

Difficultés rencontrées par les aveugles et déficients visuels pour la consultation de sites WEB sur les transports et le tourisme

Auteurs :

Jean-Claude Sperandio, Gérard Uzan, Nathalie Jobard

**Laboratoire d'ergonomie Informatique
Université René Descartes - Paris 5
45 rue des Saints-Pères
75270 Paris Cedex 06**

Etude demandée et financée par :

**Institut pour la Ville en Mouvement
10 rue des Halles
75001 Paris**

1. Objectifs de l'étude

La mobilité de personnes handicapées visuelles, en particulier les aveugles, peut être facilitée par une meilleure information sur les transports publics permettant les déplacements, sur leur coût et les facilités d'accès, mais aussi sur les offres de voyage, les loisirs, etc. Il faut souligner que les personnes handicapées visuelles, y compris celles qui se déplacent apparemment avec facilité, ont des besoins importants d'informations spécifiques, c'est-à-dire qui leur sont propres du fait de leur situation de handicap. Ils ont des besoins d'informations pendant leurs déplacements et à propos de leurs déplacements, tant sur les espaces des déplacements que sur les moyens de déplacements qu'ils empruntent ou sont susceptibles de pouvoir emprunter.

Ces informations restent partielles, mais lorsqu'elles existent elles sont de plus en plus diffusées au moyen de sites Internet. Or, l'accès à Internet n'est guère facile pour les déficients visuels, étant donné le rôle majeur que joue normalement la vision dans le jeu des dialogues interactifs avec ces sites.

Les aveugles ne peuvent évidemment pas utiliser les écrans dont sont munis les ordinateurs individuels et les amblyopes (le plus souvent appelés malvoyants, bien que le terme soit imprécis) ne peuvent les utiliser qu'au moyen d'agrandissements considérables, qui restreignent et déforment l'image et ralentissent considérablement les dialogues interactifs. Pour ce qui est des aveugles, seules sont envisageables les solutions qui suppriment complètement la nécessité de se servir d'un écran. Les solutions qui existent actuellement consistent à convertir le contenu des écrans soit de façon tactile, au moyen d'un afficheur braille, soit de façon auditive, au moyen d'une synthèse vocale.

Les afficheurs braille sont réservés évidemment aux seules personnes capables de lire le braille, qui sont loin de constituer la majorité des aveugles. Les synthèses vocales, relativement peu coûteuses, sont assez facilement utilisables par tout le monde, y compris des personnes non aveugles. Mais ces deux techniques, afficheurs braille ou synthèse vocale, ont en commun une restriction importante : elles ne peuvent transcrire que du texte (caractères alphanumériques, mots, phrases, etc.). Or, l'informatique, surtout Internet, fait de plus en plus non seulement de textes, mais aussi très largement d'éléments non textuels tels que des icônes, des graphiques, des schémas, des photographies, et également use de toutes sortes d'artifices pour mettre en relief les textes eux-mêmes ou parties de textes, à commencer par l'emploi de couleurs, de polices de caractères différentes, d'éléments d'animation, etc. Par conséquent, ne pouvoir extraire des affichages informatiques que la seule part textuelle appauvrit la lecture et peut même, pour certains sites Internet, empêcher toute compréhension.

L'objectif de l'étude qui a été réalisée est de mieux cerner les difficultés que rencontrent des aveugles voulant consulter des sites Internet. Ces difficultés tiennent en premier lieu à la raison qui vient d'être indiquée : l'utilisation d'une synthèse vocale ou d'un afficheur braille (l'étude a porté sur l'emploi d'une synthèse vocale, qui touche le

plus grand nombre d'utilisateurs) ne donne accès qu'à l'information textuelle. Mais elles tiennent aussi à la façon dont les sites Internet sont construits. Et ces sites peuvent plus ou moins convenir selon qu'ils apportent ou non les informations recherchées. Il faut remarquer à cet égard que les sites Internet ne sont généralement pas conçus pour des utilisateurs aveugles : or ceux-ci peuvent souhaiter des informations qui leur sont propres ou qui leur sont plus particulièrement utiles du fait des difficultés qu'ils éprouvent pour se déplacer de façon autonome.

Quatre sites ont été choisis comme étant exemplaires de sites que des aveugles peuvent avoir à consulter pour la préparation de leurs déplacements : le site de la SNCF et celui de la RATP, pour les transports publics en région parisienne, et les sites PARISCOPE et PIDF, pour les loisirs.

Pour évaluer si un site Internet est d'un usage facile ou non, s'il contient ou non les fonctionnalités que l'on attend et si ces fonctionnalités sont facilement accessibles, et même s'il offre les informations que l'on est en droit d'y trouver (qualités communément regroupées sous le terme de «qualités ergonomiques»), il y a deux grandes méthodes. La première consiste à faire évaluer le site par des experts compétents en évaluation de sites Internet, appliquant des critères d'évaluation précis, en particulier des critères ergonomiques. La seconde méthode consiste à mettre un échantillon d'utilisateurs en situation de consulter des sites selon un scénario standardisé et d'observer leurs comportements et leurs difficultés.

Ces deux approches présentent chacune des avantages et des limites. Nous avons choisi la seconde approche, dont l'avantage majeur est de mettre en évidence d'éventuelles différences entre les utilisateurs, qui n'ont pas tous ni la même expérience de l'informatique et d'Internet, ni les mêmes motivations, et de tirer parti de l'expérience de certains de ces utilisateurs, dont les critiques et les suggestions sont toujours riches d'enseignements.

Notre objectif n'est pas, - absolument pas -, de donner une note aux sites étudiés, ni même de les comparer entre eux comme on peut le faire pour des produits de consommation. Notre objectif est d'extraire de l'analyse des sites choisis leurs qualités et leurs défauts comme étant exemplaires des qualités souhaitables et des défauts à corriger sur tous les sites web, en se plaçant du point de vue des utilisateurs aveugles. A ce titre, cette étude se veut complémentaires d'autres études ergonomiques sur la problématique de la consultation des sites web en général, que les utilisateurs soient handicapées ou non.

2. Synthèse des objectifs de l'étude

1. Repérer où sont les obstacles et quelle est la nature des incidents qui empêchent l'accès à l'information nécessaire. On introduit ici la notion de micro-incident, défini comme suit : événement survenant au cours de la navigation ayant pour conséquence une dégradation de la navigation ou entraînant une perte de contrôle du système.
2. Analyser comment le sujet gère les incertitudes au cours de sa navigation. Nous avons identifié 3 niveaux d'incertitude :
 - l'incertitude d'existence (le sujet se demande si une information est présente sur la page) ;
 - l'incertitude d'exactitude d'une information (le sujet doute du site) ;
 - l'incertitude de sa propre compréhension de l'information affichée (le sujet doute de lui-même).
3. Voir comment les formes de la contrainte temporelle influencent la navigation et la recherche d'information.
4. Voir en quoi la « logique d'assistant », sous-jacente à certains types d'aides, réorganise cette contrainte temporelle et se traduit par des requêtes, des actions et des choix.¹
5. Comprendre pourquoi les utilisateurs abandonnent rapidement la navigation web au profit d'autres moyens.
6. Repérer les caractéristiques des informations de transport ou de tourisme qui sont privilégiées par la population aveugle.

3. Deux groupes d'utilisateurs

16 personnes ont participé à cette expérience : 8 aveugles et 8 voyants (ces derniers constituent le «groupe contrôle», c'est-à-dire utilisé à titre comparatif). Le groupe des aveugles est constitué de 7 hommes et 1 femme, d'âge moyen de 36 ans. Tous maîtrisent les commandes usuelles des logiciels de lecture d'écran au moyen d'une synthèse vocale et savent utiliser Internet. Le groupe des voyants est constitué d'étudiants universitaires, 3 hommes et 5 femmes, d'âge moyen 27 ans, maîtrisant l'usage des ordinateurs individuels et la navigation Internet.

Les sujets des 2 groupes passent les mêmes épreuves, sauf que les sujets voyants utilisent l'ordinateur avec une interface classique : écran, clavier, souris, tandis que les sujets aveugles utilisent le même ordinateur, mais muni d'une interface spéciale pour les aveugles constituée d'un clavier, d'un lecteur d'écran et d'une synthèse vocale. L'expérimentation a été effectuée sur un PC (processeur Pentium III cadencé à 800 MHz et 128 Mo de RAM), équipé de deux haut-parleurs, d'une carte Sound Blaster Live, du lecteur d'écran Jaws for Windows version 3.7 et de la synthèse vocale SayItPro². Le système d'exploitation est Windows 98, et le navigateur Internet Explorer version 6.0.26.

La collecte des données a été effectuée par des enregistrements vidéo de l'image de l'écran PC et du son pendant la navigation, au moyen d'une caméra numérique munie d'un microphone.

Chaque sujet a été soumis aux deux épreuves suivantes :

- obtenir sur un site web de transport et sur un site de tourisme des informations relatives à un déplacement à réaliser, selon un scénario fixé, en utilisant un navigateur adapté (interface clavier / écran / souris pour les utilisateurs voyants ; synthèse vocale et lecteur d'écran pour les utilisateurs aveugles).
- obtenir ce même type d'informations par l'intermédiaire d'une tierce personne consultant le web à la demande du sujet (méthode dite du « magicien d'Oz »).

Les sites web utilisés sont les suivants : RATP et SNCF, pour les transports ; PIDF et PARISCOPE, pour le tourisme (région Île de France).

Afin que chaque sujet soit placé en situation de consulter un site transport et un site tourisme selon les deux modalités de consultation, sans redondance, le plan expérimental est le suivant :

- une moitié des sujets aveugles (idem pour les sujets voyants) consulte directement le site RATP, et indirectement le site SNCF ;
- l'autre moitié consulte directement le site SNCF, et indirectement le site RATP ;
- symétriquement, une moitié des sujets aveugles (idem pour les sujets voyants) consulte directement le site PIDF, et indirectement le site PARISCOPE ;
- l'autre moitié consulte directement le site PARISCOPE, et indirectement le site PIDF.

Au final, chaque sujet aura manipulé directement l'un des deux sites « transport » et l'un des deux sites « tourisme », et aura manipulé l'autre site « transport » et l'autre site « tourisme » indirectement par l'intermédiaire d'une tierce personne appelée « le magicien d'Oz » (son rôle est décrit ci-après).

Chaque site aura donc été manipulé le même nombre de fois dans les deux conditions de consultation et par les deux groupes de sujets.

L'expérimentatrice joue ici un double rôle. En plus de prendre les rendez-vous pour l'expérience, accueillir les sujets et expliquer les buts et l'organisation de l'expérience, sa tâche consiste à gérer les scénarios expérimentaux définis, donner les consignes expérimentales, expliquer chaque scénario et observer les difficultés rencontrées au cours de la consultation des sites. Lorsque c'est le sujet qui manipule lui-même, l'expérimentatrice recueille les productions verbales spontanées ou les demandes éventuelles faites par les sujets en cours de travail.

C'est elle aussi qui joue le rôle d'un acteur appelé « magicien d'Oz », qui consiste à manipuler le navigateur web à la place des sujets en suivant leurs directives d'exploration des sites.

Avant la passation de ces épreuves, un entretien semi-directif a été mené avec chaque sujet, dont les questions

ont porté sur les difficultés qu'il éprouve habituellement pour se déplacer et pour s'informer sur les transports et les offres de tourisme, avec ou sans web. Après la passation, les questions ont porté sur les difficultés rencontrées concrètement au cours de l'expérimentation et leurs souhaits concernant les sites web.

4. Le rôle du magicien

Le rôle du « magicien d'Oz » consiste à manipuler l'ordinateur et le navigateur Internet à la place des sujets, mais sous leurs directives. Sous cette modalité d'accès, le sujet (aveugle ou voyant) n'utilise donc ni souris, ni clavier, ni interface spécialisée, et n'est pas confronté directement à l'affichage de l'écran. Il émet des requêtes orales, décide et donne les consignes d'exécution au magicien.

Cette modalité expérimentale permet d'évaluer le poids des difficultés de navigation liées au lecteur d'écran, en libérant le sujet de la charge de cette navigation et en lui donnant loisir de se focaliser sur le contenu informatif des sites.

L'identification des actions ainsi demandées et des communications au cours de la navigation sert de modèle exploratoire au développement d'un « agent intelligent³ » d'aide à la navigation. Cette idée est explicitée plus loin.

5. Les scénarios expérimentaux

Les consignes sont identiques pour les deux groupes de sujets et pour les deux types de navigation (lecteur d'écran et synthèse, ou clavier / souris). Pour les sites de transport, la tâche consiste à préparer un trajet pour se rendre à un endroit bien défini. Pour les sites de tourisme, les sujets doivent choisir une activité et la réserver en ligne, donnant une certaine incertitude sur la réalisation du but.

a) Scénarios pour les sites de transport

Site SNCF : « Réserver en ligne un billet de train aller et retour Paris/Brantôme pour 2 personnes avec une personne bénéficiant du tarif accompagnateur. »

Ce scénario comporte deux éléments qui sont sources d'incertitude. La ville de Brantôme n'est pas desservie par le réseau SNCF, et le billet au tarif accompagnateur existe mais n'est pas proposé sur le site. On notera le caractère intégratif, car le tarif accompagnateur est un service propre aux personnes handicapées et particulièrement aux personnes déficientes visuelles.

Le billet au tarif accompagnateur n'est pas demandé aux sujets du groupe des voyants. Ceci permet de mettre en valeur les contraintes supplémentaires des sujets aveugles par rapport au groupe des sujets voyants, pour leurs déplacements et les informations qu'ils souhaitent.

Site RATP : « Préparer son propre trajet pour se rendre en transports en commun de la résidence les Régaldes située dans la rue Jacques Angès Gabriel à Guyancourt, au 15 rue Rambouillet à Paris. »

Dans ce scénario, les sources d'incertitude portent sur l'adresse de départ : la résidence Les Régaldes existe mais n'est pas référencée sur le site, le numéro de la rue Jacques Angès Gabriel n'est pas précisé dans la consigne. Il est donné par l'expérimentateur au sujet s'il le demande. De plus, la ville de Guyancourt n'est pas desservie par le réseau SNCF/RATP, mais par un réseau de bus.

L'intégration de la spécificité de la déficience visuelle est ici de confronter les sujets aveugles à l'intermodalité de transport. Le passage d'une modalité à une autre nécessite un système d'information très imbriqué.

b) Scénarios pour les sites de tourisme

PIDF : « Réserver une activité proposant des dégustations de produits du terroir en Île de France pour le week-end suivant. »

La possibilité de réservation en ligne dépend de l'activité choisie. Ce site, qui est en réalité un portail de sites divers, présente l'avantage d'orienter l'utilisateur vers des sites inconnus dont la structure est différente. La

consigne tient compte d'activités privilégiant d'autres sens que la vision, en cohérence avec la nature du handicap visuel.

PARISCOPE : « Réserver en ligne un spectacle et un restaurant pour 2 personnes pour le samedi soir suivant. » L'incertitude se situe ici sur le but, sur l'existence de l'activité souhaitée et sur la possibilité de réservation. Elle dépend donc des choix des sujets et des disponibilités. Pour cette tâche, l'intégration du handicap visuel et son influence sur les comportements et les choix des sujets dépendent de l'activité choisie.

6. Déroulement de l'expérimentation

La campagne de tests s'est déroulée sur 10 jours étalés sur 3 semaines. Elle a été suffisamment courte pour bénéficier d'une assez bonne stabilité des contenus des sites face à leur renouvellement, à l'exception du site PARISCOPE dont le cycle de renouvellement est hebdomadaire.

Afin d'éviter un effet de fatigue pour les sujets aveugles, les passations ont pour chacun d'entre eux été organisées en deux sessions distinctes. Les sujets voyants ont enchaîné les deux sessions à la suite, avec une pause de quelques minutes entre les deux.

Chaque session s'est déroulée suivant l'enchaînement suivant :

1. Accueil du participant et briefing explicatif de l'ensemble de l'expérience
2. Passation sur le premier site :
 - lecture de la consigne
 - navigation
 - réponses au questionnaire
 - debriefing
3. Pause boisson

Puis, passation sur le deuxième site selon la même séquence. L'ordre de passation des sites est alterné de façon à ce qu'il n'affecte pas la comparaison des résultats.

7. Données recueillies

Elles diffèrent selon les phases expérimentales et les groupes sujets.

Sujets aveugles, avec interface lecteur d'écran

- Le type de navigation : les ruptures de type de navigation sont des indices des changements de stratégie des sujets.
- Les actions : sélections de liens, remplissages de formulaires, etc.
- Les micro-incidents : leur relevé permettra d'identifier les difficultés des sujets et d'effectuer des recommandations. Ils sont regroupés en 4 catégories suivant leur origine :
- l'aide technique, cette rubrique étant découpée en 2 catégories : la synthèse vocale et le lecteur d'écran (capacité, compatibilité avec l'utilisateur),
- l'utilisateur : erreurs de frappe, confusion sur la situation, surcharge cognitive, etc.
- l'ergonomie du site : vis-à-vis de son contenu informationnel et de sa structure.
- Le comportement des sujets : de façon à neutraliser les effets cumulés de subjectivité (interprétation de l'expérimentateur), les variables correspondant aux comportements des sujets sont déduites de leurs verbalisations ou de certaines de leurs actions. Par exemple, la variable 'Incompréhension' est encodée lorsque le sujet dit explicitement « je ne comprends pas ». Ces variables concernent le doute sur la présence d'un item, la demande d'assistance, le souhait d'abandonner la navigation, etc.

Sujets voyants, avec interface souris/clavier

- La navigation
- Les actions

- Les micro-incidents : deux grandes catégories d'incidents sont reportés pour cette population : l'utilisateur et l'ergonomie du site.

Tous les sujets, avec magicien d'Oz

- les communications
- lecture du contenu informatif par le magicien,
- demandes d'actions ou d'informations du sujet,
- Les actions du magicien
- Les micro-incidents comprenant une seule catégorie, l'ergonomie du site (le magicien, par son comportement, élimine vis-à-vis du sujet les incidences liées à l'utilisation directe du clavier et de la souris).

8. Les résultats

1) Différences comportementales entre utilisateurs voyants et aveugles

C'est l'analyse des comportements et des difficultés des utilisateurs aveugles qui nous intéressent en premier dans cette étude, mais les données relatives aux aveugles sont mises en relief par une comparaison avec les données relatives aux voyants (pour qui les sites sont conçus ; les concepteurs de sites semblent souvent ignorer qu'il existe aussi des utilisateurs handicapés visuels).

Les utilisateurs voyants naviguent plus rapidement (plus de trois fois plus rapides, en moyenne), consultent plus de pages et rencontrent moins d'incidents. Aucun des sujets voyants n'a abandonné ou souhaité abandonné en cours d'épreuve, alors que des abandons effectifs ou des souhaits d'abandons («récupérés» par l'expérimentatrice qui, dans ces cas-là, aide à surmonter l'obstacle) ont été observés parmi les aveugles, pour certains sites induisant une utilisation trop difficile ou donnant lieu à trop de micro-incidents (précisés plus loin).

La phase de navigation avec le truchement du «magicien» (c'est-à-dire la consultation des sites par personne interposée) met en évidence que les voyants naviguent mieux (sont plus rapides, consultent davantage, etc.) quand ils manipulent eux-mêmes, alors que les aveugles tirent mieux parti des sites lorsqu'ils sont déchargés des contraintes matérielles de navigation : ceci montre que ces contraintes, dont ils sont libérés par l'expérimentatrice dans cette modalité expérimentale, constituent bien un handicap pour les aveugles, même s'ils parviennent à «se débrouiller» seuls.

2) Incidents rencontrés

Les incidents rencontrés par les aveugles sont d'origines diverses. Essentiellement de nature technique, elles sont liées à des difficultés de manipulation des commandes de la synthèse vocale ou du lecteur d'écran (les utilisateurs utilisaient ici un clavier standard, qui n'a pas entraîné de difficultés observées). Ces incidents se répartissent différemment selon les sites, l'un des 4 sites totalisant à lui seul plus d'incidents que les trois autres sites réunis. En fait, même lorsque la nature technique de l'incident est clairement identifiée, il apparaît que certains sites génèrent plus d'incidents que d'autres parce qu'ils placent plus souvent l'utilisateur aveugle dans une situation de blocage dont on ne peut sortir qu'en prélevant visuellement (et uniquement visuellement) des informations nécessaires à l'identification du problème. Des incidents peuvent aussi émailler la navigation d'un sujet voyant, mais ils sont beaucoup moins nombreux et leur solution est souvent quasi immédiate via un contrôle visuel de l'événement perturbateur.

3) La durée des consultations

Comme dit précédemment, la durée des consultations (aussi bien en prenant comme mesures les durées globales de chaque scénario que les durées moyennes par pages consultées) est plus longue pour les aveugles. En moyenne, nous avons observé pour certains sites un allongement pouvant aller jusqu'à 5 fois.

Cette durée plus longue est due à plusieurs facteurs : la manipulation des commandes de navigation est moins

rapide ; les micro-incidents ralentissent l'obtention des informations recherchées ; la lecture auditive par la synthèse vocale (ce serait plus long encore par un afficheur braille) est plus lente que la lecture visuelle d'un voyant ; certains sites sont structurés de telle sorte qu'un lecteur d'écran (+ une synthèse vocale) s'y perd.

Un allongement de facteur 2 ou 3 n'est pas prohibitif si la consultation reste brève malgré tout, mais il devient d'autant plus prohibitif que la consultation s'éternise. En d'autres termes, passer de 3 à 9 minutes peut être acceptable, mais pas de 10 à 30 ou davantage. Encore faut-il tenir compte de l'intérêt porté à l'information attendue. Les aveugles sont habitués à devoir consacrer plus de temps que des voyants pour de nombreuses activités, en particulier pour la lecture, néanmoins le temps qu'ils peuvent raisonnablement consacrer à l'obtention d'informations dépend de l'importance qu'ils accordent aux informations dont ils escomptent un certain bénéfice. Ainsi, ils peuvent s'accorder une consultation longue par Internet pour la préparation d'un long voyage, par exemple, ou pour un loisir de longue durée, mais non pour un court trajet.

C'est pourquoi, la présence d'informations redondantes ou inutiles (généralement inutiles pour tous les utilisateurs, mais les voyants «filtrent» plus facilement) sur certains sites, que les «webmasters» se plaisent à surcharger à loisir, est particulièrement pénalisante pour une lecture auditive (ou tactile), puisque le filtrage ne peut s'opérer qu'après la prise d'information plutôt qu'avant. En visuel, il n'est pas nécessaire d'engager la lecture d'un texte pour «voir» qu'il n'intéresse pas ; en mode auditif, la synthèse ne filtre pas d'emblée, c'est l'utilisateur qui doit l'interrompre. La présence de ces informations inutiles ne fait pas qu'augmenter indûment la durée de la navigation, elle est génératrice d'incidents, ne serait-ce que parce que les bonnes informations sont masquées, les liens ne sont pas saillants, le risque d'être aiguillé vers des pages inutiles augmente, etc.

4) *Analyse et recommandations par sites*

Chaque site étudié a donné lieu à un relevé de points susceptibles d'être sources de difficultés pour les aveugles (voire pour l'ensemble des utilisateurs). Des recommandations sont associées aux points critiques relevés. Les lecteurs spécialement intéressés par tel ou tel des quatre sites se reporteront au rapport de recherche pour un exposé plus exhaustif. Nous résumons ci-après quelques-unes des conclusions.

- **Site RATP**

Ce site n'a pas induit de problème majeur de navigation aux utilisateurs aveugles naviguant seuls avec le lecteur d'écran. Aucun souhait d'abandon n'a été observé. Les sujets ayant navigué sur ce site avec le lecteur d'écran se sont déclarés prêts à naviguer à nouveau seuls.

Ses principales difficultés portent sur l'absence de connexion entre les différentes modalités de transport interurbaines, le manque de flexibilité des termes acceptés dans les zones d'édition.

Du point de vue informatif, 6 des 8 sujets aveugles ont regretté l'absence d'informations textuelles sur :

- les rues à traverser depuis la station de bus ou de métro et l'adresse d'arrivée
- le nombre de stations entre chaque correspondance
- le trajet pédestre au niveau des correspondances

- **Site SNCF**

Ce site a provoqué de nombreuses difficultés pour les utilisateurs aveugles naviguant avec le lecteur d'écran. Il totalise la durée maximale de navigation, le nombre maximal de micro-incidents et d'abandons (8 souhaits d'abandons et 4 abandons effectifs).

Aucun des sujets aveugles ayant navigué sur le site avec le lecteur d'écran estime vouloir naviguer seul sur ce site, invoquant les difficultés de navigation et l'absence du tarif accompagnateur. 4 sujets aveugles sur les 8 ont regretté l'absence du tarif accompagnateur, et 2 celle d'un message explicatif sur une ville non desservie par le réseau SNCF.

Les utilisateurs voyants n'ont pas émis d'opinion négative sur ce site, qui totalise le nombre minimal d'incidents par rapport aux autres sites (pour cette catégorie de sujets). Le problème se situe donc principalement au niveau de l'accessibilité.

- **Site PIDF**

Ce site, d'une densité informationnelle faible, est différent des 3 autres sites testés de par sa nature. C'est un site portail hébergeant des sites touristiques en Ile de France. De ce fait, la navigation porte sur des pages pouvant avoir une structure et des caractéristiques différentes. Cette particularité induit des problèmes de plusieurs ordres aux utilisateurs aveugles. Les changements de structure des pages en naviguant d'un site à un autre les surprend et les oblige à une plus grande attention du fait qu'ils n'ont pas de repères de navigation antérieurs.

L'absence de mise à jour fréquente du site fait aboutir la navigation à des sites morts ou d'informations périmées (4 occurrences).

La pauvreté de son contenu informatif a été une source d'insatisfaction marquée pour 3 des 8 sujets aveugles, et 2 des 8 sujets voyants. En effet, la page d'accueil du site est structurée avec une classification de thèmes composés de sous-thèmes orientant vers les sites partenaires. Or certains des sous-thèmes ne proposent aucun site associé. L'utilisateur perd du temps à naviguer sur 3 ou 4 pages différentes pour n'aboutir à rien. Plusieurs sujets ont critiqué le choix des sites partenaires, dont certains sortent du domaine du tourisme. Le site propose, par exemple, un lien vers une société de produits charcutiers sans aucune adresse de boutique. 4 sujets auraient souhaité trouver un thème 'restaurants' ou 'gastronomie' dans la page d'accueil.

Concernant le contenu informatif du site, aucune remarque spécifique liée au handicap visuel n'a été observée par les sujets aveugles.

- **Site PARISCOPE**

Le site PARISCOPE est le seul proposant une version en mode texte. Cette version pourrait normalement mieux répondre aux utilisateurs aveugles. Cependant, cette version texte comporte sur toutes les pages des boutons de validation sous forme d'image non référencée, la rendant de fait pratiquement aussi peu exploitable que la version graphique.

Regroupant l'ensemble des informations d'activités de divertissement de la région parisienne, il est d'une densité informationnelle importante, à renouvellement hebdomadaire.

Cette densité informationnelle se retrouve sur chacune des pages. Elle constitue une difficulté exploratoire importante. Ses modes de recherche associés ne filtrent pas assez l'information. (par exemple, lorsque l'utilisateur recherche un certain film par la localisation, le site lui propose une liste de films disponibles dans la localisation choisie). Lorsqu'il désigne le titre qu'il souhaite pour obtenir l'adresse de la salle, l'utilisateur aboutit à une page proposant pour le titre choisi l'ensemble des salles de la région parisienne dans lesquelles le film est programmé.

Deux des quatre sujets l'ayant utilisé avec l'aide du lecteur d'écran ont déclaré qu'ils pourraient naviguer à nouveau seuls. Un troisième a posé la condition d'utiliser une plage Braille en plus. Le contenu informatif a été globalement apprécié par les sujets aveugles et voyants. Seulement 2 sujets aveugles ont fait part de leur déception de constater que le site est trop dense en informations, mais ne contient cependant pas les restaurants qu'ils ont recherchés.

Les sujets aveugles n'ont fait aucune remarque propre à leur handicap sur le contenu informatif du site.

9. Synthèse des difficultés observées

Les difficultés des sujets aveugles lors de leur navigation avec le lecteur d'écran se sont traduites par les effets suivants :

- trois abandons de la navigation ;
- allongement du temps de navigation globale : il est multiplié par 2.2 par rapport à leur navigation avec le magicien, et par 5 par rapport à la navigation clavier / souris des sujets voyants ;
- allongement du temps de navigation par page de 2.6 fois supérieur à leur navigation avec le magicien, dû en partie aux difficultés relatives aux saisies de formulaires ; sur les sites SNCF et RATP exigeant le remplissage de formulaires, plus de 150% des actions effectuées concernaient les saisies, au détriment de la navigation ;

- perte d'informations : le nombre de pages consultées est divisé par 3 sur le site RATP en passant de la navigation avec le lecteur d'écran à la navigation avec le magicien ; aucun des sujets aveugles n'a étendu sa recherche pour accéder aux informations sur les trajets en bus, alors que 3 sujets aveugles sur 4 l'ont fait avec le magicien ;
- nombreux incidents de navigation : ils sont 10 fois plus nombreux que ceux des sujets voyants naviguant avec l'interface clavier/souris ; ils sont dus en majorité à l'interaction entre l'aide technique (synthèse vocale + lecteur d'écran) ; sans l'assistance de l'expérimentateur, le nombre d'abandons aurait été beaucoup plus élevé.
- incertitudes sur la présence d'informations : elles sont pour les aveugles au moins 2 fois supérieures par rapport aux sujets voyants.

10. Les stratégies des utilisateurs

Il s'agit ici des comportements des utilisateurs aveugles. La question est d'identifier s'ils adoptent des stratégies particulières face à leurs difficultés lors de la navigation avec le lecteur d'écran, et si leurs comportements sont modifiés lorsqu'ils naviguent avec le magicien d'Oz.

Navigation avec le lecteur d'écran

- Les sujets aveugles adaptent leur stratégie de navigation en fonction de la quantité d'informations présentées sur les pages.
- Nous avons vu que pour les sites de transport, les saisies de formulaires pénalisent la navigation des sujets aveugles. Pour les sites PIDF et PARISCOPE, les tâches sont ouvertes et laissent les sujets libres d'organiser leurs modes de navigation pour réaliser leur objectif. Les résultats montrent qu'ils effectuent beaucoup moins d'actions de saisies sur ces sites que sur les sites de transport. Ils naviguent au moins 1.5 fois plus. De plus, le nombre de saisies est supérieur sur le site PARISCOPE par rapport au site PIDF. Cette tendance est inverse de celle des sujets voyants. Or la page d'accueil du site PIDF est beaucoup moins dense que celle du site PARISCOPE, et plus structurée. Elle permet d'accéder plus rapidement à l'ensemble de l'information présentée dans une navigation par liens, ou pas à pas. Les pages du site PARISCOPE contiennent en moyenne plus de 200 liens, et nécessitent un temps de navigation plus élevé pour accéder à la totalité de l'information présentée.
- Les sujets aveugles ont tendance à naviguer sur ce site en effectuant des recherches, soit par le lecteur d'écran (23 recherches sur ce site pour 4 sur le site PIDF), soit par les options de recherche des sites, d'où un nombre de saisies plus élevé.
- Les sujets aveugles ont tendance à optimiser leur temps de navigation quand ils ont une liberté sur la détermination du but. Ils peuvent choisir des buts qui vont raccourcir le temps de navigation et augmenter les chances d'aboutir à un résultat quel qu'il soit. Ainsi 2 sujets aveugles ont choisi un dîner spectacle au lieu de chercher de façon séquentielle un spectacle et un restaurant pour la tâche du site PARISCOPE. Cette optimisation peut également être un choix s'appliquant sur l'activité elle-même. Un dîner spectacle combine en effet deux activités en une et en un même lieu, évitant ainsi un déplacement.
- Les stratégies de navigation par filtrage de l'information des sujets ne semblent pas influencer sur le temps de réalisation des tâches. Les stratégies ayant pour but d'accélérer la navigation (mode de lien en lien) ont pour effet de priver l'utilisateur d'un certain nombre d'informations. Elles s'appliquent au détriment du contenu informationnel ou nécessitent des changements de stratégie de navigation. Elles correspondent à un mode de navigation basé sur la gestion du temps. La comparaison entre les durées de navigation et les pourcentages de lecture en mode lien ne montrent pas de relation évidente entre ces variables, sauf pour le site RATP où elle semble effectivement pénalisante pour les sujets.
- Les sujets adaptent leurs stratégies au cours de leur navigation en fonction de leur but dont ils pensent se rapprocher ou s'éloigner. Ils auraient ainsi tendance à adopter une stratégie initiale de navigation en mode lien pour accéder rapidement aux pages qui les intéressent, puis d'utiliser de plus en plus un mode pas à pas lorsqu'ils croient être sur les pages finales. Cette adaptation n'est pas propre aux sujets aveugles : elle est observée chez tous les sujets⁴.

Navigation avec le magicien

- Les sujets aveugles ont l'habitude d'essayer, lorsqu'ils naviguent seuls, de minimiser leur navigation afin de ne pas surcharger leur mémoire de travail et d'éviter les migrations. Avec le magicien, au contraire, les sujets aveugles ne limitent pas leur besoin d'informations.
- Toutefois, avec la navigation du magicien, le nombre de pages consultés est inférieur pour les sites Tourisme. Celui-ci aurait pour effet de mieux cibler les informations et d'éviter la consultation de pages inutiles.
- Sur le site RATP, qui est le seul ayant révélé dans les questionnaires un manque d'informations ciblées sur le handicap, le nombre de pages consultées s'est trouvé multiplié par 3 entre la navigation avec lecteur d'écran et celle avec le magicien.
- Les sujets aveugles ne semblent pas changer leurs stratégies relatives à leurs objectifs sur les sites de tourisme. Ils se reportent plus que les sujets voyants sur l'expérimentateur pour des rappels d'informations ou d'actions. Etant libérés de la contrainte de navigation, ils ne chargent pas leur mémoire de travail.

L'action du magicien d'Oz en tant qu'agent intelligent

Le « magicien » simule ici une navigation abstraite, sans les contraintes manipulatoires du matériel (ordinateur + navigateur + synthèse). Rappelons que cette modalité un peu particulière a été introduite dans le plan expérimental pour deux raisons complémentaires : faire apparaître les contraintes propres à la manipulation du système technique (lecteur d'écran + synthèse vocale) et préfiguration des fonctionnalités qu'il serait bon d'introduire dans un système adapté aux aveugles, allant dans le sens d'un «auxiliaire intelligent».

- Le magicien permet de réduire le temps de navigation des sujets aveugles d'environ 55%. Ce rapport est réparti de façon égale sur les sites de transport et les sites de tourisme.
- Il réduit les abandons qui ne concernent plus que les informations dispensés sur les sites. Le nombre de souhaits d'abandons est de 2 pour cette session, contre 12 pour la session avec lecteur d'écran.
- Il supprime une grande partie des incidents (21 fois moins d'incidents qu'avec le lecteur d'écran).
- Son action se traduit par une homogénéisation des performances du groupe des voyants et du groupe des aveugles, qui obtiennent une durée de navigation par page sensiblement identique. Le magicien permet de ne pas inhiber la curiosité naturelle des sujets aveugles, en introduisant un rapport temps/gestion des informations plus optimal.
- L'assistance du magicien permet aux sujets aveugles de répondre plus complètement à leurs objectifs de recherche d'informations. Ainsi sur le site RATP, le nombre de pages consultées est multiplié par 3. Les sujets aveugles ont profité de l'assistance du magicien pour rechercher des informations sur les horaires de passage des bus, contrairement à leur navigation avec le lecteur d'écran.
- En revanche, la navigation avec le magicien est pénalisante pour les sujets voyants, puisque, comparativement à leur navigation quand ils sont seuls, ils consultent moitié moins de pages avec le magicien, pour un temps de navigation 50% plus long. Cet effet peut être attribué au temps supplémentaire nécessaire à la « reformulation » des informations présentées sur les pages et aux communications verbales (dans les deux sens) entre le magicien et le sujet, qui n'existent pas en navigation directe clavier/écran. D'une façon générale, les sujets qui n'ont pas de difficulté majeure pour manipuler eux-mêmes l'équipement technique et le navigateur préfèrent naviguer à leur gré.
- Pour tous les sujets, le truchement du magicien semble d'autant plus performant que la densité informationnelle est importante pour chacune des pages et pour l'ensemble du site. Le magicien fait office de filtre des informations inutiles. Ainsi, le site PARISCOPE, qui est celui ayant la plus grande densité informationnelle, est aussi le seul sur lequel le groupe des voyants a passé le plus de temps en navigation clavier / écran / souris et le moins de temps avec le magicien d'Oz. (rappel : pour les trois autres sites, la navigation sans magicien est plus rapide pour les voyants ; alors que pour les aveugles, sur les quatre sites, la navigation avec magicien est plus rapide).

Conclusion

- Les aveugles peuvent effectivement utilisé des sites web, mais au prix de difficultés qui peuvent les conduire à abandonner ce mode d'information.
- Certains sites sont moins accessibles que d'autres.
- Il ne suffit pas d'une synthèse vocale (ou d'un afficheur braille) pour pouvoir se passer d'un écran : outre que les sites comportent nombre d'éléments non textuels dont la lecture échappe à ces technologies, la logique de lecture visuelle diffère de la lecture pouvant être faite au moyen d'une autre modalité sensorielle, auditive ou tactile.
- Le développement d'une logique «d'agents intelligents» intégrés à des navigateurs d'internet peut utilement venir apporter des compléments de fonctionnalité indispensables dans les interfaces conçues pour des personnes aveugles.

(Footnotes)

¹ Ce point 4 a déterminé une particularité de notre méthodologie : la technique du « magicien d'Oz » dont le terme est usuellement employé dans les expérimentations faisant intervenir un acteur humain à la place d'une machine (ou d'une fonctionnalité d'une machine) susceptible, si elle existait, de faire ce même travail avec une certaine intelligence proche de l'intelligence humaine.

² Se prononce « say it pro »

³ Ce terme est pris ici dans le sens des « systèmes d'agents » en Intelligence Artificielle.

⁴ Elle a été observée également en d'autres expériences de consultation du web avec différents types de sujets.