
LES MAINS POUR VOIR

Claire SALMON
Collège des Ormeaux,
Rennes

Commençons par une évidence « les élèves déficients visuels voient peu, voient mal ou ne voient pas » car cette évidence pose de manière claire la problématique de l'enseignement des mathématiques auprès de ces élèves. Il s'agira bien pour l'enseignant de rendre accessible ce qui ne l'est pas d'un premier abord, tout comme un bâtiment n'est pas accessible en fauteuil roulant s'il n'est pas équipé de rampe. Et ce travail sur l'accessibilité interroge notre enseignement, oblige à des adaptations qui s'avèrent également efficaces pour les élèves voyants en particulier les élèves en difficulté. Nous avons tous un jour ou l'autre entendu ces remarques « en géométrie, je ne voyais rien », « je ne vois rien dans l'espace », « les

autres voient la solution, pas moi » qui ne concernent pas une vision au sens physique du terme mais parlent bien de cette accessibilité ou cette non accessibilité qui est une question majeure pour l'enseignant.

Tous les exemples que je donnerai sont issus du programme des collèges.

Je vous propose une étude en trois parties. Tout d'abord, l'accès aux documents, puis la géométrie plane, les tableaux et quelques outils et enfin la géométrie dans l'espace. Chaque partie sera étudiée sous trois aspects intimement liés dans la réalité et qui le seront dans la rédaction du paragraphe : quelle est la part du visuel

dans l'apprentissage des mathématiques, quels problèmes cela pose aux élèves déficients visuels et quelles réponses peuvent être apportées (ou quelles questions restent en suspens ?)

1^{ère} partie : l'accès aux documents

Quand on pense « visuel » en maths, on pense immédiatement « figure » or l'accès aux maths passe aussi par la lecture d'énoncés, de cours, l'usage de livres et les difficultés commencent !

Les livres

Les manuels scolaires de mathématiques ne sont de manière évidente pas adaptés aux élèves déficients visuels et très peu ont été adaptés pour les élèves mal voyants et moins encore pour les élèves aveugles, cette adaptation demandant une somme de travail énorme. Il faudrait donc lorsqu'on intègre un ou des élèves déficients visuels choisir l'ouvrage utilisé en classe en fonction de l'existence ou non de l'adaptation de ce livre, ce qui n'est évidemment pas possible lors de l'intégration isolée d'un élève dans son établissement de proximité. Comme notre collègue est une Unité Pédagogique d'Intégration UPI¹ nous avons fait ce choix lors du renouvellement des livres de 5^e afin d'utiliser le travail fourni par le centre d'adaptation de Saint

Lô² qui propose des CD-ROM avec les chapitres qu'ils ont adaptés pour leurs élèves ce qui permet de proposer aux élèves déficients visuels des documents d'une qualité équivalente à celle des livres des élèves voyants³.

En effet, il ne peut être question de penser donner l'accès aux documents en photocopiant en A3 une page de livre (ce que malheureusement on peut être amené à faire dans l'urgence ou faute de moyens !) : en effet, même en photocopiant une 2^e fois en A3 les caractères ne seront pas suffisamment épais, pas suffisamment gras pour être lu par la plupart des élèves.

Aujourd'hui, une solution plus aisée semble se dessiner avec les livres numériques qui donnent à l'enseignant accès à des fichiers plus faciles à retravailler mais il faut aussi fournir aux autres élèves les mêmes documents : soit un livre numérisé ou non, soit les tirages des exercices sélectionnés. Ceci demande des moyens financiers ou techniques (une collègue a mené l'expérience en 3^e lorsqu'il y a eu prêt d'ordinateur à tous les élèves de 3^e ce qui n'est plus le cas aujourd'hui) et pas mal de travail !

Il faut également savoir qu'un chapitre adapté d'un livre de collège représente à lui seul environ un livre pour un élève voyant : donc

1 J'utiliserai ce sigle même si j'ai bien noté qu'à la rentrée 2010, il devient ULIS (Unité Localisée pour l'Inclusion Scolaire) car tous les exemples dateront du temps heureux où le mot pédagogique apparaissait dans le sigle ce qui me semble mieux correspondre au travail dans lequel je me suis engagée il y a une dizaine d'années.

2 **Association aide aux déficients visuels** École Raymond Brulé

Place Barbey d'Aurévilly 50000 Saint Lô
tél.: 02.33.57.51.32 13

courriel : aide-dv@wanadoo.fr

Édite des ouvrages en braille intégral, en braille abrégé, en gros caractères et sur support informatique. L'association transcrit surtout des manuels scolaires et des romans pour enfants. Vente et prêt.

3 Pour information, nous nous sommes retrouvés dans une situation assez particulière : étant donné que nous n'avons pas renouvelé les livres niveau 4^e depuis longtemps nous avons le livre adapté par Le centre de Saint Lô en version 2004 et celui des élèves voyants en version 2001 ce qui est loin d'être commode !

chaque collégien gère l'équivalent de 14 livres de maths : volume, poids, organisation si la gestion des chapitres n'est pas linéaire (ce qui est mon cas !) (*annexe 1*).

Nous avons pu obtenir un livre de 3^e adapté en braille et là un chapitre a environ le volume d'un grand classeur : donc le livre de 3^e occupe une étagère ! Cette adaptation est assez ancienne (peut être y a-t-il eu des évolutions depuis) et elle posait de gros problèmes à notre élève aveugle car les figures sont regroupées en début de chapitre et les énoncés sont donc séparés de « leur » figure : en fait, j'utilisais la figure et je redonnais l'énoncé ou l'inverse ! (*annexe 2*).

Les photocopiés, les cours

Il ne faut pas croire que le passage par l'outil informatique solutionne tous les problèmes d'accès au texte. Il est évident que cela simplifie beaucoup en particulier si le handicap visuel n'est pas trop important. Dès que l'on travaille sur de très gros caractères (à partir d'Arial Black 28 en particulier), les documents « explosent » : il faut une page pour une phrase, comment couper les textes pour que cela garde du sens aussi bien pour un tirage papier qu'à l'écran de l'ordinateur ?

Pour les élèves aveugles qui travaillent avec un bloc note braille (petit « portable » adapté à l'écriture et à la lecture en braille) tout ce qui est texte passe très facilement de la clé USB du professeur au bloc note (ce qui a grandement facilité le travail des professeurs de Français) mais tout ce qui est texte mathématique nous pose encore problème : des solutions ont peut-être (ou sans doute) été trouvées mais, pour notre part, nous n'avons pas réussi à solutionner ce problème de transfert de texte avec des expressions mathématiques d'un texte tapé pour tous

les élèves à un texte lisible par l'élève aveugle sur son bloc note.

L'accès à l'écriture par un exemple : les fractions, une écriture qui pose problème !

Bien évidemment, il faut que l'élève déficient visuel ait accès aux mêmes documents que ses camarades de classe mais il faut qu'il puisse lui aussi écrire, travailler ses réponses, ses exercices

L'écriture des fractions sous la forme $\frac{\text{numérateur}}{\text{dénominateur}}$ est « hautement » visuelle mais ce n'est pas qu'une question de graphie, c'est aussi une question de sens.

Une élève malvoyante avait pris l'habitude de « bricoler » à l'ordinateur une écriture sous forme de fraction avec les tirets bas et lorsqu'il a fallu effectuer des sommes de fractions elle avait donc son signe + au niveau des deux numérateurs et ses traits de fractions « très en dessous » ce qui induisait de sérieuses erreurs : je n'ai pas trouvé mieux que de lui demander d'écrire sur papier pour qu'elle fixe cette graphie par laquelle nous reconnaissons immédiatement une somme de fractions :

$$\frac{\dots}{\dots} + \frac{\dots}{\dots} = \frac{\dots}{\dots} .$$

Une élève avec une déficience visuelle sévère et n'ayant pas accès à l'utilisation de l'ordinateur (problème de taille de caractère et d'éblouissement) s'est révélée à l'aise dans un passage au tableau et elle a même fait certains contrôles en écrivant au tableau pour éviter d'avoir à dicter ses réponses.

Cette écriture au tableau favorisant la mise en mémoire dans leur forme « verticale » $\frac{\text{numérateur}}{\text{dénominateur}}$ des travaux avec des fractions

charger la prise de notes pour l'élève déficient visuel et ce souci d'efficacité prive d'une certaine façon l'élève déficient visuel de la vision des corrections tâtonnantes de ses camarades ; l'enseignant joue un rôle de filtre nécessaire (par souci d'efficacité) mais un peu déformant.

- S'il se passe quelque chose au tableau (donnée d'un indice, explication non comprise ou contestée), l'élève déficient visuel entend bien qu'il se passe quelque chose mais n'est partie prenante de la recherche, du débat qu'après une médiation orale qui lui donne les tenants et les aboutissants des événements. Les élèves voyants au collège ont énormément de mal à dicter ce qu'ils écrivent et même à lire ce qu'ils écrivent. De plus, le professeur qui doit gérer la classe (discipline, mise au travail, etc.) peut interrompre de manière inopportune sa dictée ce qui complique encore davantage l'accès à l'information.

Ce problème d'un accès dans un ordre organisé se retrouve dans l'accès aux sujets de devoir et d'examen. Le balayage d'un sujet (un sujet de brevet blanc adapté correspond à un petit livret) est très long pour les élèves malvoyants ; privés de la possibilité d'une découverte rapide de l'ensemble du sujet et d'un choix judicieux de l'ordre dans lequel ils traiteront les exercices ils font le devoir « dans l'ordre » ce qui peut être parfois une réelle erreur de stratégie. Pour pallier ce problème, on peut leur proposer un balayage oral avec une présentation rapide des différents exercices en début de devoir. Si les emplois du temps le permettent, le tiers temps, encadré par l'enseignant avant le démarrage du devoir par la classe entière, s'avère le plus efficace. Pour certains élèves moins autonomes, il est nécessaire de proposer un secrétariat qui sera le plus souvent géré par une AVS (Auxi-

liaire de Vie Scolaire), dans une autre salle, pour permettre à l'élève déficient visuel de dicter sa solution.

2^{ème} partie : la géométrie plane et les tableaux

Lorsqu'un élève voyant construit une figure, il entre dans une démarche d'appropriation des données. Faire le tracé participe à la découverte de la solution du problème. C'est bien parce que, sur sa figure, les trois médiatrices sont concourantes qu'il se rappelle l'existence du cercle circonscrit ; c'est bien parce que deux angles sont codés comme angles droits qu'il va penser à des droites parallèles et pouvoir ensuite aborder une démarche plus complexe et de plus la figure peut rapporter des points !

Pour l'élève non voyant, la figure est une charge de travail importante, une source de fatigue. Elle n'est pas une manière facile de commencer un exercice comme elle peut l'être pour l'élève voyant. Toute l'énergie passée à construire la figure n'est pas productrice de solution, ni de satisfaction. Essayez donc, vous qui êtes professeur de mathématiques, de construire les yeux fermés le cercle circonscrit à un triangle sur une feuille plastique (*annexe 3*) (utilisées sur une planche à dessin elles permettent de construire des figures en relief) : vous savez ce que vous devez obtenir, vous avez la représentation mentale de la figure terminée et pourtant, placer la pointe d'un compas sur un sommet, prévoir que les arcs de cercle se coupent, placer des épingles aux points d'intersection restent des exercices d'une grande difficulté. C'est dire les obstacles auxquels sont confrontés les élèves déficients visuels.

Les problèmes sont les mêmes pour les élèves malvoyants : les angles droits ne sont pas vraiment droits, les droites ne sont pas concourantes, le cercle ne passe par les sommets du triangle.

Faut-il pour autant ne pas leur proposer de construction ? Je suis persuadée qu'il faut qu'ils puissent manipuler, construire pour s'approprier les notions, des savoirs, réfléchir, construire des représentations mentales mais il faut compléter leur construction en proposant une construction « modèle » qui éclaire, qui gomme les maladresses inévitables de leurs tracés et qui peut devenir une figure clé à laquelle on peut faire référence mentalement, oralement. Pour les évaluations, il est intéressant qu'ils puissent apprendre à dicter une construction à un(e) secrétaire (qui peut être le professeur) en particulier sur le tiers temps ce qui les prépare aux conditions des examens.

On peut aussi fabriquer des « instruments ».

Quelques exemples :

— pour la symétrie centrale en 5^e

Une simple tige style mécano qui tourne autour d'une punaise fixée en son milieu peut permettre d'illustrer la symétrie : on pose ou fixe un objet (figure en carton, en mousse) sur une extrémité de la tige et on effectue un demi-tour ; avec un système de double tige, on garde en mémoire la figure initiale.

— Pour triangles et cercles en 4^e (*annexe 4*)

Une planchette de bois sur laquelle on colle un disque de mousse peut permettre de matérialiser le cercle : on repère les extrémités d'un diamètre et le centre du cercle à l'aide de punaises ou d'épingles, on matérialise le diamètre et les côtés d'un ou des triangles par des élastiques. On peut alors représenter pratiquement toutes les situations étudiées dans ce chapitre !

L'usage des tableaux relève de la même problématique que l'utilisation des figures expli-

quée ci-dessus : ce qui semble *a priori* un moyen efficace de présenter des données, des résultats, de fixer des notions, de proposer des exercices à compléter etc. se révèle peu performant pour beaucoup d'élèves déficients visuels, en particulier, pour des raisons de taille de caractères, de problème de balayage d'un tableau devenu très grand, de lecture des lignes ou des colonnes. La mise en place de tableaux en braille peut éventuellement servir pour une lecture de données mais pour un exercice, on mettra en place une légende et l'élève rédigera ses calculs hors tableau ; cette méthode s'est révélée efficace pour les élèves aveugles qui peuvent ainsi travailler « en parallèle » de la classe pour la construction de diagramme circulaire et j'ai mis à disposition un outil que les élèves s'approprient aisément : une ancienne pendule sur laquelle j'ai gradué, avec de fines baguettes, des angles de 10° en 10° et sur laquelle l'élève place au centre un disque en feuille plastique (*annexe 5*).

3^{ème} partie : la géométrie dans l'espace

L'étude des objets de l'espace est la partie des programmes la plus agréable et la plus « valorisante » à travailler avec des élèves déficients visuels. On est moins dans la compensation du handicap, comme dans les parties 1 et 2, et plus dans un accès direct et simple ; c'est dans cette étude que le titre de l'article prend son sens : concernant l'espace, on peut vraiment « voir avec les mains ».

Il y a une mémoire tactile comme il y a une mémoire visuelle. L'élève qui manipule des solides se les approprie, les reconnaît, connaît leurs propriétés. La reconnaissance des objets (pavé, cylindre, pyramide), l'acquisition du vocabulaire (sommets, arête, base) sont aisées.

L'élève déficient visuel ou aveugle a une vision globale de l'objet qui peut être plus

performante que celle de certains élèves voyants.

La question la plus préoccupante est celle de la perspective qui reste qu'on le veuille ou non le moyen privilégié dans le système scolaire pour décrire un solide (cours, exercices, problème d'examen, etc.)

Or comme l'indique la définition du Littré la perspective est un outil pour « donner à voir » à des « bien voyants » : « Science qui enseigne à représenter les objets sur un plan, *de la manière qu'ils paraissent à la vue*, en gardant les distances et les situations ». Prenez une figure d'un problème du Diplôme National du Brevet (*annexe 6*) et repassez tous les éléments avec un feutre très épais puis regarder la figure, essayez de vous mettre à la place d'un élève qui, de plus, peut avoir des problèmes de nystagmus (le nystagmus est un mouvement d'oscillation involontaire et saccadé du globe oculaire) : que voyez vous ? Êtes-vous à même de reconnaître autre chose que ce que vous savez devoir voir ? C'est votre connaissance des situations étudiées qui vous permet de lire la figure. Réaliser la difficulté qu'il y a à déchiffrer une telle figure permet de comprendre cette conviction que la pratique m'a imposée : il faudrait qu'un élève déficient visuel sache d'emblée « ce qu'il est sensé découvrir sur la figure » pour pouvoir le trouver. Le problème est encore plus crucial pour les élèves aveugles et là il faudrait bien nommer aberration cette obligation qui leur est faite de devoir apprendre ce langage propre à ceux qui voient sous prétexte que les sujets d'examen comportent des figures en perspective. Ces figures sont certes transcrites mais elles ne sont pas adaptées au sens de ce que nécessiterait l'accessibilité aux données pour les objets de l'espace.

Peut-on raisonnablement expliquer à un(e) aveugle que l'on représente « pour mieux

voir ! » une base carrée sous forme d'un parallélogramme et que les arêtes non visibles (!) sont tracées en pointillés. Certes on peut utiliser le mot « voir » avec des personnes aveugles mais il faut savoir reconnaître le côté absurde voire provocant de certaines phrases ou pratiques.

Les élèves aveugles apprennent le braille, puis le braille abrégé, le braille mathématique (dont les codes changent régulièrement depuis que je les côtoie sur les 10 dernières années) et il faudrait encore qu'ils apprennent ce détour par un langage qui non seulement ne leur appartient pas mais crée un obstacle dans un processus d'acquisition.

Au contraire, l'utilisation de maquettes qui permettent l'accès à l'intérieur des solides est une solution performante pour tous les élèves déficients visuels. Qu'est ce qu'un(e) élève cherche comme information sur une figure en perspective : repérer les éléments (base, sommet, arête, etc.), rechercher les angles droits, voir une section de solide par un plan ? J'ai réalisé et expérimenté plusieurs maquettes dans lesquelles les élèves peuvent passer les mains et repérer tout ce qui est décrit ci-dessus :

— Exemple de la maquette du cône : (*annexe 7*)

Sur cette maquette, on peut toucher le centre de la base d'un cône et des équerres permettent de parcourir la hauteur mais aussi de repérer un rayon de la base. On peut aussi repérer le triangle rectangle et constater que l'apothème est l'hypoténuse ou encore enrouler le patron autour du solide.

— Exemple de la maquette de la pyramide : (*annexe 7*)

Sur cette maquette, on voit bien la hauteur de la pyramide ainsi que les hauteurs des faces. Les triangles rectangles sur la base sont mar-

qués par des pailles, le patron se glisse à l'intérieur et on peut aussi matérialiser une section de la pyramide.

— Exemple de la sphère : (*annexe 7*)

Sur cette maquette, on peut parcourir les parallèles et méridiens et atteindre le centre de la sphère. Les différents rayons sont matérialisés et les angles en mousse sont amovibles : l'élève malvoyant peut par le toucher avoir accès à tous les éléments constitutifs de l'étude de la sphère en troisième.

Pour avoir utilisé ces maquettes pendant plusieurs années, je peux affirmer que les élèves aveugles n'ont pas plus de difficultés que des élèves voyants à travailler dans l'espace ; les sections de solides ne posent pas de problèmes : on marque sur le solide le nom des points en braille avec des étiquettes autocollantes, on nomme la section, etc.

Une élève déficiente visuelle a un jour fait une démonstration éblouissante à des collègues stagiaires en montrant à quel point elle s'était approprié la maquette de la pyramide : les éléments à repérer, ce que l'on peut calculer.

Compte tenu des efforts énormes que l'on demande à nos élèves déficients visuels pour suivre une scolarité en milieu ordinaire, de la surcharge de travail et de fatigue que cela représente pour eux, l'institution scolaire devrait, au nom de la compensation du handicap et de l'égalité des chances, accepter de leur fournir, à défaut d'une maquette, au minimum un solide sur lequel seraient inscrits des repères (avec une description adaptée) et ne pas s'obstiner au nom d'un même traitement pour tous à leur livrer des figures en relief certes mais en perspective ! Il y a dans chaque département des centres de transcriptions capables de travailler dans cette perspective (si j'ose dire).

Autre aspect intéressant : ces maquettes sont très performantes pour les autres élèves et, en particulier, pour les élèves en difficulté. Cette décomposition en éléments que l'on cherche à rendre visibles permet une approche plus parlante, une lisibilité que la figure en perspective ne permet pas à tous. Avant d'utiliser ces maquettes, certains élèves demandaient « mais il est où l'angle droit ? » et je leur répondais sur la figure en perspective : « mais il est là : on le voit ; ce n'est pas codé comme d'habitude mais il est droit ». Maintenant, je n'ai plus de question de ce genre et lorsque je dicte « un cône de hauteur 6 cm et de rayon de base 3 cm » certains prennent note en dessinant une équerre, ce qui est très performant.

Encore une petite remarque pour appuyer ce propos : lorsque les élèves travaillent en groupe sur les solides, il est fréquent que des élèves en difficulté choisissent le groupe de l'élève déficient visuel (ou des élèves déficients visuels) qui a en main la maquette ce qui permet aussi un bon moment d'intégration et de prise en compte du handicap : est-ce que tu vois cette couleur ? Dans quel caractère je dois écrire pour que tu voies ?

4^{ème} partie : La visualisation ou gestion mentale, une proposition qui me semble performante.

Compte tenu des difficultés que rencontrent les élèves déficients visuels pour construire eux-mêmes de manière précise et « utilisable » des figures, je leur propose une construction mentale qui leur permet de s'approprier les figures, d'agir sur elles, de créer un « stock » de figures clés. Les élèves ferment les yeux, se concentrent et construisent mentalement la figure pas à pas puis « font bouger » les points comme on peut le faire sur un logiciel de géométrie. Les élèves qui voient font bien sûr le même

exercice et retrouvent donc également ces constructions et les points mobiles sur Géogébra ; certains élèves déficients visuels peuvent également travailler sur Géogébra mais principalement pour les figures planes. Les élèves adhèrent facilement à ces exercices qui outre l'intérêt pédagogique de l'appropriation de figures clé offrent des moments de rupture dans le rythme des cours, une pratique différente de la géométrie ; je crois qu'ils apprécient ces exercices sans feuille papier ou plastique ni crayon, sans écriture qui créent des figures visibles par eux seuls !

Quelques exemples :

Le cercle circonscrit à un triangle.

Je dicte aux élèves la démarche pas à pas : « sur votre écran mental qui peut prendre l'aspect d'un tableau blanc ou noir, d'une feuille de papier ou plastique, d'un écran d'ordinateur :

- vous faites apparaître un triangle quelconque
- vous faites apparaître la construction des médiatrices de deux côtés de ce triangle
- vous faites apparaître, en couleur, en fluo ou en « lumineux » le point d'intersection de ces deux médiatrices : on l'appelle O.
- vous tracez les segments qui joignent le point O aux sommets du triangle en couleur, fluo ou lumineux
- vous tracez un cercle de centre O passant par un des sommets du triangle
- que constatez-vous ?
- peut-on tracer facilement la médiatrice du 3^{ème} côté ? ».

On peut proposer aux élèves cette construction pour des triangles particuliers : isocèles, équilatéraux, rectangles.

Triangles rectangles et cercles

Je dicte aux élèves la démarche pas à pas : « sur votre écran mental qui peut prendre l'aspect d'un tableau blanc ou noir, d'une feuille de papier ou plastique, d'un écran d'ordinateur :

- vous faites apparaître un cercle de centre O
- vous faites apparaître un diamètre
- vous placez un point « lumineux » sur ce cercle
- vous tracez les deux segments qui joignent ce point aux extrémités du diamètre
- que peut-on conjecturer pour l'angle ainsi formé ?
- faites tourner le point sur le cercle : que se passe-t-il ? »

Cette méthode est particulièrement intéressante pour visualiser les triangles rectangles quelle que soit la position du 3^{ème} sommet sur le cercle, le point « lumineux » est déplacé mentalement de part et d'autre du diamètre fixe, on peut « positionner » deux triangles rectangles de manière à contredire l'idée que « deux triangles rectangles forment un rectangle ». Ce travail peut être mené avec le tracé de la médiane.

La pyramide .

Je dicte aux élèves la démarche pas à pas : « sur votre écran mental qui peut prendre l'aspect d'un tableau blanc ou noir, d'une feuille de papier ou plastique, d'un écran d'ordinateur :

- vous choisissez une forme pour la base de la pyramide : carré, rectangle, triangle ; on peut refaire l'exercice avec un autre choix pour la base

- vous placez un point dans l'espace qui sera le sommet de la pyramide
- vous tracez les arêtes puis vous faites bouger le sommet
- les élèves font apparaître mentalement des pyramides régulières ou non, dont le sommet est « au-dessus » de la base ou non, peuvent faire varier la hauteur.

Le même exercice peut être fait pour visualiser un cône. On peut également travailler les sections de pyramides ou de cônes ; la phrase « On coupe par un plan parallèle à la base » semble plus explicite puisque effectivement couper ne pose pas de problème technique : pas besoin de scie, pas de section qui « s'effondre » quand on coupe puisqu'il s'agit de gestion mentale et non d'un solide que l'on chercherait réellement à couper.

Il est certain que les élèves fixent plus que des images, ils mettent en mémoire des « scénarios », ils s'approprient des liens « actifs » (même distance, existence d'un cercle, etc.), et j'ose espérer qu'ils sont ainsi plus à même de passer d'un mot de l'énoncé à une image mentale et à la mise en place d'une démarche.

En matière de conclusion, j'aimerais mettre l'accent sur deux points qui me semblent essentiels (qu'ils aient été abordés ou sous-entendus dans cet article) :

- Les élèves déficients visuels interrogent l'enseignement des mathématiques. Ils nous poussent à nous demander en permanence : qu'est-ce que je veux donner à voir ? Quel est l'aspect visuel de ce domaine ? Quel problème cela pose à tel ou tel élève déficient visuel suivant la nature de son handicap ? Comment rendre visible, lisible pour les élèves déficients visuels ce que leurs camarades voient facilement, comment rendre accessibles les

informations que donnent une figure, un énoncé ? Quelle aide apporte-t-on en adaptant ? Faut-il seulement adapter ou travailler carrément autrement ?

- Toutes ses interrogations, même si les réponses apportées ne sont pas nécessairement satisfaisantes, sont aussi productrices de changement ou d'adaptation profitables aux élèves en difficulté. Je pense à la pratique de gestion mentale des figures : elle permet de vivre une approche différente de la géométrie, un changement dans l'activité et le rythme de la classe. Ces activités qui restent « exceptionnelles » au cours d'une année sont pour moi des moments assez privilégiés dans le vécu avec les élèves.

- De la même manière, je suis prête à faire aujourd'hui l'éloge d'une certaine lenteur. Il est vrai que l'on travaille un peu moins vite, que l'on fait quelques exercices de moins dans une classe qui intègre des élèves déficients visuels ; cela peut nous être reproché par certains parents, cela peut même inquiéter au démarrage mais je suis aujourd'hui persuadée qu'il y a plus d'avantages et de bénéfiques à ce travail plus lent que d'inconvénients : prendre le temps de s'approprier les notions en les manipulant de différentes manières, accompagner par une parole moins rapide les manipulations, les mises en forme, les dictées, choisir d'aller au bout d'une situation, ne pas toujours galoper dans un monde qui va trop vite !

- Ce travail est passionnant mais chronophage et pour que les réponses apportées à l'intégration en milieu ordinaire des élèves déficients visuels ne soient pas de l'ordre du « bricolage », du travail en urgence, du « sauve qui peut », il faut :
 - que les enseignants aient à leur emploi du temps un temps de soutien pédagogique spécifique avec les élèves qu'ils intègrent ; temps qui permet déjà d'appréhender les difficultés, de tester des réponses, de les modifier si elles

ne sont pas adaptées, d'anticiper ou rattraper pour permettre une véritable intégration en classe entière

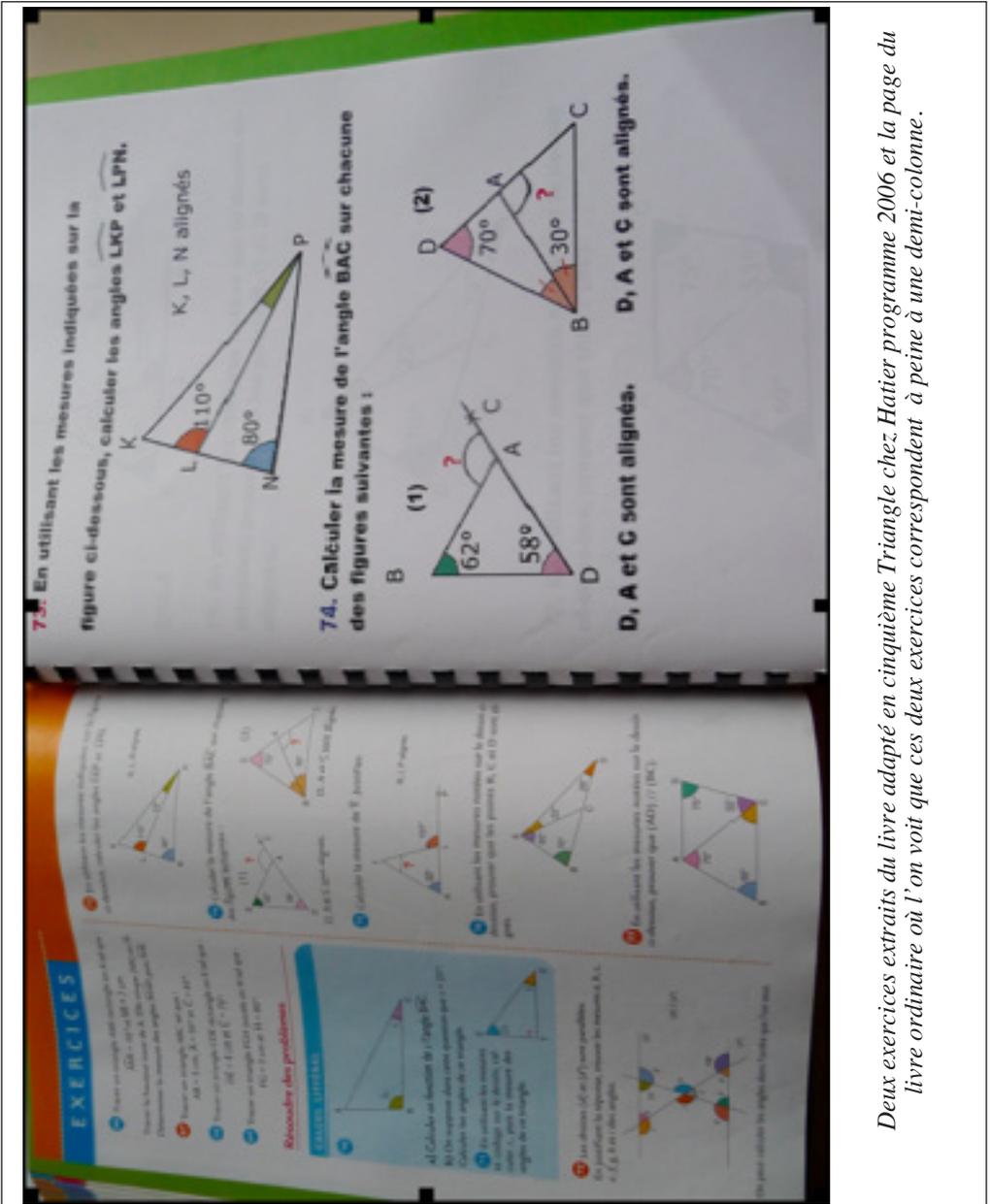
- que les enseignants aient accès à des temps de réflexion et de formation spécifique : ce qui n'est pas toujours possible puisque les académies ne financent pas facilement les formations au niveau national à l'INS HEA⁵
- envisager une plateforme d'échange de documents et d'outils testés avec les élèves (activités, cours, maquettes, etc.) du type des documents proposés par les IREM de manière à éviter les déperditions d'énergie,

les heures de travail pour quelques élèves étant ainsi mises à disposition de tous les enseignants intégrant de manière ponctuelle un élève déficient visuel.

- Ce projet d'intégration en milieu ordinaire est de manière évidente un projet citoyen (même si dans le concret des jours vécus au collège, ce n'est pas toujours tout rose) dans la mesure où il permet aux jeunes handicapés ou non de vivre ensemble, de grandir ensemble ce qui devrait permettre un regard plus juste, plus à même de comprendre le handicap dans la société, dans le monde du travail, des loisirs.

⁵ Institut National Supérieur de formation et de recherche pour l'éducation des jeunes Handicapés et les Enseignements Adaptés à Suresnes

ANNEXE 1



Deux exercices extraits du livre adapté en cinquième Triangle chez Hatier programme 2006 et la page du livre ordinaire où l'on voit que ces deux exercices correspondent à peine à une demi-colonne.

ANNEXE 2

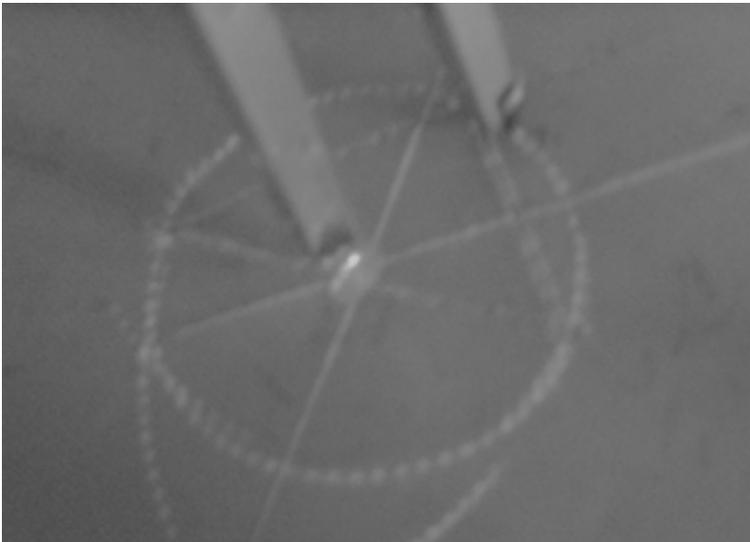


Le livre de troisième et sa version en braille.

ANNEXE 3

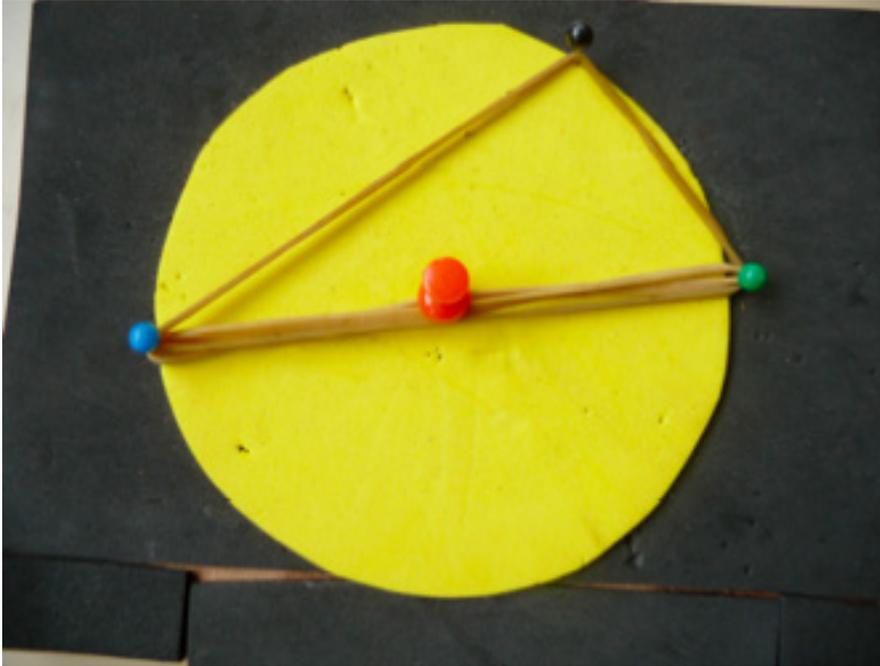


Tracé de deux médiatrices d'un triangle rectangle sur une feuille plastique.



Cercle circonscrit au triangle tracé avec un compas adapté.

ANNEXE 4



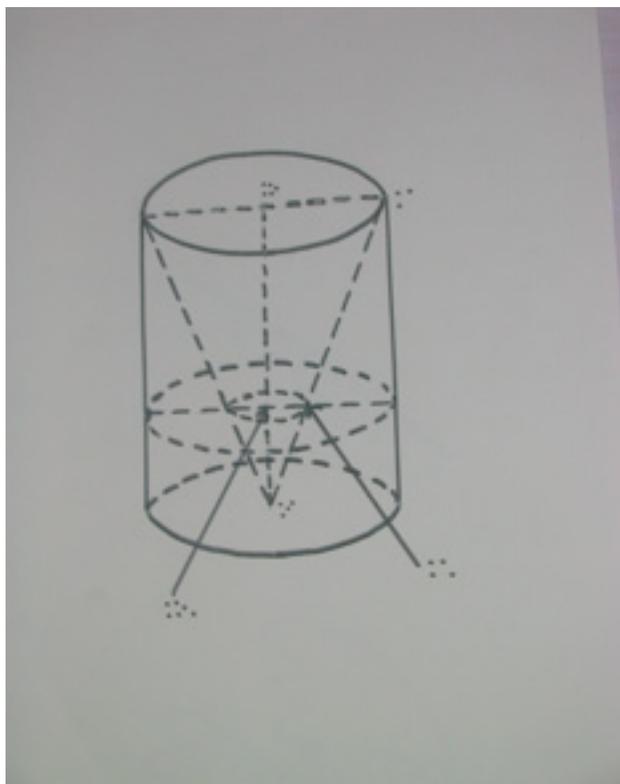
Malgré son apparence modeste il permet de rendre lisible avec les mains les différentes situations du chapitre triangles rectangles et cercles.

ANNEXE 5



Les chiffres sont les traces de l'outil récupéré mais ne gênent en rien puisqu'il s'agit d'un outil tactile.

ANNEXE 6



Un coquetier extrait d'un sujet de DNB et tiré sur feuille thermogonflée.

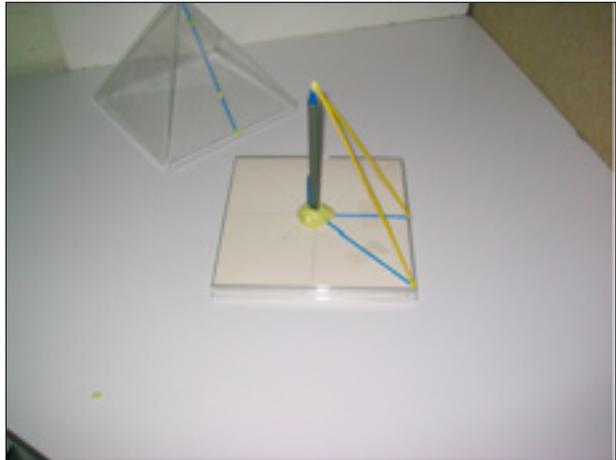
ANNEXE 7**Le cône**

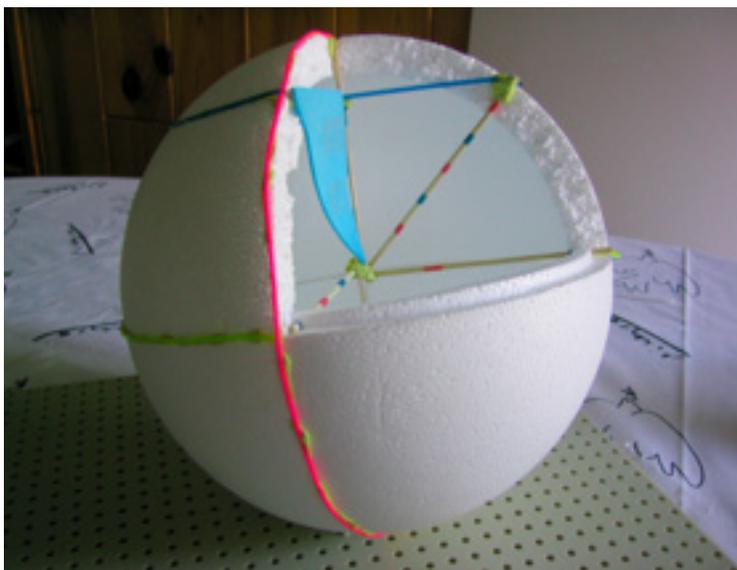
Les équerres en bois matérialisent l'angle droit ; toutes les parties sont amovibles : la base, le $\frac{3}{4}$ de cône, le cône (à glisser comme un chapeau), le patron à enrouler « autour ».

La pyramide :

- la hauteur de la pyramide est matérialisée par un crayon
- la hauteur d'une face est matérialisée par une paille sur la maquette
- les triangles rectangles utiles pour les calculs de hauteur ou d'arêtes suivant les problèmes sont matérialisés par des pailles et des triangles rectangles en carton.

Un patron peut être utilisé ainsi qu'une section de la pyramide par un plan parallèle à la base.





Cette maquette peut être utilisée pour les coordonnées géographiques et l'étude de la sphère : reconnaissance des rayons de la sphère en bois, des rayons de la section en plastique, centre de la sphère accessible, secteurs angulaires amovibles.