

L'informatique au service des personnes aveugles : BRAMANET, un logiciel de traduction des textes mathématiques en langue braille

Gérard Kuntz & Régis Goiffon

L'essentiel des textes mathématiques n'est pas accessible aux personnes aveugles. À l'heure actuelle, un étudiant qui souhaite travailler sur un ouvrage de mathématique n'a pas d'autre ressource que de faire appel à un lecteur « en chair et en os » ! Il n'existe pratiquement pas de livre de mathématique électronique. Les rares ouvrages doublés d'une version sur CD-Rom ne sont pas, eux non plus, accessibles aux personnes aveugles même dotées du matériel adéquat. Il y manque en effet une étape essentielle, *la traduction du texte et des symboles en langue braille*, et leur transposition sur des plages⁽¹⁾, des terminaux⁽²⁾ ou des « embosseuses » (imprimantes braille) où les doigts de l'étudiant en prennent connaissance ! Pour des textes scientifiques, la synthèse vocale est inopérante.

Des obstacles techniques et conceptuels

Les nouvelles technologies peuvent apporter sans surcoût sensible des solutions à ce problème, pourvu que soit menée, dès la conception des produits informatiques, une réflexion approfondie sur la représentation des objets et sur la compatibilité des logiciels dans la durée. Certains logiciels de traduction proposés dans un passé récent sont devenus très rapidement obsolètes, car trop liés aux systèmes d'exploitation de l'époque et à certains logiciels (Word 5 par exemple).

Le problème, rencontré lors de la transcription en braille de textes mathématiques, n'est qu'un cas particulier des difficultés liées à la transmission des documents produits par les professeurs de mathématiques. Nous l'avons tous expérimenté, ces documents sont souvent difficiles à « exporter », difficiles à utiliser sur d'autres machines ou avec d'autres logiciels, parfois même avec une version différente du logiciel qui a servi à leur élaboration ! En effet, il existe toujours plusieurs manières de produire un document électronique et d'obtenir un « effet souhaité » à l'écran ou à l'impression. Mais lorsque le fichier est envoyé à un collègue, à une revue, ou simplement consulté sur un autre ordinateur, il arrive que tout ou partie du document

(1) Plage braille : c'est un dispositif passif qui permet de lire en braille ce qui est écrit sur l'écran.

(2) Terminal braille : dispositif actif permettant de lire en braille ce qui est écrit sur l'écran et aussi d'écrire des fichiers lisibles par un voyant sur l'écran (c'est ce que les aveugles désignent par « texte noir »).

soit « illisible » pour des correspondants... Les fichiers envoyés au Bulletin Vert de l'APMEP sont tous l'objet d'une ressaisie... Pourquoi ? Les logiciels récents sont wysiwyg (« what you see is what you get », « tel écran, tel écrit »). Mais ce que vous voyez sur votre écran est seulement visible sur *vo*tre écran et pas nécessairement sur celui d'un correspondant dont l'environnement informatique diffère du vôtre !

C'est le grand problème que les informaticiens vont devoir affronter et résoudre s'ils veulent assurer la pérennité des bases de données à l'échelle de la planète, si coûteuses à établir et à maintenir, et qui constituent la mémoire de l'humanité. L'accès de tous aux bibliothèques virtuelles et la possibilité d'échanger des *fichiers lisibles* par Internet sont un autre enjeu majeur de cette recherche. L'accès sans intermédiaire humain, des personnes aveugles (0,4 % de la population) aux informations scientifiques, n'est qu'un cas particulier de ce vaste problème dont les mondes informatique et économique se préoccupent sérieusement.

Vers une solution durable

Au début des années 90, le développement du Web a commencé à ouvrir des perspectives intéressantes pour la publication scientifique. Cependant le langage HTML⁽³⁾ développé avec les premiers navigateurs Web ne permet pas le traitement de textes mathématiques : un symbole ou une formule sont représentés par une *image* (fichiers .gif ou .jpeg). Cette facilité satisfait pleinement les voyants qui en ont une perception globale. Elle est inappropriée pour les aveugles dont la langue exige une approche linéaire. En effet, une formule ne se déroule pas, comme un texte littéraire, de façon « linéaire », par suite de la présence d'une écriture particulière avec des symboles, des indices, des exposants... Pour être lue en braille, la formule doit être au préalable « mise en ligne », c'est à dire transformée *en chaîne de caractères*, ce qui implique une grammaire et une syntaxe particulière pour indiquer *le début et la fin de validité d'un symbole ou d'une expression*.

Une approche plus définitive et sans doute pérenne du problème se dessine. *Elle passe, comme toujours, par une élaboration conceptuelle de haut niveau*. Un groupe de travail du World Wide Web Consortium, le W3C, a développé depuis 1996, XML, *un métalangage de description de langages*⁽⁴⁾. Pour les mathématiques, MathML en dérive. Son développement, qui fut rapide, semble déjà bien assuré.

On peut alors dessiner les étapes de la création de textes mathématiques lisibles en braille malgré les inévitables changements techniques de l'environnement informatique. C'est la solution adoptée *par la mission Handicap de l'Université Claude Bernard-Lyon 1* pour réaliser BRAMANET, un logiciel de transcription automatique des Mathématiques en Braille. Nous allons la préciser.

(3) Hyper Text Markup Language.

(4) Voir l'article de Jon Bosak et Tim Bray « Le langage XML » publié dans « Pour la science » (n° 261 juillet 99). Il donne un aperçu des nouveaux langages en cours de développement.

BRAMANET, un « traducteur » de mathématiques en braille

En France, Word est le traitement de texte le plus employé dans le milieu de l'enseignement. C'est donc à partir de ce logiciel que BRAMANET a été conçu.

Le texte mathématique écrit à l'aide de MathType (dont l'éditeur d'équation de Word n'est qu'une version allégée) est exporté automatiquement vers MathML. C'est ce texte en MathML que BRAMANET traduit en braille. Il transcrit les formules codées en MathML en *une chaîne de caractères* correspondant à l'expression mathématique en braille français. Les symboles et expressions actuellement implémentées vont jusqu'au niveau lycée et au début de l'université. La possibilité d'éditer la table braille des symboles mathématiques en fait un outil adaptable à la plupart des appareils braille (plages ou « embosseuses »).

De plus, le fichier créé par la traduction est *un fichier-texte* standard qui peut être ensuite envoyé dans d'autres logiciels de traitement de braille comme Duxbury ou Braillestar. Ces logiciels rendent possible la transcription automatique selon les règles de l'Abrégé Orthographique Étendu (AOE). Elles permettent d'abrégier certains mots ou terminaisons de mots, syllabes, etc., afin de réduire l'encombrement du texte en braille. Outre le confort d'utilisation, on peut ainsi gagner jusqu'à 30 % de place.

Financé par le Ministère de l'Éducation Nationale, BRAMANET est un logiciel gratuit téléchargeable sur le site <http://handy.univ-lyon1.fr/projets/bramanet>

Par sa conception même, MathML n'est pas sensible aux éventuelles modifications techniques que pourra subir MathType. Les seules adaptations prévisibles de BRAMANET concernent les éventuelles évolutions du braille mathématique français. Elles seront légères, donc simples à réaliser.

Braille et les mathématiques

Louis Braille, qui était aveugle, a inventé son système en 1825 à l'âge de 16 ans (la version définitive date de 1837). Chaque caractère est représenté par un ensemble de points en relief. Pour qu'un caractère soit immédiatement perçu sous la pulpe du doigt, il ne doit pas comporter plus de six points : trois en hauteur, deux en largeur. Les soixante-quatre combinaisons possibles permettent d'écrire, non seulement tous les caractères de l'alphabet, mais aussi les notations mathématiques⁽⁵⁾ et musicales. Seul un aveugle pouvait développer un système aussi satisfaisant !

Un avantage important de ce codage développé pour des textes littéraires est qu'il est pratiquement universel (quel que soit l'alphabet utilisé). Par exemple, en chinois, chaque idéogramme a sa correspondance en écriture latine (système Pinyin) ce qui permet son interprétation en braille immédiatement.

Le système de Louis Braille a été adopté dans de nombreux pays en moins de 10 ans. C'est un élément capital pour permettre aux personnes aveugles de communiquer, en

(5) Seules avaient été prévues par Louis Braille l'écriture des chiffres et les quatre opérations. En 1922, deux mathématiciens, Antoine et Bourguignon, qui avaient perdu la vue au cours de la Grande Guerre, ont mis au point le premier système complet de notations mathématiques en braille. C'est ce système revu et amélioré sans cesse qui continue à être utilisé en France dans l'enseignement.

particulier dans le monde du travail. Mais les codages ne sont pas obligatoirement homogènes d'un pays à l'autre. Le braille mathématique allemand n'est pas le même que le braille mathématique français ou américain. À l'intérieur même du monde francophone, des différences subsistent, mais plus pour longtemps. Un accord de coopération sur l'uniformisation du braille français a été signé en juin 2001 à Casablanca par des représentants de l'Afrique, de la Belgique, de la France, du Québec et de la Suisse. Un premier groupe d'experts s'est réuni à Montréal du 7 au 11 octobre 2002, où il est parvenu à élaborer un tableau des 63 caractères du système braille, ainsi qu'une liste d'une trentaine d'autres symboles (voir : l'unification internationale du braille français sur le site de l'association Valentin Haüy, http://www.avh.asso.fr/_unification.php). Les travaux vont se poursuivre pour étudier la formation des symboles composés et les règles d'utilisation. Par la suite le code braille informatique et l'abrégé seront étudiés.

Des enjeux humains et sociaux essentiels

BRAMANET est bien autre chose qu'une simple « moulinette informatique ». C'est, dans l'esprit de ses créateurs, un outil de lutte contre l'exclusion des personnes aveugles. Grâce à lui, elles peuvent entreprendre des études scientifiques dans de bonnes conditions. L'essentiel reste à faire dans ce domaine : le pourcentage d'aveugles qui poursuivent actuellement des études scientifiques en général, mathématiques en particulier, est dérisoire alors que les perspectives d'insertion professionnelle dans ce domaine sont tout à fait réelles.

L'ordinateur couplé avec un terminal braille autorise dès maintenant la communication sans intermédiaire entre le voyant et l'aveugle pour les textes littéraires ou pour toutes les écritures « en ligne ».

Grâce à BRAMANET, il permet à la personne aveugle d'accéder dans les mêmes conditions aux textes mathématiques.

Mais, à l'inverse, le passage du braille mathématique aux mathématiques lisibles par un voyant reste un problème mal résolu : différents fabricants de terminaux brailles proposent des solutions logicielles (« braillemax » de Handialog par exemple). Mais les résultats deviennent aléatoires dès qu'il s'agit d'une formule complexe. Ces solutions, qui ont le mérite d'exister, imposent des contraintes trop fortes pour un travail quotidien. Il reste du pain sur la planche !

Une partie du chemin est faite pour permettre l'insertion scolaire et professionnelle des personnes aveugles et pour leur ouvrir les portes du monde scientifique. BRAMANET y contribue pour une part non négligeable.

Éléments bibliographiques.

Le projet « Bramanet » a des pages spécifiques sur le site de la mission Handicap (<http://handy.univ-lyon1.fr/projets/bramanet/>) concernant son téléchargement, son implantation, les mises à jour, des liens utiles.

Le site de la mission donne également des informations sur l'accessibilité du web, les normes de la WAI (<http://handy.univ-lyon1.fr/access/index.html>), des liens et le rapport de synthèse sur l'accessibilité des documents scientifiques aux non voyants.

(<http://handy.univ-lyon1.fr/projets/regional/rapport.html>).

Voir aussi :

- L'atelier SA2 des Journées Nationales de Rennes : « Adaptation des figures en cours de mathématiques pour les élèves déficients visuels » par Françoise Magna.
- L'article de Jon Bosak et Tim Bray « Le langage XML » publié dans « Pour la science » (n° 261 juillet 99) qui donne un aperçu des nouveaux langages en cours de développement.

Autre projet de la mission Handicap (<http://handy.univ-lyon1.fr/projets/index.html>) :

Euphonie : Réalisé aussi par la Mission Handicap, ce logiciel d'apprentissage du clavier, entièrement sonorisé, a été conçu par Béatrice Souquet, formatrice au centre « Peyrelongue ». Il est actuellement disponible gratuitement sur simple demande.

Sites Internet :

Le site de l'Association Valentin Haüy, l'AVH (<http://www.avh.asso.fr/>)

Le site de l'Institut National des Jeunes Aveugles, l'INJA (<http://www.inja.fr>)

Le site de l'Oeuvre Nationale des Aveugles, l'ONA (<http://www.ona.be/>)

Le site de l'Association des Professeurs de Mathématique de l'Enseignement Public, l'APMEP (<http://www.apmep.asso.fr/>)

Signalons aussi que le site de la circonscription AIS de Charente-Maritime (Inspection départementale de l'Adaptation et Intégration Scolaires, <http://ienlrais.free.fr/handinfo.htm>) met en ligne une série de solutions logicielles gratuites ou libres et des exemples de stratégies d'utilisation d'applications permettant d'offrir aux handicapés une autonomie importante sinon complète. Il devient possible de proposer une activité scolaire en version électronique pour des élèves handicapés. Handicaps moteurs, visuels, auditifs, déficiences cognitives ou linguistiques font l'objet de propositions de solutions concrètes.