

GeoAccess

Revue de littérature sur les outils facilitant la création de supports pédagogiques accessibles aux personnes présentant une déficience visuelle

Cette revue de littérature a été réalisée dans le cadre du projet de recherche appliquée « Geoaccess : Les nouvelles technologies pour l'accessibilité des données géographiques » mis en œuvre par l'IRIT.
La réalisation de ce travail a été confiée à Christophe Jouffrais.





L'Institut de recherche en informatique de Toulouse (IRIT)/Institut des jeunes aveugles (LACII) est un laboratoire ayant pour objectif de mettre en contact les formateurs spécialisés, les personnes déficientes visuelles et les chercheurs afin de dégager des priorités de recherche fondamentale et appliquée. L'accessibilité des données et des nouvelles technologies est une des priorités du LACII.



L'association pour le Bien des Aveugles et malvoyants (ABA) de Genève est une association privée à but non lucratif qui a pour vocation d'améliorer la qualité de vie, l'intégration et l'autonomie des personnes en situation de handicap visuel. L'association conseille les personnes concernées, leurs proches et mène une action de sensibilisation auprès du grand public. Elle est aussi active à travers le réseau médico-social et politique genevois et veille à promouvoir les intérêts des personnes aveugles et malvoyantes.



Le Centre d'éducation spécialisée pour déficients visuels « Institut des Jeunes Aveugles » (CESDV-I.J.A.) est un établissement médico-social qui accueille des déficients visuels de tous âges (aveugles et mal voyants). Il est géré par une fondation privée reconnue d'utilité publique. Le CESDV accompagne les personnes qu'il accueille vers une indépendance maximale, en fonction des capacités et des envies des individus, sur le plan de la vie quotidienne, de l'inscription dans la vie citoyenne, de l'intégration dans la vie scolaire ou dans l'emploi.

La mission de la Fondation Internationale de la Recherche Appliquée sur le Handicap (FIRAH, <http://www.firah.org/>) s'articule autour de 2 axes qui se complètent et s'assemblent :

- 1/ La sélection et le financement de projets de recherche appliquée sur le handicap via ses appels à projets annuels,
- 2/ La coordination du Centre ressources Recherche Appliquée et Handicap. Le Centre Ressources est un espace collaboratif de partage de connaissances concernant la recherche appliquée sur le handicap. Il souhaite mettre la recherche sur le handicap au service des acteurs de terrain¹ en prenant en compte leurs besoins et attentes en facilitant le montage de projets de recherche appliquée, diffusant et valorisant leurs résultats.

¹ **Acteurs de terrain**

Les personnes handicapées, leurs familles et les organisations qui les représentent. Les organisations de défense des personnes. Les prestataires de services et autres organisations travaillant dans le domaine du handicap. Services et autres organisations intervenant en milieu ordinaire et devant prendre en compte dans leurs activités les personnes handicapées comme les enseignants, architectes, entreprises, industries, etc. Les décideurs politiques aux niveaux local, national et international.

Le présent document a été réalisé dans le cadre de la recherche appliquée « Geoaccess : Les nouvelles technologies pour l'accessibilité des données géographiques » menée par l'Institut de recherche en Informatique de Toulouse (IRIT)/Institut des jeunes aveugles (LACII), en partenariat avec l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (équipe ELIPSE), le laboratoire du développement sensori-moteur, affectif et social (SMAS), l'INRIA-POTIOC, l'association pour le Bien des Aveugles et malvoyants (ABA), le Centre d'Education Spécialisée pour les Déficients Visuels (CESDV)-Institut des Jeunes Aveugles de Toulouse (IJA). La réalisation de ce travail a été confiée à : Christophe Jouffrais.

L'objectif de cette revue de littérature est de rendre compte des connaissances actuelles en recherche appliquée sur la question des outils facilitant la création de supports pédagogiques accessibles aux personnes présentant une déficience visuelle. Elle a abouti à la sélection de recherches pertinentes au regard de la thématique, chacune classées au moyen d'un ensemble de critères prédéterminés. Parmi ces recherches, 15 ont été sélectionnées comme particulièrement pertinentes et intéressantes au regard de leur capacité à être applicables, particulièrement pour les personnes handicapées et les organisations qui les représentent.

La sélection des recherches a été réalisée en fonction des points suivants, qui précisent ce que la FIRAH entend par les termes de recherche appliquée sur le handicap :

- C'est d'abord un travail de recherche proprement dit, obéissant à ses règles de méthode et de rigueur, permettant la mise en œuvre d'une démarche scientifique, et impliquant des équipes d'un ou plusieurs chercheurs ou enseignants-chercheurs dont la recherche est l'une des missions statutaires.
- La recherche appliquée est différente de la recherche fondamentale. Son objectif est d'accroître la participation sociale et l'autonomie des personnes handicapées. Elle ne vise pas seulement la production de savoirs théoriques, mais également la résolution de problèmes pratiques en lien avec les besoins et les préoccupations des personnes handicapées et de leurs familles. La collaboration entre les personnes handicapées et leurs familles, les professionnels et les chercheurs est donc une donnée fondamentale dans la réalisation de ce type de recherche.
- En ce sens, ce type de recherche est destiné à produire des résultats directement applicables. En plus des publications classiques (articles, rapports de recherches), les recherches appliquées sont destinées à produire d'autres publications, appelées « supports d'applications », qui peuvent prendre différentes formes : développement de bonnes pratiques, guides méthodologiques, supports de formation, etc., et sont destinées à différents acteurs (personnes handicapées, professionnels, institutions).

Ce travail ne vise pas l'exhaustivité mais l'identification de résultats et de connaissances produits par des travaux de recherche pouvant être utiles aux acteurs de terrain pour améliorer la qualité de vie et la participation sociale des personnes handicapées.

Chaque titre de la bibliographie commentée contient un lien donnant accès à la recherche (en accès libre ou payant), et chacune des fiches de lecture contient un lien renvoyant vers la notice de la base documentaire du Centre Ressources.

Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap | 2017



Ce document peut être diffusé librement en indiquant sa source, et en mentionnant l'auteur et les organisations impliquées. L'utilisation commerciale et les modifications ne sont pas autorisées.

Sommaire

Edito	7
Synthèse	8
Témoignage	12
Fiches de lecture	15
Fiche 1. Toward 3D-Printed Movable Tactile Pictures for Children with visual impairments	16
Fiche 2. 3D printed tactile picture books for children with visual impairments	18
Fiche 3. Tactile Aids for Visually Impaired Graphical Design Education.....	19
Fiche 4. ABC and 3D: opportunities and obstacles to 3D printing in special education environments	20
Fiche 5. Empowering Individuals with Do-It-Yourself Assistive Technology	21
Fiche 6. Makey Makey: Improvising Tangible and Nature-Based User Interfaces.....	23
Fiche 7. Sharing is Caring: Assistive Technology Designs on Thingiverse.....	24
Fiche 8. Using LEGO to Model 3D Tactile Picture Books by Sighted Children for Blind Children.....	25
Fiche 9. Like this, but better: Supporting Novices' Design and Fabrication of 3D Models Using Existing Objects.....	26
Fiche 10. littleBits go LARGE: Making Electronics More Accessible to People with Learning Disabilities	27
Fiche 11. Touch the map: designing interactive maps for visually impaired people	28
Fiche 12. Tactile picture recognition by early blind children: the effect of illustration technique	29
Fiche 13. MapSense: Design and Field Study of Interactive Maps for Children Living with Visual Impairments	30
Fiche 14. Does knowledge of spatial configuration in adults with visual impairments improve with tactile exposure to a small-scale model of their urban environment?	31
Fiche 15. Identifying objects by touch: an « expert system »	32
Bibliographie commentée	33

Le projet GeoAccess est réalisé dans le laboratoire commun entre l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT) et l'Institut des Jeunes Aveugles de Toulouse (IJA), nommé « Cherchons Pour Voir² » (CPV). Ce laboratoire a pour objectif de mettre en contact les professionnels de la déficience visuelle, les personnes déficientes visuelles et les chercheurs afin de dégager des priorités de recherche fondamentale et appliquée. CPV met à disposition du projet une plateforme d'expérimentation permettant de tester des prototypes de dispositifs adaptés à la déficience visuelle. Dans ce cadre, les utilisateurs sont directement impliqués dans la conception et l'évaluation des prototypes selon les principes des méthodes de « conception centrée utilisateur » (Norman & Draper, 1986) et de « design collaboratif » (Frauenberger, Good, & Keay-Bright, 2011).

Ainsi, le premier objectif du projet est d'effectuer une analyse de l'activité et des besoins des professionnels de la déficience visuelle et de leurs élèves lors de leurs cours et activités au sein de l'IJA dans le but d'améliorer leurs supports pédagogiques. En effet, rendre ces supports accessibles de manière innovante est une des priorités de CPV. C'est pourquoi, comme plusieurs chercheurs (voir par ex, Kim & Yeh, 2015; Stangl, Kim, & Yeh, 2014), nous nous sommes particulièrement intéressés aux méthodes « Do-It-Yourself » qui permettent de réaliser n'importe quel support simplement et rapidement en fonction des besoins. A l'heure actuelle, il existe un réel engouement pour ces méthodes. Cet engouement s'explique par la facilité d'accès et d'application de ces méthodes par tous les professionnels de la déficience visuelle, en permettant de répondre aux besoins les plus spécifiques, notamment ceux de leurs élèves déficients visuels ayant des troubles associés (cognitifs, auditifs, ou moteurs). En effet, le prototypage rapide, à partir d'impressions 3D et de cartes microcontrôleurs bon marché, permet aux professionnels des instituts spécialisés dans la déficience visuelle de créer leurs propres matériels pédagogiques à moindre coût.

Ainsi, la bibliographie commentée ci-après est une base de données dans laquelle les professionnels de la déficience visuelle, tout métier confondu, peuvent s'inspirer ou se servir telle qu'elle pour créer leurs supports pédagogiques mais également peuvent se servir pour appuyer avec des preuves théoriques leur pratique avec leurs élèves déficients visuels et justifier auprès de leur institut l'achat de ce type de technologies.

² <http://cherchonspourvoir.org/>

Synthèse

De nombreux supports pédagogiques utilisés dans les centres éducatifs spécialisés sont adaptés ou spécialement conçus pour les élèves déficients visuels. Cette adaptation, obligatoire, dépend des besoins spécifiques de chaque élève (vision résiduelle, mais aussi troubles associés à la déficience visuelle, qu'ils soient auditifs, moteurs ou cognitifs, etc.), mais également des besoins de chaque professionnel spécialisé (enseignant, éducateur, instructeur de locomotion, psychomotricien, etc.).

Chaque activité peut nécessiter une représentation tactile de différents types de contenus visuels (cartes, schémas, plans, etc.) ou éventuellement une mise à jour d'une représentation tactile précédente (Cf. Figures 1 et 2). Par exemple, les enseignants utilisent des planches de liège ou de bois pour réaliser des graphiques et des tableaux mathématiques. Ils doivent également fréquemment transformer des cartes visuelles en cartes tactiles. Pour cela, ils utilisent un papier spécial qui fait apparaître des reliefs lorsqu'il est chauffé (technique du thermogonflage). D'autres utilisent des maquettes en bois ou des tableaux aimantés afin de travailler sur la représentation d'un quartier. Dans tous ces cas, pour une seule leçon, il peut être nécessaire de créer plusieurs supports différents pour représenter la même information à plusieurs échelles ou avec plusieurs niveaux de détails. Dans d'autres cas, la mise à jour des informations est impossible. Ils n'ont alors d'autre choix que de refaire un support dans sa totalité pour changer une seule information. Par conséquent, il apparaît que la transcription et l'adaptation des supports pédagogiques sont des processus longs et coûteux. Dans certains cas, les supports pédagogiques adaptés n'existent même pas, ou alors sont spécifiques à un seul besoin très précis. De plus, quand les outils sont trop représentatifs d'un handicap particulier, les utilisateurs peuvent ressentir un sentiment de stigmatisation et refuser de les utiliser comme il devrait.



A



B



C

FIG.1 A. Maquette d'un quartier de ville réalisé en bois. La maquette doit être une représentation adaptée de la réalité et contient de nombreux points d'intérêts (bâtiments spécifiques, passages piétons, etc.) B. Formes géométriques représentées en bois. Il faut multiplier les objets pour représenter les mêmes formes pleines ou évidées, de plusieurs tailles. C. « Boîte à outils » et exemples d'objets réalisés en bois utilisés par un formateur.



A



B

FIG. 2 A. Exemple d'une carte en relief thermogonflée représentant les différents continents du monde. Les légendes prennent beaucoup de place et doivent être affichées sur un autre document. B. Utilisation du tableau aimanté pour représenter un quartier lors d'une séance collaborative (élève, enseignant) de formation en locomotion

Le « Do-It-Yourself » (DIY) décrit un ensemble de méthodes et d'outils permettant à chaque personne de concevoir ses propres objets. Depuis peu, le DIY s'appuie beaucoup sur des outils de prototypage rapide comme les imprimantes 3D et les cartes microcontrôleurs à très bas coût. Cette approche, si elle était maîtrisée, pourrait permettre aux professionnels de la déficience visuelle de concevoir des représentations et objets physiques (cartes 2D ou 3D, plans, modèles, etc.) interactifs qui correspondent parfaitement à leur besoins pédagogiques. Elle pourrait aussi permettre d'améliorer (accélérer, mais aussi rendre moins coûteux) les processus d'adaptation du matériel pédagogique.

Plusieurs auteurs (cf. fiches de lecture) ont montré que le prototypage rapide, notamment grâce à l'impression 3D, était une méthode prometteuse pour créer des représentations tactiles pour les enfants déficients visuels (Kim, Stangl, & Yeh, 2014 ; Kim & Yeh, 2015 ; Stangl, Kim, & Yeh, 2014). L'impression 3D peut également être utilisée pour adapter des expositions de musée accessibles aux personnes déficientes visuelles (Salgado, & Salmi, 2006). MacDonald, Dutterer, Abdolrahmani, Kane, et Hurst (2014) ont créé dix aides tactiles pour les élèves déficients visuels à partir d'une découpeuse laser et d'une imprimante 3D. Ils ont observé que ces aides améliorent la compréhension du matériel pédagogique ainsi que la satisfaction des élèves. Buehler, Kane et Hurst (2014) encouragent également cette approche en créant des outils adaptés à des élèves déficients visuels, moteurs et cognitifs. Dans leur étude, ils ont montré que l'impression 3D favorise l'engagement STEM (Science, Technologie, Ingénierie et Mathématiques) des élèves, mais permet également la création du matériel pédagogique accessible par les professionnels. Brulé, Bailly, Brock, Valentin, Denis, & Jouffrais (2016) ont montré que le prototypage rapide peut également compléter le matériel existant et aider à la créativité lors de la conception de ce matériel.

Bien que les logiciels de modélisation 3D, tel que Blender ou Rhino, sont relativement difficiles à utiliser pour des utilisateurs novices, le processus de conception peut être facilité par l'utilisation de modèles déjà réalisés, disponibles sur l'Internet (cf. la base Thingiverse.com par exemple). En effet, Buehler, Branham, Ali, Chang, Hofmann, Hurst, et Kane (2015) ont énuméré un grand nombre de modèles 3D disponibles dans cette base pour imprimer des objets spécifiques pour les personnes en situation de handicap ou pour imprimer des technologies d'assistance. Ils observent notamment que plusieurs modèles ont été créés par les utilisateurs finaux eux-mêmes ou par leurs amis, qui n'ont souvent aucune formation ou expertise dans la création de technologies d'assistance. En effet, de nouveaux logiciels de modélisation 3D tels que Tinkercad ou 3D Slash ont été créés pour un public novice, et s'avèrent très simples d'utilisation (Carrington, Hosmer, Yeh, Hurst, & Kane, 2015). Hurst et Tobias (2011) illustrent plusieurs exemples d'outils qui peuvent être conçus par des « non-ingénieurs ». De façon intéressante, ces auteurs ont montré une augmentation du processus d'adoption de ces outils grâce au meilleur contrôle que les utilisateurs finaux ont sur la conception et le coût. Evidemment, l'impression 3D doit permettre aux enseignants spécialisés de créer ou de modifier leurs propres supports pédagogiques, en répondant de façon très spécifique à chacun de leurs besoins en termes de représentation tactile d'objets, d'espaces ou de concepts.

En sus de l'impression 3D, de nombreuses cartes microcontrôleurs bon marché (environ 50 euros), tels que Makey Makey© (JoyLabz LLC), Touch Board© (Bare Conductive Ltd), Raspberry Pi© (Raspberry Pi foundation), Arduino© (Arduino LLC), ou Lilypad (Arduino LLC) permettent de concevoir des objets interactifs. Par exemple, le « Makey Makey » permet de concevoir des prototypes de manière flexible, en incluant des matériaux organiques et vivants (une fleur ou le corps humain par ex), et sans compétences techniques. Il est compatible avec tous les logiciels et ne nécessite pas de programmation ou d'assemblage de pièces électroniques. Il est ainsi conçu pour un large public, des débutants aux experts (Silver, Rosenbaum, et Shaw, 2012). Différentes

études ont montré qu'il était possible d'utiliser cet outil lors d'activités avec des personnes retraitées (Rogers, Paay, Brereton, Vaisutis, Marsden, & Vetere, 2014) ou avec des enfants handicapés (Leduc-Mills, Dec, & Schimmel, 2013), et ont mis en évidence les bénéfices apportés par celui-ci. Les autres types de cartes, tels que la "Touch Board", "Arduino", ou "Raspberry Pi", exigent davantage de compétences. Cependant, elles possèdent un processeur, une batterie, et de nombreux connecteurs d'entrée-sortie, qui permettent de concevoir des applications mobiles (Hamidi, Baljko, Kunic, & Feraday, 2014). Il existe également des kits de petits composants électroniques qui s'emboîtent avec des aimants, les « littlebits ». Hollinworth, Hwang, Allen, Kwiatowska, & Minnion (2014) ont montré que cette technologie permettait d'intéresser les enfants ayant des troubles cognitifs à la technologie et de concevoir leur propre matériel pour rendre interactif un objet dans le cadre notamment d'expositions dans un musée.

Ainsi, les « créateurs » peuvent choisir la carte la plus appropriée en fonction de leurs compétences et objectifs. Le tableau ci-dessous résume les avantages de chacune des cartes citées, actuellement sur le marché :

	Makey Makey	Touch Board	Raspberry Pi	Arduino	Lilypad
Prise en main rapide	Oui	Oui	Non	Non	Non
Compatible avec tous les logiciels	Oui	Non	Oui	Non	Non
Utilisation permise de matériaux organiques	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Programmation non requise	Oui	Oui	Non	Non	Non
Soudure non requise	Oui	Oui	Non	Oui	Oui

Ces cartes peuvent ainsi permettre de rajouter de l'interactivité sur les supports pédagogiques des enseignants spécialisés. Or, Brock (2013) a mis en évidence les bénéfices de l'interactivité pour des cartes tactiles. En effet, les personnes déficientes visuelles étaient plus efficaces et satisfaites avec une carte tactile interactive qu'une carte thermogonflée traditionnelle. Plus précisément, les performances des déficients visuels en termes de représentations spatiales étaient meilleures avec la carte interactive qu'avec la carte thermogonflée. Picard et Pry (2009) ont, quant eux, montré que la représentation d'une carte en 3D offrait de meilleures performances en termes de représentations spatiales. Les travaux de Klatzky, Lederman, et Metzger (1985) vont également dans ce sens. En effet, ces auteurs ont montré que l'identification d'objets 3D était plus efficace et plus rapide que des objets en 2D. Ainsi, nous pouvons supposer que l'utilisation d'une carte 3D interactive offre également une meilleure représentation spatiale d'un lieu pour un public déficient visuel.

En sus de l'interactivité et de la 3D, des textures pourraient être ajoutées à la carte. Theurel, Claudet, Hatwell, et Gentaz (2013) ont montré que les images texturées étaient mieux reconnues par les enfants déficients visuels que les images thermoformées ou thermogonflées. Ceci dit, il s'agissait de textures faites à la main. Il serait alors judicieux de vérifier si le bénéfice apportée par la texture existe toujours, voire est encore plus important, avec des textures réalisées de manière industrielle, c'est-à-dire avec l'impression 3D.

Notre objectif est alors multiple. Premièrement, il consiste à vérifier que les outils récents du « Do-It-Yourself » à partir du prototypage rapide (impression 3D et cartes microcontrôleurs) correspondaient bien aux besoins des professionnels de la déficience visuelle. Deuxièmement, il consiste à mettre à l'épreuve l'hypothèse selon laquelle un support pédagogique créé à partir du prototypage rapide (3D et interactivité) offre de meilleures performances chez les enfants déficients visuels, notamment en termes de représentations spatiales. Troisièmement, il consiste à tester si les textures réalisées à partir d'une imprimante 3D offre de meilleures performances par rapport aux textures réalisées à la maison ou au thermogonflage chez les enfants déficients visuels. Quatrièmement, il consiste à vérifier d'une bonne utilisabilité d'un tel prototype auprès des enfants déficients visuels ainsi qu'auprès des professionnels de la déficience visuelle.

Témoignage

Ce témoignage de Nathalie Bédouin, transcriptrice à l'IJA (Institut des Jeunes Aveugles) Toulouse, a été réalisé dans le cadre de la recherche « Geoaccess : Les nouvelles technologies pour l'accessibilité des données géographiques ».

Les professionnels de l'IJA sont en perpétuel questionnement pour trouver des objets pédagogiques utilisables par leurs élèves déficients visuels. La plupart du temps, les objets adaptés n'existent pas : il faut donc détourner des objets pédagogiques ordinaires, voire en inventer de nouveaux, complètement personnalisés.

Le projet Geoaccess est arrivé à point nommé pour l'IJA. Conscients de certaines possibilités offertes par les technologies de prototypage rapide, nous avons commencé à utiliser une découpeuse laser dans un fablab, pour créer de nombreux objets pédagogiques adaptés pour nos élèves. Nous souhaitons aller plus loin, mais sans savoir exactement comment !

Dans le cadre de Geoaccess, nous avons pu découvrir des techniques qui ne nous semblaient pas forcément abordables au premier abord. En organisant des rencontres avec un utilisateur averti d'imprimante 3D, des travaux pratiques (niveau ultra débutant !) autour des objets interactifs, et même un concours d'objets interactifs créés en partenariat avec des étudiants en informatique, Stéphanie Giraud nous a encouragés à nous approprier ces techniques. Elle nous a permis de comprendre que même sans aucune compétence dans ce domaine, nous pouvions créer facilement des dispositifs interactifs ludiques et particulièrement appréciés par nos élèves les plus jeunes ou porteurs de handicaps associés, qui n'ont pas toujours accès au braille.

J'ai ainsi créé plusieurs maquettes comportant des éléments imprimés en 3D, disposés sur des supports découpés au laser, pour répondre aux besoins des instructeurs de locomotion et des psychomotriciens. L'une d'elle représente la salle de psychomotricité, avec tous ses éléments aux formes très particulières, utilisés pour les parcours. Les éléments imprimés en 3D à l'échelle 1/10 sont aimantés sur le support pour plus de stabilité pendant l'exploration. Ils permettent aux enfants de comprendre leur parcours et l'espace de la salle avant de réaliser l'activité, ou, en fin de séance, de faire le compte-rendu du parcours en le reconstituant.



Salle de psychomotricité de l'IJA



Maquette 3D et découpe laser

J'ai également participé au concours d'objets connectés avec une éducatrice spécialisée et une psychomotricienne, et la participation d'étudiants en informatique. Nous avons alors conçu le prototype d'un livre tactile en tissu, destiné aux enfants de crèche et de maternelle. Dans ce livre, qui décrit une visite au parc, on peut actionner des objets imprimés en 3D et déclencher au fil de la lecture des sons d'ambiance enregistrés, ce qui permet d'enrichir l'expérience sensorielle des enfants.





L'accès à ces diverses techniques de prototypage rapide nous permet désormais d'imaginer et de fabriquer davantage d'objets adaptés pour nos élèves. Nous pouvons les personnaliser selon les utilisateurs en utilisant des enregistrements de leurs propres voix, ou procéder à des modifications rapidement, et partager nos idées et les fichiers de réalisation d'objets pédagogiques avec d'autres professionnels de la déficience visuelle. Geoaccess a repoussé les limites de notre imagination !

Ces objets rendus accessibles par les nouvelles technologies sont très prisés des différents professionnels de la déficience visuelle car les supports pédagogiques adaptés manquent toujours cruellement. La demande de production est donc croissante. Mais comme pour les transcriptions plus « traditionnelles » (braille, dessin en relief, grands caractères...) leur conception nécessite une connaissance du processus d'adaptation pour des personnes déficientes visuelles. De plus, si l'accès à ces nouvelles technologies est relativement aisé, comme le projet Geoaccess nous l'a démontré, il reste nécessaire de se familiariser avec ces outils que tous ne maîtrisent pas (et ne souhaitent pas forcément maîtriser !). C'est pourquoi, à l'IJA, ces objets sont souvent conçus et réalisés par un transcripateur, à la demande des éducateurs, rééducateurs ou enseignants. Ces nouvelles technologies font désormais partie du quotidien de la transcription, et constituent un procédé supplémentaire dans notre dispositif global d'adaptations personnalisées pour répondre aux besoins des usagers et des professionnels de la déficience visuelle. Cela implique probablement de nouveaux besoins à envisager pour les transcripateurs-adaptateurs : temps dédié, veille technologique, mutualisation avec d'autres services de transcription, formations, etc. Nous en sommes encore aux balbutiements, tout est possible...

Fiches de lecture

Ces 15 fiches de lecture sont extraites de la bibliographie générale. Elles ont été choisies pour leur pertinence.

Chaque fiche contient un lien vers la notice complète et les documents sur la base documentaire du Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.

Fiche 1. Toward 3D-Printed Movable Tactile Pictures for Children with visual impairments

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Accessibilité, éducation

Résumé de l'auteur

Many children's books contain movable pictures with elements that can be physically opened, closed, pushed, pulled, spun, flipped, or swung. But these tangible, interactive reading experiences are inaccessible to children with visual impairments. This paper presents a set of 3D-printable models designed as building blocks for creating movable tactile pictures that can be touched, moved, and understood by children with visual impairments. Examples of these models are canvases, connectors, hinges, spinners, sliders, lifts, walls, and cutouts. They can be used to compose movable tactile pictures to convey a range of spatial concepts, such as in/out, up/down, and high/low. The design and development of these models were informed by three formative studies including 1) a survey on popular moving mechanisms in children's books and 3D-printed parts to implement them, 2) two workshops on the process creating movable tactile pictures by hand (e.g., Lego, Play-Doh), and 3) creation of wood-based prototypes and an informal testing on sighted preschoolers. Also, we propose a design language based on XML and CSS for specifying the content and structure of a movable tactile picture. Given a specification, our system can generate a 3D-printable model. We evaluate our approach by 1) transcribing six children's books, and 2) conducting six interviews on domain experts including four teachers for the visually impaired, one blind adult, two publishers at the National Braille Press, a renowned tactile artist, and a librarian.

Commentaire

Dans les livres pour enfants voyants, les enfants peuvent interagir avec le livre en soulevant ou tirant un objet pour découvrir une image derrière par exemple. Ces interactions permettent aux enfants de connecter des expériences kinesthésiques avec des expériences visuelles. Néanmoins, cela est limité pour les enfants déficients visuels. Ils peuvent avoir des expériences kinesthésiques mais ils ne peuvent relier des expériences kinesthésiques avec des expériences visuelles.

Les auteurs cherchent donc un moyen de contrecarrer cette limite. Ce papier présente alors un ensemble de modèles 3D imprimables pour créer des images tactiles mobiles qui peuvent être touchées, bougées et comprises par les enfants déficients visuels.

La conception et le développement de ces modèles ont été informés par 3 études incluant 1) une enquête sur les mécanismes des parties mobiles et imprimées en 3D dans les livres pour enfants pour les mettre en œuvre, 2) deux ateliers sur le processus de création des images tactiles mobiles réalisées à la main (par exemple, Lego, Play-Doh), et 3) la création de prototypes à base de bois et d'un test informel sur les enfants voyants de maternelle.

Les auteurs ont évalué leur approche par 1) la transcription de 6 livres pour enfants et 2) par 6 interviews d'experts du domaine comprenant 5 enseignants pour les enfants handicapés, un aveugle adulte, 2 éditeurs de National Braille Press, un artiste tactile renommé et un libraire.

Résultats : les parties mouvantes du livre aident les enfants à apprendre les concepts spatiaux et de mobilité. Donner le contrôle à l'enfant les encourage à plonger profondément dans l'histoire et retient leur attention. Pour conclure, les auteurs ont montré que l'impression 3D est une méthode prometteuse pour introduire des images dans les livres pour enfants accessibles également aux enfants déficients visuels. De plus, le fait de n'introduire aucune différence de livre entre les enfants voyants et les enfants déficients visuels empêche la stigmatisation et leur permet de mieux s'intégrer en classe. Par ailleurs, cette méthode est simple à appliquer par les parents et les enseignants grâce à sa facilité d'utilisation et de création.

Ainsi, ces travaux de recherche sont une base sur lequel nos travaux de recherche s'appuient pour la conception 3D avec les enfants déficients visuels et favorise l'utilisation du prototypage rapide pour adapter des supports tels que des supports pédagogiques pour les enfants avec des besoins spécifiques.

Fiche 2. 3D printed tactile picture books for children with visual impairments

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Accessibilité, éducation

Résumé de l'auteur

Young children with visual impairments greatly benefit from tactile graphics (illustrations, images, puzzles, objects) during their learning processes. In this paper we present insight about using a 3D printed tactile picture book as a design probe. This has allowed us to identify and engage stakeholders in our research on improving the technical and human processes required for creating 3D printed tactile pictures, and cultivate a community of practice around these processes. We also contribute insight about how our in-person and digital methods of interacting with teachers, parents, and other professionals dedicated to supporting children with visual impairments contributes to research practices.

Commentaire

Tout comme pour nos travaux de recherche, ces auteurs utilisent la méthode de l'observation au sein d'une école maternelle d'enfants déficients visuels. Ils recueillent les besoins des enfants et de leur famille, identifient les différents rôles des enseignants ainsi que les matériaux utilisés pour l'apprentissage des notions scolaires. Pour cela, les auteurs ont également eu recours à des entretiens avec les parents et enseignants sur la fabrication de livres tactiles. Ainsi, il ressort de cette étude que les parents d'élèves déficients visuels sont limités dans le choix des livres soit parce que c'est cher ou que ce n'est pas disponible dans leur bibliothèque ou que les besoins de leurs enfants sont très spécifiques. C'est pourquoi certains parents créent des bouquins tactiles eux-mêmes. Néanmoins, tous ne le font pas car c'est coûteux en termes de temps et d'effort. Pour réduire cette barrière et accroître le partage des connaissances entre les parties prenantes sur les étapes d'apprentissage de l'enfant, les auteurs ont identifié quatre idées de conception entourant l'utilisation des imprimantes 3D.

Ceux-ci comprennent: 1) Contenu pour une bibliothèque numérique de livres tactiles 3D, avec des livres d'images 3D téléchargeables et un forum communautaire, où les gens peuvent partager leurs expériences et leurs besoins, tout en créant des graphiques tactiles; 2) Un dispositif de communication entre les parents et établissements d'enseignement technique qui met l'accent sur le partage des observations des étapes d'apprentissage; 3) Un logiciel qui permet aux parents ou aux établissements d'enseignement d'entrer les informations sur les besoins et les intérêts de l'enfant, et en retour produire une suggestion de livres et un kit de pièces à imprimer 3D; 4) Mettre des capteurs tactiles réceptif pour reconnaître l'engagement de l'enfant avec la surface de l'ouvrage.

Au final, les auteurs ont mis en évidence que les enseignants et les transcripateurs étaient très motivés par la conception 3D. Les parents évoquent également la difficulté d'intéresser l'enfant avec le braille. Le 3D pourrait être donc une solution.

Fiche 3. Tactile Aids for Visually Impaired Graphical Design Education

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Accessibilité, éducation

Résumé de l'auteur

In this demonstration, we describe our exploration in making graphic design theory accessible to a visually impaired student with the use of rapid prototyping tools. We created over 10 novel aids with the use of a laser cutter and 3D printer to demonstrate tangible examples of color theory, type face, web page layouts, and web design. These tactile aids were inexpensive and fabricated in a relatively small amount of time, suggesting the feasibility of our approach. The participant's feedback concluded an increased understanding of the class material and confirmed the potential of tactile aids and rapid prototyping in an educational environment.

Commentaire

Cet article concerne l'utilisation de prototypage rapide et ont créé 10 nouvelles aides pour les élèves déficients visuels à partir de la découpeuse au laser et d'imprimante 3D. Ces aides sont peu coûteuses et fabriquées assez rapidement. La faisabilité est donc bonne.

Les résultats de cette étude ont montré une meilleure compréhension du matériel de classe et ont confirmé le potentiel des aides tactiles et du prototypage rapide dans l'environnement de l'éducation.

Ces travaux de recherche appuient donc notre hypothèse selon laquelle le prototypage rapide permettrait de meilleures performances des élèves déficients visuels dans le cadre scolaire avec un processus de création simple et peu coûteux.

Fiche 4. ABC and 3D: opportunities and obstacles to 3D printing in special education environments

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Accessibilité, éducation

Résumé de l'auteur

Consumer-grade digital fabrication such as 3D printing is on the rise, and we believe it can be leveraged to great benefit in the arena of special education. Although 3D printing is beginning to infiltrate mainstream education, little to no research has explored 3D printing in the context of students with special support needs. We present a formative study exploring the use of 3D printing at three locations serving populations with varying ability, including individuals with cognitive, motor, and visual impairments. We found that 3D design and printing performs three functions in special education: developing 3D design and printing skills encourages STEM engagement; 3D printing can support the creation of educational aids for providing accessible curriculum content; and 3D printing can be used to create custom adaptive devices. In addition to providing opportunities to students, faculty, and caregivers in their efforts to integrate 3D printing in special education settings, our investigation also revealed several concerns and challenges. We present our investigation at three diverse sites as a case study of 3D printing in the realm of special education, discuss obstacles to efficient 3D printing in this context, and offer suggestions for designers and technologists.

Commentaire

Cet article est au sujet de l'impression 3D. Les auteurs ont montré que l'impression 3D encourage l'engagement STEM (Science, Technologie, Ingénierie et Math), soutient la création d'outils pour transmettre le contenu pédagogique de manière accessible et permet de créer des dispositifs d'adaptation personnalisée. Les auteurs ont utilisé deux types méthodes : observation et entretiens auprès des enseignants et d'élèves atteints de troubles cognitifs, moteurs et visuels.

En conclusion, les auteurs donnent des recommandations pour le matériel et les logiciels 3D pour les écoles et intervenants extérieurs. Par exemple : encourager le partage de modèles existants, considérer la courbe d'apprentissage, budgéter le temps d'entraînement nécessaire pour les formateurs à ces technologies, etc. Ces travaux de recherche vont eux aussi dans le sens de notre hypothèse.

Fiche 5. Empowering Individuals with Do-It-Yourself Assistive Technology

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Accessibilité, éducation

Résumé de l'auteur

Assistive Technologies empower individuals to accomplish tasks they might not be able to do otherwise. Unfortunately, a large percentage of Assistive Technology devices that are purchased (35% or more) end up unused or abandoned [7, 10], leaving many people with Assistive Technology that is inappropriate for their needs. Low acceptance rates of Assistive Technology occur for many reasons, but common factors include 1) lack of considering user opinion in selection, 2) ease in obtaining devices, 3) poor device performance, and 4) changes in user needs and priorities [7]. We are working to help more people gain access to the Assistive Technology they need by empowering non-engineers to “Do-It-Yourself” (DIY) and create, modify, or build. This paper illustrates that it is possible to custom-build Assistive Technology, and argues why empowering users to make their own Assistive Technology can improve the adoption process (and subsequently adoption rates). We discuss DIY experiences and impressions from individuals who have either built Assistive Technology before, or rely on it. We found that increased control over design elements, passion, and cost motivated individuals to make their own Assistive Technology instead of buying it. We discuss how a new generation of rapid prototyping tools and online communities can empower more individuals. We synthesize our findings into design recommendations to help promote future DIY-AT success.

Commentaire

Les outils d'assistance permettent aux individus d'accomplir les tâches qu'ils pourraient ne pas être en mesure de faire autrement. Malheureusement, un grand pourcentage de dispositifs de technologie d'assistance qui sont achetés (35% ou plus) finissent inutilisés ou abandonnés. Le taux d'acceptation des outils d'assistance faible s'expliquent pour de nombreuses raisons, mais les facteurs communs comprennent 1) le manque de considération de l'opinion de l'utilisateur dans la sélection, 2) la facilité à obtenir des appareils, 3) la faible performance du dispositif, et 4) changements dans les besoins et les priorités des utilisateurs. L'objectif des auteurs est d'aider les non-ingénieurs à faire du « Do it yourself » pour créer ou modifier des outils d'assistance afin d'améliorer le processus d'adoption. Les auteurs ont constaté que le contrôle accru sur les éléments de conception, la passion et le coût de réalisation motivait les individus à créer leur propre technologie d'assistance au lieu de l'acheter. Les auteurs discutent du fait que les outils de prototypage rapide et les forums permettent à un large public de créer leurs propres outils. A la fin de l'article, les auteurs donnent des recommandations de conception pour promouvoir le Do-It-Yourself pour les outils d'assistance.

Plus précisément, les auteurs réalisent des observations sur un cas « Roger » afin de savoir comment il adopte l'outil d'assistance en 5 étapes et discutent de comment les communautés en ligne (forums) ou le prototypage rapide peuvent aider dans chaque étape.

Les étapes :

1. Connaissance ou conscience de la technologie ;
2. Persuasion (interne ou externe) pour adopter la technologie ;
3. Décision pour adopter ou rejeter la technologie basée sur le recueil des informations dans les étapes précédentes ;
4. Implémentation ou test de la technologie ;
5. Confirmation que la technologie est appropriée.

Le temps pour passer entre l'étape 3 à l'étape 4 peut être très long. Le « Do-It-Yourself » peut donc enlever cette barrière.

En somme, cet article met en évidence les bénéfices du « Do-It-yourself » et montre que même les non-ingénieurs sont motivés par le fait de créer soi-même sa technologie d'assistance. Ces travaux de recherche sont donc en faveur de notre hypothèse.

Fiche 6. Makey Makey: Improvising Tangible and Nature-Based User Interfaces

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Accessibilité – TIC, Autonomie - aides techniques

Résumé de l'auteur

Makey Makey is a new platform for improvising tangible user interfaces. It enables people to make nature-based interfaces, it is compatible with all software, and it does not require the user to program or to assemble electronics. It is designed for a wide range of audiences, supporting ideation for experts and access for beginners. In the studio, participants will rapidly create several different user interfaces incorporating a wide variety of found objects, both physical and digital. There will also be opportunities to test out the newly created interfaces with each other, and reflect on the design of UI prototyping toolkits.

Commentaire

Cet article fait un inventaire des technologies existantes pour le prototypage rapide à bas coût et montre les bénéfices apportés par la carte microcontrôleur « Makey Makey ». En effet, le « Makey Makey » permet de concevoir des prototypes de manière flexible, en incluant des matériaux organiques et vivants (une fleur ou le corps humain par exemple), et sans compétences techniques. Il est compatible avec tous les logiciels et ne nécessite pas de programmation ou d'assemblage de pièces électroniques. Il est ainsi conçu pour un large public, des débutants aux experts.

Plus précisément, voici les cinq avantages du « Makey Makey » listés ci-après :

- Prise en main rapide pour les débutants : il est possible de construire une interface de travail avec une entrée physique contrôlant une sortie numérique en moins d'une minute ;
- Fonctionne avec tous les logiciels : compatible avec tout programme existant qui reçoit normalement les entrées du clavier ou de la souris ;
- Permet la création d'interfaces qui incluent des matériaux organiques, tels que les plantes, les fruits, l'eau, le sol, ou le corps humain ;
- Programmation non requise : le système peut être utilisé pour créer une interface sans avoir à écrire un programme informatique ;
- Soudure non requise : l'assemblage électronique complexe tel qu'assembler des composants sur un circuit n'est pas nécessaire.

Cet article est donc intéressant pour connaître quelle technologie utiliser auprès d'un public novice tel que les professionnels de la déficience visuelle (éducateurs, enseignants, transcripateurs, etc.).

Fiche 7. Sharing is Caring: Assistive Technology Designs on Thingiverse

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Autonomie - Aides techniques

Résumé de l'auteur

An increasing number of online communities support the open-source sharing of designs that can be built using rapid prototyping to construct physical objects. In this paper, we examine the designs and motivations for assistive technology found on Thingiverse.com, the largest of these communities at the time of this writing. We present results from a survey of all assistive technology that has been posted to Thingiverse since 2008 and a questionnaire distributed to the designers exploring their relationship with assistive technology and the motivation for creating these designs. The majority of these designs are intended to be manufactured on a 3D printer and include assistive devices and modifications for individuals with disabilities, older adults, and medication management. Many of these designs are created by the end-users themselves or on behalf of friends and loved ones. These designers frequently have no formal training or expertise in the creation of assistive technology. This paper discusses trends within this community as well as future opportunities and challenges.

Commentaire

Ces auteurs à partir d'un questionnaire sur un site précis (thingiverse.com : base de données de modèles 3D) évaluent la relation entre les technologies d'assistance et la motivation pour la création de ces outils.

Résultats : La majorité des modèles de cette base de données sont destinés à être fabriqués sur une imprimante 3D et comprennent des appareils fonctionnels et des modifications pour les personnes handicapées, les personnes âgées, et la gestion des médicaments. Bon nombre de ces conceptions sont créées par les utilisateurs eux-mêmes ou pour le compte d'amis et de proches. Ces concepteurs ont souvent aucune formation formelle ou de l'expertise dans la création de technologies d'assistance. Ce document examine les tendances au sein de cette communauté ainsi que les opportunités et les défis futurs.

En somme, cet article permet de mettre en évidence la communauté et le grand nombre de personnes en faveur de l'impression 3D et du « Do-It-Yourself ». Cette méthode semble donc bien reçue et appropriée pour concevoir des technologies d'assistance adaptées aux déficients visuels.

Fiche 8. Using LEGO to Model 3D Tactile Picture Books by Sighted Children for Blind Children

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Accessibilité, éducation

Résumé de l'auteur

3D printing has shown great potential in creating tactile picture books for blind children to develop emergent literacy. Sighted children can be motivated to contribute to the modeling of more tactile picture books. But current 3D design tools are too difficult to use. Can sighted children model a tactile book by LEGO pieces instead? Can a LEGO be converted to a digital model that can be then printed?

Commentaire

L'impression 3D a montré un grand potentiel pour la création d'images tactiles des livres pour les enfants déficients visuels. Les enfants voyants peuvent être motivés pour contribuer au modelage d'images tactiles des livres pour les enfants déficients visuels. Mais les outils de conception sont trop difficile à utiliser alors pourquoi pas avec des pièces de LEGO ? Les Legos pourraient être convertis en modèle digital qui peut être alors imprimé. Dans cette étude, les enfants voyants choisissent un livre et construisent une interprétation physique du contenu du livre. Les modèles physiques obtenus sont scannés via un scanner 3D. A partir du scan, ils extraient les caractéristiques clés à travers 3 principales perspectives : au-dessus, devant et côté. Ensuite, ils font correspondre ces caractéristiques pour retrouver un modèle 3D similaire visuelle.

Ce travail a donné de bons résultats et ces auteurs poursuivent sur cette voie de recherche qui semble prometteuse. C'est pourquoi, nous nous intéressons également au prototypage 3D dans nos travaux.

Fiche 9. Like this, but better: Supporting Novices' Design and Fabrication of 3D Models Using Existing Objects

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Autonomie – aides techniques

Résumé de l'auteur

Despite the prevalence of affordable “maker” tools such as 3D printers and laser cutters, actually creating digital models remains out of the reach of most everyday users. Even when users are able to design or fabricate items, some everyday users may be more interested in modifying or replacing objects that they already own rather than inventing new items. Addressing the needs of these users requires taking a different approach than that taken by most computer-aided design tools. To address this need, we introduce the notion of design from imperfect examples, in which existing objects are scanned and modified to create new objects. We present examples of this design approach and describe the development and formative evaluation of the Easy Make Oven, a prototyping tool that enables novice users to create simple 3D designs based on their existing possessions.

Commentaire

Dans cet article, les auteurs veulent répondre au besoin spécifique des utilisateurs qui ne veulent pas forcément créer un outil depuis le départ mais modifier des objets qui ont déjà. Répondre aux besoins de ces utilisateurs nécessite une approche différente de celle adoptée par la plupart des outils de conception assistée par ordinateur. Pour répondre à ce besoin, ils introduisent la notion de la conception à partir d'exemples imparfaits, dans lequel les objets existants sont analysés et modifiés pour créer de nouveaux objets. Ils présentent des exemples de cette approche de conception et décrivent le développement et l'évaluation formative de l'« Easy make oven », un outil de prototypage qui permet aux utilisateurs novices de créer des dessins 3D simples sur la base de leurs biens existants.

Le prototype « Easy make oven » se compose d'une table interactive qui peut suivre le touché et analyser les objets physiques. The « Easy make oven » peut être utilisé pour créer des modèles 3D en manipulant et en combinant des objets et des croquis physiques numérisés. Dans cet article, les auteurs montrent également que les outils de conception assistée par ordinateur tels que AutoCAD, SolidWorks, Rhino ou Blender sont relativement difficiles à utiliser, sont coûteux, et ont une courbe d'apprentissage abrupte. Au cours des dernières années, les développeurs de logiciels ont créé de nouveaux outils de modélisation 3D qui fournissent des interfaces simple d'utilisation. Ces outils, comme SketchUp ou Tinkercad, peuvent permettre aux novices de commencer à expérimenter la conception 3D, mais nécessitent une certaine formation pour apprendre, et peuvent être difficiles à utiliser pour certaines personnes. D'autres outils, tels que MakerBot Customizer et Shapeways Creator Apps, permettant aux utilisateurs de personnaliser des modèles 3D existants, tels que le redimensionnement par un objet ou l'ajout de texte en relief, sans obliger les utilisateurs à manipuler des modèles 3D.

Ainsi, la conception 3D est en plein essor et se voit faciliter par différents logiciels ou technologies, ce qui est très intéressant pour nos travaux de recherche.

Fiche 10. littleBits go LARGE: Making Electronics More Accessible to People with Learning Disabilities

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Accessibilité, éducation

Résumé de l'auteur

The "littleBits go LARGE" project extends littleBits electronic modules, an existing product that is aimed at simplifying electronics for a wide range of audiences. In this project we augment the littleBits modules to make them more accessible to people with learning disabilities. We will demonstrate how we have made the modules easier to handle and manipulate physically, and how we are augmenting the design of the modules to make their functions more obvious and understandable.

Commentaire

Le travail présenté dans cet article fait partie d'un projet plus vaste intitulé "Interactive sensory objects developed for and by people with learning disabilities", qui étudie les moyens d'aider à rendre les sites patrimoniaux et musées plus attrayants pour les personnes ayant des troubles d'apprentissage. Les auteurs ont adopté littleBits, qui sont des kits de petits composants électroniques qui s'emboîtent avec des aimants. Les kits de littleBits fournissent une introduction relativement simple aux technologies de l'électronique, et ont été utilisés comme un moyen pour explorer le potentiel de la technologie avec des enfants ayant des troubles cognitifs. Néanmoins, ces modules sont parfois difficiles à manipuler, les composants sont petits. Or, ces personnes peuvent avoir des problèmes moteurs. Par exemple, il faut un petit tournevis pour régler un paramètre. De plus, il existe une mauvaise affordance avec le microphone. En effet, le microphone ressemble à un bouton. Les enfants avaient donc tendance à appuyer dessus au lieu de parler dedans.

Hormis, ces quelques difficultés, ces kits ont permis d'intéresser les enfants avec des troubles cognitifs à la technologie pour créer ou enrichir des objets dans les musées afin d'être plus attractif et intéressant pour ce public. De surcroît, ces auteurs ont également mis en lumière que tous peuvent être inventeur.

Ces travaux de recherche sont donc pertinents dans le cadre de nos travaux car ils montrent les possibilités et le potentiel de création à partir de prototypage rapide avec et pour des enfants ayant des troubles cognitifs. Or, cela concerne une partie de notre population d'étude puisque la déficience visuelle des enfants des instituts spécialisés comme l'Institut des Jeunes Aveugles de Toulouse est souvent accompagné des troubles divers.

Fiche 11. Touch the map: designing interactive maps for visually impaired people

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Accessibilité

Résumé de l'auteur

Visually impaired people face important challenges related to orientation and mobility. Accessible geographic maps are helpful for travel preparation. Historically, raised-line paper maps have been used, but these maps possess significant limitations. However, recent technological advances have enabled the design of accessible interactive maps that overcome these limitations. This paper presents the development of an accessible interactive map prototype based on the cycle of participatory design. Development steps are presented for each phase in the cycle: the analysis of context and users' needs, generation of design ideas, prototyping and the evaluation of the prototype with visually impaired users. Our studies confirm a high usability and, thus, importance of these map types to the visually impaired.

Commentaire

Historiquement, ce sont les cartes papier en relief qui sont utilisées pour décrire un plan ou représenter un lieu mais elles ont beaucoup de limites. L'auteur les a recensées ci-après :

1. les cartes tactiles comprennent une grande quantité d'information qui entraînent souvent une surcharge perceptuelle pour les lecteurs ;
2. les cartes en relief, étant imprimées, ne peuvent plus être mises à jour et donc rapidement devenir périmés et obsolète ;
3. l'utilisation du braille dans les cartes tactiles est encombrante et difficile à lire, qui plus est, beaucoup de déficients visuels ne savent pas lire le braille (10-15% environ des aveugles français sont brailleuses).

Aujourd'hui, les récentes avancées technologiques sont capables de concevoir des cartes interactives accessibles qui surmontent ces limites.

Dans ce papier, l'auteur explique le cycle de conception du prototype qu'il propose pour contrecarrer ces limites : l'analyse du contexte des besoins des utilisateurs, l'élaboration des idées de conception, le prototypage et l'évaluation du prototype avec les utilisateurs déficients visuels. Les résultats de ces travaux ont mis en évidence les bénéfices apportés par l'interactivité des cartes (plus grande utilisabilité). Cette étude montre ainsi l'importance d'utiliser ce type de cartes pour les déficients visuels.

Ces travaux de recherche sont donc un appui majeur pour le prototype que nous proposons dans nos travaux de recherche.

Fiche 12. Tactile picture recognition by early blind children: the effect of illustration technique

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Accessibilité, éducation

Résumé de l'auteur

This study investigated factors that influenced haptic recognition of tactile pictures by early blind children. Such a research is motivated by the difficulty to identify tactile pictures, that is, two-dimensional representations of objects, while it is the most common way to depict the surrounding world to blind people. Thus, it is of great interest to better understand whether an appropriate representative technique can make objects' identification more effective and to what extent a technique is uniformly suitable for all blind individuals. Our objective was to examine the effects of three techniques used to illustrate pictures (raised lines, thermoforming, and textures), and to find out if their effect depended on participants' level of use of tactile pictures. Twenty-three early blind children (half with a regular or moderate level of use of tactile pictures, and half with either no use or infrequent use) were asked to identify 24 pictures of eight objects designed as the pictures currently used in the tactile books and illustrated using these three techniques. Results showed better recognition of textured pictures than of thermoformed and raised line pictures. Participants with regular or moderate use performed better than participants with no or infrequent use. Finally, the effect of illustration technique on picture recognition did not depend on prior use of tactile pictures. To conclude, early and frequent use of tactile material develops haptic proficiency and textures have a facilitating effect on picture recognition whatever the user level. Practical implications for the design of tactile pictures are discussed in the conclusion.

Commentaire

L'objectif de cette étude est d'examiner les effets de 3 techniques utilisées pour illustrer les images (thermogonflage, thermoformage, et textures) et découvrir si leur effet dépendait du niveau d'utilisation des participants des images tactiles. Les résultats ont montré une meilleure reconnaissance des images texturées que thermogonflées ou thermoformées. De plus, l'effet du type de technique utilisée sur la reconnaissance d'image ne dépend pas de l'utilisation antérieure d'images tactiles.

Le fait que les textures semblent plus appropriés pour l'identification des images tactiles pourrait être expliqué par le fait que les images texturées fournissent des informations sur les propriétés des matériaux et transmettent des informations 3D parce que les différentes textures utilisées pour représenter les objets ne sont pas simplement juxtaposés à côté de l'autre pour symboliser les différents des parties des images, mais les textures sont placées les unes sur les autres. Cet assemblage de différentes textures pourrait faciliter la perception des différentes composantes de l'image et donc, permettrait une meilleure discrimination des éléments saillants de l'objet.

En combinant les articles précédents sur la conception 3D et cet article, nous souhaitons vérifier si les textures d'images créés à partir d'impression 3D apporte un bénéfice plus important que les textures réalisées à la main.

Fiche 13. MapSense: Design and Field Study of Interactive Maps for Children Living with Visual Impairments

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Accessibilité, éducation

Résumé de l'auteur

We report on the design process leading to the creation of MapSense, a multi-sensory interactive map for visually impaired children. We conducted a formative study in a specialized institute to understand children's educational needs, their context of care and their preferences regarding interactive technologies. The findings (1) outline the needs for tools and methods to help children to acquire spatial skills and (2) provide four design guidelines for educational assistive technologies. Based on these findings and an iterative process, we designed and deployed MapSense in the institute during two days. It enables collaborations between children with a broad range of impairments, proposes reflective and ludic scenarios and allows caretakers to customize it as they wish. A field experiment reveals that both children and caretakers considered the system successful and empowering.

Commentaire

Les auteurs expliquent le processus de conception d'une carte multisensorielle interactive pour les enfants déficients visuels avec des objets 3D. Dans cette étude, ils mettent en évidence les besoins des enseignants concernant la conception de supports pédagogiques afin d'aider les enfants à acquérir des compétences spatiales. Leurs observations ont montré 3 besoins majeurs :

- le besoin d'outils pour aider les enfants à avoir des représentations symboliques accessibles ;
- le besoin de favoriser la collaboration entre les enfants (déficients visuels ou non) ;
- le besoin de faciliter les formateurs à concevoir le matériel spécifique pour le cours.

Suite à l'utilisation de cette carte tactile multisensorielle en classe avec des enfants déficients visuels, les auteurs préconisent les quatre guidelines suivantes :

1. la qualité audio, visuelle, tactile esthétique est bénéfique pour l'intégration sociale et culturelle ;
2. utiliser les interactions multisensorielles pour les différents besoins cognitifs et perceptifs ;
3. les scénarios doivent être ludiques pour stimuler l'engagement et l'accès aux représentations symboliques ;
4. Les méthodes « Do It Yourself » permettent un haut niveau de personnalisation par les enfants et formateurs, ce qui renforce la satisfaction du formateur et facilite son travail par la suite.

Cet article est intéressant pour nos travaux car ils confirment nos propres observations et analyse des besoins et nous confortent dans le fait d'utiliser la méthode « Do-It-Yourself ».

Fiche 14. Does knowledge of spatial configuration in adults with visual impairments improve with tactile exposure to a small-scale model of their urban environment?

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Accessibilité

Résumé de l'auteur

This study assessed the efficiency of a model of a familiar urban area for enhancing knowledge of the spatial environment by adults with visual impairments. It found a significant improvement in knowledge of spatial configuration after exposure to the model, suggesting that models are powerful means of developing cognitive mapping in people who are visually impaired.

Commentaire

L'objectif de cette étude était de mesurer une augmentation dans la performance spatiale pour la route et la connaissance configurationnelle avec un modèle réduit 3D de l'environnement. Le modèle réduit était celui d'un quartier de Montpellier. Pour cela, les auteurs ont réalisé les expériences en 3 fois (prétest-test-retest) pour évaluer l'efficacité de leur modèle d'une zone urbaine familière comme outil pour augmenter la connaissance spatiale.

Pour évaluer l'amélioration de la connaissance spatiale, ils ont exploré si l'effet de l'apprentissage d'un modèle pour la connaissance environnementale spatiale variait selon le degré de cécité du participant.

Résultats : les scores de connaissance spatiale augmentent significativement entre le pré-test et le test. Les scores de reconnaissance augmentent également significativement entre le pré-test et le test.

Ainsi, la modèle 3D permet de meilleures performances en termes de représentations spatiales, ce qui va dans le sens de notre hypothèse de nos travaux de recherche.

Fiche 15. Identifying objects by touch: an « expert system »

[Accéder à la fiche de lecture complète et à l'ensemble des documents en lien avec cette recherche sur le Centre Ressources Recherche Appliquée et Handicap.](#)

Mots clés

Accessibilité

Résumé de l'auteur

How good are we at recognizing objects by touch? Intuition may suggest that the haptic system is a poor recognition device, and previous research with nonsense shapes and tangible-graphics displays supports this opinion. We argue that the recognition capabilities of touch are best assessed with three-dimensional, familiar objects. The present study provides a baseline measure of recognition under those circumstances, and it indicates that haptic object recognition can be both rapid and accurate.

Commentaire

Dans cette étude, les auteurs ont montré que le système manuel haptique est hautement efficace lorsqu'il s'agit d'identifier des objets de la vie réelle. L'identification des objets 3D était très rapide et efficace alors que l'identification d'images tactiles 2D a révélé des faibles taux d'identification chez les adultes voyants avec les yeux bandés. Le processus d'identification prend moins de 5 secondes approximativement pour les objets de la vie réelle avec 96% d'efficacité.

Ainsi, ces travaux ont montré que le système haptique est plus performant avec des objets de la vie réelle, c'est-à-dire des objets en 3D, qu'avec des dessins en relief.

Ces résultats sont particulièrement intéressants dans le cadre de la conception 3D pour créer des supports pédagogiques tels que des cartes tactiles pour un cours d'Histoire-Géographie.

Bibliographie commentée

Chaque référence de la bibliographie commentée contient un lien donnant accès au document en accès libre ou payant.

- ❖ **Bichard J.-A., Coleman R., & Langdon P. (2007).** [Does My Stigma Look Big in This Considering Acceptability and Desirability in the Inclusive Design of Technology Products](#). In *Universal Access in Human Computer Interaction. Coping with Diversity*, Vol. 4554, pp. 622–631 (accès payant)

Cet article parle de la stigmatisation ressentie par les personnes handicapées lors de l'utilisation de technologies d'assistance

- ❖ **Brock, A. M. (2013).** [Touch the map!](#) *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing*, (105), 9–14 (accès payant)

Ces travaux de recherche ont mis en évidence les bénéfices apportés par des cartes interactives comparées à des cartes thermogonflées traditionnelles. L'interactivité des cartes ont permis de contrecarrer les limites des cartes thermogonflées.

- ❖ **Brule E., Bailly G., Brock A., Valentin F., Denis G. & Jouffrais C. (2016).** [MapSense: Multi-Sensory Interactive Maps for Children Living with Visual Impairments](#). In *International Conference for Human-Computer Interaction*, p. 10. San Jose, CA, USA: ACM (accès payant)

Cet article explique le processus de conception d'une carte multisensorielle interactive pour les enfants déficients visuels avec des objets 3D.

- ❖ **Buehler E., Branham S., Ali A., Chang J. J., Hofmann M. K., Hurst A., & Kane S. K. (2015).** [Sharing is Caring: Assistive Technology Designs on Thingiverse](#). In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems – CHI 15*, pp. 525–534. New York, New York, USA: ACM Press (accès payant)

Cet article permet de mettre en évidence la communauté et le grand nombre de personnes en faveur de l'impression 3D et du « Do-It-Yourself ». Les auteurs montrent plusieurs exemples de technologies d'assistance pour les personnes handicapées conçues avec ces méthodes.

- ❖ **Buehler E., Hurst A., & Hofmann M. (2014).** [Coming to Grips: 3D Printing for Accessibility](#). In *ASSETS 14 Proceedings of the 16th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility*, pp. 291–292 (accès payant)

Cet article parle d'impression 3D et du « Do-It-Yourself » afin de créer une solution d'assistance viable pour une personne avec un problème moteur à la main afin qu'elle puisse attraper des objets. Plus précisément, les auteurs ont créé un logiciel pour être utilisable par tous afin que les thérapeutes puissent créer eux-mêmes l'outil d'assistance.

- ❖ Buehler E., Kane S. K., & Hurst A. (2014). [ABC and 3D: opportunities and obstacles to 3D printing in special education environments](#). In Proceedings of the 16th international ACM SIGACCESS conference on Computers & accessibility - ASSETS '14, pp. 107–114. New York, New York, USA: ACM Press (accès payant)

Ces travaux de recherche ont montré que l'impression 3D encourage l'engagement STEM (Science, Technologie, Ingénierie et Math), soutient la création d'outils pour transmettre le contenu pédagogique de manière accessible et permet de créer des dispositifs d'adaptation personnalisée pour d'élèves atteints de troubles cognitifs, moteurs et visuels. <http://doi.org/10.1145/2661334.2661365>

- ❖ Carrington P., Hosmer S., Yeh T., Hurst A., & Kane S. K. (2015). [“Like This, But Better”: Supporting Novices’ Design and Fabrication of 3D Models Using Existing Objects](#). In Proc. iConference, 2015.

Les auteurs présentent leur technologie pour faciliter la conception 3D pour les novices, l'« Easy make oven ». Il s'agit d'un outil de prototypage qui permet aux utilisateurs novices de créer des dessins 3D simples sur la base de leurs biens existants afin de favoriser la conception d'objets adaptés pour tous et par tous.

- ❖ Druin A. (2002). [The role of children in the design of new technology](#). Behaviour & Information Technology, 21(1), 1–25 (accès payant)

Cet article parle de l'inclusion des enfants dans le processus de création d'objets, ce que permet justement le prototypage rapide.

- ❖ Ghiglione, R., & Matalon, B. (1998). **Les enquêtes sociologiques : théories et pratiques**. Paris: Armand Colin (ouvrage imprimé)

Il s'agit d'un livre qui recense toutes les techniques d'observations et d'entretiens en fonction des besoins, des contraintes et des spécifications de l'étude.

- ❖ Giraud S., & Jouffrais C. (2016). [Empowering Low-Vision Rehabilitation Professionals with “Do-It-Yourself ” Methods](#). In ICCHP, 2016 (accès payant)

Dans cette étude, les auteurs ont analysé les besoins d'un ensemble de spécialistes de la déficience visuelle présents dans un centre spécialisé. Dans le cadre d'une conception participative, ils ont construit plusieurs prototypes d'outils 3D interactifs, à faible coût, répondant à ces différents besoins. Ils présentent quatre prototypes spécifiques et les résultats de leurs observations lors de sessions d'apprentissage avec les enfants. Pour finir, ils concluent que la méthode "Do-It-Yourself" incluant les technologies récentes semble être une solution très pertinente pour permettre aux professionnels de la déficience visuelle de fabriquer leurs propres supports pédagogiques adaptés.

- ❖ Hamidi F., Baljko M., Kunic T., & Feraday R. (2014). [Do-It-Yourself \(DIY\) assistive technology: A communication board case study](#). In ICCHP 2014, Vol. 8548 LNCS, pp. 287–294 (accès payant)

Cet article présente un prototype réalisé à partir de la méthode « Do-It-Yourself » en utilisant des cartes microcontrôleurs bon marché permettant de concevoir des applications mobiles, notamment pour les personnes handicapées.

- ❖ Hollinworth N., Allen K., Kwiatkowska G., Minnion A. and Hwang F. (2014). [littleBits go LARGE: making electronics more accessible to people with learning disabilities](#). **ASSETS '14 Proceedings of the 16th international ACM SIGACCESS conference on Computers & accessibility**. pp. 305-306 (accès payant)

Afin d'aider à rendre les sites patrimoniaux et musées plus attrayants pour les personnes ayant des troubles d'apprentissage, les auteurs ont adopté la technologie « littleBits », qui sont des kits de petits composants électroniques s'emboîtant avec des aimants. Ces kits fournissent une introduction relativement simple aux technologies de l'électronique, et ont été utilisés comme un moyen pour explorer le potentiel de la technologie avec des enfants ayant des troubles cognitifs.

- ❖ Hurst A., & Kane S. (2013). [Making “making” accessible](#). In **Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '13**, p. 635 (accès payant)

A partir du constat que 35% ou plus d'outils d'assistance ne sont pas utilisés ou abandonnés car non appropriés aux besoins des utilisateurs, les auteurs tentent d'aider les non-ingénieurs à créer leurs propres outils d'assistance.

- ❖ Hurst A., & Tobias J. (2011). [Empowering individuals with do-it-yourself assistive technology](#). In **The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility - ASSETS '11**, p. 11

Dans cette étude, l'objectif des auteurs est d'aider les non-ingénieurs à utiliser la méthode du « Do-It-Yourself » pour créer ou modifier des outils d'assistance afin d'améliorer le processus d'adoption. Ils ont ainsi constaté que le contrôle accru sur les éléments de conception, la passion et le coût de réalisation motivait les individus à créer leur propre technologie d'assistance au lieu de l'acheter. Puis, les auteurs discutent du fait que les outils de prototypage rapide et les forums permettent à un large public de créer leurs propres outils. A la fin de l'article, les auteurs donnent des recommandations de conception pour promouvoir la méthode « Do-It-Yourself » pour les outils d'assistance.

- ❖ Kim J., Stangl A. & Yeh T. (2014). [Using LEGO to model 3D tactile picture books by sighted children for blind children](#). In **Proceedings of the 2nd ACM symposium on Spatial user interaction - SUI '14**, pp. 146–146. New York, New York, USA: ACM Press (accès payant)

Ces travaux de recherche montrent le potentiel de l'impression 3D pour la création d'images tactiles des livres pour les enfants déficients visuels.

- ❖ Kim J. & Yeh T. (2015). [Toward 3D-Printed Movable Tactile Pictures for Children with Visual Impairments](#). In **Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '15**, pp. 2815–2824. New York, New York, USA: ACM Press (accès payant)

Ce papier présente un ensemble de modèles 3D imprimables pour créer des images tactiles mobiles qui peuvent être touchées, bougées et comprises par les enfants déficients visuels.

- ❖ Klatzky R. L., Lederman S. J., Metzger V. A (1985). [Identifying objects by touch: an “expert system”](#). **Perception & psychophysics 37 (4)**, pp. 299-302

Ces travaux de recherche ont montré que le système haptique est plus performant avec des objets de la vie réelle, c'est-à-dire des objets en 3D, qu'avec des dessins en relief. En effet, le processus d'identification prend moins de 5 secondes approximativement pour les objets de la vie réelle avec 96% d'efficacité. L'identification des objets 3D est donc très rapide et efficace.

- ❖ Leduc-Mills B., Dec J., & Schimmel J. (2013). [Evaluating accessibility in fabrication tools for children](#). In Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '13 p. 617 (accès payant)

Ces auteurs ont montré qu'il était possible d'utiliser le « Makey Makey » (carte microcontrôleur) lors d'activités avec des enfants handicapés et ont mis en évidence les bénéfices apportés par celui-ci.

- ❖ McDonald S., Dutterer J., Abdolrahmani A., Kane S. K., & Hurst A. (2014). [Tactile aids for visually impaired graphical design education](#). In Proceedings of the 16th international ACM SIGACCESS conference on Computers & accessibility - ASSETS '14, pp. 275–276 (accès payant)

Cet article parle de l'utilisation de prototypage rapide. Dans cette étude, les auteurs ont créé dix nouvelles aides pour les élèves déficients visuels à partir de la découpeuse au laser et d'imprimante 3D. Les auteurs montrent les bénéfices apportés par ces aides en termes de compréhension pour les élèves mais également les bénéfices fournis par la conception de ces aides avec de telles méthodes peu coûteuses et appliquées assez rapidement.

- ❖ Picard D., & Pry R. (2009). [Does Knowledge of Spatial Configuration in Adults with Visual Impairments Improve with Tactile Exposure to Small-Scale Model of their Urban Environment?](#) *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 103(4), pp. 199–209

Cette étude a mis en évidence de meilleures performances chez les personnes déficientes visuelles en termes de représentations spatiales avec un modèle 3D réduit d'un quartier d'une ville.

- ❖ Rogers Y., Paay J., Brereton M., Vaisutis K. L., Marsden G., & Vetere F. (2014). [Never too old: Engaging Retired People Inventing the Future with MaKey MaKey](#). In Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems – CHI 14 pp. 3913–3922

Cette étude a mis en évidence les bénéfices apportés par le « Makey Makey » (carte microcontrôleur) lors d'activités avec des personnes retraitées.

- ❖ Salgado M., & Salmi A. (2006). [Ideas for Future Museums by the Visually Impaired](#). In PDC-06 Proceedings of the Participatory Design Conference, pp. 105–108

Ces auteurs utilisent l'impression 3D pour adapter des expositions de musées accessibles aux personnes déficientes visuelles.

- ❖ Silver J., Rosenbaum E., & Shaw D. (2012). [Makey Makey : Improvising Tangible and Nature-Based User Interfaces](#). In TEI'12, p. 5

Cet article fait un inventaire des technologies existantes pour le prototypage rapide à bas coût et montre les bénéfices apportés par la carte microcontrôleur « Makey Makey ».

- ❖ Stangl A., Kim J., & Yeh T. (2014). [3D printed tactile picture books for children with visual impairments](#). In Proceedings of the 2014 conference on Interaction design and children - IDC '14, pp. 321–324 (accès payant)

Cette étude met en évidence les difficultés rencontrées par les enseignants et parents d'enfants déficients visuels dans le choix de livres tactiles pour ces enfants. Suite à une analyse des besoins, les auteurs proposent

alors quatre idées de conception à partir d'impression 3D. Pour finir, les auteurs ont montré une forte motivation des enseignants et des transcripateurs pour l'impression 3D.

- ❖ **Theurel A., Witt A., Claudet P., Hatwell Y., & Gentaz E. (2013). [Tactile picture recognition by early blind children: the effect of illustration technique](#). *Journal of Experimental Psychology. Applied*, 19(3), 233–40 (accès payant)**

L'objectif de cette étude est d'examiner les effets de trois techniques utilisées pour illustrer les images (thermogonflé, thermoformé, et textures) et découvrir si leur effet dépendait du niveau d'utilisation des participants des images tactiles. Ces auteurs ont ainsi montré une meilleure reconnaissance des images texturées que thermogonflées ou thermogonflées.

Le présent document a été réalisé dans le cadre de la recherche appliquée « Geoaccess : Les nouvelles technologies pour l'accessibilité des données géographiques » menée par l'Institut de recherche en Informatique de Toulouse (IRIT)/Institut des jeunes aveugles (LACII), en partenariat avec l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (équipe ELIPSE), le laboratoire du développement sensori-moteur, affectif et social (SMAS), l'INRIA-POTIOC, l'association pour le Bien des Aveugles et malvoyants (ABA), le Centre d'Education Spécialisée pour les Déficients Visuels (CESDV)-Institut des Jeunes Aveugles de Toulouse (IJA). La réalisation de ce travail a été confiée à : Christophe Jouffrais.

L'objectif de cette revue de littérature est de rendre compte des connaissances actuelles en recherche appliquée sur la question des outils facilitant la création de supports pédagogiques accessibles aux personnes présentant une déficience visuelle.

