

Etat de l'art des méthodes d'adaptation des pages Web en situation de handicap visuel

Yoann Bonavero, Marianne Huchard, Michel Meynard
LIRMM, CNRS et Université de Montpellier
161 rue Ada - 34095 Montpellier Cedex 5 - France
Email : prenom.nom@lirmm.fr

Austin WAFFO KOUHOUE
Département de Génie Informatique,
Ecole Nationale Supérieure Polytechnique
Yaoundé - CAMEROUN
Email : wkaustin1@gmail.com

Résumé—Cet article se consacre à l'étude des technologies, outils et travaux de recherche existant autour de l'accessibilité au Web pour les personnes en situation de handicap visuel. Nous commençons par décrire la structure d'une page Web et les différents standards et normalisations qui existent et permettent d'assurer une accessibilité minimale. Nous détaillons ensuite les diverses possibilités offertes par les technologies d'assistance les plus connues et les outils spécifiquement dédiés au Web ainsi que leurs limites. Différents travaux de recherche existant dans le domaine sont ensuite étudiés et comparés à l'aide de tableaux synthétiques.

I. INTRODUCTION

L'interface graphique d'une page Web se décompose classiquement en deux parties : le contenu et la présentation. Le contenu concerne l'information que le concepteur du site souhaite diffuser, ou récupérer dans le cas de formulaire de saisie. Le langage HTML permet de structurer le contenu. La présentation concerne la disposition, la couleur, la taille des différents éléments de la page et est généralement contrainte par la charte graphique du site. Cette charte définit une architecture de page commune pour tout ou partie du site Web. Elle permet de choisir la palette de couleurs, de définir la taille et la position de certains éléments comme le menu ou la barre de titre. La conception de la charte graphique se fait généralement séparément de la conception technique du site Web. Son intégration dans le reste du site est un travail à part entière dans la phase de développement grâce aux feuilles de style CSS.

L'accessibilité au Web et plus généralement l'accessibilité numérique est un enjeu majeur pour l'égalité des droits et des chances face aux Technologies de l'Information et de la Communication (TIC). En particulier, elle vise à faciliter ou permettre l'utilisation des logiciels, la navigation ainsi que l'interaction sur les sites Web. L'accessibilité Web concerne les personnes en situation de handicap, mais elle répond également aux besoins des utilisateurs seniors ou des personnes se trouvant dans un contexte environnemental contraignant. Dans le cadre d'un développement Web, il est montré que lorsqu'un site est développé en respectant les règles et les recommandations d'accessibilité, il dispose d'un avantage non négligeable en terme de qualité d'information et d'organisation de celle-ci, de référencement (sur les moteurs de recherche), d'acquisition des contenus et d'utilisabilité.

Les enjeux de l'accessibilité numérique sont nombreux (politiques, économiques, sociaux ...) et sont de plus en plus présents. L'accessibilité numérique tend à servir toute personne qu'elle soit valide ou non.

II. CADRE NORMATIF DE L'ACCESSIBILITÉ AU WEB

Dans cette partie, nous décrivons les normes et standards existants qui concernent l'accessibilité au Web.

A. La normalisation

Sur Internet, les ressources de tous types et les différents supports de communication doivent respecter des normes/standards, notamment en ce qui concerne leurs interfaces, qui permettent aux utilisateurs d'accéder à l'information ou d'utiliser un service. Les pathologies et symptômes et par conséquent les besoins des utilisateurs étant très différents et même régulièrement contradictoires d'une personne à l'autre (d'un handicap à l'autre), les normes se doivent par conséquent d'être généralistes et ouvertes. Cette réglementation tend à rendre les interfaces accessibles au plus grand nombre tout en permettant à des technologies d'assistance tierces de compléter l'accessibilité pour des besoins plus particuliers.

La législation Française, par la loi 2005-102 sur l'égalité des droits et des chances et la citoyenneté des personnes handicapées, ainsi que le décret 2009-543 mettant en application la loi 2005-102, définissent un cadre juridique et une série de normes encadrant le développement. Ces normes constituent le Référentiel Général d'Accessibilité pour les Administrations (RGAA [1]). Ce référentiel évolue au fil du temps et de nouvelles versions sortent améliorant les précédentes. Actuellement nous en sommes à la troisième version de ce référentiel.

Le *World Wide Web Consortium* (W3C) est à l'origine de la standardisation des langages HTML et CSS. Il a été fondé en octobre 1991 par Tim Berners-Lee (l'inventeur du World Wide Web (www)). Il s'agit d'un consortium international co-dirigé par plusieurs organisations. L'objectif premier du W3C est de créer des standards pour le Web et de publier des recommandations. Il travaille entre autres dans le domaine de l'accessibilité par le biais d'initiatives comme WAI-ARIA [2] (Web Accessibility Initiative - Accessible Rich Internet Applications).

B. Domaine d'application et cadre juridique

Légalement, tous les sites, applications ou services Web ne sont pas soumis à une obligation d'accessibilité. Les développeurs de sites personnels (particuliers) ne sont pas concernés par cette obligation mais peuvent apporter un plus non négligeable à leur site en s'y intéressant.

Le RGAA introduit par le décret 2009-546 et la loi 2005-102 concerne l'ensemble des ressources numériques du domaine public et des services de première nécessité. Ce référentiel encadre une obligation pour ces services de rendre accessible leurs sites, applications, services et ressources. A l'origine, cette obligation devait être assortie d'une sanction mais elle est devenue récemment une recommandation !

AccessiWeb est une marque déposée qui appartient au W3C par le biais du WAI-ARIA. Son objectif est de rendre opérationnels les normes et standards définis par le W3C. Le WCAG 2.0 [3] définit les normes et standards relatifs aux contenus Web. D'autres ensembles de normes pour les outils de consultation ou de production existent. Ces normes peuvent s'appliquer à n'importe quel site ou outil et ne se limitent pas aux administrations (RGAA).

C. Les éléments concernés

Les recommandations portent sur plusieurs domaines et sur différentes étapes de la conception jusqu'à l'utilisation d'un site Web. Le contenu Web constitue l'ensemble de l'information (textuelle ou non) qui est transmise par la structuration du code (à l'aide de balises HTML et/ou propriétés CSS). Les outils de production (environnement de développement intégré, *framework*, systèmes de gestion de contenu) permettent aux développeurs de concevoir et de coder les pages Web. Les outils de consultation représentent les navigateurs éventuellement utilisés conjointement à des technologies d'assistances (plage braille, agrandisseur d'écran, etc.). Les outils d'évaluation effectuent une analyse du contenu pour déterminer sa conformité aux normes d'accessibilité.

Les standards donnés par le WAI-ARIA se décomposent en trois grands axes principaux : le contenu Web, les outils de production de contenu et les outils de consultation.

D. Le contenu Web

L'ensemble des fournisseurs de contenu Web est concerné par les recommandations sur le contenu. Ces directives sont les « Web Content Accessibility Guidelines » (WCAG [3]). Sorties en 1999, elles ont évolué jusqu'à donner les WCAG 2.0 qui sont la référence depuis 2008.

Alors que les WCAG 1.0 portaient principalement sur le langage HTML, les WCAG 2.0 ont pour objectif d'être indépendantes du langage et par conséquent de s'adapter à tous les langages existants et futurs. On trouvera par exemple comme grandes lignes :

- Des contenus perceptibles (fournir des alternatives textuelles à tous les éléments non textuels, améliorer la lecture des éléments textuels).

- Des contenus utilisables (rendre utilisables toutes les fonctionnalités au clavier, garantir un temps suffisant pour la compréhension et l'utilisation d'un contenu).
- Des contenus compréhensibles (texte lisible et compréhensible, comportement prévisible).
- Des contenus robustes (optimisation de la compatibilité entre les agents utilisateurs).

Chacun de ces points se divise en plusieurs « critères de succès » correspondant à un niveau A, AA ou AAA. Ces critères constituent la base de l'évaluation de l'accessibilité d'un contenu Web.

E. Les outils de production

En ce qui concerne les applications de production de code source HTML (éditeur de pages) ou les services de publication en ligne, la référence est les « Authoring Tools Accessibility Guidelines ». Les ATAG 1.0 sont en cours d'évolution pour donner les ATAG 2.0 [4], une version adaptée aux systèmes apparus depuis la première version, comme les systèmes de gestion de contenu, les blogs ... Ces recommandations visent d'une part l'accessibilité des outils et d'autre part l'accessibilité du contenu créé par le biais de ces outils. Les points suivants font donc partie des normes :

- L'accessibilité de l'interface utilisateur par :
 - La compatibilité avec les différentes technologies d'assistance.
 - La capacité à être perceptible, compréhensible et utilisable.
- La capacité des outils à inciter à la génération de contenus accessibles :
 - Guider les utilisateurs dans l'édition de contenus accessibles par le biais de l'outil.
 - Inciter les utilisateurs à mettre en œuvre l'accessibilité des contenus.

F. Les outils de consultation

Pour que les contenus accessibles puissent être exploités, il est nécessaire d'avoir des outils de consultation de contenu Web, qui respectent eux aussi des règles. Les « User Agent Accessibility GuideLines » (UAAG [5]) permettent de régler cela en proposant des directives. Les UAAG 2.0, tout comme les UTAG 2.0, sont en cours d'élaboration pour s'adapter aux besoins actuels et aux technologies futures.

Les UAAG 2.0 sont décomposées en 5 principes généraux qui eux-même sont composés de directives.

- respecter les normes et conventions applicables ;
- favoriser l'accès par les technologies d'aide ;
- garantir que l'interface utilisateur soit perceptible ;
- garantir que l'interface utilisateur soit utilisable ;
- garantir que l'interface utilisateur soit compréhensible.

G. Un exemple plus concret

Dans le cas d'un contenu Web, de manière plus concrète, les standards et recommandations vont notamment porter sur le contraste des éléments ou la lisibilité.

AccessiWeb donne par exemple comme recommandation pour les couleurs : « Ne pas donner l'information uniquement par la couleur et utiliser des contrastes de couleurs suffisamment élevés. » On trouve une autre recommandation pour les tableaux : « Donner à chaque tableau de données, un résumé et un titre pertinent, identifier clairement les cellules d'en-tête, utiliser un mécanisme pertinent pour lier les cellules de données aux cellules d'en-tête. Pour chaque tableau de mise en forme, veiller à sa bonne linéarisation ». Pour les images on trouvera : « Donner à chaque image porteuse d'information une alternative textuelle pertinente et une description détaillée si nécessaire. Remplacer les images textes par du texte muni d'un style lorsque c'est possible ».

Au-delà de ces grandes lignes, il y a pour chaque recommandation des éléments plus précis [6]. Pour le contraste entre la couleur du texte et la couleur de fond on trouvera par exemple une valeur minimale demandée de 4.5 : 1. La valeur peut varier selon la taille des éléments à percevoir. Ces valeurs sont données sur une échelle de contraste allant de 1 à 21 (1 : 1 à 21 : 1) dont la méthode de calcul est définie par le W3C.

H. Les limites des recommandations

Ces recommandations ont été définies suite à l'étude des besoins des personnes en situation de déficience, notamment visuelle. Ces normes sont catégorisées et nivelées ce qui permet d'avoir une validation des interfaces Web plus ou moins rigoureuse (A, AA ou AAA). Le niveau recherché le plus fréquemment par les producteurs de contenu est le niveau intermédiaire (AA).

Les normes actuelles tendent à rendre accessibles les interfaces Web, soit directement par un affichage règlementé, soit en permettant à des technologies d'assistance d'intervenir et d'adapter le contenu. Cependant ces normes et recommandations, qu'elles portent sur le contenu ou bien sur les outils de conception et développement, ne font l'objet d'aucune obligation d'application surtout lorsqu'il s'agit d'interfaces conçues par des particuliers. De ce fait, un grand nombre de ressources Web restent encore aujourd'hui inaccessibles.

III. LES TECHNOLOGIES D'ASSISTANCE

Au-delà des normalisations, des standards et des recommandations, nous allons décrire sommairement des outils d'assistance existants. Certains d'entre eux sont commerciaux tandis que d'autres sont libres, gratuits et parfois même *open source*. Certains outils sont liés au système d'exploitation (Windows, Mac OS X, Linux) et sont utilisables dans toute application tandis que d'autres sont spécifiques à la navigation Web.

A. Les agrandisseurs d'écran

Les agrandisseurs d'écran (*magnifiers*) permettent d'une part d'utiliser une fonction de zoom et d'autre part d'appliquer des filtres de couleurs. La fonction d'agrandissement est en

quelque sorte une loupe électronique. Elle permet d'agrandir la zone survolée par la souris.

Les agrandisseurs d'écran proposent également des filtres de couleurs. On trouvera par exemple des filtres noir et blanc, des filtres niveaux de gris, des filtres niveaux de bleu, rouge, vert, etc. Le filtre le plus utilisé est celui d'inversion des couleurs qui remplace chaque couleur par sa couleur complémentaire (effet négatif).

Ce filtre d'inversion procure l'avantage de réduire l'émission de lumière due à l'arrière-plan clair. Le texte qui était noir devient blanc, les éléments de couleur obtiennent la couleur complémentaire (diamétralement opposée sur le cercle chromatique) de la couleur d'origine. Selon le fonctionnement de l'agrandisseur d'écran et le niveau auquel il est implanté dans le système d'exploitation, certains éléments comme le pointeur peuvent être ignorés par les filtres.

B. Lecteurs d'écran et plages tactiles Braille

Destinés à des aveugles, ces dispositifs permettent de retranscrire des informations textuelles visuelles à l'aide d'un autre sens (tactile ou auditif). Comme pour le changement de contexte, ces outils ne permettent pas la perception globale de la page mais uniquement la retranscription de certaines parties textuelles.

IV. TRAVAUX DE RECHERCHE SUR L'ADAPTATION DE PAGES WEB ET LES PRÉFÉRENCES UTILISATEUR

Ces dernières années, un grand nombre de travaux de recherche se sont focalisés sur l'accessibilité au Web. Nous proposons dans cet article une classification des différentes propositions permettant d'adapter (transcoder) le document selon certains critères tels que l'architecture technique, ou le type d'éléments HTML traités, ou encore l'acquisition d'un profil personnalisé d'utilisateur. Les évolutions technologiques du Web ont provoqué l'émergence d'applications Web de plus en plus nombreuses par rapport aux sites Web traditionnels. L'adaptation de ces applications Web hautement dynamique devient techniquement plus complexe. Cependant, nous pensons qu'un grand nombre d'utilisateurs ayant une basse vision souhaitent encore utiliser ce sens pour accéder au Web et que, par conséquent, l'adaptation du contenu visuel reste un domaine de recherche prioritaire.

A. Architecture de transformation, destinataires et but

La transformation des pages Web utilise des outils logiciels de natures différentes [7]. L'implantation peut être réalisée du côté du client (sur la machine locale). Par exemple, [8] est un plugin mozilla, [7] est un script greaseMonkey, ou [9] est un module du navigateur HearSay. L'implantation peut également se faire par le biais d'un proxy [10] ou bien du côté du serveur (hôte) [11] sous la forme d'une page ou d'un service Web. Certains outils sont à destination des utilisateurs finaux, par exemple les outils de [7], [8], [12]–[14]. Certains autres peuvent être destinés à aider le développeur [12] tandis que d'autres encore apportent des améliorations permettant aux outils d'assistance de mieux fonctionner par la suite [9],

[15], [16]. La frontière entre ces outils n'est pas si claire, certains d'entre eux ayant plusieurs destinataires [12], [17]. La table I compare les travaux les plus marquants selon ces deux critères.

TABLE I
COMPARAISON - ARCHITECTURE ET DESTINATAIRES

Article	Côté client	Proxy	Côté serveur Page Web ou service	client	dévelop.	assistant
[18]	X			X		
[7]	X			X		
[8]	X			X		
[17]	X	X	X	X	X	
[13]	X			X		
[11]		X	X	X		
[12]				X	X	
[15]		X				X
[16]		X				X
[9]	X					X
[19]					X	
[10]		X		X		
[14]	X			X		

B. Éléments traités, reconnaissance automatique, cible d'application, partie transformée et conservation du contexte original

La table II présente une comparaison des travaux existants selon les éléments transformés dans une page. Certains articles considèrent uniquement des éléments basiques comme un texte spécifique, des couleurs ou des arrière-plans [8], [13]. D'autres se focalisent sur des structures logiques de plus haut niveau ou sur le rôle des éléments comme par exemple des listes, des menus, des sections ou des formulaires [9], [15], [16]. Par exemple des travaux de recherche tentent d'associer les labels aux champs de formulaires auxquels ils correspondent [9]. Cette association est réalisée à l'aide d'une approche par optimisation probabiliste. L'association correcte de ces labels aux champs leur correspondant permet entre autres d'améliorer la lisibilité du document lorsque l'on y accède à l'aide d'un lecteur d'écran.

En parallèle, des approches plus évoluées proposent leur propre méta-modèle ou langage [12], [15] dans le but de rendre possible la manipulation d'abstractions de haut niveau. Les approches qui manipulent des éléments de haut niveau nécessitent souvent une phase de reconnaissance de ces éléments dans la page. Cette phase peut être réalisée par reconnaissance de motifs mais elle peut également être réalisée par analyse du code source de la page [12].

Pendant la phase de transcoding de la page, les éléments sur lesquels portent les modifications sont souvent des éléments HTML [13], [15] mais peuvent être aussi des règles CSS [7], [17]. Les éléments modifiés peuvent aussi être sous certaines conditions des scripts (par exemple en JavaScript) [7], [8].

Dans d'autres travaux de recherche [16], le contenu des pages HTML est enrichi avec des règles de navigation CNR

(Content Navigation Rules) en introduisant des attributs ARIA dans les balises des pages. Cet ajout de balises permet une meilleure accessibilité des interfaces Web par les lecteurs d'écran et augmente également la qualité de la navigation au clavier. D'autres travaux se consacrent à l'ajout de texte alternatif sur les images dans la page [11] par reconnaissance optique des caractères présents sur l'image, ou par décodage de l'URL de cette image.

L'ampleur des modifications dépend de l'approche, certaines considèrent la page Web dans son intégralité et apportent des modifications sur l'ensemble de la page [8] (approches globales) tandis que d'autres se concentrent sur une partie spécifique (champ d'application des modifications) [18], [20], [21] (approches locales).

En ce qui concerne le respect du contexte original de la page (couleur, contenu, disposition, etc.), les travaux de recherche sont assez divisés. Dans certains travaux de recherche [18], [20], [21] les auteurs appliquent des modifications qui ne touchent qu'une partie de la page (modifications locales). De ce fait le contexte original des parties non modifiées n'est pas altéré. À notre connaissance, les autres approches ne tiennent pas réellement compte de cet aspect et transcodent les pages simplement en fonction des préférences de l'utilisateur.

TABLE II
COMPARAISON - ÉLÉMENTS ÉTUDIÉS ET MODIFIÉS DANS LES PAGES

Article	Éléments traités	Reconnaissance automatique	Champ d'application	Conservation du contexte original
[8]	basiques		global	
[18]	basiques		local	
[9]	labels et zones saisies	X	ajout de labels	
[12]	méta-modèle BML	X	global	
[11]	basiques, images		local, ajout de texte alt.	X
[17]	DOM, CSS		global	
[7]	DOM, CSS, Scripts		global	
[15]	annot. sém., CSS		global	sémant. des éléments
[16]	annot. sém., CSS		global	sémant. des éléments
[13]	basique, tables		global/local	couleurs derrière les images
[19]	couleurs	palette	global	X
[10]	couleurs	X	global	X
[14]	DOM, méta-modèle		global	X

Concernant cet aspect de conservation du contexte original de la page, l'approche [14] se base sur les préférences de l'utilisateur mais aussi sur les préférences du designer (contexte original de la page). Ceci amène potentiellement des conflits supplémentaires entre les préférences.

C. Profil utilisateur : langage de définition, acquisition, déficience spécifique visée et définition a priori

Le profil de l'utilisateur peut se présenter de différentes manières et être plus ou moins présent et pris en compte dans les travaux de recherche. On peut par exemple le trouver sous la forme d'un ensemble de valeurs attendues sur des caractéristiques spécifiques comme par exemple la taille de

police de caractères ou bien la couleur du texte [8], [13], [21]. Le profil de l'utilisateur peut soit être défini à l'avance pour des catégories d'utilisateurs connues à l'avance comme par exemple pour le daltonisme ou d'autres défauts dans la perception des couleurs [8], [10]. Soit ce profil peut être acquis, l'utilisateur saisissant ses préférences par le biais d'une interface permettant de choisir des valeurs pour certaines caractéristiques spécifiques [7], [13]. Dans une autre approche, des tests visuels sont présentés à l'utilisateur et le système en déduit ses préférences par la suite [22]. Dans une approche plus avancée, le profil utilisateur est appris à partir des actions de l'utilisateur et d'un algorithme d'apprentissage (Q-learning) [18], [20], [21]. L'utilisation d'un proxy (Smart Web Accessibility Proxy) localisé chez l'utilisateur [10] permet de collecter les préférences des utilisateurs dans une base de données.

La table III synthétise les approches existantes sur ces critères.

TABLE III
COMPARAISON - PROFIL DE L'UTILISATEUR

Article	Langage de définition	Acquisition	Déficience spécifique	Définition à priori
[8]	dyschromatopsie basse vision	interface type de défaut	dyschromatopsie basse vision	X
[18]	affectation de bas niveau	Q-learning utilisateurs		
[9]				
[12]				
[11]			utilisateur de lecteur d'écran	
[17]	script			X
[7]	IMS ACCLIP	interface de saisie		
[15]			utilisateur de lecteur d'écran	
[16]			utilisateur de lecteur d'écran	
[13]	affectation de bas niveau	interface de saisie		
[19]	type de déficience	interface dépendant de la déficience visuelle	principalement daltonisme	X
[10]		X	dyschromatopsie	X
[14]	langage de préférences	manuelle	basse vision	X

D. Méthode d'adaptation

En fonction de la forme que prend le profil de l'utilisateur, l'étape d'adaptation peut se présenter sous différentes formes. Dans certains cas, l'application d'un profil utilisateur prédéfini peut se faire de manière directe sur la page [8], ou bien c'est le profil de l'utilisateur appris qui est appliqué directement sur la page [21]. Dans le projet *Cloud4all* [23], les participants travaillent sur une infrastructure publique inclusive globale (GPII *Global Public Inclusive Infrastructure*) qui permettra à un profil utilisateur d'être facilement implémenté pour personnaliser n'importe quel périphérique et contenu. À la différence de ces travaux de recherche, dans [14], le profil de l'utilisateur peut contenir des préférences conflictuelles comme par exemple obtenir une luminosité uniforme de tous les arrière-plans tout en souhaitant un contraste minimum entre

texte et arrière-plan. Un compromis doit par conséquent être trouvé entre les différentes préférences. Ceci est réalisé en utilisant un algorithme méta-heuristique permettant d'obtenir une bonne approximation.

E. Évaluation, métriques et utilisateurs

La table IV rend compte des travaux sur le volet de l'évaluation, de l'utilisation de métriques dans l'approche et de la présence d'utilisateurs lors de l'évaluation. Concernant l'évaluation de la transformation, certaines approches proposent également des métriques permettant de juger les résultats obtenus [8]. Certaines métriques peuvent aussi être définies afin de guider le processus [9] d'évaluation. Certaines approches intègrent des utilisateurs dans leurs évaluations [9], ce qui rend la définition de métriques indispensable. Dans l'approche [14], des fonctions objectif sont utilisées par les algorithmes génétiques afin de conditionner l'évolution. Ces fonctions objectif peuvent être considérées comme des métriques guidant le processus et leur taux de satisfaction sert à évaluer le résultat.

TABLE IV
COMPARAISON - ÉVALUATIONS

Article	Évaluations	Métriques	Présence de l'utilisateur
[8]		lisibilité, contraste	
[18]	X		X
[9]	X	guidage de l'optimisation	X
[12]		nombre d'images, redondance d'image, nombre d'images avec texte alternatif	
[11]	X	mesure de la pertinence des textes alternatifs	X
[17]			
[7]	X		X
[15]	X		X
[16]			
[13]			
[19]	X	couleurs (distance, contraste)	
[10]	X	contraste	
[14]		préférences valuées	

F. Démonstrateur et corpus de données fourni

Plusieurs auteurs mettent en place des démonstrateurs ou prototypes. Ces derniers permettent entre autres de valider plus facilement une approche. Certains mettent à disposition ces démonstrateurs et peuvent donc être testés. Ils peuvent se présenter sous différentes formes comme des plugins pour un navigateur [8], [13].

V. CONCLUSION

Après avoir revu les différentes normes concernant l'accessibilité numérique, nous avons parcouru différents travaux de recherche autour de l'adaptation de pages Web. Ces travaux ne ciblent pas exclusivement la basse vision, certains d'entre eux sont orientés vers d'autres déficiences visuelles. Cependant la

façon dont le profil utilisateur est défini et les méthodes de transformation utilisées peuvent être appliquées au domaine de la moyenne et basse vision qui est celui qui nous préoccupe principalement.

Les articles étudiés traitent de diverses manières de créer ou d'obtenir un profil utilisateur et des types de préférences qu'ils prennent en compte. Parfois limités à l'affectation de propriétés CSS, les souhaits de l'utilisateur peuvent être exprimés grâce à un méta-modèle de page Web permettant de spécifier des préférences plus complexes, éventuellement conflictuelles, qui produiront après adaptation une personnalisation accrue de l'interface. Cette dernière approche nous semble prometteuse dans la perspective de transcoder localement sur le poste utilisateur une page Web conformément à des préférences personnalisées acquises et conservées sur ce même poste.

Une autre perspective concerne l'évaluation par des utilisateurs des pages Web adaptées. En supplément de l'indispensable mesure de la satisfaction de l'utilisateur, il nous semble également important de mesurer par des métriques appropriées la conservation du contexte original de la page tel qu'il avait été prévu par le concepteur. En effet, une transformation trop radicale de l'architecture visuelle d'une page peut provoquer une perte importante de sémantique comme l'illustre parfois la visualisation, sur des périphériques de petite taille, de pages conçues sans *Responsive Web Design (RWD)*.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le labex NUMEV (convention ANR-10-LABX-20) et Berger Levraut pour le soutien qu'ils apportent à ce travail.

RÉFÉRENCES

- [1] *Référentiel Général d'Accessibilité pour les Administrations version 2.2.1*, Dir. Générale de la Modernisation de l'Etat (DGME), <http://references.modernisation.gouv.fr/rgaa-accessibilite>, 2009, accessed : 2014-11-09.
- [2] *Web Accessibility Initiative*, <http://www.w3.org/WAI/>.
- [3] *Web Content Accessibility Guidelines*, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>, accessed : 2014-11-09.
- [4] *Authoring tools Accessibility Guidelines*, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/ATAG20/>, accessed : 2014-11-09.
- [5] *User Agent Accessibility Guidelines*, World Wide Web Consortium, <http://www.w3.org/TR/UAAG20/>, accessed : 2014-11-09.
- [6] W3C, *Contrast (Minimum) : Understanding SC 1.4.3*, Accessed : 2015-03-25 2015, <http://www.w3.org/TR/2008/WD-UNDERSTANDING-WCAG20-20080430/visual-audio-contrast-contrast.html>.
- [7] S. Mirri, P. Salomoni, C. Prandi, and L. A. Muratori, "Gapforape : an augmented browsing system to improve web 2.0 accessibility," *New Review of Hypermedia and Multimedia*, vol. 18, no. 3, pp. 205–229, 2012.
- [8] G. Santucci, "Vis-a-wis : Improving visual accessibility through automatic web content adaptation," in *Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services, 5th International Conference, UAHCI 2009, Held as Part of HCI International 2009, San Diego, CA, USA, July 19-24, 2009. Proceedings, Part III*, ser. Lecture Notes in Computer Science, C. Stephanidis, Ed., vol. 5616. Springer, 2009, pp. 787–796. [Online]. Available : http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02713-0_84
- [9] M. A. Islam, Y. Borodin, and I. V. Ramakrishnan, "Mixture model based label association techniques for web accessibility," in *UIST*, K. Perlin, M. Czerwinski, and R. Miller, Eds. ACM, 2010, pp. 67–76. [Online]. Available : <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/uist/uist2010.html#IslamBR10>
- [10] A. Mereuta, S. Aupetit, N. Monmarché, and M. Slimane, "Web page textual color contrast compensation for CVD users using optimization methods," *J. Math. Model. Algorithms in OR*, vol. 13, no. 4, pp. 447–470, 2014. [Online]. Available : <http://dx.doi.org/10.1007/s10852-013-9239-3>
- [11] J. P. Bigham, R. S. Kaminsky, R. E. Ladner, O. M. Danielsson, and G. L. Hempton, "Webinsight : Making web images accessible," in *Proceedings of the 8th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, ser. Assets '06. New York, NY, USA : ACM, 2006, pp. 181–188. [Online]. Available : <http://doi.acm.org/10.1145/1168987.1169018>
- [12] M. Macías, J. González, and F. Sánchez, "On adaptability of Web sites for visually handicapped people," in *Proceedings of the second International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH)*, ser. Lecture Notes in Computer Science, P. D. Bra, P. Brusilovsky, and R. Conejo, Eds., vol. 2347. Springer, 2002, pp. 264–273.
- [13] B. Tibbitts, S. Crayne, V. Hanson, J. Brezin, C. Swart, and J. Richards, "HTML parsing in Java for accessibility transformation," in *Proceedings of XML 2002 – XML Conference and Exposition*, 2002.
- [14] Y. Bonavero, M. Huchard, and M. Meynard, "Reconciling user and designer preferences in adapting web pages for people with low vision," in *Proceedings of the 12th Web for All Conference, W4A '15, Florence, Italy, May 18-20, 2015*, L. Carrìo, S. Mirri, T. J. Guerreiro, and P. Thiessen, Eds. ACM, 2015, pp. 10 :1–10 :10. [Online]. Available : <http://doi.acm.org/10.1145/2745555.2746647>
- [15] D. Lunn, S. Bechhofer, and S. Harper, "A user evaluation of the sadie transcoder," in *Proceedings of the 10th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, ASSETS 2008, Halifax, Nova Scotia, Canada, October 13-15, 2008*, S. Harper and A. Barreto, Eds. ACM, 2008, pp. 137–144. [Online]. Available : <http://doi.acm.org/10.1145/1414471.1414498>
- [16] D. Lunn, S. Harper, and S. Bechhofer, "Combining sadie and axsjax to improve the accessibility of web content," in *Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility, W4A 2009, Madrid, Spain, April 20-21, 2009*, ser. ACM International Conference Proceeding Series, D. Sloan, C. Asakawa, and H. Takagi, Eds. ACM, 2009, pp. 75–78. [Online]. Available : <http://doi.acm.org/10.1145/1535654.1535672>
- [17] J. P. Bigham and R. E. Ladner, "Accessmonkey : a collaborative scripting framework for web users and developers," in *Proceedings of the 2007 international cross-disciplinary conference on Web accessibility (W4A)*. ACM, 2007, pp. 25–34.
- [18] S. Ferretti, S. Mirri, C. Prandi, and P. Salomoni, "Exploiting reinforcement learning to profile users and personalize web pages," in *IEEE 38th Annual Computer Software and Applications Conference, COMPSAC Workshops 2014, Vasteras, Sweden, July 21-25, 2014*. IEEE, 2014, pp. 252–257. [Online]. Available : <http://dx.doi.org/10.1109/COMPSACW.2014.45>
- [19] L. Troiano, C. Birtolo, and M. Miranda, "Adapting palettes to color vision deficiencies by genetic algorithm," in *Proceedings of the 10th Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation*, ser. GECCO '08. New York, NY, USA : ACM, 2008, pp. 1065–1072. [Online]. Available : <http://doi.acm.org/10.1145/1389095.1389291>
- [20] S. Ferretti, S. Mirri, C. Prandi, and P. Salomoni, "User centered and context dependent personalization through experiential transcoding," in *Proc. IEEE Consumer Communications and Networking (CCNC 2014), Workshop on Networking Issues in Multimedia Entertainment (NIME'14)*, 2014.
- [21] S. Mirri, C. Prandi, and P. Salomoni, "Experiential adaptation to provide user-centered web content personalization," in *Proc. IARIA Conference on Advances in Human oriented and Personalized Mechanisms, Technologies, and Services (CENTRIC2013)*, 2013, pp. 31–36.
- [22] A. Foti and G. Santucci, "Increasing web accessibility through an assisted color specification interface for colorblind people," *IxD&A*, vol. 5-6, pp. 41–48, 2009.
- [23] M. Ortega-Moral, I. Peinado, and G. C. Vanderheiden, "Cloud4all : Scope, evolution and challenges," in *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design for All and Accessibility Practice - 8th International Conference, UAHCI 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014, Proceedings, Part IV*, 2014, pp. 421–430.