre. Un signe peut être inadapté lorsqu'il ne retranscrit pas correctement la notion. Il sera alors écarté. C'était notamment le cas pour un signe devant signifier « nombre impair » mais laissant penser qu'il s'agissait d'un multiple de trois. Le groupe Sign'Maths a proposé un signe différent fondé sur la définition d'un entier impair et sa décomposition en  $2k+1$  :

[https://signmaths.univ-tlse3.fr/sf\\_s=impair&\\_sft\\_categories=tous-niveaux](https://signmaths.univ-tlse3.fr/sf_s=impair&_sft_categories=tous-niveaux)

Il n'est pas pertinent d'utiliser le même signe lorsqu'il s'agit d'une fonction impaire car, dans ce cas, c'est la notion de symétrie qui est saillante.

<https://signmaths.univ-tlse3.fr/definition/fonction-impaire/>

Une notion peut avoir plusieurs signes associés, c'est le cas pour la notion de produit. Deux synosignes sont bien répandus en France, il ne s'agit pas de contraindre les utilisateurs à changer de signe, les deux signes peuvent être diffusés et chaque utilisateur choisit en fonction de sa préférence, comme c'est le cas en français, par exemple « groupe abélien » est synonyme de « groupe commutatif ».

Les signes utilisés peuvent aussi être très proches comme c'était le cas pour la notion de transposée d'une matrice, tous les signes retranscrivaient le passage de ligne à colonne ou de colonne à ligne. Le groupe Sign'Maths a proposé de préciser le rôle de la main dominée afin de distinguer la transposition d'une matrice et la matrice résultant de cette application.

<https://signmaths.univ-tlse3.fr/definition/matrice-transposee/>

Après échange des signes utilisés, nous consultons des sites étrangers <sup>12</sup>(allemands, écossais, américains...). Cette recherche est inspirante mais les signes ne sont pas souvent transposables à la LSF.

Nous analysons les signes sous un axe mathématique, pédagogique et linguistique. Nous cherchons des signes ou proposons des nouveaux signes qui respectent à la fois la définition de la notion mathématique en jeu et les contraintes de la langue des signes (contraintes de symétrie, de dominance, facilité articulatoire ...). Nous travaillons sur les valeurs morphémiques des paramètres de la langues des signes (expression du visage, configuration, orientation, emplacement, mouvement). Par exemple, en géométrie, la configuration index sera utilisée pour des objets de dimension 1 (droites parallèles, côté d'un polynôme) tandis que la configuration main plate pour des objets de dimension 2 (plans parallèles, arête d'un solide).

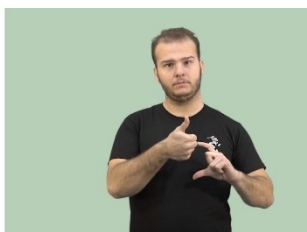
<https://signmaths.univ-tlse3.fr/definition/cote/>

<https://signmaths.univ-tlse3.fr/definition/arete/>

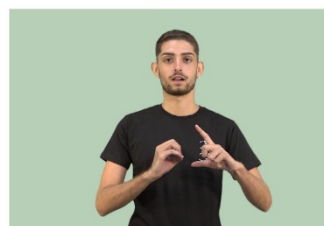
Les unités linguistiques s'organisent autour de noyaux : par exemple dans toutes les notions concernant les matrices nous retrouvons la configuration en forme de crochet.

<https://signmaths.univ-tlse3.fr/? sf s=matrice& sft categories=tous-niveaux>

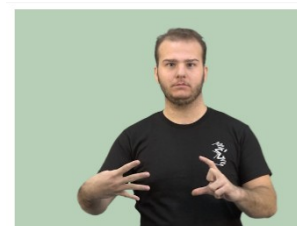
matrice unité



matrice nulle



matrice transposée



La main dominée fait une forme de crochet (graphisme visuel mathématique des matrices, mais aussi, sous-jacente, l'idée de contenant) et la main droite signe « ce qu'il y a à l'intérieur » : éléments quelconques, des zéros, diagonale, diagonale de 1 (main droite faisant une diagonale de 1 dans la matrice).

Les signes sont également réfléchis dans diverses situations pédagogiques.

Certaines notions nous résistent, comme la notion de variance d'une variable aléatoire. Il ne s'agit pas de forcer l'utilisation d'un signe qui, s'il n'est pas pertinent, n'a aucune chance de survie. Pour qu'un signe soit filmé et mis en ligne sur le site Sign'Maths, il doit bénéficier d'un large consensus au sein du groupe de recherche. Les personnes sourdes expertes en LSF du groupe Sign'Maths s'assurent de la cohérence du signe ou néo-signe avec le signaire pré-existant, de la correction grammaticale, de l'iconicité, de la facilité à signer.

Une fois le signe mis au point, nous le filmons et y associons une image représentative de la notion. Nous complétons en enregistrant une définition en LSF pour permettre une compréhension claire. Cette définition est « écrite » dans la structure propre de la LSF qui est de fait une langue très différente du français. Il est important de pouvoir offrir une définition en LSF à l'élève pour donner une base solide au savoir et permettre une meilleure compréhension des mathématiques. Nous apportons aussi des exemples, toujours sous forme de vidéos signées.

Ces supports visuels sont partagés via le site Sign'Maths où nous expliquons notre démarche et proposons aux utilisateurs de nous faire leurs retours. Les signes proposés n'ont pas de valeur tant qu'ils n'ont pas été manipulés de nombreuses fois, aussi, nous accordons une grande importance aux retours du terrain. L'utilisation de ces signes ne peut faire l'économie d'une bonne maîtrise de la LSF. Par exemple, on peut parler de la suite des nombres impairs sans utiliser le signe « suite » proposé par Sign'Maths dans sa complétude, conserver le mouvement et l'emplacement suffit à désigner la notion de suite.

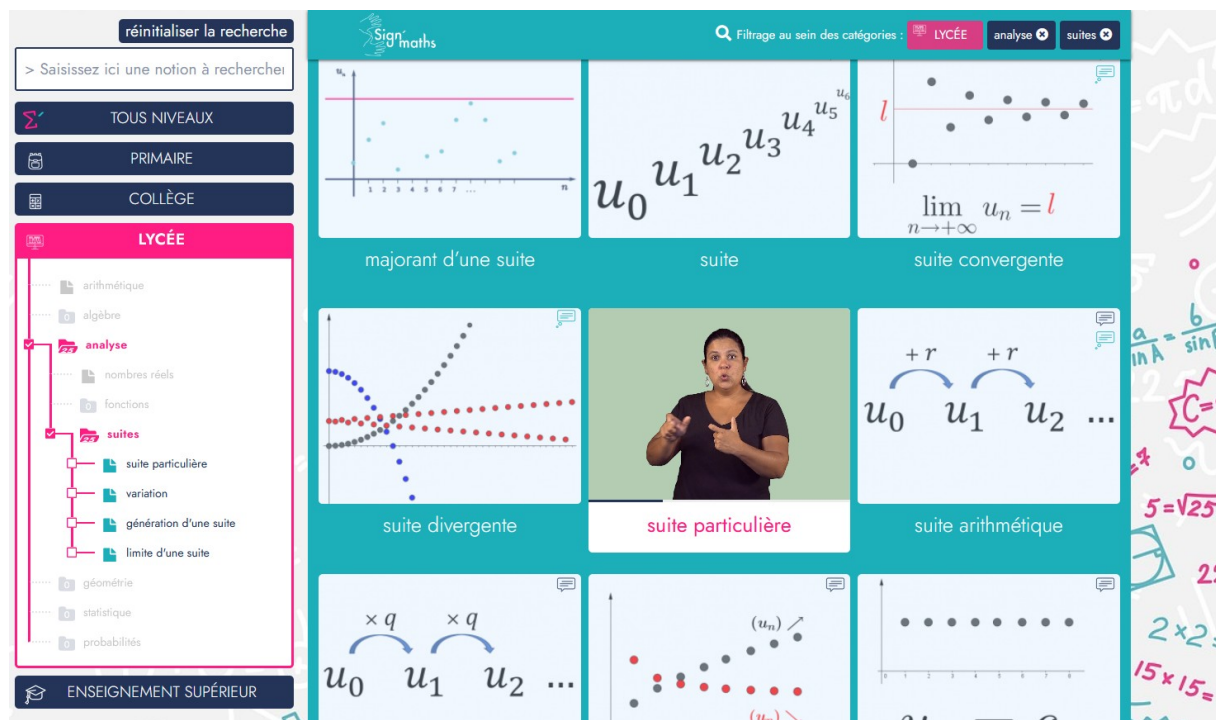
<https://signmaths.univ-tlse3.fr/definition/suite/>

Chaque enseignant doit accorder une valeur didactique aux signes proposés en fonction de son objectif pédagogique. Par exemple, il peut faire manipuler la notion d'homothétie à ses élèves mais n'introduire les signifiants que dans un 2<sup>ème</sup> temps, il adaptera le signe lorsque le rapport de l'homothétie est négatif, il n'utilisera pas ce signe pour évaluer la compréhension du mot écrit en français...

L'utilisateur doit s'appropriier les signes proposés qui évolueront avec le temps, voire disparaîtront au profit de signes plus pertinents ou plus pratiques. Notre glossaire est en évolution perpétuelle.

### 3.6. Le site

Nous construisons un glossaire, que nous alimentons au fil de nos réflexions, accessible gratuitement en ligne, et sans inscription préalable, pour tout public : un ensemble de notions signées, accompagnées de leurs définitions en LSF, illustrées graphiquement et par des exemples mathématiques qui les contextualisent. Nous avons cherché à construire un site avec une charte graphique et un design qui prennent en compte les spécificités des personnes sourdes et de certains besoins des personnes sourdaveugles (fond uni et tee-shirt noir).

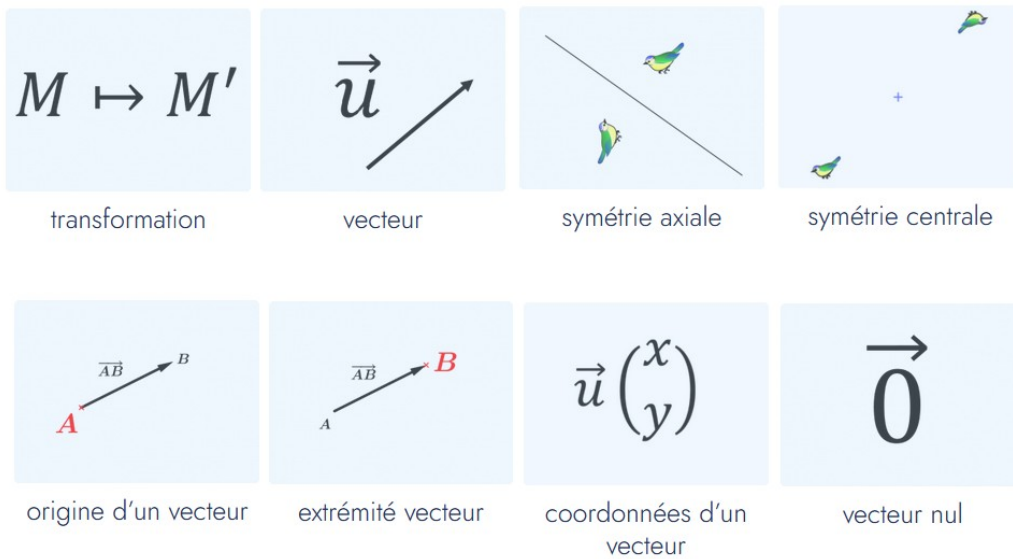


Le site est organisé autour d'une arborescence des notions, par thèmes et niveaux. Actuellement la recherche se fait par le français écrit via la barre de recherche ou l'arborescence des différents domaines mathématiques.

Pour chaque notion, sont proposées des notions associées ou proches de la requête exprimée.

Par exemple, au concept « translation » sont associées les notions suivantes :

## Notions associées



Ce fonctionnement est fortement inspiré des travaux de Patrice DALLE pour le glossaire en LSF du développement durable de l'UVED (Université Virtuelle Environnement et Développement durable)<sup>13</sup>.

L'élève sourd apprend avec du visuel, il est donc très important pour lui qu'une image soit associée à la notion. L'association des trois éléments, le mot écrit en français, l'image et la vidéo du signe favorise la mémorisation de la notion.

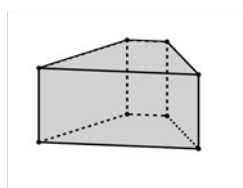
Les trois déclinaisons du concept « Prisme » :

<https://sigmaths.univ-tlse3.fr/definition/prisme/>

vidéo LSF



image



français écrit

Prisme

Les trois déclinaisons du concept « Transformation » :

<https://sigmaths.univ-tlse3.fr/definition/transformation/>

vidéo LSF

image

français écrit



$$M \mapsto M'$$

Transformation

Les images sont de plusieurs natures : certaines reprennent le graphisme mathématique usuel, comme dans l'exemple ci-dessus " $M \mapsto M'$ ", que l'élève rencontrera dans les livres et qu'il va associer à la notion, d'autres montrent l'objet, comme pour la notion de prisme, d'autres encore, en utilisant un code de couleur, illustrent des notions abstraites.

De même, dans les vidéos-définitions ou exemples sont incrustés des supports visuels illustrant les propos en LSF. Pour chaque notion, le travail de captation, de création de supports visuels et de montage est conséquent.



Un formulaire de contact permet aux utilisateurs de faire part de leurs critiques sur tel ou tel signe ou telle ou telle illustration ou bien de demander une traduction.

### 3.7. Les utilisateurs, les retours

Ce glossaire spécialisé s'adresse aux enseignants de mathématiques en LSF, aux élèves-étudiants sourds du lycée et de la première année de licence, aux sourds signants en général qui s'intéressent aux mathématiques, aux interprètes amenés à traduire les mathématiques et aux professionnels de la médiation scientifique en LSF (notamment lors de la traduction d'expositions, de manifestations ou de vidéos scientifiques).

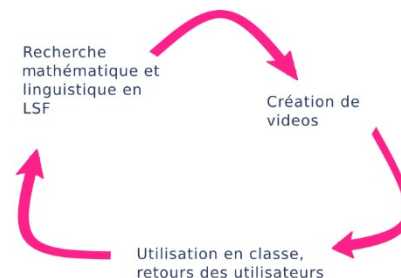
Un cookie permet de tracer l'activité de chaque visiteur. Si un jour donné, celui-ci passe plusieurs fois, cela incrémente le nombre de visites.

Nous avons de nombreux retours via le formulaire de contact, beaucoup d'encouragements et des demandes de traduction de notions mathématiques.

Time	Visitors	Visits
Today	78	193
Yesterday	96	205
Last week	1 406	19 294
Last 7 days	886	7 680
Last 30 days	4 551	33 704
Last 60 days	9 480	53 783
Last 90 days	12 537	62 476
Last 12 months	39 248	151 628
This year (Jan-Today)	22 674	96 432
Last year	24 080	73 745
Total	76 705	345 465

Celui-ci nous permet également de nous rapprocher de nouveaux enseignants, AESH (accompagnants d'élèves en situation de handicap) intervenant en LSF et de parents accompagnant leur enfant sourd. Le site Sign'Maths est utilisé à des fins pédagogiques au sein des classes de tous les niveaux.

Les journées d'étude Sign'Maths ainsi que les séminaires STIM nous permettent de bénéficier de retours critiques de ces utilisateurs. Ces retours et nos expériences pédagogiques nous amènent à retravailler certaines notions, à préciser ou modifier les vidéos. Ce glossaire est en développement constant.



Par exemple les signes originellement choisis par le groupe pour désigner « multiple » et « diviseur » n'ont pas pris auprès des élèves. Les deux signes engendraient de la confusion. Nous avons donc -en 2022- repensé ces signes et avons choisi des signes qui s'apparentent en LSF à « reconstruction » (pour multiple) et à « friabilité » pour diviseur<sup>14</sup>.

<https://signmaths.univ-tlse3.fr/definition/diviseur-2/>

Insistons sur le fait que nous ne faisons que formuler des propositions et que c'est aux locuteurs et utilisateurs de terrain de s'approprier ou non les signes proposés.

#### 4. Les évolutions, les perspectives

Le site présente plus de 400 vidéos mais n'est absolument pas complet. Parmi les notions présentées, beaucoup de vidéos de signes sont proposées. Les vidéos de définitions, d'exemples et de remarques d'ordre linguistique sont à développer car elles sont nécessaires à la bonne compréhension des notions et à l'appropriation des signes. La richesse des échanges du groupe de recherche n'est pas suffisamment accessible.

Nous n'avons pas abandonné les autres aspects du projet, le développement de moteurs de recherche en LSF et la reconnaissance automatique de signes dans la perspective des recherches de Patrice Dalle. Nous commençons une collaboration avec Annelies Braffort et Michèle Gouiffès du département ILES<sup>15</sup> de l'université de Paris XI sur la reconnaissance de signes à partir du corpus Sign'Maths. Nous souhaitons mettre au point une présentation du glossaire aussi pratique d'usage que le permet un site web en langue écrite, notamment par l'exploitation des liens hypermédia de type HyperSigne (DALLE, 2013, 39). Ainsi la navigation ne sera pas forcément linéaire au sein d'une vidéo signée : un signe préalablement défini pourra être automatiquement lié à sa définition avec des liens apparaissant au cours de

la vidéo vers d'autres vidéos signées. Nous sommes actuellement en lien avec le laboratoire LISN de l'Université Paris-Saclay pour mettre en place une technologie de reconnaissance de signes LSF (BRAGG *et al.*, 2019, 16-31) et d'annotation automatique de vidéos qui permettrait de réaliser ce développement. Un autre type de recherche à travailler est la reconnaissance des signes proposés par l'utilisateur (WANG *et alii*, 2009, 607), (ONG *et alii*, 2014, 1923). Enfin, nous souhaitons développer les travaux autour de la pédagogie bilingue, et nous envisageons aussi, en collaboration avec l'Éducation Nationale, la mise en place de stages de formation continue.

## **Conclusion**

Enseigner aujourd'hui les mathématiques en langue des Signes Française est un travail de pionnier pour des professeurs qui sont encore en trop petit nombre : ils doivent à la fois enseigner, adapter les outils pédagogiques et mener une réflexion approfondie sur la langue qu'ils utilisent. L'apprentissage des mathématiques nécessite un vocabulaire très précis, le bannissement de la langue des signes dans l'enseignement a empêché la construction naturelle du signaire spécifique. Aujourd'hui l'institution éducative a compris la nécessité pour l'élève sourd d'apprendre très tôt dans sa langue première, la langue des signes, qui, avec l'apprentissage du français écrit, favorise l'insertion sociale. Le succès des élèves sourds en mathématiques – et en sciences, car « la nature est un livre écrit en langage mathématique » (Galilée) –, l'émergence d'un plus grand nombre de professeurs de mathématiques en LSF dépendent de l'élaboration d'une « langue mathématique des signes ». Dès l'enfance et durant le long parcours scolaire, les signifiants nécessaires à la manipulation et la mémorisation des notions doivent être présents, sous les deux formes écrites et signées. Dans ce travail de traduction, Sign'Maths s'efforce de concilier le génie de la langue des signes française avec la nécessaire rigueur et abstraction des mathématiques, afin de favoriser les apprentissages et de donner des outils pédagogiques nécessaires aux professeurs. Ce travail de recherche qui se fait à l'intersection des communautés signantes, éducatives et mathématiques n'en est qu'à son début et espère que la nouvelle génération d'élèves qui arrivera dans les études mathématiques s'en emparera et le fera prospérer.

## **L'équipe Sign'Maths 2020-2023**

- Maël BIN, enseignant de mathématiques en LSF dans les classes bilingues primaire-collège de 2LPE à Poitiers, sourd signant.

- Catherine BOUIS, accompagnante d'élèves sourds au primaire dans les classes bilingues à Ramonville-Saint-Agne, 31, sourde signante.
- Mathis BRETOME, étudiant en licence de mathématiques à l'université de Rennes, sourd signant.
- Antoine CHICHERY, enseignant au Centre Ressource de l'ouïe et de la parole à Caen, sourd signant.
- Elodie CERVANTES, étudiante au Centre de Traduction, d'Interprétation et de Médiation Linguistique (D-TIM) à l'Université Toulouse Jean Jaurès, sourde signante.
- Fanny CHOPOT, Ingénieur Data-analyste, Toulouse, sourde signante.
- Juliette DALLE, Ingénieur au CNRS, production et analyse des données en LSF, en terrain, laboratoire IRIT, Université Toulouse 3 - Paul Sabatier, sourde signante.
- Claire DARTYGE, PRAG à l'Institut Mathématiques de Toulouse, Équipe GTA, docteur en mathématiques de l'Université Toulouse 3, entendante.
- Alexis DIVOL, enseignant vacataire de mathématiques en LSF dans les classes bilingues du Collège André Malraux Ramonville-Saint-Agne, sourd signant.
- Sandigliane DU SORDET, enseignante de mathématiques en LSF dans les classes bilingues du lycée J-P Sartre de Lyon, entendante signante.
- Douglas FREIRE-CARRASQUEIRA, étudiant et animateur dans l'école bilingue de Ramonville Saint-Agne, sourd signant.
- Roméo HATCHI, enseignant agrégé de mathématiques, docteur en mathématiques de l'université Paris Dauphine (Paris 9), sourd signant.
- Marie-Paule KELLERHALS, enseignante et coordinatrice du dispositif bilingue pour le primaire à Ramonville-Saint-Agne, sourde signante.
- Jimmy LEAL DE JESUS, étudiant D-TIM, Université Toulouse 2, sourd signant.
- Lauriane LEBON, enseignante de LSF au collège André Malraux de Ramonville-Saint-Agne, sourde signante.
- Mélina MALLECOURT, enseignante de mathématiques en LSF dans les classes bilingues du Collège Pablo Picasso, Bron, entendante signante.
- Sophy NATTES, enseignante de mathématiques en LSF dans les classes bilingues du lycée Bellevue de Toulouse et du collège André Malraux de Ramonville-Saint-Agne, entendante signante.

## **Bibliographie**

- BO « Mise en œuvre du parcours de formation du jeune sourd, 23 février 2017 » <https://www.education.gouv.fr/bo/17/Hebdo8/MENE1701591C.htm>

- BOUVIER, Alain, George Michel, Le Lionnais, François. Dictionnaire des mathématiques, Edition PUF
- BRAGG, Danielle, KOLLER, Oscar, BELLARD, Mary, *et al.* Sign language recognition, generation, and translation: An interdisciplinary perspective. In : The 21st international ACM SIGACCESS conference on computers and accessibility. 2019. p. 16-31.
- BUTON, François, L'administration des faveurs, l'État, les sourds et les aveugles (1789-1885), Presses universitaires de Rennes
- CPU Conférence des Présidents d'Université, « La parole aux acteurs du handicap à l'université », 2014 <http://www.cpu.fr/wp-content/uploads/2014/11/handicape-web2.pdf>
- DALLE, Patrice, 2014, « LogiSignes, PhotoSigne, AnImaS » <https://www.irit.fr/presto/resultats.html>
- DALLE, Patrice, « Hypersigne : Hypertexte en langue des signes », in Pratiques et usages numériques : actes de H2PTM'13, 16-17 et 18 octobre 2013, CNAM, Hermès science publications : Lavoisier. 2013,
- ESR :Enseignement Supérieur et Recherche, « Charte Université/Handicap » 2012 <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/sites/default/files/2021-10/charte-universit--handicap-2007-13670.pdf>
- ESR : « Recensement des étudiants en situation de handicap et évolutions » 2017 [https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Etudiants\\_handicapes/31/0/Recensement\\_2016-2017\\_1061310.pdf](https://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Etudiants_handicapes/31/0/Recensement_2016-2017_1061310.pdf)
- HAUCHECORNE, Bertrand. Les mots et les maths, dictionnaire historique et étymologique du vocabulaire mathématique, éditions ELLIPSE
- LEGIFRANCE Code l'éducation Section 3bis, L'enseignement de la langue des Signes (Article L312-9-1) [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section\\_lc/LEGITEXT000006071191/LEGISCTA000006182401/#LEGISCTA000006182401](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/section_lc/LEGITEXT000006071191/LEGISCTA000006182401/#LEGISCTA000006182401)
- ONG, Eng-Jon, KOLLER, Oscar, PUGEAULT, Nicolas, et al. Sign spotting using hierarchical sequential patterns with temporal intervals. In : Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2014. p. 1923-1930.
- ROUX, Marc-Olivier. Surdité et difficultés d'apprentissage en mathématiques, état des lieux et problématiques actuelles. Bulletin de psychologie, 2014, vol. 532, no 4, p. 295-307.
- TRINIAC, Sophie, 2023 «Les maths   l'infini... » Emission L'oeil et la Main, France 5, <https://www.france.tv/france-5/l-oeil-et-la-main/4070578-les-maths-a-l-infini.html>
- WANG, Haijing, STEFAN, Alexandra, et ATHITSOS, Vassilis. A similarity measure for vision-based sign recognition. In : International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction. Springer, Berlin, Heidelberg, 2009. p. 607-616.

- 1 <https://ocelles.inshea.fr/en/home>
- 2 <https://www.stimsourdfrance.org/>
- 3 « Dans l'éducation des jeunes sourds, la liberté de choix entre une communication bilingue - langue des signes et français - et une communication orale est de droit. »  
[https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article\\_lc/LEGIARTI000006696487/1991-01-20](https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000006696487/1991-01-20)
- 4 <https://blog.elioz.fr/actualites/la-langue-des-signes-a-t-elle-ete-interdite-en-france/>
- 5 <https://www.insa-toulouse.fr/fr/formation/glossaire-gc-en-lsf.html>
- 6 <https://leblob.fr/videos/maths-et-langue-des-signes-quand-les-mots-font-defaut>
- 7 <https://ires.univ-tlse3.fr/>
- 8 <https://www.cimi.univ-toulouse.fr/fr/all-news/574f5d34-a2e9-462a-a2e2-c07a79aebd09/>
- 9 <https://www.math.univ-toulouse.fr/fr/>
- 10 <https://indico.math.cnrs.fr/event/7155/>
- 11 <https://signmaths.univ-tlse3.fr/actualites/>
- 12 <https://signmaths.univ-tlse3.fr/aller-plus-loin/>
- 13 <https://www.irit.fr/GlossaireDD-LSF/glos.html>
- 14 <https://www.france.tv/france-5/l-oeil-et-la-main/4070578-les-maths-a-l-infini.html>
- 15 <https://www.lisn.upsaclay.fr/recherche/departements-et-equipes/sciences-et-technologies-des-langues/information-langue-ecrite-et-signee-iles>