

---

## GEOACCESS : RAPPORT FINAL

---

Auteurs : Stéphanie Giraud et Christophe Jouffrais

IRIT, « Cherchons pour voir », CNRS et université de Toulouse

Date : 25 octobre 2016

Contact : [Christophe.Jouffrais@irit.fr](mailto:Christophe.Jouffrais@irit.fr) – 05 61 55 74 09

Site du projet : <http://cherchonspourvoir.org/faislepourvoir/>

Durée du projet : 1<sup>er</sup> Octobre 2015 au 31 septembre 2016

### SOMMAIRE

---

Résumé du projet.....	2
Personnels impliqués.....	2
Recapitulatis des livrables .....	3
Objectifs du projet .....	4
Actions menées et résultats.....	5
Analyse des besoins .....	5
Prototypage de matériels pédagogiques et éducatifs divers.....	5
Prototypage et évaluation d'un modèle 3D interactif de Paris.....	6
Etude de la perceptibilité des textures imprimées.....	7
Site web (Kit numérique) .....	7
Challenge « t'hacka voir ».....	8
Recommandations.....	8

## RESUME DU PROJET

---

Le projet GeoAccess était porté par le laboratoire commun IRIT / IJA intitulé « Cherchons pour Voir »<sup>1</sup>. Il a été subventionné par la FIRAH (Fondation Internationale de la Recherche Appliquée sur le Handicap) en 2014. Les acteurs du projet sont des chercheurs de l'IRIT (groupe de Christophe Jouffrais) et différents spécialistes de la déficience visuelle (enseignants, instructeurs en locomotion, éducateurs, etc.) de l'IJA, Toulouse, qui cherchent à améliorer la création de supports pédagogiques adaptés. Il a été réalisé en collaboration avec INRIA, Bordeaux (Anke Brock) et l'Université de Genève (Edouard Gentaz)<sup>2</sup>. J. Berthier de l'INJA Paris a aussi participé aux travaux.

La subvention accordée par la FIRAH a principalement servi à embaucher Stéphanie Giraud, docteure en Psychologie et Ergonomie comme post-doctorante à l'IRIT. Un état de compte préparé par l'Université P. Sabatier est adressé séparément. Il fait état du salaire de S. Giraud et de dépenses de matériels. La subvention complémentaire demandée par la FIRAH a été fournie par l'IJA et fait apparaître le paiement des missions de S. Giraud pour présenter ces travaux à IHM 2015 et ICCHP 2016.

## PERSONNELS IMPLIQUES

---

IRIT, Toulouse : C. Jouffrais (DR CNRS), M. Macé (CR CNRS), B. Oriola (IR CNRS), P. Truillet (MCF UPS), A. Serpa (AI CNRS), S. Giraud (post-doctorante embauchée sur la subvention)

CESDV-IJA : G. Denis (resp informatique), N. Bedouin (transcriptrice), C. Griet, A. Lohro, L. Boulade, C. Barbancey, M. Sougtani, A. Benabdallah, M. Malhaire (enseignants et éducateurs spécialisés)

INJA Paris : Julien Berthier (enseignant spécialisé)

INRIA, Bordeaux : Anke Brock

Univ. de Genève, Suisse : Edouard Gentaz, Anne Theurel

---

<sup>1</sup> <http://cherchonspourvoir.org/fr/>

<sup>2</sup> Notre proposition initiale s'appuyait aussi sur un second centre pour déficients visuels en Suisse, le Foyer du Vallon. Nous avons proposé de valider l'intérêt des nouvelles technologies de prototypage rapide dans ce centre qui abrite des personnes déficientes visuelles âgées. En raison de notre collaboration avec l'INJA de Paris et la réalisation d'une étude supplémentaire sur les apprentissages, nous n'avons pas eu le temps de lancer cette action. Nous comptons quand même la réaliser puisque Edouard Gentaz est un des administrateurs de ce centre et tient à mettre ces nouveaux outils à leur disposition.

## RECAPITULATIS DES LIVRABLES

Ce tableau est extrait du projet initial et récapitule les livrables qui étaient proposés et qui ont été livrés.

Date	N°	Type	Livrable	Statut
Décembre 2015	1	<b>Document</b>	Etat de l'art (revue de littérature)	Livré
Février 2016	2	<b>Rapport</b>	Rapport d'avancement à 6 mois	Livré
Mars 2016	3	<b>Document</b>	Recommandations pour la conception et l'utilisation d'impressions 3D à destination des déficients visuels.  (Ce document a été retravaillé : « Nouvelles technologies de prototypage rapide pour les professionnels de la déficience visuelle »)	Livré
Mai 2016	4	<b>Prototype</b>	Un modèle 3D interactif (carte de Paris) + réalisation d'un film en cours  (Plusieurs autres prototypes ont été réalisés à l'IJA et sont décrits dans le site web et le doc « Nouvelles technologies »)	Livré + en cours
Mai 2016	5	<b>Document</b>	Guide de création du kit numérique pour les professionnels de la déficience visuelle	Livré (site web)
Juin 2016	6	<b>Publication académique</b>	Etude de la perceptibilité des surfaces texturées imprimées en 3D par les déficients visuels	En cours d'analyse
Septembre 2016	7	<b>Publication académique</b>	Conception et évaluation de plans et modèles interactifs pour les déficients visuels	2 publications FR et EN
Septembre 2016	8	<b>Rapport</b>	Rapport final à 12 mois	Ce document

En raison de la réussite du projet sur les dimensions à la fois fondamentale et appliquées, nous avons réalisé plusieurs livrables supplémentaires :

- Un document intitulé « Nouvelles technologies de prototypage rapide pour les professionnels de la déficience visuelle ». Ce document s'articule autour de cinq sections intitulées (Analyse des besoins à l'Institut des Jeunes Aveugles, Outils de prototypage rapide ; Exemples de supports pédagogiques ou éducatifs conçus dans le cadre du projet GeoAccess ; Témoignage de Nathalie Bedouin, Transcriptrice à l'IJA ; et Recommandations pour les personnels spécialisés).
- Un film sur la Carte de Paris (en cours de réalisation avec Julien Berthier, enseignant spécialisé à l'INJA)
- Un second film éventuel à l'IJA, Toulouse (pas commencé)
- Une **publication supplémentaire** portant sur l'évaluation des apprentissages de 24 élèves déficients visuels utilisant le plan de Paris interactif

**Publications afférentes aux projets:**

Le nombre de publications initialement prévues dans le projet a été considérablement augmenté.

1. Giraud, S., & Jouffrais, C. (2016). Empowering Low-Vision Rehabilitation Professionals with “Do-It-Yourself” Methods. In *Computers Helping People with Special Needs, LNCS 9759* (pp. 61–68). Springer International Publishing. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-41267-2\\_9](http://doi.org/10.1007/978-3-319-41267-2_9)
2. Giraud, S., & Jouffrais, C. (2016). « Do-It-Yourself » : aider les professionnels spécialistes de la déficience visuelle à créer leurs propres supports pédagogiques interactifs. Dans : *HANDICAP*, Paris, FR, IFRATH, 10 pages, juin 2016.
3. Giraud S, Brock A, Mace M, Jouffrais C. Map Learning with a 3D Printed Interactive Small-Scale Model: Improvement of Space and Text Comprehension in Visually Impaired Students (soumis à *Frontiers in Psychology*)
4. Giraud S., Theurel A, Gentaz E, Jouffrais C. Tactile recognition of 3D printed pictures by blind children. (In prep for *JEP Applied*)

Les publications 1 et 2 sont insérées avec les livrables. Le manuscrit de la publication 3 est aussi attaché avec une clause de confidentialité en attendant son acceptation. Le manuscrit de la publication 4 sera envoyé dès qu’il sera sous une forme acceptable.

## OBJECTIFS DU PROJET

---

Le projet était ancré sur les besoins des formateurs de l’IJA : améliorer les processus de création de matériels pédagogiques, notamment des supports pédagogiques spatiaux comme les cartes géographiques. Ces matériels pédagogiques devaient être rendus interactifs (afin de déclencher des sons, des descriptions verbales, des vibrations, etc.) grâce à l’utilisation des nouvelles technologies telles qu’imprimante 3D et cartes microcontrôleurs. L’objectif était de rendre les professionnels capables de développer leurs propres matériels pédagogiques, en fonction de leurs besoins et des capacités perceptives et cognitives de leurs élèves.

En effet, les formateurs doivent enseigner des notions (notamment spatiales) avec un matériel adapté à des élèves déficients visuels. Or, ce matériel pédagogique manque cruellement, quand il est disponible. Par exemple, il existe très peu de modèles 3D qui permettent de comprendre les volumes, les espaces, les organisations spatiales, etc. Ces modèles sont réalisés à la demande par des personnels qualifiés (transcripteurs). L’impression 3D et les cartes microcontrôleurs à bas coût permettent de relever ce défi et de produire des modèles 3D interactifs qui répondent aux besoins des enseignants et rendent les élèves plus autonomes. Notre objectif consistait à rendre les professionnels capables de développer leurs propres outils pédagogiques en leur donnant accès à ces nouvelles technologies à bas coût et à une méthode adaptée, appelée « Do It Yourself ». Nous avons fait l’hypothèse que cette méthode permettrait de répondre à leurs besoins pédagogiques, en facilitant la construction d’outils qui améliorent les apprentissages des élèves déficients visuels (ce que nous avons appelé le « kit numérique »). Nous avons aussi évalué l’utilisabilité d’un de ces modèles (la carte 3D de Paris) dans le cadre de la compréhension de données historiques et spatiales chez des élèves déficients visuels.

## ACTIONS MENEES ET RESULTATS<sup>3</sup>

---

### METHODE

---

Comme prévu, le projet GeoAccess s'est déroulé selon une méthode de conception des technologies interactives incluant quatre phases : Analyse, Conception, Prototypage, Evaluations. Cette approche a été renforcée par une méthode de « conception centrée utilisateur » [6] [7] dans laquelle les professionnels de la déficience visuelle (et les enfants dont ils ont la charge) ont joué un rôle important.

Concrètement, la première étape du projet a porté sur l'analyse des besoins des différents professionnels de l'IJA (voir personnels impliqués). Une fois ces besoins recueillis, nous avons conçus, avec chaque professionnel impliqué dans le projet, un prototype qui répondait à ses besoins spécifiques. Le professionnel était acteur de la conception (co-concepteur) et devait même participer à la fabrication du prototype. Nous avons d'ailleurs réalisé deux séances de formation au prototypage rapide en plus des nombreuses séances de brainstorming. Après la conception des prototypes, nous avons réalisé un questionnaire concernant les usages. Ce questionnaire est en cours de dépouillement. Pour finir, nous avons réalisé deux études comparatives en psychologie cognitive incluant les déficients visuels (une sur la compréhension de données historiques et géographiques avec le puzzle interactif, et une sur la perception des textures imprimées).

### ANALYSE DES BESOINS

---

Dans un premier temps, nous avons réalisé une **analyse des besoins et de l'activité** auprès des professionnels spécialisés et des enfants déficients visuels de l'Institut des Jeunes Aveugles de Toulouse (voir Annexe 1). Il est apparu que ces technologies et la méthode DIY permettaient de **répondre aux besoins de tous les professionnels de l'IJA et pas seulement ceux qui travaillent sur des données et concepts spatiaux, comme nous l'avions pensé initialement.**

### PROTOTYPAGE DE MATERIELS PEDAGOGIQUES ET EDUCATIFS DIVERS

---

Suite à cette analyse, nous avons effectué un **état de l'art sur les technologies de prototypage rapide existantes** permettant de réaliser du matériel pédagogique adapté et peu onéreux répondant aux besoins des professionnels.

Puis, nous avons **développé toutes sortes de prototypes 3D interactifs**, en collaboration avec ces professionnels, répondant à leurs besoins en fonction de leur activité et des capacités perceptives et cognitives des élèves dont ils avaient la charge. Par exemple, une frise chronologique 3D interactive a été conçue avec une enseignante spécialisée pour apprendre les périodes importantes de l'histoire de France ou apprendre les différents courants littéraires d'une époque donnée. Un alphabet Braille interactif a été conçu spécifiquement pour des enfants déficients visuels avec des troubles cognitifs en collaboration avec une autre enseignante spécialisée. Ainsi, chaque lettre était associée à un son personnalisé par l'enfant lui-même pour faciliter l'apprentissage des lettres Braille. Un conte sensoriel sur un livre cousu a été conçu en collaboration avec une transcriptrice de documents afin d'associer des expériences tactiles et

---

<sup>3</sup> Nous détaillons ici toutes les actions menées dans le cadre du projet GeoAccess. Ce document est complété par un autre document intitulé « Nouvelles technologies de prototypage rapide pour les professionnels de la déficience visuelle » qui reprend l'analyse des besoins, la revue des nouvelles technologies de prototypage, les exemples réalisés, et nos recommandations pour les professionnels de la déficience visuelle.

sonores au conte par le toucher d'objets 3D et/ou d'éléments en relief interactifs. Une boîte à rythme corporelle a été conçue avec un éducateur afin d'associer certaines parties du buste des enfants déficients visuels avec des troubles cognitifs à un son précisant le nom de la partie touchée (par exemple, l'épaule).

Nous avons **observé l'utilisation de ces différents prototypes à l'institut, avec les élèves déficients visuels**. Ces travaux ont fait l'objet de **deux publications** présentées lors de ICCHP 2016 (International Conference on Computers Helping People with Special Needs) et lors de Handicap 2016 (conférence francophone sur le handicap, **prix du meilleur article de la conférence**).

---

## PUBLICATIONS

---

Giraud, S., & Jouffrais, C. (2016). Empowering Low-Vision Rehabilitation Professionals with "Do-It-Yourself" Methods. In Computers Helping People with Special Needs, LNCS 9759 (pp. 61–68). Springer International Publishing. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-41267-2\\_9](http://doi.org/10.1007/978-3-319-41267-2_9)

Giraud, S., & Jouffrais, C. (2016). « Do-It-Yourself » : aider les professionnels spécialistes de la déficience visuelle à créer leurs propres supports pédagogiques interactifs. Dans : HANDICAP, Paris, FR, IFRATH, 10 pages, juin 2016.

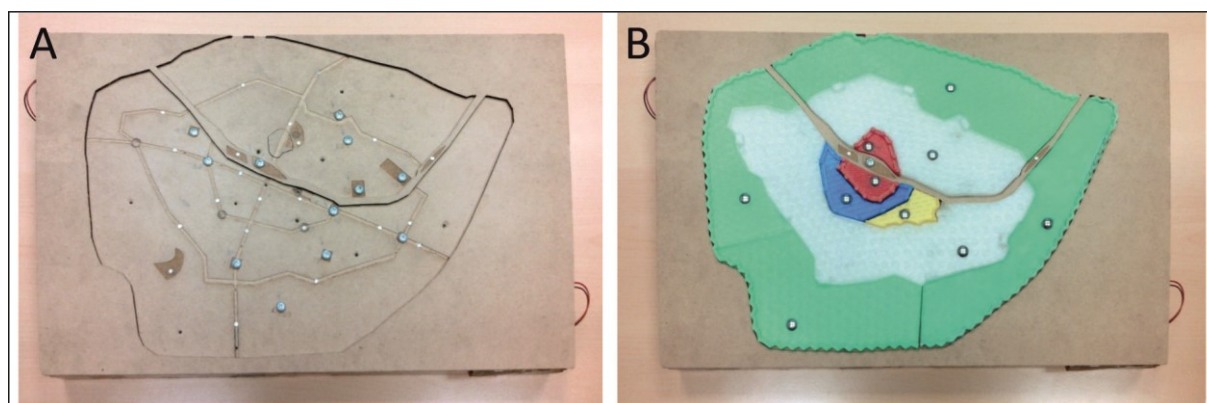
Ces deux publications sont livrées à la FIRAH avec les droits de diffusion des éditeurs.

---

## PROTOTYPAGE ET EVALUATION D'UN MODELE 3D INTERACTIF DE PARIS

---

Evidemment, les modèles 3D interactifs de l'espace (comme le modèle d'un bâtiment ou la carte de Paris) sont des outils pédagogiques particulièrement importants pour enseigner à des enfants déficients visuels. Nous avons donc aussi travaillé, comme cela était prévu, sur une **carte 3D interactive** de Paris. Celle-ci a été conçue en collaboration avec l'un des professeurs d'Histoire-Géographie de l'Institut National des Jeunes Aveugles (Paris). Cette carte se présente sous la forme d'un **puzzle constitué de pièces imprimées et rendues interactives avec des cartes microcontrôleurs**. Cette carte peut donc être construite à volonté et permet à un élève de comprendre, sans l'assistance de personne, l'espace représenté.



*Modèle 3D interactif représentant la carte de Paris (ici à l'envers pour les besoins de l'étude). Un support en bois permet d'identifier plusieurs points important de la ville de Paris (A). Des pièces imprimées en 3D s'emboîtent sur le support en bois, et permettent de travailler sur l'agrandissement de la ville de Paris (B). Tous les points important et tous les objets sont interactifs et déclenchent des descriptions verbales facilement modifiables par l'enseignant.*

L'utilisabilité de ce **dispositif a été évaluée auprès de 24 élèves déficients visuels**. Plus précisément, nous avons réalisé une expérimentation afin de mettre à l'épreuve l'hypothèse selon laquelle le dispositif 3D interactif permettait de mieux comprendre les données historiques et géographiques que les cartes thermogonflées classiques (cartes en relief utilisées habituellement en classe par les élèves). Les résultats montrent que ce type de prototype, facile à réaliser, peut être conçu, réalisé et utilisé dans les instituts spécialisés. Le professeur d'Histoire-Géographie qui a travaillé à la création de cette carte a d'ailleurs conservé le prototype pour pouvoir l'utiliser en classe. Cette **étude est en cours de publication**. Un film concernant la conception, la fabrication et les usages de ce dispositif est en cours de réalisation avec J. Berthier.

---

#### PUBLICATION

---

Stéphanie Giraud, Anke M. Brock, Marc J.-M. Mace, Christophe Jouffrais. Map Learning with a 3D Printed Interactive Small-Scale Model: Improvement of Space and Text Comprehension in Visually Impaired Students (soumis à *Frontiers in Psychology*)

Le manuscrit est livré avec ce rapport, avec une clause de confidentialité en attendant son acceptation.

---

#### ETUDE DE LA PERCEPTIBILITE DES TEXTURES IMPRIMEES

---

Par ailleurs, nous avons également mis en place une **expérimentation sur la perceptibilité des textures imprimées** en collaboration avec le professeur Edouard Gentaz (Université de Genève, Suisse). En effet, nous souhaitons savoir si les images tactiles imprimées en 3D offraient des performances de reconnaissance tactile comparables à celles des images thermoformées ou des textures réalisées avec des matériaux classiques (feutrine, papier, etc.) Si c'est le cas, l'impression 3D faciliterait la tâche des transcripateurs et permettrait de réduire le temps de production des images en relief texturées. De plus, cela permettrait de partager et reproduire des images tactiles à grande échelle, ce qui impossible aujourd'hui.

Nous avons comparé trois conditions auprès d'une population déficiente visuelle variée (20 enfants, adolescents, et adultes): 1/ images avec des textures faites à la main ; 2/ images thermoformées; et 3/ images imprimées en 3D. Les résultats sont en cours d'analyse.

Si notre hypothèse est confirmée, nous avons prévu de soumettre cette étude dans le journal *JEP Applied*.

---

#### PUBLICATION

---

Stéphanie Giraud, Anne Theurel, Edouard Gentaz, Christophe Jouffrais. Tactile recognition of 3D printed pictures by blind children. (In prep)

Ce manuscrit sera livré quand il sera sous une forme acceptable.

---

#### SITE WEB (KIT NUMERIQUE)

---

Le « kit numérique » est un des livrables du projet. Il a été réalisé sous la forme du **site web appelé « Fais le pour voir »**, réalisé et hébergé par nos soins. Il procure un ensemble de conseils et d'exemples d'outils pédagogiques réalisés par et pour les professionnels de la déficience visuelle. Ce site, sous forme de blog, est facilement **partageable et évolutif**. Comme le CNRS n'a pas vocation à maintenir et faire évoluer ce site, il pourrait être transmis à une association ou un organisme intéressé.



## Fais-le pour voir

### Cérémonie "T'Hacka Voir"

mardi 14 juin 2016 09:14 T'Hacka Voir 0 commentaires Fais-le pour voir



Bonjour à tous,

L'événement "T'Hacka Voir" a été réusite. Six beaux projets ont été présentés au sein de l'Institut des Jeunes Aveugles de Toulouse :

[Lire la suite...](#)

### Matériaux pour Imprimantes 3D

jeudi 12 mai 2016 08:51 Impression 3D 0 commentaires Fais-le pour voir



Bonjour à tous,

Suite à l'article sur l'impression 3D, voici une petite liste (non exhaustive) des matériaux utilisés pour l'impression 3D. Plein de matériaux différents pour mettre en œuvre plein d'idées différentes :-)

[Lire la suite...](#)

Adresse : <http://cherchonspourvoir.org/faislepourvoir/index.php/fr/>

Ce site est le point d'entrée de tout professionnel qui souhaite réaliser ses propres matériels pédagogiques basés sur les nouvelles technologies de prototypage rapide. Il y trouvera les informations nécessaires pour débiter, ainsi que le soutien de ses pairs.

## CHALLENGE « T'HACKA VOIR »

Afin d'impulser une dynamique nationale dans le milieu de la déficience visuelle, nous avons organisé un **challenge intitulé « t'hacka voir »**<sup>4</sup>. Ce challenge a permis d'associer des étudiants en Informatique et des professionnels de la déficience visuelle afin de développer des prototypes répondant aux besoins spécifiques de chaque enseignant. Chaque équipe ainsi constituée devait réaliser un prototype et venir le présenter 3 mois plus tard lors d'une cérémonie en présence de tous les professionnels de l'IJA. La cérémonie a été effectuée en présence d'une centaine de personnels. Tous les participants ont été remerciés avec des cadeaux. Un vote a désigné le projet gagnant.

Nous allons organiser ce challenge **chaque année**. En 2017, **l'Institut d'Ergothérapie de Toulouse** va s'associer à l'événement dans le cadre de la formation.

Le challenge « t'hacka voir » et le site web participent du même objectif de rendre les professionnels complètement autonomes et donc capables de trouver toutes les ressources dont ils auraient besoin pour concevoir leurs propres supports pédagogiques.

## RECOMMANDATIONS

Nous avons réalisé un document de 54 pages intitulé « Nouvelles technologies de prototypage rapide pour les professionnels de la déficience visuelle ». Ce document reprend toutes les annexes que nous avons prévues. Elles ont été converties en un seul document qui s'articule autour de cinq sections intitulées :

- Analyse des besoins à l'Institut des Jeunes Aveugles
- Outils de prototypage rapide
- Exemples de supports pédagogiques ou éducatifs conçus dans le cadre du projet GeoAccess
- Témoignage de Nathalie Bedouin, Transcriptrice à l'IJA, Toulouse
- Recommandations pour les personnels spécialisés

<sup>4</sup> [http://cherchonspourvoir.org/faislepourvoir/index.php/fr/posts/posts?category\\_id=16](http://cherchonspourvoir.org/faislepourvoir/index.php/fr/posts/posts?category_id=16)



Nous avons fait ce choix rédactionnel car ce document, plus complet, peut éventuellement être publié et distribué. Il peut servir de support pour les professionnels qui voudraient se lancer dans le prototypage de leurs propres matériels.

### DIFFUSION DES RESULTATS

---

Académique : Les résultats du projet ont été publiés dans 1 conférence internationale et 1 conférence nationale (prix du meilleur article). Ils sont en cours de publication dans deux journaux internationaux.

Appliquée : Le projet a aussi été présenté dans des congrès appliqués (GPEAA 2015, ARIBA 2015). Il a aussi fait l'objet de diffusions sur la liste de diffusion des transcripateurs lors de du challenge « t'hacka voir ». Le site web du laboratoire commun a créé un blog spécifique pour le projet qui est accessible par tous les professionnels de la déficience visuelle. Comme nous l'avons expliqué le site web reste fonctionnel et le challenge sera reconduit l'année prochaine en intégrant un partenaire supplémentaire (Institut d'Ergothérapie)

Grand public : Emission VivreFM