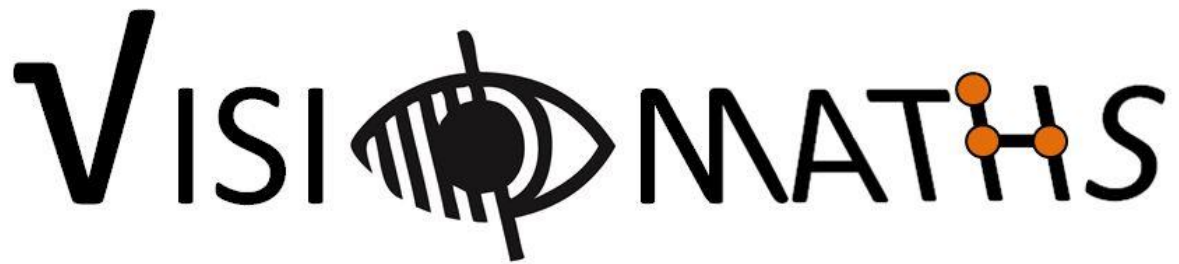


Projet VisioMaths

État de l'Art



Équipe :

Hadrien BARBAT
Pierre LEMAIRE
Josias LÉVI ALVARÈS
Ariane PARISSIS

Tuteurs :

François DEMONTOUX
Sophie JEQUIER



Introduction

À travers notre projet VisioMaths, nous avons pour objectif de créer un guide méthodologique destiné aux enseignants sur la façon de rédiger des documents pédagogiques contenant des formules mathématiques pour que ceux-ci puissent être accessibles par les non et mal voyants.

Notre projet s'inscrit dans une démarche de sensibilisation sur l'accessibilité des documents scientifiques aux personnes en situation de handicap visuel.

Au cours de la première phase de ce projet, nous nous sommes rapprochés de différentes personnes et associations dans le but d'acquérir un point de vue global sur la situation actuelle. Ceci nous a permis de recenser les besoins des non et mal voyants.

Pour cela, nous nous sommes tout d'abord tournés vers l'UNADEV (Union Nationale des Aveugles et Déficients Visuels), qui nous a transmis les coordonnées du directeur du Centre d'Activités de Bordeaux (organisme dont l'UNADEV fait partie), sans que cela ne puisse aboutir. Après avoir effectué des recherches personnelles, nous avons discuté avec Sébastien Begue (étudiant mal voyant en 2ème année à l'ENSC) qui nous a beaucoup éclairé sur différents points que nous détaillerons dans ce livrable.

En parallèle, nous avons pris contact avec le GIAA (Groupement des Intellectuels Aveugles ou Amblyopes) de Bordeaux qui a accepté de nous rencontrer en décembre. Cet organisme nous a invités dans ses locaux, et nous avons pu découvrir l'association et ses actions. Ils ont également pu répondre à nos questions.

Il nous a été dit très tôt au cours de nos rencontres, que le handicap des personnes non voyantes est très différent de celui des personnes mal voyantes, et que par conséquent, les outils pour l'accessibilité sont eux aussi totalement distincts. Cette précision sera à garder en mémoire pour la suite de notre projet.

Cet état de l'art s'oriente autour de deux parties. La première est une description des outils existants pour l'accessibilité des personnes en situation de handicap visuel aux mathématiques et sciences en général. Nous préciserons leur contexte d'utilisation ainsi que leurs avantages et inconvénients. Dans un second temps, une analyse de la situation actuelle de l'accessibilité pour les non et mal voyants sera faite. Nous montrerons que les établissements d'enseignement ne respectent pas toujours les lois sur l'accessibilité, et nous définirons les besoins de ces personnes que nous avons identifiés lors de nos discussions.

Nous avons réalisé, en parallèle à ces analyses des besoins, un questionnaire destiné aux enseignants, pour comprendre leur adaptation ou non face à un élève présentant un handicap visuel. Une rapide description de ce questionnaire (ainsi que le public visé) sera proposée en fin de dossier.

Sommaire

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| SOMMAIRE | 3 |
| I. LES OUTILS EXISTANTS POUR L'ACCESSIBILITE : | 4 |
| 1. LES SOLUTIONS TACTILES | 4 |
| 1.1. <i>Présentation du braille.....</i> | <i>4</i> |
| 1.2. <i>Le braille mathématique.....</i> | <i>5</i> |
| 1.3. <i>Les outils matériels</i> | <i>6</i> |
| 1.4. <i>Les outils logiciels.....</i> | <i>8</i> |
| 2. LES SOLUTIONS AUDITIVES | 8 |
| 2.1. <i>Les lecteurs d'écran</i> | <i>8</i> |
| 2.2. <i>Les supports de livres.....</i> | <i>9</i> |
| 2.2.1. <i>Le fichier audio</i> | <i>9</i> |
| 2.2.2. <i>Le fichier texte</i> | <i>9</i> |
| 2.3. <i>DAISY.....</i> | <i>9</i> |
| 2.4. <i>Autres projets.....</i> | <i>10</i> |
| 3. LES SOLUTIONS VISUELLES..... | 10 |
| 3.1. <i>L'outil Zoomtext.....</i> | <i>11</i> |
| 3.2. <i>Imprimer les documents en gros caractères.....</i> | <i>11</i> |
| 4. LES SOLUTIONS HAPTQUES ET INTEGREES..... | 12 |
| II. ACCESSIBILITE ET ENSEIGNEMENT : ANALYSE DE LA SITUATION ACTUELLE..... | 13 |
| 1. LA LOI ET L'ORGANISATION THEORIQUE DES UNIVERSITES..... | 13 |
| 2. TEMOIGNAGES ET BESOINS | 14 |
| 3. QUESTIONNAIRES ENSEIGNANTS | 15 |
| CONCLUSION..... | 16 |
| BIBLIOGRAPHIE | 17 |
| ANNEXE : QUESTIONNAIRE A L'ATTENTION DES PROFESSEURS | 18 |

I. Les outils existants pour l'accessibilité :

En général, tout(e) jeune non voyant(e) est accompagné(e) de quelqu'un qui lui apportera une aide plus spécifique pendant ses heures de cours. Cependant, pour travailler chez lui, l'étudiant sera confronté à plus de difficulté.

Le but de cette première partie est d'étudier les moyens qui existent pour compenser la déficience visuelle en tirant partie des autres sens, principalement le toucher et l'audition. Ces solutions permettent aux personnes en situation de handicap d'accéder à des informations qu'elles ne sont pas en mesure d'appréhender sans cela. La plupart de ces solutions nécessitent des moyens matériels et logiciels pour pouvoir être mises en place : ceux-ci seront également listés et étudiés.

De plus, les liens qui existent avec la compréhension des formules mathématiques complexes seront mis en avant tout au long de cette partie.

1. Les solutions tactiles

Les solutions tactiles se basent sur le sens du toucher afin de compenser une vue défaillante. Celles-ci s'adressent principalement aux personnes n'ayant aucune vision : chez ces personnes, le sens du toucher est généralement particulièrement développé grâce à des mécanismes de plasticité cérébrale [1]. Le sens du toucher peut donc être facilement utilisé par un non-voyant pour réaliser des tâches telles que lire un texte.

1.1. Présentation du braille.

Le braille se présente comme un alphabet écrit à l'aide de points en relief. Il est lisible en parcourant du doigt le texte, ligne par ligne. Chaque caractère est constitué de 6 points, présentés en 2 colonnes de 3 points. Cela donne un total de 63 combinaisons différentes (le cas où aucun point n'est mis en relief est exclu).

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| a | b | c | d | e | f | g | h | i | j |
| | | | | | | | | | |
| k | l | m | n | o | p | q | r | s | t |
| | | | | | | | | | |
| u | v | w | x | y | z | | | | |

Image : l'alphabet Braille.
(Image tirée de l'article "Braille" de Wikipédia)

Un des principaux avantages du Braille est que celui-ci est très simple à apprendre. En effet, comme on peut voir sur l'image ci-dessus, l'alphabet Braille est constitué de façon logique : chaque ligne de lettres présente des altérations similaires. Par exemple, la seconde ligne est la même que la première, avec l'ajout du point n°3.

En plus de l'alphabet, il existe des caractères Braille qui permettent de retranscrire la ponctuation, les parenthèses, ou encore certains caractères spéciaux propres à la langue française tels que les lettres accentuées ou le « œ ». De plus, pour pouvoir retranscrire les caractères spéciaux de certaines disciplines, il existe des variantes du braille. Les plus connus sont le braille mathématique, le braille musical ou le braille informatique.

En dépit du fait que l'apprentissage du braille soit simple, le nombre de personnes aveugles capables de lire le braille reste relativement faible. Selon le site Handicap.fr, seuls 10 à 15% des personnes aveugles sont en mesure de lire du braille [2].

Ces propos nous ont été confirmés par Béatrix ALESSANDRINI, la présidente de l'association GIAA Bordeaux, au cours d'un entretien. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce nombre étonnement faible :

- La difficulté de visualiser un caractère en le ressentant au doigt
- Le prix du matériel et des logiciels requis pour pouvoir communiquer en braille (qui seront détaillés par la suite)
- Le manque d'institution et d'associations pour apprendre ce langage
- La faible quantité de texte présenté en braille, ce qui le rend dispensable
- L'ancienneté du braille, qui tend à être remplacé par l'outil informatique

Pour pallier au faible nombre de combinaisons possibles avec le braille à 6 point, une variante du braille composée de 8 points est couramment utilisée, notamment dans le secteur de l'informatique. L'avantage du braille à 8 points est qu'il permet 256 combinaisons différentes, ce qui correspond au nombre de caractères dans la table ASCII. C'est pourquoi le braille à 8 points est très utilisé en informatique, et est couramment appelé « braille informatique » [3].

1.2. Le braille mathématique

Le braille mathématique est l'une des variantes principales du langage braille. Il a été inventé par Abraham Nemeth en 1952, et a été revu de nombreuses fois depuis [4]. Celui-ci permet de retranscrire les expressions mathématiques en langage braille, il est donc étroitement lié à notre problématique. Il est, à l'instar du langage braille « classique », composé de 6 points qui peuvent être mis en relief ou non.

Les conventions de notation du braille mathématique français sont détaillées dans le document officiel « Notation Mathématique Braille », paru en janvier 2007 [5].

On y apprend comment noter les différents symboles mathématiques et comment retranscrire une formule mathématique.

Pour passer du braille « classique » au braille mathématique, un caractère composé du 6^{ème} point seul est utilisé.



Le caractère "point 6" est
constitué du 6ème point seul

De manière générale, les mathématiques ont pour particularité de présenter un vaste nombre de signes et de symboles. En plus des différents chiffres, il faut également prendre en compte les opérateurs arithmétiques, les symboles d'inégalité (stricte ou non), les lettres grecques, les inconnues au sein des équations, les parenthèses, les opérateurs sur les ensembles, les fonctions usuelles, etc.

Il est impossible de retranscrire tous ces symboles à l'aide de seulement 63 combinaisons, c'est pourquoi certains symboles sont représentés en braille mathématique par la combinaison de 2 ou 3 caractères braille.

Le braille mathématique a pour spécificité de linéariser les formules mathématiques, qui sont toujours présentées « en ligne », quel que soit le nombre d'étages que présente la formule initiale. Par exemple, l'équation $(\frac{2}{3} = \frac{4}{6})$ s'écrit, en braille mathématique, de la façon suivante :



Cette linéarisation des formules mathématiques a pour conséquence de forcer l'ajout de nombreuses parenthèses, et ainsi de rendre certaines formules complexes difficiles à lire et à appréhender.

Rarement, le braille mathématique prévoit l'utilisation de structures en deux dimensions. C'est le cas par exemple pour les tableaux de signe. Toutefois, celles-ci sont peu pratiques à utiliser (illisibles sur plage braille) et demandent une certaine habitude.

1.3. Les outils matériels

Les outils tactiles à disposition des personnes non voyantes nécessitent des installations matérielles, qui présentent des caractéristiques variables.

- Les plages braille :

Afin de lire sur ordinateur, il existe un dispositif appelé « plage braille ». Une plage braille est un dispositif placé généralement sous le clavier de l'ordinateur. Il permet à la personne mal voyante d'accéder aux informations de son ordinateur de façon tactile, à l'aide de braille à 8 points. Il existe plusieurs modèles de plage braille, qui peuvent être tactiles ou non, indiquer la position du curseur à l'aide de vibrations, afficher un nombre plus ou moins important de caractères, etc. Certains modèles de bloc-notes portables informatiques intègrent une plage braille.



Figure 1 – Une plage braille sous un clavier classique

Le prix des plages brailles varie de 1000€ pour les versions les plus basiques, à 10 000€ pour les versions les plus complètes. On peut en trouver par exemple sur le site www.ceicaa.com, ou encore sur www.visole.fr.

- Les imprimantes braille :

Les imprimantes brailles servent à écrire en langage braille sur une feuille de papier spéciale. C'est ce que l'on appelle couramment « embosser ». Avant d'être imprimés, les documents doivent être traduits en braille par un logiciel, qui sera détaillé par la suite. Les imprimantes braille se distinguent principalement par leurs dimensions, leur volume sonore ou leur vitesse d'impression. Le prix des imprimantes braille est généralement situé aux alentours des 3500€.



Figure 2 - Une imprimante braille

- Les imprimantes d'images en relief :

Les imprimantes d'images en relief permettent d'imprimer des images, des cartes ou des schémas en relief. Ces machines utilisent différents types de procédés : de l'encre gonflante, ou encore une déformation d'une feuille plastique à l'aide de chaleur. Elles nécessitent toutes des types de papier spéciaux, et se révèlent cher à l'emploi. De plus, elles sont mal adaptées à des images complexes, telles que des photographies par exemple [6].

1.4. Les outils logiciels

De nombreux logiciels sont nécessaires afin de mettre en place correctement une solution tactile pour les personnes aveugles ou déficientes visuelles.

NATbraille est un logiciel libre qui offre plusieurs fonctionnalités, telle que la retranscription du texte en braille, ou des formules mathématiques en braille mathématique. Il est totalement gratuit [7].

La société ViewPlus propose quant à elle la suite logicielle Tiger Software Suite (TSS), qui intègre une large variété d'outils. Elle permet entre autre de retranscrire du texte en braille, des formules mathématiques en braille mathématiques, ou encore de mettre en relief des images de façon intelligente. Cette suite logicielle est très souvent nécessaire afin de pouvoir utiliser une imprimante braille ou une imprimante d'images en relief. Elle coûte 595€. [8].

2. Les solutions auditives

Cette section concerne principalement les personnes non voyantes (dans le cas où celles-ci ne cumuleraient pas un handicap auditif).

2.1. Les lecteurs d'écran

Une première solution, adaptée à l'ère du numérique, est un logiciel intégré à un ordinateur "transcrivant oralement" un document. Les deux plus courant sont JAWS et NVDA.

JAWS, le plus répandu (car certainement le plus performant de tous), fonctionne sous Windows. Il coûte 1600€ à l'achat, mais ce prix peut être "soulagé" par des aides, notamment la PCH (Prestation de Compensation du Handicap) délivré par la MDPH (Maison Départementale des Personnes Handicapées). Cet argent provient des amendes que doivent payer les entreprises ne respectant pas leur quota de personnes handicapées.

Un de ses plus grands défaut est que ses mises à jours sont payantes (500€ par mise à jour) à partir de la 3ème. Ce logiciel est principalement destiné à une utilisation de l'interface "courante" d'un ordinateur, il n'est donc pas très approprié à l'utilisation d'interfaces plus techniques.

NVDA, logiciel plus jeune, fonctionne sous Linux mais est, quant à lui, gratuit. Il reste encore moins bon que JAWS mais tend à l'égaliser de plus en plus.

2.2. Les supports de livres

En complément de la première solution, il est aussi possible de demander à des organismes ou des associations spécialisées (comme le GIAA) des supports de livres (éducatifs ou non).

Le support peut se “matérialiser” par un fichier audio (MP3 ou assimilés) du document (c'est à dire que quelqu'un s'enregistre en le lisant) ou un fichier texte (Word ou assimilés).

2.2.1. Le fichier audio

Comme exemple de fichier audio, le GIAA de Bordeaux a édité oralement plusieurs BD de Tintin. Après retranscription complet du script, description des décors, des transitions et des sons annexes, plusieurs personnes viennent donner vie aux personnages par leurs voix. Ajoutez à ces dernières, celle d'un narrateur et l'immersion est totale (on se croirait presque devant la bande son d'un film).

2.2.2. Le fichier texte

Concernant le fichier texte, ce support est destiné à être interprété par un logiciel comme JAWS ou NVDA, il est donc nécessaire de vérifier au préalable la compatibilité du contenu. C'est notamment à ce moment-là qu'on remarque que les mathématiques sont difficilement déchiffrables par de tels logiciels.

Pour leur création, il y a deux solutions. On peut soit retaper à la main tout l'ouvrage, soit on utilise un scanner spécial qui retranscrit, directement sur un fichier Word (ou assimilé), le texte scanné. Dans ce second cas, il est nécessaire de faire une deuxième vérification pour s'assurer que tout a bien été transcrit (cad. que tous les mots sont présents et qu'ils sont bien orthographiés).

Ensuite, il faut s'occuper de la mise en forme du document. Il faut notamment bien déclarer la nomenclature (sommaire, titre, sous-titre et pagination) pour qu'un non ou mal voyant puisse parcourir facilement le document (ex: passer au chapitre 2 du livre, ou passer du II)a. au II)c. en “sautant” la partie II)b.).

Grâce à un tel document, il est possible à partir d'OpenOffice de le transformer en MP3 par une synthèse vocale.

2.3. DAISY

Il existe la norme DAISY (Digital Accessible Information SYstem) pour des livres audio. Le format final est généralement mp3. Les livres audio respectant cette norme doivent permettre à l'utilisateur de naviguer aisément dans le document (notamment à l'aide d'une nomenclature comme expliqué pour les documents textes).

Une fois un tel livre enregistré sur un CD, on peut l'insérer dans un outil, appelé “lecteur DAISY”. Via une interface avec divers boutons, cet outil présente beaucoup d'avantages :

- navigation structurée dans le livre (par partie, par chapitre, par section, par phrase, etc.)
- possibilité de faire varier la vitesse de lecture sans distorsion de la voix
- pose de signets permettant de revenir à un endroit déterminé
- mémorisation de la dernière position de lecture de plusieurs CD (si on veut passer de l'un à l'autre)
- informations sur le temps écoulé, le temps restant, le titre de l'ouvrage et celui du chapitre courant, etc.



2.4. Autres projets

D'autres projets, plus anciens, ayant pour but la transmission aux étudiants non-voyants d'informations techniques par le biais de systèmes audio ont été élaborés.

ASTER (Raman - 1994) lisait des équations complexes en utilisant des sons spécifiques pour mettre en valeur certaines parties de l'équation, tandis que le Talking Emacs (York and Karshmer - 1991) lisait du code C à l'utilisateur, en y ajoutant des informations descriptives du code en plus des lignes de programme.

Lire les équations ne constitue pas le seul problème rencontré par les étudiants non-voyants en mathématiques. La production d'une fonction, par exemple, peut aussi représenter une structure multidimensionnelle. Ces formes de structure mathématique sont même plus difficiles à décrire en mots qu'une équation.

La mise en son de graphiques a été le sujet de plusieurs projets de recherches intéressants par le passé (Mansuur - 1975 ; Kennel - 1996). Dans ces systèmes, des tonalités musicales sont utilisées pour représenter la forme d'un objet graphique. Des objets en deux, et trois dimensions ont été mis en son grâce à ces techniques.

3. Les solutions visuelles

Les outils visuels pour l'accessibilité aux documents techniques concernent uniquement les mal voyants, c'est à dire les personnes dont la vision est déficitaire mais qui sont toujours à même d'utiliser leur vue. Être malvoyant est un handicap extrêmement vague [9]. Il existe sous de nombreuses formes de handicap, parmi lesquelles nous pouvons citer :

- La cataracte. Une personne souffrant de cette maladie percevra difficilement les contrastes et les reliefs, évaluera mal les distances, et ne tolérera pas la lumière forte.
- La rétinite pigmentaire, qui a pour conséquence un rétrécissement considérable du champ visuel. On appelle cette vision la vision périphérique.



Exemple de vision périphérique d'une personne souffrant de rétinite pigmentaire.

- Certaines personnes peuvent, au contraire, avoir **une vision centrale**, qui se manifeste par l'apparition d'une tache au centre de la rétine. Leur perception des détails et des couleurs sera grandement altérée.

Ainsi, des personnes ne pourront différencier certaines couleurs, ou bien seront ultra-sensibles aux couleurs claires et à la lumière (de l'écran d'ordinateur par exemple), tandis que d'autres auront besoin d'agrandir tous les documents pour les rendre lisibles.

Ici encore, nous citons une liste non exhaustive des outils pouvant pallier à certaines difficultés de lecture de documents.

3.1. L'outil Zoomtext

L'outil Zoomtext (sous Windows) permet d'agrandir ce qui est affiché à l'écran de l'ordinateur, et ainsi le rendre lisible par certains. Cet outil est très utile mais d'autres problèmes peuvent se poser, par exemple lorsqu'un document contient une formule mathématique sous forme d'une image jpeg de mauvaise qualité: plus on zoome, plus on pixellise l'image. L'outil Zoomtext présente aussi une option pour inverser les couleurs (passer par exemple du noir sur blanc à du noir sur gris, ou du gris sur noir, etc.) Ce choix de contraste est très utile à certaines personnes ultra-sensibles au blanc ou aux couleurs claires.

3.2. Imprimer les documents en gros caractères

D'autre part, certaines personnes ne peuvent pas supporter les écrans d'ordinateur (ou la lumière en général). Il est donc nécessaire dans ce cas d'imprimer les documents de cours en gros caractères, sur une feuille au format A3 par exemple. Encore une fois, les problèmes d'images peuvent aussi se poser, mais aussi celui des indices (ou puissances) dans les formules mathématiques, qui malgré une police très grande, resteront illisibles.

$$M_P = \begin{pmatrix} \frac{n}{r} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{n}{t} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{-(f+n)}{f-n} & \frac{-2fn}{f-n} \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 1.6 & 0.0 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 1.6 & 0.0 & 0.0 \\ 0.0 & 0.0 & -1.22 & -2.22 \\ 0.0 & 0.0 & -1.0 & 0.0 \end{pmatrix}$$

Par exemple, sur cette matrice, certains nombres apparaissent clairement, mais pas les indices. Même en augmentant la taille de la police, les indices resteront toujours beaucoup plus petits que le reste des caractères. En grossissant l'image, on réalise qu'elle devient de moins en moins lisible.

$$M_P = \begin{pmatrix} \frac{n}{r} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{n}{t} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{-(f+n)}{f-n} & \frac{-2fn}{f-n} \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

4. Les solutions haptiques et intégrées

À l'heure actuelle, des projets sont à l'étude afin de permettre aux non-voyants de lire des équations mathématiques complexes de la façon la moins ambiguë possible. C'est le cas, par exemple, des projets MATHS et MAVIS. Désormais anciens, ils ont obtenu des résultats encourageants en croisant différentes modalités sensorielles, telles que le son, la voix, le toucher, ou encore certains dispositifs haptiques comme des souris avec retour de force [10].

Un projet de l'Université de Bologna, en Italie, a montré quant à elle qu'il était possible d'obtenir une compréhension fidèle de courbes mathématiques en les représentant à l'aide de dispositifs tactiles et tonaux [11].

II. Accessibilité et enseignement : analyse de la situation actuelle

1. La loi et l'organisation théorique des universités

L'état actuel de la législation française favorise l'égalité des chances et de réussite pour les personnes en situation de handicap.

Cette égalité est particulièrement mise en avant depuis la loi du 11 février 2005 pour "l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées" [1].

Voici ci-dessous un extrait de cette loi :

« Art. L. 123-4-1. - Les établissements d'enseignement supérieur inscrivent les étudiants handicapés ou présentant un trouble de santé invalidant, dans le cadre des dispositions réglementant leur accès 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. ».

À cet effet, une structure bien définie doit être mise en place dans chaque université. Cette structure accueillera une permanence horaire qui devra être sue de tous, et dans laquelle des mandataires formés seront chargés d'animer les sessions. Un budget préétabli sera disponible.

Les objectifs de cette structure convergent vers une volonté d'intégration sociale et professionnelle des jeunes en situation de handicap.

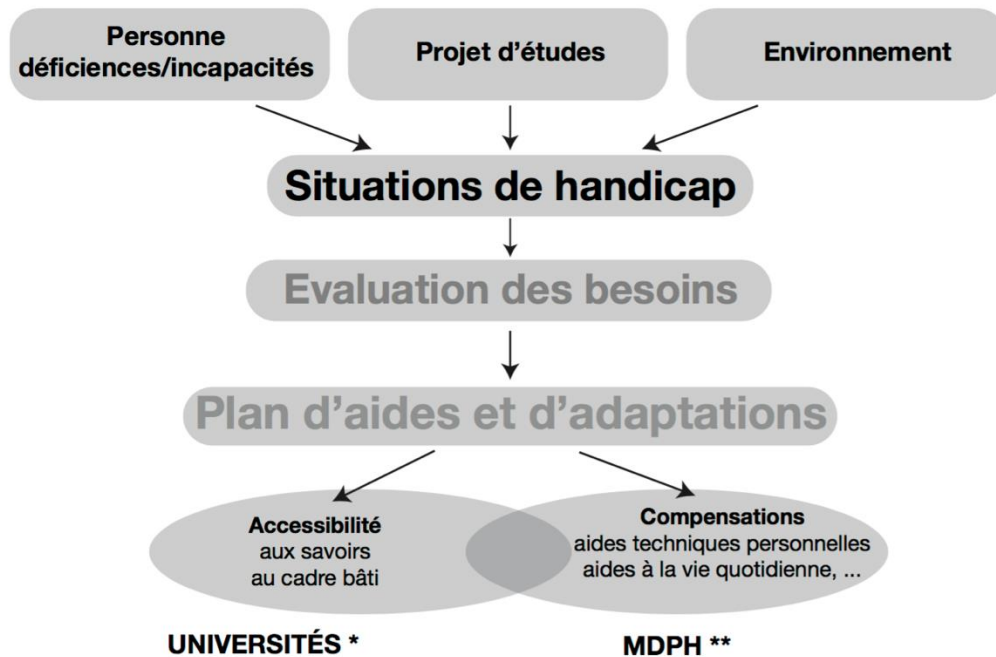
Ceux-ci sont divers et vont de l'accompagnement personnalisé en analysant les besoins de l'étudiant à la mise en place de coordinations avec d'autres services (stages, sports, TICE, culture, enseignements...) [2]

Ils mettent en perspective le passage à l'âge adulte de l'étudiant, en l'accompagnant progressivement vers une autonomie au sein de l'établissement, et pour sa vie future.

Les personnes qui se mobiliseront pour chaque étudiant forment l'équipe plurielle. Cette équipe comprend des organismes tels que : [3]

- le CROUS (Centre Régional des Œuvres Universitaires et Scolaires),
- le SUAPS (Service Universitaire des Activités Physiques et Sportives),
- le SCUIO (Service Commun Universitaire d'Information et d'Orientation),
- le SUMPPS (Service Universitaire de Médecine Préventive et de Promotion de la Santé).

Voici une figure du travail de l'équipe plurielle pour un étudiant en situation de handicap :



Cette évaluation des besoins doit s'effectuer dès le lycée et prendre en compte les projets d'études de chaque étudiant handicapé.

2. Témoignages et besoins

Au cours des différentes rencontres que nous avons eu avec des non ou mal voyants, nous avons pu tirer quelques-unes de leurs remarques sur des difficultés qu'ils ont pu rencontrer ou des réflexions qu'ils ont pu avoir.

Malgré les textes de loi, l'accessibilité des non et mal voyants à des supports adaptés est difficile. Les professeurs concernés n'ont en général pas le temps d'adapter leur support, où alors, ils n'ont tout simplement pas envie de modifier leur cours, jugeant que c'est à la personne concernée de s'adapter et de se trouver elle-même des solutions.

Adapter les mathématiques pour des non ou mal voyants, permet, à l'oral comme à l'écrit, de revenir sur le sens "basique" des choses. Par exemple, un élève sans handicap visuel aura tendance à séparer intégrale et sommation car le signe "sigma" d'une somme et le signe d'intégration sont différents. Dès que les intégrales sont abordées, les élèves ont tendance à avoir beaucoup de difficultés à appréhender cette notion. Pourtant, si l'on revient sur le sens même d'une intégrale, c'est une sommation. Cette difficulté est donc moins présente chez les non ou mal voyants puisqu'ils s'attachent plus au sens de ce qu'ils manipulent (leur esprit n'est pas "parasité" par des éléments visuels). Il est d'ailleurs intéressant qu'en braille mathématique, le signe "somme" est similaire au signe "intégrale" !

Comme dit précédemment, le braille mathématique est totalement différent du braille "normal". C'est donc une toute nouvelle langue à apprendre, et les non ou mal voyants ne le trouvent généralement pas pratique pour apprendre et utiliser les mathématiques.

3. Questionnaires enseignants

Nous avons rédigé en parallèle de nos recherches et entretiens un questionnaire destiné aux enseignants de matières scientifiques, peu importe leur niveau d'enseignements, disponible en annexe. Le but de ce document est avant tout d'identifier les pratiques de présentation de documents les plus répandues (s'ils distribuent des photocopies, des documents au format PDF, ou bien des photocopies d'un document manuscrit...) mais aussi d'estimer leur niveau de sensibilisation (s'ils ont déjà adapté un cours pour un élève en situation de handicap visuel, ou s'ils seraient prêts à suivre une formation pour pouvoir le faire, etc.)

Ce questionnaire est aussi un moyen de sensibiliser les professeurs et enseignants aux difficultés rencontrées par les déficients visuels.

A l'heure actuelle, nous n'avons pas encore reçu suffisamment de réponses à ce questionnaire pour pouvoir les analyser. Un compte rendu sera établi en deuxième phase du projet, au moment d'élaborer une méthode à tester.

Conclusion

Plusieurs solutions existent pour compenser la vision défaillante des personnes non ou mal voyantes. La plupart de ces solutions sont basées sur les sens encore disponibles, tels que le toucher, l'ouïe, ou encore la vision résiduelle. Des outils ont ainsi été développés en ce sens : c'est le cas par exemple du Braille, du Braille Mathématique ou du lecteur d'écran Jaws. Des approches intégrées mêlent les différentes solutions afin de parvenir à un résultat plus probant. Grâce à ces différentes approches, il est possible d'apporter des pistes de solutions pour la lecture des mathématiques : certains projets l'ont démontré, tels que les projets MAVIS ou MATHS.

Malgré cela, les mathématiques restent une discipline difficilement accessible aux personnes aveugles, et leurs besoins sont pour le moment insatisfaits. Tout d'abord, aucun outil ne permet à ce jour de rendre facilement lisibles les formules mathématiques complexes. Le braille mathématique, ou le lecteur d'écran Jaws, ne permettent pas d'appréhender pleinement de telles formules. De plus, les enseignants ne se sentent pas tous concernés par l'accessibilité de leurs cours, ce qui aggrave d'autant plus le problème.

Pourtant, à ce jour, un ensemble de lois existent afin de garantir un enseignement accessible pour les personnes en situation de handicap. Ces lois prévoient la mise en place de cellules d'aide, et des subventions pour aider les gens concernés à acheter le matériel dont ils ont besoin. La loi reste insuffisante quant à l'accessibilité du contenu des cours, et de nombreux professeurs s'opposent à modifier leurs cours.

En nous basant sur les recherches effectuées au cours de cet état de l'art, nous allons par la suite élaborer une solution permettant une bonne transcription des mathématiques pour les personnes en situation de handicap visuel. Nous avons désormais plusieurs pistes de solutions, dont par exemple une méthode de description « en toutes lettres » des formules. L'objectif serait alors de mettre au point une méthodologie de description des formules afin qu'elles puissent être lues par les lecteurs d'écran de façon claire et sans ambiguïté. Bien sûr, ceci n'est pour l'instant qu'une piste de solution et fera l'objet d'une analyse plus profonde par la suite.

Bibliographie

Sébastien Begue ainsi que l'association GIAA nous ont été d'une grande aide pour la rédaction de cet Etat de l'Art. Les liens suivants nous ont permis de réaliser nos recherches personnelles.

1) Les outils existants pour l'accessibilité :

- [1] <http://acces.ens-lyon.fr/acces/ressources/neurosciences/inter-modalite-sensorielle/teraux/visuotactile>
- [2] <https://informations.handicap.fr/art-infos-handicap-archives-703-2732.php>
- [3] <http://www.accessibilite-numerique.wikibis.com/braille.php>
- [4] <http://www.independent.co.uk/news/obituaries/abraham-nemeth-inventor-of-a-braille-system-for-science-and-mathematics-8872486.html>
- [5] <http://www.inja.fr/AgendaCulturel/ViewDocument.ashx?INSTANCE=EXPLOITATION&ID=71&ext=.jpg>
- [6] <http://www.americanthermoform.com/product-category/tactile-graphics-machine>
- [7] <http://natbraille.free.fr/>
- [8] <https://viewplus.com/product/tiger-software-suite/>
- [9] <http://www.malvoyance.com>
- [10] <http://www.snv.jussieu.fr/inova/villette2002/act5.htm>
- [11] http://www.catea.gatech.edu/scitrain/kb/FullText_Articles/Access2MathByBlindStudents.pdf

2) Accessibilité et enseignement : analyse de la situation actuelle

- [1] http://www.droitausavoir.asso.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=11&Itemid=16
- [2] <http://www.cpu.fr/wp-content/uploads/2013/11/Guide-handicap-web2.pdf>
- [3] http://www.handiplace.org/media/pdf/guide_accueil_universite.pdf

Annexe : Questionnaire à l'attention des professeurs

Projet Vision Maths - Questionnaire

*Obligatoire



Présentation

Nous sommes un groupe d'étudiants de première année à l'Ecole Nationale Supérieure de Cognitique (ENSC) de Bordeaux. Nous réalisons, dans le cadre de nos enseignements, un projet se déroulant sur toute l'année.

L'objectif de ce questionnaire est de décrire les pratiques des enseignants à propos des formules mathématiques au sein des supports de cours numériques.

Vos réponses nous permettront d'élaborer une solution visant à améliorer l'accessibilité aux documents numériques scientifiques pour les personnes non ou mal voyantes.

Ce questionnaire ne devrait pas durer plus de 10 min et est adressé aux enseignants.

Questions

Quelle est votre tranche d'âge ? *

- ☐ 20-25
- ☐ 25-30
- ☐ 30-40
- ☐ 40-50
- ☐ 50 et plus

Quel est votre sexe ? *

- ☐ Masculin
- ☐ Féminin

De quelle région venez-vous ? *

Sélectionner ▼

Dans quel type d'établissement enseignez vous ? *

- ☐ Collège
- ☐ Lycée
- ☐ Université
- ☐ Autre : _____

Avez vous déjà été sensibilisé(e) aux problèmes que peuvent rencontrer des non ou mal voyants dans leur scolarité ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non

Avez vous déjà été sensibilisé(e) aux pratiques à mettre en place pour répondre à ces difficultés ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non

Quelles sont les matières que vous enseignez ? *

- ☐ Mathématiques
- ☐ Physique
- ☐ Chimie
- ☐ Economie
- ☐ Informatique
- ☐ Autre : _____

A quelle fréquence estimez vous l'utilisation de formules mathématiques complexes dans votre cours ? *

- ☐ Tout le temps
- ☐ De temps en temps
- ☐ Rarement
- ☐ Jamais

Sous quels formats produisez vous vos supports de cours ? *

- ☐ PDF
- ☐ Word
- ☐ Power-Point
- ☐ Vous les écrivez à la main
- ☐ Autre : _____

De manière générale, comment transmettez vous vos supports de cours aux étudiants ? *

- ☐ Par e-mail
- ☐ Par un environnement numérique de travail (drive, moodle, autre ...)
- ☐ Par un polycopié
- ☐ Je ne leur donne pas de support
- ☐ Autre : _____

De manière générale, comment intégrez vous les formules mathématiques à vos supports de cours ? *

- ☐ Formules LaTeX
- ☐ Images
- ☐ Format texte
- ☐ Editeur d'équation (type Word)
- ☐ Autre : _____

Si un étudiant non ou mal voyant assistait à votre cours, comment géreriez vous la situation ? *

- ☐ Je modifie mon discours à l'oral et j'adapte mon support
- ☐ Je modifie uniquement mon discours à l'oral
- ☐ Je modifie uniquement mon support de cours
- ☐ Je ne fais rien de particulier
- ☐ Autre : _____

Pouvez vous nous dire pourquoi ?

Votre réponse

Si une méthode et des outils étaient mis à votre disposition, quels autres obstacles verriez-vous à la mise en accessibilité de vos cours ? *

- ☐ Je n'aurai pas le temps de le faire
- ☐ Je ne saurais pas comment utiliser cette méthode ou ces outils
- ☐ Je ne ressentirai pas le besoin de le faire
- ☐ Autre : _____

Seriez-vous prêt(e) à suivre un module de formation pour comprendre les difficultés des non ou mal voyants et apprendre à utiliser ces outils ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Autre : _____

Une des solutions envisagées serait que l'enseignant décrive de façon littérale les formules mathématiques.

Seriez-vous prêt(e) à relire votre cours dans un dictaphone ou autre enregistreur vocal ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Autre : _____

Seriez vous prêt(e) à écrire en toutes lettres vos formules mathématiques ? *

- ☐ Oui
- ☐ Non
- ☐ Autre : _____

Seriez vous prêt(e) à partager ces documents - sous certaines conditions ? *

- ☐ Oui, à l'ensemble des élèves
- ☐ Uniquement aux élèves aux besoins particuliers
- ☐ Non
- ☐ Autre : _____

Pouvez vous nous détailler ces conditions ou la cause de votre réticence ?

Votre réponse _____

Dans le cadre plus général, si vous y consentez, à quelle fréquence seriez vous prêt(e) à modifier vos cours ? *

- ☐ Systématiquement
- ☐ Uniquement si je sais que je vais avoir un tel étudiant dans une de mes classes
- ☐ Uniquement si un tel étudiant me faisait la demande
- ☐ Je n'y consens pas
- ☐ Autre : _____

Merci pour votre temps et pour vos réponses ! N'hésitez pas à partager ce document à d'autres enseignants, vos réponses nous sont utiles.

Un grand nombre de personnes en situation de handicap visuel n'accèdent pas à des études supérieures scientifiques à cause du manque d'adaptation des supports de cours. S'adapter à leurs besoins est l'objet de notre projet.