

Rapport sur la thèse
*Une approche basée sur les préférences et les méta-heuristiques
pour améliorer l'accessibilité des pages Web pour les personnes
déficiences visuelles,*
présentée par Yoan Bonavero

Alain Mille

20 octobre 2015

Présentation générale du document

La thèse est organisée en 9 sections (135 pages) et deux annexes (30 pages). L'introduction campe le cadre de la thèse et ses axes directeurs. Une section pédagogique fournit un certain nombre de connaissances permettant au lecteur de se familiariser à la question de la déficience visuelle. L'état de l'art couvre le web et sa normalisation vis à vis de l'accessibilité, les technologies d'assistance et d'adaptation associées. Une section rappelle les problématiques spécifiques à la visualisation des interfaces Web. L'analyse des besoins pour acquérir les préférences de l'utilisateur est ensuite menée. La section 6 présente la contribution, tandis que la section 7 présente le démonstrateur. Les expérimentations sont décrites dans la section 8. La dernière section conclue et dresse les perspectives. Les annexes sont consacrées à fournir de la documentation sur l'expérimentation et sur les méthodes d'extraction des éléments d'une page web.

Chapitre 1 : Introduction

Ce chapitre est l'occasion de rappeler que dans de très nombreuses situations d'interactions avec l'environnement informatique, les capacités visuelles sont très majoritairement mobilisées. L'auteur se propose d'étudier une méthode de personnalisation efficace pour des situations de handicap liées à la déficience visuelle.

La notion d'accessibilité est étudiée en détail dans le cadre du numérique et sur un large spectre d'usages. La notion de handicap est située historiquement puis définie à partir des dernières lois (Février 2005).

Le champ de recherche est clairement délimité aux situations de handicap pour exploiter les documents, informations, services du Web liées à des difficultés d'ordre visuelle.

La thèse défendue est formulée : « Il est possible, grâce à des méthodes d'optimisation, de réaliser un compromis entre les besoins des utilisateurs et le message visuel initial de la page Web pour permettre à un utilisateur en situation de basse vision de profiter au maximum de ses capacités visuelles et de la page Web d'origine ».

Chapitre 2 : Notions complémentaires requises

Ce chapitre introduit l'essentiel du vocabulaire concernant l'œil humain et son fonctionnement, la notion d'acuité visuelle et la manière de l'estimer, une liste de déficiences visuelles particulièrement gênantes pour les

interactions visuelles dans un environnement Web. Une section est consacrée à étudier la question plus précise des couleurs, avec les propriétés qui introduisent des difficultés de natures différentes selon les contextes d’affichage du Web, qui sont hautement reliés aux terminaux et aux navigateurs utilisés. Les notions de luminance, de contraste seront utiles à exploiter pour l’adaptation de l’affichage selon les difficultés rencontrées pour les interactions visuelles.

Chapitre 3 : État de l’art

Le Web est tout d’abord présenté en se focalisant sur ses formes visuelles. Les notions de base permettant d’exprimer les formes visuelles sont passées en revue, en particulier la notion de style, et de feuilles de styles qui peuvent se cascader dans le même document HTML. L’importance de l’accessibilité numérique est pointée de manière universelle et passe par le Web pour un grand nombre de personnes, plongées dans des activités très diverses et exploitant le Web dans des contextes dynamiques et variés.

La normalisation est discutée dans le contexte du droit (par exemple les lois françaises) mais aussi les recommandations des groupes professionnels et d’usagers (le W3C par exemple). Le Référentiel Général d’Accessibilité pour l’Administration (RGAA) et le Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) sont présentés comme les éléments principaux encadrant les obligations et recommandations en matière d’accessibilité sur le Web.

Les recommandations sont listées avec des explications d’usage et les contraintes associées qui en découlent pour les concepteurs. Ces recommandations sont déclinées également pour les producteurs de contenus (Authors) et pour faciliter l’usage des outils de consultation (User Agent). Cette partie pédagogique se conclue sur un exemple et pointe les limites de ces recommandations.

Une section est consacrée aux « agrandisseurs d’écran » (magnifiers) et aux variantes d’adaptation des couleurs, de gestion du pointeur, et de séparation des contenus d’une page pour les exploiter avec un outil séparé. Ces agrandisseurs sont de plus en plus intégrés dans les systèmes d’exploitation.

La section la plus importante est consacrée naturellement aux travaux de recherche sur l’adaptation de pages Web et les préférences utilisateur. Onze travaux sont ainsi comparés pour les situer dans leurs capacités à prendre en compte les cotés client et serveur avec une architecture de transformation des pages. Ces travaux sont aussi interrogés au regard de leur capacité à traiter des éléments de complexité croissante (depuis les éléments de base jusqu’aux annotations sémantiques), à reconnaître automatiquement ces éléments, et la capacité à faire une transformation à partir de l’analyse de ces éléments tout en gardant l’information de base (ou non). La constitution plus ou moins automatique des profils d’utilisateur est également comparée pour ces différents travaux. Les méthodes d’adaptation et les métriques utilisées sont également interrogées. Il est pointé que ces travaux fournissent parfois des démonstrateurs mais les codes associés sont quasiment inaccessibles.

Chaque étude est conclue par une analyse courte et une proposition à faire dans le cadre de la thèse.

Avis sur l’état de l’art

L’état de l’art est bien construit, avec plusieurs grilles permettant de bien situer les travaux étudiés et les propositions faites dans le cadre de la thèse. On comprend qu’il y a eu un parti pris spécifique pour le Web et l’on pourrait donc parler ici d’un chapitre faisant le point de ce que l’on appelle en général « Travaux en Relation ». L’état de l’art aurait pu être considéré sur la notion d’interaction efficace avec un navigateur Web, pas uniquement quand il s’agit d’un problème de déficience visuelle, mais aussi quand les conditions d’éclairage, de confort de lecture (mouvement), d’accès à la langue, ou encore de taille des supports d’affichage font que l’interaction visuelle est difficile pour « tout le monde ». Par exemple, des travaux sur l’accessibilité pour les non-voyants ont été exploités pour faciliter la réalisation d’environnements interactifs sonores pour les personnes qui cherchent à échanger ou s’informer sans maîtriser la lecture et l’écriture (Gupta, Manish (2011) : Spoken Web : a mobile cloud based parallel web for the masses. In : Proceedings of the 2011 International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility W4A , 2011, . pp. 1. <http://dx.doi.org/10.1145/1969289.1969291>). Il s’agit en effet de situer les travaux d’adaptation pour les « situations » de handicap et pas uniquement pour des

« déficiences » particulières, ce qui est nécessaire naturellement mais la portée des travaux me semble plus vaste. Par exemple, les questions de contraste concernent de très nombreuses situations pour tout un chacun.

Chapitre 4 : Problématiques de visualisation des interfaces Web

Ce chapitre se concentre sur l'étude détaillée des différentes facettes (techniques pour la plupart) du problème de l'accessibilité à l'information via un navigateur Web. La page d'origine (telle qu'elle a été conçue au départ) peut poser des problèmes d'éblouissement, de faible contraste, de texte caché dans une image, d'images d'arrière plan (bruit pour le texte en premier plan) et d'organisation du contenu (ordres spatiaux, temporels, d'importance, ...). La question du daltonisme est étudiée à cet endroit également. Les technologies d'assistance pour chaque type de problème sont passées en revue : filtrage de couleurs, inversion de couleurs, suppression d'arrière-plan, modification d'ordres d'informations, modification de couleurs, ... Toutes ces méthodes ont de sévères effets de bord pouvant rendre l'accessibilité encore moins efficace (les fonds d'écran utilisés pour indexer les contenus par exemple).

Chapitre 5 : Analyse des besoins en vue de l'acquisition des préférences de l'utilisateur

Ce chapitre s'attache à fonder de manière argumentée les « besoins » des utilisateurs au travers d'enquêtes, d'entretiens ou de la littérature. Les personnes affectées par une déficience visuelle connaissent assez bien leur pathologie et sont capables de donner des indications relativement précises pour paramétrer ce qui est possible en fonction de leur gêne spécifique. Une liste de « besoins », ou plutôt de difficultés à surmonter, est établie : quantité d'information, organisation de l'information, zooms peu flexibles, gestions des filtres couleurs, les liens sur les images, les textes en image, modification de contraste, modification de couleurs, modification de disposition, éléments dynamiques (dont les pub), polices ésotériques ou décorées, texte sur image, textes *colorés* sur fonds colorés, perte de fil de lecture à cause des pubs, etc.

Les souhaits et préférences sont synthétisés à partir de cette analyse et forment la grille des points que la thèse se propose de mieux résoudre par des propositions plus avancées de la spécificité des utilisateurs, par une personnalisation plus forte.

Plusieurs approches sont examinées pour l'acquisition des besoins des utilisateurs : l'acquisition par l'exemple, qui consiste à proposer des exemples d'adaptation et à laisser choisir l'utilisateur ; l'acquisition par apprentissage, qui consiste à exploiter un principe de bonus/malus pour créditer ou discréditer telle ou telle facette d'une adaptation. Ces deux approches pourraient être articulées.

Avis sur l'analyse des besoins

L'idée de faciliter l'acquisition des besoins de manière semi-automatique est intéressante et pourrait même être complétée par une détection semi-automatique des situations de handicap en observant les schèmes caractéristiques de quelqu'un qui rencontre des difficultés. Ces schèmes pourraient être appris avec la « complicité » de l'utilisateur en lui offrant à chaque fois un choix d'adaptation et en construisant des schèmes d'adaptation spécialisés avec lui pour des schèmes de situation de handicap. Ce point pourrait faire l'objet d'une discussion lors de la soutenance ?

Chapitre 6 : Recherche d'une adaptation

La première section rappelle la théorie des préférences qui permet de formaliser des préférences sous la forme d'un ensemble de variables avec leurs valeurs « préférées », ce qui forme un tuple de préférences. Un langage

est associé avec une syntaxe simple et une sémantique logique précisée mais dont l'évaluation peut se révéler complexe pour un utilisateur habituel. Pour un moteur d'interprétation, deux méthodes de « résolution » sont décrites : une méthode explicite, listant l'ensemble des possibilités pour les choisir, ce qui peut introduire une combinatoire importante et une méthode implicite qui permet d'éviter, dans une certaine mesure, la combinatoire la plus complexe. Plusieurs sémantiques sont décrites, chacune ayant un « coût » différent naturellement et un exemple pédagogique montre comment ça fonctionne pour la sémantique « strong ».

Dans le contexte de la thèse, l'auteur pointe la complexité des calculs associés à cette théorie si on l'appliquait au domaine de l'accessibilité Web. L'explosion combinatoire est inévitable et l'approche inexploitable en l'état, en particulier pour l'approche explicite mais aussi pour l'approche implicite reportant simplement le problème à l'étape suivante. L'auteur examine alors la piste des algorithmes « évolutionnaires » et en particulier l'algorithme NSGA-II puis NSGA-III.

Les algorithmes de base sont d'abord présentés intuitivement avant que les parties les plus délicates ne soient décrites par leur algorithme en pseudo-langage algorithmique. Chaque partie délicate est d'une part présentée sous une forme intuitive avec souvent un exemple et plus formellement ensuite. Le lecteur est renseigné sur la complexité sans pour autant en avoir une claire démonstration.

Avis sur la recherche d'une adaptation

Les présentations algorithmiques sont claires et pédagogiquement présentées. L'argumentation liée à la recherche d'une complexité compatible avec un temps de réponse raisonnable (de l'ordre de la seconde) est convaincante. Même si on comprend que l'approche est prometteuse et intéressante, avec des fonctions objectifs qui n'apportent pas de complexité complémentaire significative, il aurait été utile d'estimer la complexité « moyenne » pour cette approche. L'opérateur d'agrégation me semble assez naïf (la moyenne) et peut compliquer une décision si le résultat de l'agrégation n'entre pas dans le champ discret d'une variable par exemple. Ça marche donc bien pour des valeurs numériques aux évolutions continues uniformes, mais pas sur des valeurs discontinues ou discrètes. Ce point pourrait être discuté.

Chapitre 7 : Schéma global du démonstrateur

La sélection des données à prendre en compte pour l'adaptation est réalisée manuellement, en tout cas dans le cadre de l'expérimentation menée. Pour des raisons d'objectivité, cette sélection est faite par deux personnes différentes.

Les données en entrée sont mises en forme conformément à la description de préférences avec les opérateurs introduits précédemment et des représentations des valeurs dépendant du type des variables (couleur, contraste, brillance,...).

En sortie du traitement, les variables d'entrée sont valuées par des valeurs calculées selon l'adaptation réalisée. La valeur initiale n'influe pas sur la valeur choisie par l'algorithme.

Deux versions de l'algorithme NSGA ont été implantées pour déterminer l'ensemble des valeurs adaptées à la situation fournie par un ensemble d'objectifs. Le démonstrateur est paramétrable d'une part pour spécifier le problème et les objectifs et d'autre part pour régler l'algorithme génétique.

Plusieurs exemples de pages modifiées pour être adaptées aux besoins de l'utilisateur sont présentées et exhibent de bons résultats par rapport à ce qui pourrait être fait manuellement.

Avis sur les résultats du démonstrateur

Le démonstrateur fonctionne pour une bonne partie en mode automatique, démontrant par là qu'il est possible de faire ce type de calcul de valeurs adaptées avec une approche génétique simple.

Le terme « adaptation » n'est peut-être pas le bon, puisqu'il semble que les valeurs initiales soient ignorées (d'après le schéma du démonstrateur en tout cas) et que toutes les variables sélectionnées sont valuées selon les

critères de satisfaction des objectifs (toutefois, les expérimentations montreront que l'on peut tenir compte des valeurs si une préférence l'exige).

On pourrait parler de reconfiguration de l'ensemble des variables interactionnelles visuelles.

L'adaptation consisterait à chercher à utiliser la valeur initiale comme point de départ et à chercher à partir de ce point à rejoindre une valeur satisfaisante, ce qui pourrait être (avec un peu de chance quand même) une heuristique efficace pour limiter les calculs ?

Chapitre 8 : Expérimentations

C'est tout d'abord une méthode de résolution explicite (préférences exactes) qui a été implémentée comme « référence ». L'algorithme de génération de relations de préférence est décrit formellement. La complexité attendue est au rendez-vous naturellement. Il n'est pas facile d'améliorer les performances, même en ordonnant les préférences car une contradiction quelconque produira un échec de résolution.

Avec l'approche génétique, des expérimentations à 10s ont été menées pour étudier la qualité potentielle des propositions faites pour satisfaire les préférences. Toutefois, le temps de réponse d'1s doit être gardé en tête pour savoir si l'approche est utilisable en réalité.

Bien entendu, le choix des paramètres de l'algorithme génétique ont une grande influence sur ses performances.

Le choix des paramétrages est justifié avec précision et référencement.

Le choix des objectifs utilisateurs est soigneusement détaillé en référence aux connaissances du domaine présentées dans la première partie de la thèse.

La constitution du corpus de pages est justifiée et détaillée soigneusement également.

Les algorithmes NSGA II et NSGA 3 sont utilisés sur le même corpus avec des ensembles de fonctions objectifs identiques, d'une part sans agrégation puis avec agrégation. Les résultats sont moyens dans tous les cas (sauf le plus simple) pour NSGA II tandis que NSGA 3 exhibe des résultats encourageants, particulièrement en pratiquant l'agrégation.

L'expérimentation a ensuite été poursuivie sur des corpus de pages différents et avec les mêmes jeux d'objectifs. Les tableaux de comparaison sont commentés avec des explications sur les différences de performances qui sont convaincantes. L'approche NSGA III est toujours meilleure même si parfois c'est de peu.

Un cas particulier, mobilisant un grand nombre de fonctions objectifs, est étudié pour NSGA III sans arriver à une conclusion claire (de mon point de vue).

L'étude de l'impact des paramètres est faite avec soin et l'argumentation explicative est convaincante.

Avis sur les expérimentations

Le chapitre est très bien documenté et argumenté. L'algorithme NSGA III apparaît clairement comme le plus prometteur et en lisant le chapitre, on sait maintenant pourquoi. La manière de paramétrer l'algorithme est particulièrement étudiée, ce qui est très utile dans ce type d'expérimentation.

S'il fallait trouver une remarque à faire, ce serait autour des heuristiques générales qui pourraient être appliquées sur les paramètres en fonction de la spécification du problème à résoudre. Ces heuristiques pourraient être soit issues d'expérimentations sur un grand nombre de « types » de pages, ou aussi par apprentissage continu en mobilisant les utilisateurs pour « qualifier » des pages (en y mettant éventuellement le temps !) et propager les paramétrages permettant de résoudre la configuration des variables de ces pages dans un temps acceptable. On pourrait imaginer des « profils » de page correspondant à des profils de paramétrage...

Il faut noter que je n'ai pas compris la formule 8.6 ... (l'expression est peut-être tronquée ?)

Chapitre 9 : Conclusion et perspectives

La conclusion est l'occasion de rappeler les enjeux d'une telle recherche pour permettre aux mal voyants de rester inclus dans la société à l'ère du Web. L'originalité et les contributions du travail sont reprises rapidement : tout d'abord, une étude assez détaillée des pathologies et des déficiences visuelles associées à ces pathologies, en mettant en évidence les situations spécifiques de handicap qu'elles peuvent entraîner. Cette fondation permettra ensuite d'identifier les variables à mobiliser pour calculer une page qui soit adaptée à un ensemble de préférences. L'ingénierie de l'acquisition des connaissances sur les préférences est démontrée comme particulièrement importante pour permettre aux calculs de se faire sur les bonnes variables et jeux de valeurs associés. D'autres méthodes de résolution comme la résolution par satisfaction de contraintes sont évoquées comme alternatives aux approches génétiques ainsi que l'approche dite du « Deep Learning » (sans toutefois vraiment argumenter pour cette famille de méthodes hiérarchiques). Enfin, la validation par des utilisateurs est naturellement recherchée.

Avis général sur le document de thèse

Le document est facile à lire, avec quelques typos peu nombreuses, et j'ai beaucoup apprécié le soin avec lequel les choix ont été argumentés et expliqués tout au long des différents chapitres.

La contribution principale, à mon avis, est de poser le problème d'une façon claire, en passant par l'intermédiaire de la théorie des préférences pour exprimer des objectifs d'accessibilité selon des difficultés de vision objectivées donc. L'étude des algorithmes est naturellement intéressante dans le contexte de la thèse, mais aussi en général pour rendre encore plus lisibles les avantages de NSGA III et la sémantique des paramétrages associés.

Les expérimentations démontrent un souci de rigueur important et une posture de chercheur déjà confirmé.

Bien entendu, on a toujours envie de voir les travaux s'engager dans des voies encore plus innovantes en matière d'heuristiques pour maîtriser la complexité naturelle des approches proposées, mais ce travail démontre un très bon potentiel et des qualités évidentes pour poursuivre des recherches rigoureuses et documentées. Dans les perspectives, je propose que l'auteur considère « l'interaction » plutôt que la perception seule. En effet, pour voir il faut « regarder » et donc s'orienter dans l'espace interactionnel proposé. L'association de l'utilisateur dans le choix de ce « qu'il cherche à voir », peut fournir des bases pour des heuristiques efficaces.

Ce document de thèse démontre des qualités évidentes pour un jeune chercheur et je recommande sans hésitation la venue en soutenance de cette thèse présentée par Yoann Bonaverio.

Alain Mille, le 17 octobre 2015