
ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES ET SURDITE : EXEMPLES D'UTILISATION DES TICE

Josiane LIPS, Laurent MATILLAT,
Marie NOWAK, René THOMAS
Irem de Lyon

Un jeune sourd n'est pas seulement un élève qui n'entend pas.

Si un enfant sourd n'a, *a priori*, aucun déficit cognitif — il peut apprendre aussi bien que tous les autres — sa surdité a de fortes chances d'être à la source de déficits langagiers et de déficits culturels s'il ne bénéficie pas très rapidement d'un appareillage et d'un environnement langagier adapté (Langue des Signes Française, français oral avec ou sans Langage Parlé Complété). Ainsi, de nombreux enfants sourds peuvent se retrouver sans moyen de communication identifié, utilisant quelques mots à l'oral et quelques gestes de L.S.F mais sans véritable langue où les énoncés seraient grammaticalisés. Ces élèves se retrouvent alors le plus souvent dans des unités d'enseignement dépendant d'établissements spécialisés car leurs difficultés langagières ne leur permettent pas de suivre une scolarisation en milieu ordi-

naire. Au plan scolaire, les études se succèdent depuis la première moitié du XX^e siècle et montrent toutes la même chose : 10 % environ des jeunes sourds des institutions spécialisées parviennent à un niveau de lecture fonctionnelle, échappant ainsi à l'illettrisme. Cette proportion est bien faible et nombreux sont ceux qui ne maîtrisent pas bien la lecture d'un texte français. C'est dire combien l'accès au langage peut être problématique !

C'est pourquoi enseigner à de jeunes sourds ne se réduit pas au simple fait de s'efforcer de bien articuler ou d'être un bon locuteur de LSF. Les adaptations évidentes auxquelles pensera un enseignant non sensibilisé face à un élève sourd — parler lentement et face à la classe, ne pas écrire au tableau en même temps qu'il parle, écrire plus pour tenter de compenser ce qui n'est pas entendu — sont nécessaires, mais peuvent ne pas s'avérer suffisantes. Il faudra veiller

à ce que le message proposé soit accessible à l'enfant sourd sur le plan du lexique (vocabulaire connu par l'enfant), de la syntaxe (phrases courtes, sans propositions relatives, par exemple). Pourtant, la loi de 2005 sur l'inclusion d'élèves handicapés dans des cursus ordinaires conduit des enseignants plus ou moins avertis à les accueillir.

Peu d'ouvrages traitent spécifiquement de l'enseignement des mathématiques à des élèves sourds (les références pour deux d'entre eux sont données dans la bibliographie). Dans cet article, il s'agit de pointer spécifiquement l'utilisation des TICE pour ce type d'enseignement, notamment les possibilités qu'elles proposent quant à la présentation très visuelle des situations mathématiques ainsi que des mécanismes de raisonnement.

Deux activités sont décrites en détail, appuyées par des observations en classe. Elles utilisent trois types de logiciels : un tableur (Excel de Microsoft ou Calc d'OpenOffice.org), un logiciel de géométrie dynamique (TracenPoche de Sésamath) et un logiciel libre permettant de créer des cartes mentales (Freeplane).

L'utilisation de ces logiciels favorise l'accès des élèves aux concepts mathématiques pour les raisons suivantes :

- les trois types de logiciels ont une composante visuelle très marquée, ce qui est un atout ;
- le tableur et le logiciel de carte mentale fournissent une organisation, une structure des données (et un traitement pour le tableur) non linéaires ;
- le logiciel de géométrie dynamique permet l'analyse des figures et surtout favorise l'accès au vocabulaire et aux expressions de géométrie, qui font tellement défaut aux élèves sourds.

En outre, les élèves observés (comme ou encore plus que des élèves ordinaires) sont très intéressés par l'utilisation de l'informatique et font des progrès relativement rapides dans ce domaine, ce qui les valorise et ils ont bien besoin de trouver des occasions de prendre un peu d'assurance (C'est un média qui, en mathématique tout au moins, ne passe pas par le son, ils ne se sentent pas pénalisés).

Contexte général : communication et inclusion de jeunes sourds¹

Il y a deux grandes voies de communication pour les sourds : la voie visuo-gestuelle (utilisant des signes) et la voie audio-phonologique (lecture labiale et oralisation) ; s'y ajoutent toutes les voies mixtes. La langue des signes française (LSF) et le langage parlé complété (LPC) correspondent aux deux principaux modes de communication. La première est une langue à part entière, structurée de façon totalement différente du français. Lorsqu'une personne est capable de s'exprimer en français et en LSF, il s'agit bien de bilinguisme. Le LPC est un code gestuel qui permet de lever les ambiguïtés de la lecture labiale à l'oral en français. Comme nous l'avons signalé, ces modes de communication ne sont pas pratiqués par la majorité des sourds², lesquels peuvent en définitive n'avoir essentiellement aucun langage bien formé.

Voici quelques éléments d'information sur la langue des signes et sur le langage parlé complété.

¹ Cette introduction est en partie constituée d'extraits du livre *Mathématiques et surdité*, ouvrage collectif coordonné par M. Bonnet, M. Nowak et T. Mangeret, coédité par l'IREM de Lyon et le CRDP de Lyon.

² Il y aurait, selon les estimations, entre 80 000 et 300 000 personnes parlant la LSF. Il y en a moins de 100 000 qui utilisent le LPC. Il faut ramener ces chiffres aux quelque 4 millions de déficients auditifs, parmi lesquels 60 % ont plus de 60 ans. On estime qu'environ 1 enfant sur 1000 devient sourd.

La langue des signes

La Langue des Signes Française ou LSF est une véritable langue possédant un lexique et une syntaxe propre basée sur l'utilisation de l'espace tridimensionnel. Le statut légal de la langue des signes a eu des conséquences significatives sur l'enseignement aux jeunes sourds. Pendant longtemps, la LSF a été proscrite dans l'enseignement³. Ensuite, elle y a été tolérée mais pas enseignée : les jeunes sourds et leurs professeurs pouvaient l'utiliser mais il n'existait aucun lieu institutionnel où l'apprendre, pour les uns comme pour les autres. La Loi du 11 Février 2005 a permis la reconnaissance de la LSF comme une véritable langue qui s'enseigne à l'école et qui permet aux jeunes d'acquérir des concepts (enseignement en LSF). On parle alors d'une éducation bilingue. On trouve à l'heure actuelle des établissements scolaires qui proposent des cours de langue des signes même si, à ce jour, la structuration de cet enseignement (diplômes, en particulier) est en cours.

La nouvelle réglementation de mai 2010, prévoit de regrouper dans un même dispositif PASS (Pôle Accueil pour la Scolarisation des enfants Sourds) les enfants sourds ayant différents modes de communication.

Le langage parlé complété

Le langage parlé complété ou LPC est un outil de communication destiné à favoriser la réception de messages oraux en français. On estime que la lecture labiale permet de reconstituer environ 30 % du message, compte tenu des sons différents qui conduisent à la même forme de bouche. Le LPC consiste en un ensemble de codes manuels qui complètent la lecture labiale pour en lever les ambiguïtés : la main pla-

cée à côté du visage permet de différencier des termes qui sont prononcés avec la même forme de bouche (comme « papa sort » et « maman dort » et que l'ont appelle des sosies labiaux). Ce n'est pas une langue autonome, c'est seulement une façon de rendre visible le français oral en complétant le mouvement des lèvres par des gestes de la main, syllabe par syllabe. Les jeunes enfants sourds qui utilisent le LPC sans avoir recours à la LSF sont engagés dans une éducation en français (oral et écrit).

XXI^e siècle : application de nouvelles législations

Le contexte général de l'enseignement aux handicapés a évolué. Il s'agit d'accentuer leur inclusion dans des classes ordinaires, conformément à la loi du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances. Cette loi fait obligation de « garantir la continuité d'un parcours scolaire, adapté aux compétences et aux besoins de l'élève. » Or il y avait, à la rentrée 2006, plus de 4000 – respectivement 3000 – élèves sourds scolarisés dans le premier degré – respectivement second degré – en milieu ordinaire, dont plus de 3000 – respectivement 2500 – n'avaient aucun accompagnement par un auxiliaire de vie scolaire. Il revient alors à l'enseignant de prendre en charge les besoins particuliers de l'élève, de sorte qu'il risque de se laisser surprendre par un public différent, surtout s'il n'a jamais été en contact avec le monde de la surdité, ce monde qu'il est difficile d'imaginer ! Des comportements inadaptés pourront en résulter qui seront préjudiciables à ces élèves qui ont déjà, a priori, suffisamment d'obstacles à surmonter pour réussir leurs études.

A minima, les professeurs avertis savent que pour un enfant sourd, il ne faut pas parler trop vite, ni face au tableau. Pourtant, c'est une habitude répandue des enseignants de parler tout en écrivant au tableau de dos ou de profil par

³ En 1880, le congrès de Milan a interdit la langue des signes.

rapport aux élèves. Dans ce cas, un enfant sourd n'a aucune chance de comprendre ce qui est exprimé oralement. N'oublions pas les personnes qui n'articulent pas ou qui ont un rythme de parole très rapide : parler plus lentement nécessite un contrôle de soi permanent. Cela dit, la prise en compte de ces aspects pratiques n'est que le début d'une longue histoire de communication, mais aussi d'adaptations de la part de l'enseignant pour ses élèves sourds et de ceux-ci à un enseignement dispensé par un entendant.

Présentation d'activités réalisées en classe

Les deux activités présentées ont été réalisées par le groupe « Mathématiques, TICE et surdité » de l'IREM de Lyon à destination d'une classe d'élèves sourds et elles ont été expérimentées.

Objectifs généraux du groupe « Math., TICE et surdité »

Les objectifs du groupe sont les suivants : produire et expérimenter des ressources, puis en diffuser une version élaborée auprès des enseignants ayant des élèves atteints de surdité. Les activités choisies sont des problèmes pour la classe de mathématiques s'appuyant sur l'utilisation des TICE et spécifiquement adaptés pour répondre aux difficultés liées à la surdité.

La mise en œuvre en classe de TICE comprend l'utilisation d'un logiciel pédagogique (tableur ou logiciel de géométrie dynamique) par le professeur en vidéo-projection et par les élèves de manière individuelle.

Contexte des expérimentations

La mise en œuvre concerne à peu près les mêmes élèves avec le même professeur, dans

un suivi sur deux années, de la classe de sixième en 2008-2009 et de la classe de cinquième en 2009-2010 (il s'agit d'un groupe constitué uniquement d'enfants sourds qui ne suivent pas de cours avec des élèves entendants soit : trois en 6^{ème} et quatre en 5^{ème}). Ainsi, le groupe IREM a eu la possibilité de suivre ponctuellement l'évolution de l'apprentissage simultanément des mathématiques, de l'utilisation d'un tableur et de la communication dans les deux sens (émission et perception de messages).

L'hypothèse initiale était que l'évolution devait aller dans le sens d'une autonomie accrue vis-à-vis de la recherche en mathématique et de l'utilisation des logiciels.

Difficultés scolaires des élèves

Elèves : Lors de la première observation qui a eu lieu en janvier 2010 avec l'accompagnateur pédagogique :

- Nadège⁴ n'oralise pas, ne lit pas sur les lèvres et communique en LSF. La communication entre le professeur et Nadège passe essentiellement par le médiateur pédagogique (en langue des signes) ;
- Thierry lit un peu sur les lèvres, il n'oralise pas, mais il recherche souvent la communication avec le professeur, bien que sa langue de communication privilégiée soit la LSF ;
- Damien entend un peu (il est appareillé) et oralise un peu, il aimerait bien éviter la LSF mais n'en est pas capable ; il est plus performant en LSF, mais il préfère s'adresser directement au professeur oralement.
- Timothé est arrivé en 5^{ème}, d'un autre établissement. Il donne l'impression d'entendre et d'oraliser à peu près correctement mais ce n'est qu'une impression. Il ne comprend

⁴ Les prénoms ont été modifiés pour conserver l'anonymat.

pas réellement le message mais refuse souvent l'aide du médiateur. Il se met donc souvent lui-même en situation d'échec. Il veut «aller très vite» (cela se sent dans sa façon de parler : les mots se bousculent, sans vraie logique ou cohérence) et ne prend pas le temps d'élaborer un raisonnement. D'autre part, il ne s'est pas vraiment intégré dans le groupe des 3 autres élèves et cela se ressent dans son travail. Il est plus dans la compétition que dans l'apprentissage.

Comme on pouvait le prévoir, ces élèves sourds ont des difficultés scolaires importantes.

L'étude de l'impact des problèmes de communication liés à la surdité montre des difficultés pour l'acquisition et la maîtrise de la langue française, mais aussi d'une manière plus générale, une incidence sur le développement psychique et intellectuel de l'enfant. Comme on l'a déjà vu, un jeune sourd rencontre des difficultés importantes pour acquérir la langue française et pour accéder aux éléments culturels dont la transmission a lieu majoritairement de manière orale.

En mathématiques, les problèmes langagiers apparaissent lors de la lecture d'un texte, que ce soit dans la leçon (définition, propriété) ou dans l'énoncé d'un problème (en particulier pour les consignes). Dans les deux cas, le vocabulaire employé et la structure des phrases sont spécifiques des mathématiques.

La communication dans la classe (du professeur vers les élèves et en sens inverse) est un problème de premier ordre. Un médiateur pédagogique est souvent présent pour la faciliter (trois heures sur quatre). Ainsi, une heure par semaine, le professeur de mathématique fait cours seul, il s'adresse aux élèves oralement et ponctue son dis-

cours de quelques signes. Beaucoup d'écrits aux tableaux accompagnent son discours et l'utilisation d'un vidéoprojecteur est un complément visuel fort utile.

Présence et rôle du médiateur pédagogique

Les élèves de cette classe s'expriment en français oral, français écrit et LSF ce qui nécessite la présence d'un médiateur pédagogique⁵ dans la majorité des cours (trois heures sur quatre). Il traduit le message d'une langue A (le français) vers une langue B (LSF) et vice versa. Cela lui demande une connaissance égale des deux langues et d'un minimum de vocabulaire en mathématique.

Il facilite la compréhension du message oral émis par l'enseignant, qui est souvent difficile à appréhender pour un jeune sourd en l'adaptant et le traduisant en LSF. Il permet aussi les échanges entre le professeur et les élèves lorsque ces derniers veulent dire quelque chose spontanément à leur enseignant en LSF.

Bien qu'il intervienne dans plusieurs disciplines, son rôle est aussi d'ordre pédagogique. Par exemple, ses explications portant sur un énoncé du problème de mathématique dépassent la simple traduction⁶. Le médiateur doit conduire les élèves à la compréhension de l'énoncé assez régulièrement par des initiatives personnelles, complétant ainsi le discours du professeur.

5 Dans le cadre de l'expérimentation, le médiateur linguistique appartient au SSEFIS (service de soutien à l'éducation familiale et à l'intégration scolaire). C'est un professionnel du champ médico-social qui possède une licence scientifique et qui a une très bonne maîtrise de la LSF et il est mandaté spécialement pour des cours scientifiques. Dans d'autres circonstances, cela peut être des personnes diplômées d'interprètes et qui vont chercher à s'adapter.

6 Au contraire, un interprète traduit le plus fidèlement possible le discours oral et doit rester neutre même si la personne ne comprend pas. Il peut demander à l'orateur de préciser sa pensée, mais dans son code de déontologie, les reformulations sont exclues.

**Activité « Motos et voitures »
en sixième (juin 2009)***Contexte*

Pour cette séance, il n'y a pas de médiateur pédagogique. D'autre part, entre janvier et juin, il semble que les élèves ont fait des progrès pour communiquer avec le professeur. Même si l'absence du médiateur les oblige à une interaction directe avec l'enseignante, on peut remarquer une évolution : par exemple, l'un d'eux répond souvent oralement aux questions du professeur alors que cela lui était plus difficile en janvier, malgré sa motivation.

Objectifs de la séance

- Compréhension d'une situation concrète complexe en éliminant en grande partie les calculs grâce au tableur et en évitant la mise en équation globale.
- Sensibilisation à la pertinence des utilisations successives du tableur – en vidéo projection – pour effectuer des calculs répétitifs.
- Recherche de problème et utilisation du tableur : imprégnation. Mise en évidence de l'intérêt du tableur : fonctionnalité permettant d'explorer un grand nombre de cas par la poignée de copie et décomposition de la recherche du problème en étapes successives de manière séquentielle et visuelle.

Moyens matériels

L'activité complète est enregistrée sur l'ordinateur, gérée par le professeur et vidéo-projetée par étapes sur le tableau – qui est blanc, ainsi celui-ci lit les énoncés en montrant en même temps les mots aux élèves et inscrit des résultats sur ce qui est projeté.

*Déroulement**Premier temps***Énoncé 1**

Sur un parking il y a des voitures et des motos.
On en a compté 5.
On a compté les roues : il y en a 18.
Combien y a-t-il de voitures ?
Combien y a-t-il de motos ?

- Présentation des photos 1 et 2 (ci-contre)
- Dessin à compléter par chaque élève. (Sur une feuille distribuée aux élèves, il y a cette représentation schématique du parking et les annotations figurent ci-contre)
- Ensuite chacun doit compter le nombre de roues.
- Sur le tableau de la classe, le professeur donne le tableau ci-contre (en vidéo-projection)

*Deuxième temps***Énoncé 2**

Sur un parking, il y a des voitures et des motos.
On en a compté 90.
On a compté les roues, il y en a 310.
Combien y a-t-il de voitures ?
Combien y a-t-il de motos ?

Remarques :

- L'énoncé 2 était prévu pour le cas où la solution de l'énoncé 1 aurait été trouvée par hasard trop rapidement.
- Il y a un temps de recherche qui permet de mettre en évidence l'impossibilité de lister toutes les solutions.
- Il y a un rappel de la façon dont le tableur a été utilisé pour résoudre le problème avec les données numériques de l'énoncé 1.



photos 1 : Parking



photos 2 : Sur un parking,
il y a des motos et des voitures.

On en compte 5

moto	voiture
------	---------

Combien de voitures ? combien de motos ? combien de roues ?

	Voitures	Motos	Total	Roues de voitures	Roues de motos	Total de roues

- Le professeur met en place le tableur en vidéo projection.
- La solution du problème est fournie par le tableur ce qui permet de conclure.

Observations

Premier temps

Des questions de vocabulaire

Un élève ne comprend pas le mot « parking »⁷ (il épèle en LSF : P-A-R-K-I-N-G : cette technique s'appelle la dactylogogie), la première photo qui est vidéo-projetée, répond à ses interrogations.

Le professeur signe « motos » et « voitures » en les montrant sur les photos.

Les photos mettent les élèves dans le contexte et on observe que cela les motive ; ils font des commentaires en LSF de ce genre : « j'aime bien les voitures », « j'aime bien les motos ! »

Le professeur distribue le « dessin » (représentation schématique du parking) et la consigne orale est : « tu dessines. » Les élèves représentent les motos et les voitures par des rectangles en indiquant le type de véhicule.

Sur cette fiche intitulée « dessin », Nadège et Damien ont placé 3 voitures et 2 motos; Thierry, lui, a placé de manière erronée 5 voitures et 5 motos.

La difficulté rencontrée par Thierry est sans doute liée à la présence de *en* dans la phrase : « on *en* a compté 5 »⁸. Le professeur for-

mule autrement : « on a compté 5 véhicules », c'est alors qu'il faut aussi expliquer le mot véhicule. L'enseignante écrit au tableau :

4 voitures
1 moto
5 véhicules

Elle demande en désignant *véhicule* : « tu connais le mot ? »

Thierry dit « non » mais les deux autres élèves « oui », de sorte qu'elle demande à Damien d'expliquer le mot. En signant lettre par lettre le mot *véhicule*, il prouve qu'il n'en connaît pas le sens et c'est probablement le cas pour le troisième élève.

Après avoir obtenu des explications, Thierry a compris la signification de la phrase : « on en a compté 5. » Il corrige son dessin et en propose successivement un avec 4 motos et 2 voitures, puis un avec 4 motos et 1 voiture.

Compter le nombre de roues

Le professeur pose alors la question : « combien de roues ? ».

Thierry explique à Damien en LSF, ce qu'est une roue. Il ajoute qu'il y a 16 roues pour 4 voitures.

L'enseignante au tableau, n'a pas entendu la réponse de Thierry et demande : « 1 voiture a 4 roues, donc 4 voitures ? »

Damien dit qu'il y a des voitures à 3 roues, elle répond : « dans certains cas, oui ! Mais ici 4 roues » et elle essaie de dessiner une voiture sur la feuille de Damien, mais il est difficile de faire un dessin montrant les 4 roues à la fois ! Elle montre alors le parking sur le vidéo-

7 Il ne connaît pas ce mot et de plus, il ignore éventuellement ce qu'est un parking, son utilité.

8 La difficulté est de savoir à quel objet le pronom « en » fait référence. Les « petits mots » représentent souvent une difficulté pour les malentendants car ils se disent rapidement et se discriminent difficilement. Du coup, ils ne les maîtrisent ni en expression, ni en compréhension. Cependant il n'y a aucun problème pour les traduire en LSF.

d'où 16 roues et que selon l'énoncé, il restait 1 véhicule soit 1 moto et donc 2 roues de plus. Ce qui donne un total de 18 roues et c'est la solution). Elle fait la remarque qu'il a trouvé au hasard. Ici l'observateur qui maîtrise la langue des signes, traduit le fait qu'il a trouvé au hasard : « vous avez tous cherché et toi tu as eu de la chance de trouver du premier coup. »

Après la séance de cours, le professeur remarque que jusqu'à ce jour, Thierry n'avait pas compris le sens de la multiplication ! L'activité a provoqué un déclic car il a bien géré la multiplication en disant que pour 4 voitures, il y a 16 roues ; cependant, les deux autres élèves ont évité la multiplication en faisant des additions successives.

Deuxième temps

Rappel de l'énoncé 2

Sur un parking, il y a des voitures et des motos.
 On en a compté 90.
 On a compté les roues, il y en a 310.
 Combien y a-t-il de voitures ?
 Combien y a-t-il de motos ?

Les élèves choisissent le nombre de voitures et de motos de telle sorte que le total soit de 90 véhicules, puis ils calculent le nombre de roues. Cela va sans difficulté, l'énoncé est bien compris (seules les valeurs numériques changent par rapport à l'énoncé 1).

Utilisation du tableur

Durant les 5 minutes qui restent à la fin de la séance, le professeur utilise un tableur en vidéo-projection en questionnant les élèves, le tableur est rempli peu à peu.

« Combien de motos pour 1 voiture ? »

Réponse orale de Damien : « 89. »

« Combien de motos pour 2 voitures ? »

Réponse orale de Damien : « 88. »

L'enseignante pose la question à Nadège qui signe « 88 ».

« Combien de motos pour 3 voitures ? »

Réponse orale de Damien : « 87. »

L'enseignante pose la question à Thierry qui signe « 87 ». Elle montre alors comment recopier vers le bas dans la colonne B, et fait constater qu'à la fin, pour 90 voitures on a bien 0 moto. Thierry montre qu'il est convaincu de l'adéquation de ces valeurs numériques avec l'énoncé du problème. Ensuite, l'enseignante recopie vers le bas le nombre 90 pour en remplir la colonne C, puis interroge successivement chacun des élèves pour remplir les trois premières lignes des colonnes D, E et F. Ensuite elle montre comment on peut obtenir que l'ordinateur fasse le calcul :

— en D2, on inscrit $= A2*4$;

— en E2, on inscrit $= B2*2$;

— ce qui est ensuite recopié vers le bas.

En parcourant le tableau, la solution du problème apparaît : 65 voitures et 25 motos donnent bien un total de 310 roues. C'est la fin de la séance. Les élèves sont fatigués !

Damien a été un peu déçu, d'habitude il est le meilleur élève en mathématique et pour une fois c'est Thierry qui s'est approché le plus de la solution et qui a été le plus rapide. Lors du prochain cours, les élèves devront expliquer au médiateur ce qu'ils ont faits ce jour. Ils prouveront à cette occasion qu'ils ont compris l'utilité du tableur. Ils pensent que « l'ordinateur fait tout seul les calculs » ou que l'on « donne les ordres à l'ordinateur et il travaille ».

	A	B	C	D	E	F
1	Voitures	Motos	Total	roues voitures	roues motos	total
2	1	89	90	4	178	182
3	2	88	90	8	176	184
4	3	87	90	12	174	186
5	4	86	90	16	172	188
6	5	85	90	20	170	190
7	6	84	90	24	168	192
8	7	83	90	28	166	194
9	8	82	90	32	164	196
10	9	81	90	36	162	198
11	10	80	90	40	160	200
12	11	79	90	44	158	202
13	12	78	90	48	156	204
14	13	77	90	52	154	206
15	14	76	90	56	152	208
16	15	75	90	60	150	210

Extrait de la feuille de calcul

Activités « Propriétés du parallélogramme » en cinquième (avril 2010)

Objectifs globaux sur plusieurs séances

- Objectif mathématique : observer les propriétés des parallélogrammes et comprendre qu’elles ne sont pas liées à un parallélogramme particulier.
- Objectifs avec le logiciel de géométrie dynamique : prendre contact avec le logiciel (TracenPoche) et appréhender l’aspect dynamique.

Déroulement

Trois séances de 50 minutes, la première n’est pas observée.

Chaque élève a son propre ordinateur.

Énoncé

L’énoncé a été adapté, les aides à l’utilisation du logiciel y figurent plutôt que d’être données oralement (ci-après, successivement l’énoncé initial et l’énoncé adapté).

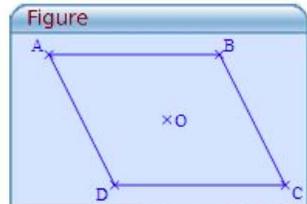
Éléments d’analyse de la 2ème séance

Vocabulaire : ne pas confondre les appellations. Les élèves utilisent facilement le logiciel de géométrie mais ont des difficultés avec le vocabulaire :

- centre et milieu ;
- « c’est pareil mais c’est différent » (même longueur pour OA et OC, mais pas pour les deux diagonales) ;
- « ça change mais c’est pareil » (pour repérer les invariants).

*Enoncé initial***Activité 1 : Propriétés du parallélogramme avec TracenPoche**

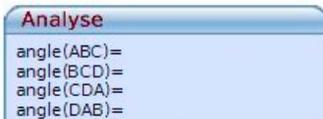
a. Avec le logiciel TracenPoche, place trois points A, B et O. En utilisant le bouton , construis les points C et D symétriques respectifs des points A et B par rapport à O puis trace le parallélogramme ABCD en utilisant le bouton .



b. Trace les segments [AO], [BO], [CO] et [DO]. À l'aide de la règle , fais apparaître les longueurs de ces quatre segments. Déplace les points A et B. Que remarques-tu? Que représente le point O pour les segments [AC] et [BD]?

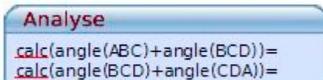
c. À l'aide de la règle , fais apparaître les longueurs des quatre côtés du parallélogramme. Déplace les points A et B. Que remarques-tu? Explique ta réponse en utilisant une propriété de la symétrie.

d. Dans la fenêtre Analyse, recopie]:



Appuie sur la touche F9 puis déplace les points A et B. Que remarques-tu? Explique ta réponse en utilisant une propriété de la symétrie.

e. Dans la fenêtre Analyse, recopie]:



Appuie sur la touche F9 puis déplace les points A et B. Que remarques-tu?

f. Pour les questions b. à d., écris une propriété qui commence par: « Si un quadrilatère est un parallélogramme alors ... ».

Les commentaires sont très flous : ils ont compris et bien observé mais ne sont pas capables de l'exprimer précisément !

Formulation d'une question

La question « Que remarques-tu ? » pose problème, mais l'enseignante l'a gardée pour habituer les élèves aux énoncés des manuels. Elle écrit la réponse au tableau sous la forme « je remarque que j'ai *toujours*... », les élèves utilisent également cette formulation.

En fin de compte, elle veut faire comprendre aux élèves qu'en français on écrit « toujours » mais qu'en mathématique, « toujours » est sous-entendu et que c'est de cette manière qu'il faut le comprendre. Par la suite, ils devront avoir en tête ce « toujours » mais sans l'écrire.

Termes mathématiques en LSF

Comment signer « symétrie centrale » ? L'accompagnateur signe comme un compas ou demi-tour avec le pouce au centre et l'index

*Énoncé adapté***Activité 1** : Propriétés du parallélogramme avec TracenPoche

a. Ouvre le logiciel TracenPoche (avec Google, «utiliser en ligne»).

En utilisant le bouton , place trois points A, B et O.

En utilisant le bouton , construis le point C symétrique du point A par rapport à O.

b. En utilisant le bouton , construis le point D symétrique du point B par rapport à O.

En utilisant le bouton , trace le parallélogramme ABCD.

c. En utilisant le bouton , trace les segments [AO], [BO], [CO] et [DO].

A l'aide de la règle , fais apparaître les longueurs de ces quatre segments.

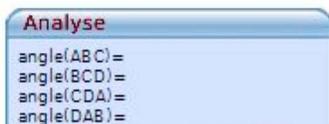
Déplace les points A et B. Que remarques-tu?

Que représente le point O pour les segments [AC] et [BD]?

d. A l'aide de la règle , fais apparaître les longueurs des quatre côtés du parallélogramme.

Déplace les points A et B. Que remarques-tu?

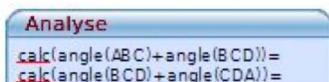
e. Dans la fenêtre Analyse, recopie]:



Appuie sur la touche F9 puis déplace les points A et B. Que remarques-tu?

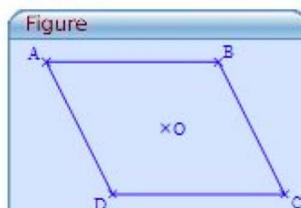
Explique ta réponse en utilisant une propriété de la symétrie.

f. Dans la fenêtre Analyse, recopie]:



Appuie sur la touche F9 puis déplace les points A et B. Que remarques-tu?

g. Pour les questions **b.** à **d.**, écris une propriété qui commence par]: «Si un quadrilatère est un parallélogramme alors ...]».



qui « tourne » ou encore avec les mains et les bras. Le professeur signe avec deux doigts dans le creux de la main. L'un des observateurs avec deux mains⁹.

La question est délicate car il faut bien choisir le signe pour aider les élèves à comprendre. Il faut savoir que beaucoup de termes mathématiques n'ont pas de signe standard correspondant. L'accompagnateur, comme il intervient sur plusieurs établissements, a été absent et il n'y a pas eu de discussion préalable avec le professeur au sujet des symétries axiales et centrales.

Vocabulaire choisi par le professeur

Après la séance en classe, il y a une discussion entre l'enseignante et un observateur au sujet du vocabulaire à utiliser : transformations ? déplacements ?

Elle utilise le mot « déplacement » (ce qui est tout à fait rigoureux dans le cas présent de la symétrie centrale) au lieu de « transformations » (qui n'est jamais utilisé en collège même avec élèves entendants). Le mot « transformation » donne l'idée que la figure est transformée (en langage courant, cela a une autre signification) et que l'image n'est pas isométrique à la figure de départ.

Dans la vie courante la symétrie centrale est moins fréquente que la symétrie axiale, ce sera un outil pour tracer la figure à l'aide du logiciel et donc cela fera partie des apprentissages de cette séance de manière adjacente à l'apprentissage des propriétés d'un parallélogramme.

9 L'interdiction de la LSF a fait émerger des signes différents dans différentes régions. Il existe des communautés qui œuvrent pour la diffusion de termes techniques (Cf le répertoire de l'ijs à l'adresse suivante : <http://ijs.92.dico.free.fr/index.html>), il y a une rubrique « mathématiques » avec de nombreux termes, mais le mot *symétrie* n'est pas différencié entre symétrie axiale ou centrale (le geste montre une symétrie axiale). L'harmonisation des signes scientifiques utilisés n'est pas simple, mais elle doit avoir lieu autant que possible.

Quelques remarques à propos de la troisième séance

Une récapitulation de la manipulation par le professeur au vidéoprojecteur est effectuée, mais elle n'est peut-être pas nécessaire. En effet, les élèves ont tous construit de nouveau la figure sans difficulté. L'accompagnement pas à pas du travail des élèves n'est plus nécessaire et leur feuille de route est suffisamment explicite. L'intérêt de la vidéo projection pour cette séquence serait plutôt à la fin pour mettre en commun ce qui a été trouvé et préciser certaines commandes (gomme).

Des questions se posent : est-ce que l'utilisation de la fenêtre analyse est bien porteuse de sens pour les élèves ? Est-ce qu'ils font bien la liaison entre la figure et les nombres affichés ? Il semble que c'est le cas, mais il faut rester vigilant et d'ailleurs, à titre de vérification, le professeur demande aux élèves de traduire sur la figure ce qu'ils voient dans l'analyse.

Thierry a eu besoin d'utiliser le rapporteur pour bien comprendre. On pourrait envisager de passer par cette commande pour tous, l'outil rapporteur est facile à utiliser, il permet de faire le lien avec ce qui est pratiqué sous forme papier crayon, de plus la mesure des angles s'affiche sur la figure !

Des éléments spécifiques concernant cette classe spécialisée

*L'énoncé de l'exercice est adapté*¹⁰

- Guidage supplémentaire : avec les boutons en plus et pour tracer la figure : « trace les points A, B et C ».
- Dans le texte, l'ordre est changé : ce n'est pas « trace un parallélogramme en utili-

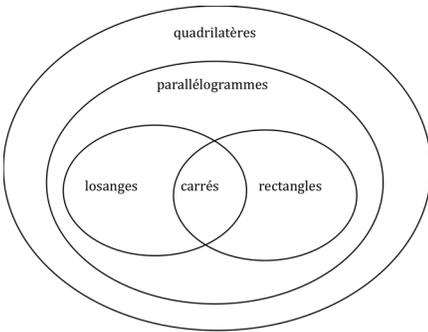
10 Ce genre d'adaptations peut être utile pour des élèves entendants ayant des difficultés langagières.

sant ... » mais « en utilisant ... trace ... » car en LSF on apporte les actions dans l'ordre chronologique et ici on commence par appuyer sur le bouton puis on trace !

- Un ordre par ligne et le professeur demande de cocher chaque action lorsqu'elle est faite car l'énoncé peut leur paraître très long et c'est le premier contact avec le logiciel. Ils n'aiment pas lire et en plus ils ont des difficultés donc ils ont une réticence vis-à-vis de la lecture.

Diagramme pour les catégories de quadrilatères

Au tableau, lors d'une autre séance, le professeur utilise un diagramme semblable à celui qui figure ci-dessous, pour montrer les intersections et les inclusions entre les ensembles suivants : quadrilatères, parallélogrammes, losanges, rectangles et carrés.



Dans le diagramme, le mot « quadrilatères » est souligné en rouge, le mot « parallélogrammes » en rouge et bleu (en rouge car c'est aussi un quadrilatère), le mot « losanges » en rouge, bleu et vert, le mot « rectangles » en rouge, bleu et noir et le mot « carrés » en rouge, bleu, noir et vert. Le but de ce codage est évidemment de montrer les inclusions entre les différents ensembles.

Codages et utilisation de couleurs

- Le diagramme avec des couleurs et accompagné de commentaires et du cours, est destiné aux élèves bien sûr, mais aussi aux parents¹¹ et aux accompagnateurs pédagogiques qui ont la connaissance de la surdité mais pas nécessairement de tous les concepts de mathématique.
- Habituellement, l'enseignante code de manière classique les segments de même longueur et réserve la couleur pour indiquer le parallélisme qui ne peut être codé autrement.
- Elle choisit des couleurs pour expliquer les propriétés des quadrilatères : bleu pour les côtés et jaune pour les diagonales. Les élèves ont tout de suite deviné la signification des couleurs.

De plus, le diagramme est accompagné des commentaires suivants, et du cours.

- Le carré est un quadrilatère
- Le carré est un parallélogramme
- Le carré est un losange
- Le carré est un rectangle

C'est d'autant plus difficile pour les élèves qu'en langage courant, un carré n'est pas un rectangle. On peut noter ici la quantification universelle implicite : « le carré » = « tous les carrés » qui pose problème aux élèves en général et encore plus aux élèves sourds.

Eléments de cours

Le cours est présenté avec le logiciel de cartes mentales Freeplane. La présentation Freeplane n'est pas linéaire et elle est plus structurée,

¹¹ Cela peut servir pour tous les élèves qui se font aider par quelqu'un de leur famille (par exemple).

 ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES ET
 SURDITE : EXEMPLES D'UTILISATION DES TICE

elle correspond davantage à la structure grammaticale de la LSF qui n'est pas linéaire.

Le logiciel Freeplane permet de créer une « carte heuristique », c'est-à-dire une représentation graphique dans laquelle les concepts sont liés entre eux par des liens pour former un réseau. Elle est constituée

- de nœuds ou de cellules qui contiennent les concepts ;
- de liens entre ces concepts, ces liens peuvent être nommés (par un texte court).

Une telle représentation permet de visualiser et de comprendre la globalité des interactions et le fonctionnement de l'ensemble qui constitue la carte conceptuelle.

Le professeur a mis en application cet outil lors de la préparation de ses cours pour les élèves malentendants : voir ci-dessous, l'exemple « Parallélogrammes ». A sa grande surprise, la première fois qu'un cours préparé sous Freeplane a été produit en classe, les élèves ont réagi spontanément (« C'est nouveau, Madame », « C'est très bien »...) alors qu'ils étaient déjà très habitués au vidéoprojecteur (diaporamas ou autres) et qu'ils n'avaient jamais fait de commentaire à ce sujet.

Cette présentation présente divers avantages¹² :

- Rapidité de mise en œuvre : l'enseignante ne crée pas de nouveaux documents, elle se contente de regrouper tous ceux qu'elle utilisait auparavant.
- Pas de contrainte de phrases : les liens « frères » ou « fils » les remplacent avantageusement.

¹² Cela peut aussi être utile dans une classe ordinaire pour des élèves en difficulté ou pas. L'enseignante s'en sert également en dehors des mathématiques, lors de réunions pédagogiques par exemple.

- Pas de contrainte de linéarité : tous les documents sont accessibles à n'importe quel moment. Ceci est important car il est possible à tout moment de revenir à un document lorsque les élèves rencontrent des difficultés. Cela permet d'être très proche des besoins des élèves et de suivre plus facilement leurs attentes, pendant les exercices de mise en application et les révisions, mais aussi pendant les phases d'acquisition. Ainsi, lors de la découverte de notions nouvelles, l'enseignante a eu l'occasion à plusieurs reprises de modifier l'ordre prévu pour son cours, en tenant compte des réactions des élèves. Inverser l'ordre de présentation des documents ne pose aucune difficulté sous Freeplane, alors que c'est difficilement réalisable si le cours est préparé sous forme de diaporama par exemple.

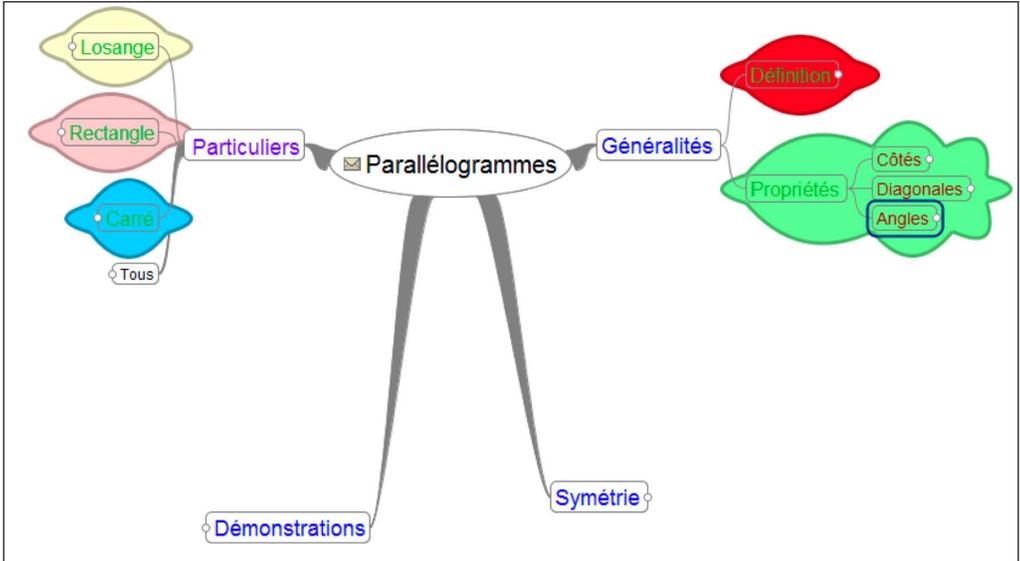
Ci-contre, deux images montrent le cours sur les parallélogrammes avec freeplane.

Expérimentations : quelques points importants

Énoncé

Il est nécessaire d'adapter les énoncés (surtout ne pas les garder tels quels), pour éliminer les difficultés d'ordre lexical, syntaxique, cognitif et culturel. En effet, les enfants ayant des problèmes langagiers auront des difficultés touchant à tous ces domaines. De plus les malentendants, tout comme ceux qui ont des troubles du langage oral (dysphasiques) ont une langue lacunaire qui ne permet pas d'avoir une représentation claire de nombreux concepts y compris ceux de la vie courante (par exemple : parking). Avec l'image ils auront sans doute l'idée d'un groupement de voitures arrêtées sans nécessairement connaître l'usage d'un parking.

Page suivante : Un aperçu de la même présentation lorsque toutes les arborescences sont développées :



Il est nécessaire de :

- Faire des phrases simples, courtes. Eviter les énoncés trop synthétiques, donner des précisions éventuellement de manière redondante.
- Illustrer certains mots par une image.

Pour tous les enfants ayant des difficultés langagières, il faut des phrases courtes et simples. Spécifiquement pour les sourds, il faut des explications redondantes pour exprimer de plusieurs manières l'énoncé du problème, pour avoir une chance qu'il soit compris. C'est un des rôles d'un médiateur linguistique : il reformule (ici en l'occurrence en LSF)¹³. En son absence, c'est le prof qui doit le faire et essentiellement à l'écrit car à l'oral, cela passe difficilement.

¹³ Il y a des codeurs en LPC dont la mission est aussi de reformuler le message oral.

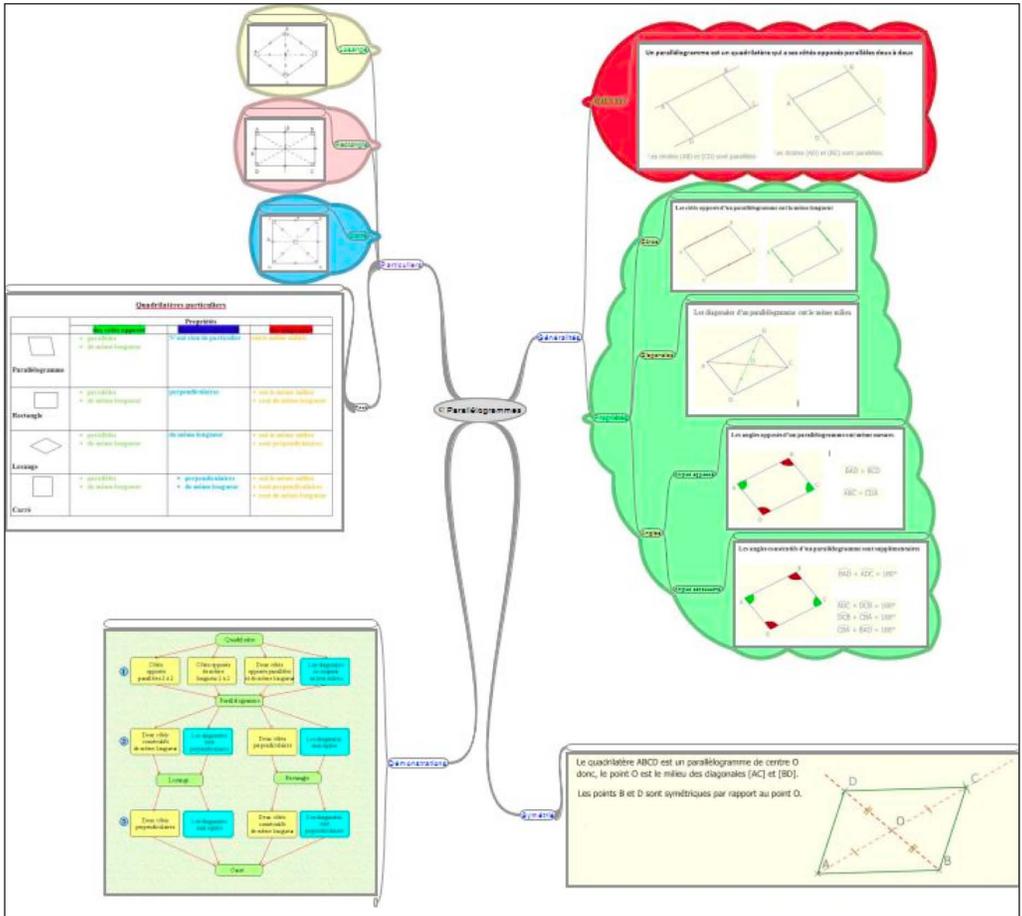
Exemple : Le contexte de l'activité « Voitures et motos » est plus familier pour les élèves que celui de l'activité « Musée »¹⁴. Cependant le mot « parking » aurait fait obstacle à la bonne compréhension s'il n'y avait pas eu de photo pour accompagner l'énoncé. Les photos permettent aussi de faire le point sur le nombre de roues pour une voiture et pour une moto et participent à une représentation plus juste du problème.

Néanmoins, il est souhaitable d'apporter des éléments culturels pour que les élèves puissent se familiariser avec des situations connues de tout un chacun.

Exemple : dans le cadre de l'activité « musée ». Ce contexte est inconnu pour les élèves : il faut payer pour pouvoir entrer, de plus les prix

¹⁴ Activité non décrite dans cet article (elle figure sur deux sites dont les adresses sont données en fin d'article)

ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES ET SURDITE : EXEMPLES D'UTILISATION DES TICE



sont différents pour les adultes et pour les enfants. Les mots «entrée», «billets», «musée» n'étant pas connus, l'accompagnateur pédagogique a dû expliquer tout cela en LSF ; il a même dû mimer la situation du visiteur qui arrive au musée, paie et obtient un billet d'entrée.

Prise en charge du problème par l'élève

Pour créer une motivation et rassurer, il faut aussi prévoir des activités faisant référen-

ce à des situations concrètes que les élèves vivent au quotidien, qui les touchent. Ainsi, ils n'ont pas d'efforts importants à faire pour se représenter la situation. Du coup, ils peuvent s'investir davantage et se sentir concernés¹⁵. Le problème posé devient leur problème, ils se l'approprient.

Exemple : apprendre à calculer leur moyenne en mathématiques¹⁶ (moyenne pondérée)

¹⁵ C'est valable pour tous les élèves, mais pour les élèves sourds c'est encore plus fondamental !

¹⁶ Activité non décrite dans cet article (voir adresses site en fin d'article)

qui leur permet de vérifier leur moyenne dans toutes les disciplines à la fin de chaque trimestre.

Accompagnement par le professeur

Il faut que l'enseignant pense à accompagner les élèves dans leur recherche : étayage fort, guidage pas à pas, par rapport à un problème très difficile à ce niveau et spécifiquement parce que les enfants ont besoin d'être revalorisés constamment. Il faut éviter de les déstabiliser. Le professeur valorise ses élèves même « s'ils n'y arrivent pas », il est exigeant et encourageant. Ces besoins sont spécifiques des élèves en difficultés dont les enfants sourds font partie.

L'élève sourd va débaucher une grande énergie pour reconstituer un ensemble cohérent à partir d'informations partielles qu'il aura réussi à percevoir. Ceci a un coup cognitif très important qui peut engendrer de la fatigue. De sorte que le professeur doit aller au secours de l'élève pour lui faciliter la tâche et lui permettre de s'engager dans l'activité.

Dans un premier temps, il faut présenter des procédures en détaillant les étapes, par exemple pour l'activité « moyenne pondérée », pour ensuite faire évoluer les élèves vers une autonomie accrue. Le professeur crée un cadre structuré qui sera réinvesti par les élèves pour résoudre des problèmes du même champ.

L'organisation dans la durée doit prévoir un apprentissage « en spirale ». C'est-à-dire, oublier, y revenir en complétant, oublier encore, y revenir et complexifier au fur et à mesure. Pour les enfants sourds, cela établit un rituel qui les rassure, qui diminue le coût cognitif, qui les motive car ils peuvent entrer dans la tâche facilement. On se concentre sur la

nouveauté, c'est une spirale un peu plus lente qu'avec des élèves ordinaires. Le même type d'apprentissage intervient pour une présentation avec le logiciel.

- Pour l'activité « Moyenne pondérée » avec un tableur, il y a des étapes successives : la première approche est très guidée, les élèves reproduisent ce que vient de montrer le professeur ; dans une deuxième étape, ils sont un peu plus autonomes, ils font eux-mêmes les calculs de leur moyenne dans le même cadre lié au tableur ; dans une troisième étape, ils calculent leur moyenne dans d'autres matières.
- Pour l'activité « Propriétés d'un parallélogramme » avec un logiciel géométrie dynamique, (dont l'utilisation est plus complexe que celle du tableur), les élèves procèdent d'abord par imitation du professeur. En effet, l'imitation limite les discours et leur donne confiance, ainsi ils acceptent de s'investir dans l'exercice. Il y a deux aspects, visuel (le professeur montre) et kinesthésique (les élèves manipulent et ils apprennent en manipulant). Ensuite il faut supprimer progressivement l'étayage, au fil des séances.

Pour finir, il faut absolument passer à la verbalisation. Il faut que l'accompagnateur pédagogique verbalise toute démarche qui a été faite par manipulation. Même s'il n'y a pas d'accompagnateur, il faut verbaliser à l'oral ou à l'écrit ou par un schéma et avoir un retour de l'élève pour vérifier qu'il a construit le concept correctement et qu'il est capable de l'exprimer, de l'expliquer. Certains enseignants qui se plaignent de ne pas savoir pourquoi leurs élèves réussissent ou ne réussissent pas, ont dû oublier cette étape incontournable.

Le professeur doit éviter de valider ou invalider un résultat fourni par l'élève, il est préférable de lui retourner une question.

Il faut des modalités interactives intrinsèques plutôt qu'associatives¹⁷.

L'apport des TICE¹⁸

Il est important de prendre en compte les apports spécifiques des TICE par rapport à une activité papier. Aussi bien pour le professeur devant la classe que pour les élèves devant leurs ordinateurs :

- le tableur pour aider à organiser les étapes successives du raisonnement (exemple adapté de la célèbre « boîte du pâtissier »¹⁹) ;
- le logiciel de géométrie dynamique, pour découvrir les invariants des situations. Le logiciel valide ou invalide la figure construite, ainsi il joue le rôle de milieu (terme de didactique : moyen d'auto-vérification), les élèves peuvent tester la robustesse de la figure quand on déplace un point ;
- le logiciel Freeplane qui permet d'organiser les idées et les concepts sous forme de réseau (non linéaire) ;
- un vidéoprojecteur pour montrer l'énoncé, la résolution par étapes avec un aspect visuel qui remplace une partie du discours de l'enseignant²⁰. D'autre part, cela facilite le guidage des élèves.

Les élèves sont motivés par l'utilisation des logiciels qui limite leur charge cognitive, car une

partie des calculs et de leur organisation est prise en charge. De plus, c'est valorisant et le retour sur les erreurs est très aisé : l'expérimentation a lieu à moindre coût. Cela favorise l'apprentissage de notions complexes comme celles de variables (tableur) et de passage de la notion de dessin à celle de figure (avec le logiciel de géométrie dynamique).

Des élèves sourds dans une classe ordinaire

Les élèves sourds inclus dans une classe ordinaire n'auront pas des difficultés aussi prononcées, justement car ils ont été jugés aptes à suivre ce type d'enseignement.

Le professeur devra formuler et reformuler ses explications accompagnées par des supports visuels (cela pourrait aussi être utile pour des élèves en grande difficulté langagière). Eventuellement, en l'absence de toute personne accompagnant spécialement ces élèves, le professeur devra s'assurer avant tout du fait que les élèves sourds ont bien compris les consignes.

Il ne faut jamais oublier que si le professeur se déplace et n'est plus visible, l'élève sourd n'a plus accès à son discours, pas plus qu'il n'a accès au discours des autres élèves (sauf en position de vis-à-vis). Par conséquent, la place idéale de l'enfant sourd est au premier ou deuxième rang sur un côté.

La prise de notes dictées n'est pas possible avec un enfant sourd, on peut envisager le tutorat. Un enfant entendant qui prend en charge un enfant sourd, qui vérifie les devoirs et la prise de note. Il est possible également de photocopier le cours. Les ENT, en particulier le cahier de texte numérique, peuvent constituer une aide précieuse (cela pourra aussi être utile aux autres élèves).

17 Voir le texte de Laurent Matillat sur <http://math.univ-lyon1.fr/irem/spip.php?doc1876>

18 Une grande partie de ce qui est signalé dans ce paragraphe concerne aussi les classes ordinaires, mais l'impact des TICE est encore bien plus important pour les élèves sourds étant donné leurs besoins.

19 Activité non décrite dans cet article (voir adresses site en fin d'article)

20 Actuellement, en expérimentation dans trois académies, il y a une utilisation du logiciel DRAGON naturally speaking (version 11) par le professeur pour que son discours soit traduit en français écrit (en fin de collège et en lycée).

L'utilisation des outils TICE est adaptée pour son aspect visuel, structurée avec deux types de présentations : séquentielle et globale. Cette dernière étant plus proche de la structure de la LSF.

L'utilisation d'un vidéoprojecteur sur un tableau blanc ou mieux encore d'un TBI offre de nombreuses possibilités d'animations et d'interactions. Elle permet aussi de donner beaucoup d'informations visuelles (et moins d'explications orales) en correspondances avec ce que les élèves ont sur leur écran d'ordinateur. Elle est très efficace pour les temps de mise en commun ou de synthèse car elle recentre l'attention des élèves. Pour les élèves ordinaires, cela peut être très profitable également, en particulier pour les élèves en difficulté.

Un tout nouvel outil « Dragon naturally speaking » permet d'afficher le discours du professeur et par là même donner un accès à tout ce qu'explique le professeur. Avec cet outil, l'élève sourd n'est pas privé d'une partie des explications et on peut peut-être envisager une prise de notes (mais plus lente et plus brève : car il

ne pourra pas écouter et copier en simultané), d'autre part, il n'aura accès qu'à une partie des échanges entre les élèves et le professeur. Ce dernier pourra reformuler le plus souvent possible les interventions des élèves pour améliorer ce qui est perçu par l'enfant sourd.

Pour l'évaluation, comme il est parfois très difficile de donner un tiers temps, le contrôle peut être un peu plus court et l'enseignant pourra être conduit à reformuler un énoncé, sachant qu'aux examens, les élèves sourds peuvent bénéficier d'une personne qui aide à comprendre les consignes. Il faut également être indulgent et ne pas sanctionner l'orthographe. Il est souhaitable de réduire les devoirs à la maison.

Ces quelques pistes sortent du cadre de notre expérimentation, elles sont alimentées par notre expérience.

Le groupe IREM s'intéresse actuellement à d'autres usages des TICE pour élèves sourds : TNI, manuels scolaires numériques, boîtier électronique, cartable électronique.

Bibliographie sommaire :

Duquesne-Belfais, Françoise : *Apprendre à raisonner à l'école et au collège*, INS HEA 2009, 4^e édition d'un livre paru sous le titre *Apprendre à raisonner en mathématiques à l'école et au collège*, Suresnes, éditions du Centre National de Suresnes, 2002.

Bonnet, Monique, Nowak, Marie et Mangeret, Thérèse (coord.) : *Mathématiques et surdité*, coédition CRDP de Lyon et IREM de Lyon, juin 2010.

TraAm (travaux académiques mutualisés) :

<http://www.educnet.education.fr/maths/animation/actions-specifi> .

Adresse des sites pour accès aux travaux du groupe

Les synthèses des observations sont en ligne sur le site académique et sur celui de l'IREM. On y retrouve les comptes rendus de toutes les observations citées dans cet article. Adresses respectives :

<http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/math/spip.php?rubrique47>.

<http://math.univ-lyon1.fr/irem/spip.php?rubrique69>

Les documents produits sont à destination des enseignants de mathématiques ayant des élèves sourds, mais ils pourront fournir des pistes à exploiter pour des enfants en difficulté langagières, voire pour des élèves ordinaires.