

Université de Montréal

**Une solution facilitant l'accessibilité et la classification des images Web
pour les mal voyants**

par

Assia Ferial Aouat

Département d'informatique et de recherche opérationnelle
Faculté des arts et des sciences

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de Maîtrise
en informatique

Décembre, 2005

© Assia Ferial Aouat, 2005



QA

76

U54

2006

V.037

AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire est intitulé :

Une solution facilitant l'accessibilité et la classification des images Web pour les mal
voyants

présenté par :
Assia Ferial Aouat

Jury composé des personnes suivantes :

Guy Lapalme
Président-rapporteur
Peter Kropf
Directeur de recherche
Aude Dufresne
Co-directrice de recherche
Esma Aïmeur
Membre du jury

Mémoire accepté le 19 mai 2006

Table des matières

Table des matières	i
Liste des figures	v
Liste des tableaux	vi
Sommaire	vii
Abstract	viii
Liste des sigles et des abréviations	ix
Dédicaces	xii
1 Introduction et motivation	1
1.1 Définition du problème	3
1.2 Le défi de l'accès et nos contributions	5
1.3 Organisation du mémoire	7
2 Contexte de la recherche	9
2.1 L'accessibilité du web	9
2.1.1 Les enjeux du choix de l'accessibilité	12
2.1.2 Organismes et collaborateurs responsables	13
2.1.3 Exemple d'une étude sur l'accessibilité au Québec	15
2.2 Les aides techniques, les vérificateurs d'accessibilité et les standards Web	17
2.2.1 Les standards pour une meilleure accessibilité	17
2.2.2 Les aides techniques pour les mal-voyants	17
2.2.3 Les vérificateurs d'accessibilité	19
2.2.4 Les logiciels d'aide sur le marché	20
2.3 Le handicap	21

2.3.1	Définition du handicap visuel	22
2.3.2	Types de handicap visuel	23
2.4	Les images Web	24
2.4.1	Provenance des images Web	26
2.4.2	Les attributs HTML d'une image Web	27
2.4.3	L'accessibilité des images sur le Web	28
2.4.4	Un exemple d'image accessible	30
2.5	Les besoins des mal-voyants	31
2.6	Les travaux connexes sur la classification des images	32
2.7	Conclusion	36
3	Architecture d'AccesPlusWeb	38
3.1	Présentation de la vue globale du système AccesPlusWeb	38
3.2	Présentation de la composante du décodage HTML	40
3.2.1	Extraction des Caractéristiques	42
3.3	AccesPlusWeb : la composante de la correction des textes associés aux images	46
3.4	AccesPlusWeb : la composante de la classification	48
3.5	Conclusion	51
4	AccesPlusWeb : La composante de classification des images	53
4.1	Présentation de la catégorisation	54
4.1.1	Classification basée sur les formats de compression	54
4.1.2	Classification des d'images en catégories	55
4.2	L'architecture de la composante de classification automatique	57
4.3	L'étape de l'extraction des images	61
4.4	L'étape de l'apprentissage	61
4.4.1	Le processus d'apprentissage supervisé	62
4.4.2	Processus de génération de la base des règles et la classification	63
4.5	L'étape de classification	66
4.5.1	Les algorithmes de classification	66
4.5.2	Le choix de la méthode de classification	72
4.6	Les autres méthodes annexes	73

4.7	Conclusion et suggestions	75
5	AccesPlusWeb : La composante de correction des textes associés aux images	76
5.1	Enrichissement des images	77
5.2	Le processus d'ajout automatique du texte	78
5.3	Le processus d'ajout du texte manuel	79
5.4	Recommandations pour les corrections manuelles	80
5.5	Conclusion	81
6	Les technologies utilisées et expérimentation	82
6.1	Implémentation de AccesPlusWeb	82
6.2	Développement d'un Service Web	84
6.3	Expérimentation	86
6.3.1	L'analyse des sites	86
6.3.2	Les résultats de l'évaluation	89
6.4	Conclusion	91
7	Discussion et conclusion	92
7.1	Discussion	92
7.2	Forces du système AccesPlusWeb	93
7.2.1	Paramètres d'évaluation	93
7.2.2	Comparaison avec les autres systèmes	94
7.3	Faiblesses	95
7.4	Perspectives et conclusion	95

Table des figures

1.1	Le pourcentage des personnes handicapés par tranche d'âge	3
1.2	La page d'accueil de www.lemonde.com telle que vue par un voyant .	5
1.3	La page Web précédente telle que vue par un mal-voyant	6
1.4	La page Web affichée en utilisant ZoomText	6
2.1	L'évaluation d'accessibilité des sites Web menée par le CRIM	16
2.2	La synthèse vocale et la barrette braille [5]	18
2.3	Un exemple de DMLA : nous perdons le centre du champ de vision [10]	23
2.4	Un exemple d'hémianopsie : nous perdons la moitié du champ de vision [10]	23
2.5	Un exemple de glaucome : nous perdons le tour du champ de vision [10]	24
2.6	Un exemple de rétinopathie : nous avons des tâches dans tout le champ de vision [10]	24
3.1	Les différentes composantes du système AccesPlusWeb	39
3.2	Un exemple de page Web renvoyée par le système de classification AccesPlusWeb	40
3.3	L'interface du système manuel de correction AccesPlusWeb	46
3.4	L'interface du système manuel de correction secondaire AccesPlusWeb	47
3.5	Le schéma d'implémentation de la classification automatique	49
3.6	L'interface du système de classification automatique AccesPlusWeb .	50
3.7	L'interface du service Web avant l'appel	51
3.8	L'interface du service Web après l'appel	51
4.1	Les différents types d'images Web	56
4.2	Les deux types d'image	56

4.3	L'architecture de la classification	58
4.4	Les différentes étapes de l'extraction des images	61
4.5	Un exemple d'image avec du texte	74
5.1	L'interface du système manuel de correction secondaire AccesPlusWeb	79
6.1	La pile des technologies d'un service Web	83
6.2	La pile des technologies d'un service Web	83
6.3	L'interface du service Web avant l'appel	84
6.4	L'interface du service Web après l'appel	85
6.5	Le WSDL de notre service Web	86
6.6	La page d'évaluation du système AccesPlusWeb	87
6.7	La page du site "Le monde"	88
6.8	L'évaluation de la classification des images	90
6.9	L'évaluation de l'ajout des textes associés aux images	90
6.10	La moyenne des évaluations	90

Liste des tableaux

2.1	Les attributs HTML de la balise IMG.	29
3.1	Les propriétés extraites	41
4.1	Les résultats de notre classificateur de formats d'images	54
4.2	Les attributs et leurs valeurs pour différencier les images de contenu des autres	63
4.3	Les attributs extraits et leurs valeurs extraites ou calculées et la cor- respondance en valeur binaire	65
5.1	Les sources des textes ajoutés	78
7.1	Comparaison de AccesPlusWeb à d'autres systèmes	94

Sommaire

Ce travail porte sur l'ajout du texte aux images qui n'en possèdent pas, et aussi sur la classification automatique d'images, afin de pallier aux problèmes d'accessibilité. Les images présentées sur le Web posent un des problèmes majeurs d'accessibilité que rencontrent les personnes malvoyantes et non voyantes lors de leur navigation. L'absence d'un texte explicatif ou alternatif et la disposition des images dans les pages Web rendent souvent les sites inaccessibles ou non ergonomiques pour eux.

Dans le cadre de ce projet, nous nous intéressons à l'accessibilité pour les malvoyants du Web en général et des images en particulier. Nous présentons les aides techniques existantes pour décrire les besoins non satisfaits des internautes concernés afin de leur présenter une solution alternative.

Nous présentons le système AccesWebPlus qui permet la classification des images selon le critère de l'importance du contenu pour proposer une nouvelle organisation plus ergonomique des pages. En utilisant le système, les mal voyants obtiennent les images classifiées come étant de contenu en haut de la page Web et la page initiale modifiée en bas.

Nous ajoutons également du texte alternatif aux images grâce à notre système de correction soit d'une façon automatique à l'aide d'un service Web ou semi-automatique (assistée) par un correcteur.

A partir d'un échantillon d'images étiquetées auparavant, l'objectif est de mettre au point de manière automatique un modèle permettant de classer les images d'une page web en images de contenu ou non, qui repose sur l'utilisation d'un arbre de décision. Enfin, nous présentons les tests effectués sur des sites Web présélectionnés incluant les sites les plus fréquentés au Québec et nous comparons les résultats issus des études de cas avec d'autres solutions existantes et le pourcentage des objectifs atteints, ainsi que des suggestions d'extensions possibles à notre solution.

Mots-clés : accessibilité Web, image Web, classification des images, malvoyants, apprentissage, arbre de décision, service Web.

Abstract

Images on the web are one of the major accessibility problems met by the partially-sighted and blind persons during their navigation. The absence of an explanatory text or another alternative as well as the layout of the images on the Web pages often make the sites inaccessible for them.

We present in this project, we address the images accessibility problems on the Web for partially-sighted persons.

The principle of **AccesPlusWeb** model is based on two systems : the first is a system of correction of accessibility by adding textual description to images and the other one is a system of classification. Both can be carried out either automatically way or manually.

The classification system is a training system based on preset images and generated decision rules to allow the Web service to classify the images and to generate the XML files which describe the processed Web images.

The system **AccesWebPlus** that classify the images according to the importance of the content and propose a new user friendly organization of the pages. The system also add an alternate text to images using our system of correction or adaptation. It works in two ways : an automatic way as a Web service or a semi-automatic way by a human corrector.

With these systems, partially-sighted persons will have the images classified at the top of the Web page and the original page corrected at the bottom. We present the tests we carried out on preselected Web sites and we compare our results with other existing solutions. We analyze the ratio of the objectives reached, and suggest possible extensions.

Key words : accessibility Web, image Web, classification of the images, partially-sighted persons, training, decision tree, service Web.

Liste des sigles et des abréviations

Acronyme	Description	Première apparition
WAI	Web Accessibility Initiative	13
W3C	World-Wide Web Consortium	2
HTML	HyperText Markup Language	7
HTTP	HyperText Transfer Protocol	15
SOAP	Simple Object Access Protocol	83
UDDI	Universal Description, Discovery and Integration	83
CRIM	Centre de Recherche Informatique de Montreal	15
URL	Uniform Resource Locator	27
XML	Extensible Markup Language	7
DT	Decision Tree	60
CSS	Cascading Style Sheets	11
INCA	Integrated Network Cost Analysis	4
GUI	Graphical User Interface	7
HPR	High Performance Routing	21
AFUL	Association Française des Utilisateurs de Linux	14
XHTML	eXtensible HyperText Markup Language	17
RGB	Red Green Blue	41
FTP	File Transfer Protocol	26
PAO	Publication Assistée par Ordinateur	26
CAO	Conception Assistée par Ordinateur	26
GIS	Generalized Information System	35
LSI	Large Scale Integration	35
GIF	Graphics Interchange Format	24
JPEG	Joint Photographic Experts Group	24
SVM	System Virtual Machine	66
HLS	Hue, Luminance, Saturation	74
DOM	Document Object Model	17
B2B	Business to Business	83
QoS	Quality of Service	84
CORBA	Common Object Request Broker Architecture	91
RMI	Remote Method Invocation	91
DCOM	Distributed Component Object Model	91
CBIR	Content Based Image Retrieval	34
DMLA	Dégénérescence Maculaire Liée à l'Age	23

CAMO	Comité d'adaptation de la main-d'oeuvre	15
KNN	K-Nearest Neighbor	67
WS	Web Service	93
WSDL	Web Service Definition Language	83

Remerciements

Je voudrais en premier lieu adresser tout particulièrement mes vifs remerciements à ma co-directrice de recherche Madame Aude DUFRESNE et à mon directeur Peter KROPF, qui m'ont toujours orientée sur de précieuses pistes tout en me laissant totalement libre de choisir mes idées dans mes recherches.

Je tiens aussi à remercier tous les membres du jury, qui ont accepté d'être rapporteurs de mon mémoire.

Je remercie également ma mère, mon mari, mon père et ma soeur Numa pour leur aide et leur soutien moral.

Dédicaces

À ma mère Fatma, à mon mari Kamal, à mon père Farid, à mon adorable fils Karim, à ma belle mère Khadija, à mes soeurs et frères, et à toutes les personnes que j'estime.

Chapitre 1

Introduction et motivation

Le nombre de ressources Web (World Wide Web) disponibles pour les utilisateurs sur Internet augmente à une vitesse fulgurante. Il est essentiel de pouvoir y accéder avec aisance et facilité sans perdre de vue le but essentiel de ce moyen de communication, soit la diffusion et l'accès à l'information. Il est pertinent que l'accès à ces ressources en particulier visuelles soit possible aux personnes ayant un ou plusieurs handicaps. L'utilisation des ordinateurs et l'Internet ont permis d'améliorer et de faciliter aux mal-voyants l'accès à l'information au travail, pour les études ou les loisirs [9].

En particulier, l'accès à Internet leur donne une nouvelle liberté et une autonomie considérable ainsi qu'une meilleure intégration à la vie sociale et culturelle. Des dispositifs et des logiciels sont apparus sur le marché permettant aux personnes handicapées d'accéder aux ordinateurs, ainsi qu'à la manipulation des documents électroniques. Ces logiciels adaptent le contenu électronique et l'affiche selon le handicap et/ou en fonction des besoins des utilisateurs [7].

En ouvrant toute grandes les portes de l'information, Internet met à disposition de ses utilisateurs des informations de différents types et de différentes sources (courrier électronique, groupes de discussion, transfert de fichiers, transfert sécurisé de données et autre) leur facilitant la vie au quotidien. Il donne ainsi accès aux documents Web

et de plus en plus aux services tels que les services gouvernementaux, commerciaux et universitaires. Ceci nous incite à prendre en compte sérieusement la question de l'accessibilité des documents comme les formulaires administratifs, de réservation, de recherche, d'achats en ligne et d'autres transactions liées au commerce électronique par exemple. Cependant l'information présentée dans les pages Web est pour les groupes des mal-voyants souvent limitée et restreinte par des problèmes d'accessibilité ou d'ergonomie.

Rappelons qu'un site accessible est un site auquel un internaute peut accéder quel que soit l'interface, le navigateur, ou la plate-forme utilisée, selon la définition du W3C¹ de l'accessibilité :

" Mettre le Web et ses services à la disposition de tous les individus, quel que soit leur matériel ou logiciel, leur infrastructure réseau, leur langue maternelle, leur culture, leur localisation géographique, ou leurs aptitudes physiques ou mentales " [58].

Beaucoup de concepteurs Web ne respectent toujours pas le guide international de conformité et d'accessibilité conçu à cet effet par l'organisation W3C.

Ils se concentrent d'avantage sur le design visuel que sur le contenu, ce qui accentue les problèmes d'accessibilité et de navigation. Dans certains pays, ce guide est devenu une véritable loi [1], ce qui devrait pourtant avoir une portée internationale pour étendre l'accessibilité au niveau mondial.

À l'échelle mondiale, pas moins de 500 millions de personnes sont concernées par un handicap, dont 20 % sont des internautes avec différents types d'handicap, la déficience visuelle est l'un des handicaps qui limite le plus l'accès à l'usage de l'ordinateur. Les personnes qui ont une déficience visuelle occupent une proportion assez large de la société (voir figure 1.1) et leur nombre augmente considérablement, selon les statistiques du gouvernement du Canada noté en 2001 [21], le pourcentage des personnes handicapés par tranche d'âge est :

- 8% pour les moins de 15 ans;

¹W3C World Wide Web Consortium

- 10% des personnes de 15 à 24 ans ;
- 15% pour les personnes de 25 à 54 ans ;
- 16 % âgés de 55 à 64 ans ;
- 15 % pour ceux de 65 ans et plus.

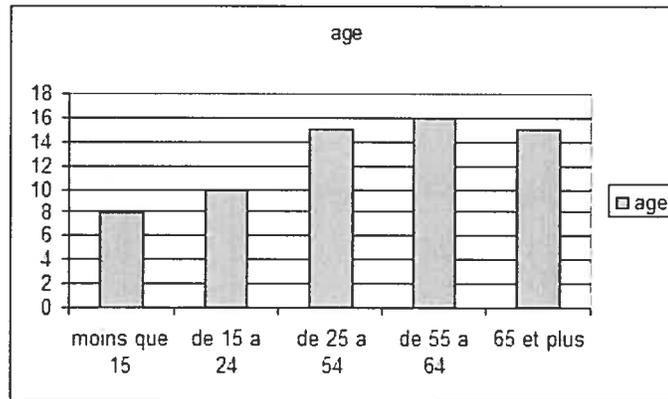


FIG. 1.1 – Le pourcentage des personnes handicapés par tranche d'âge

En effet, nous comptons dans cette catégorie toutes les personnes qui perdent partiellement la vue à divers âges, ainsi que les personnes vieillissantes. Or, ces personnes n'ont généralement pas la patience ou la possibilité d'apprendre le braille² ou d'utiliser les aides et outils techniques, existants sur le marché pour les handicapés visuels.

1.1 Définition du problème

Le programme du CITE³ vise à appuyer les travaux de recherche d'étudiants de la FAS⁴ liés aux technologies de l'information et de la communication. Il présente une dimension innovante susceptible de donner lieu à des retombées socio-économiques ou à une application commerciale, en identifiant des projets répondant aux grandes lignes du programme, soit le commerce électronique, les technologies d'information et de communication ou les applications multimédia. Notre projet est l'un des projets

²Les affichages en braille fournissent sous une forme tactile les informations représentées sur l'écran de l'ordinateur.

³Centre Inter universitaire de recherche sur les Technologies Émergentes

⁴Faculté des Arts et Sciences de l'Université de Montréal

actifs du CITE, proposé et suivi par un ensemble de professeurs de différentes disciplines et une consultante en ergonomie, lié à une collaboration entre le Département de Communication, le Département des Sciences de l'Information et le Département d'Informatique et Recherche Opérationnelle. En fait, il s'agissait de trouver des solutions informatiques pour résoudre un problème de communication pour une population bien ciblée, en tirant profit de ces deux disciplines.

La population ciblée est l'ensemble des internautes déficients visuels, de la malvoyance à la cécité. La déficience visuelle recouvre des déficits très divers : perte d'acuité visuelle, difficulté à percevoir les couleurs, photophobie, vision tubulaire, dégénérescence maculaire chez les personnes âgées, absence totale de vision, etc. Au début de notre recherche, nous avons fait un recensement et des expérimentations auprès de l'INCA⁵ à Montréal pour mieux cerner la problématique. Deux grandes lignes directrices sont ressorties pour faciliter l'accès et améliorer l'accessibilité : l'organisation des images d'un côté et la correction de l'accessibilité des informations visuelles des sites Web de l'autre.

En effet, les lecteurs d'écran parcourent les pages Web de gauche à droite en ne lisant que les aspects textuels de la page. Les images pourtant utiles et très importantes parfois aux mal-voyants restent inaccessibles. Parmi les problèmes les plus communs rencontrés par les internautes handicapés, et particulièrement par les handicapés visuels, relève de la navigation. Les déficients visuels comme ils n'ont pas de vision globale se perdent en effet facilement lorsqu'ils naviguent dans une page Web ou dans un site Web, d'où la nécessité de trouver un moyen de présenter et de classer les images les plus importantes et les informations correspondantes, dans une nouvelle page et selon une présentation adaptée.

La classification des images est importante car nous partons de l'idée qu'une image dans une page Web n'a pas toujours une signification pertinente, ce qui nous permet de classer les images en catégories selon l'importance du contenu, qui est défini

⁵L'Institut National Canadien pour les Aveugles.

par le contenu de l'image par rapport au contexte de la page Web. Ceci permettra d'optimiser pour les mal-voyants le temps de recherche des informations importantes liées aux images lors la navigation, de cette façon nous augmentons le taux de compréhension et la détection des éléments clés dans une page.

1.2 Le défi de l'accès et nos contributions

Les mal-voyants utilisent des dispositifs et des technologies d'assistance qui nécessitent l'assimilation d'un nombre élevé de commandes pour naviguer dans les documents électroniques de façon linéaire. Le problème est qu'ils permettent l'accès à seulement 10% du contenu Web, et qu'ils ne comportent généralement aucun des avantages liés à l'organisation spatiale. En effet les logiciels de revue d'écran lisent de gauche à droite et de haut en bas sans tenir compte des zones d'information.

Dans les deux figures 1.2 et 1.3, nous pouvons avoir un aperçu de ce que peut voir un mal-voyant et un voyant de la même page Web.



FIG. 1.2 – La page d'accueil de www.lemonde.com telle que vue par un voyant

La figure 1.4 montre l'utilisation du logiciel d'agrandissement ZoomText avec une amplification X3 sachant que l'agrandissement peut arriver à X16, ce qui multiplie la

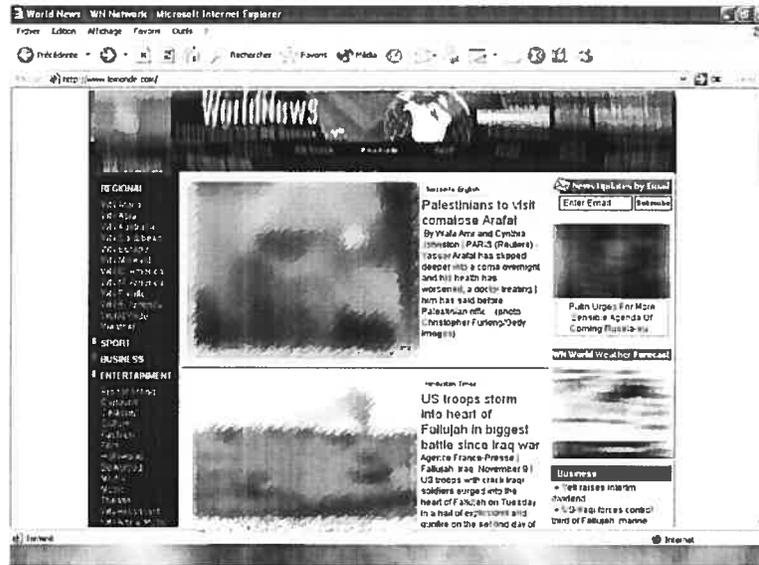


FIG. 1.3 – La page Web précédente telle que vue par un mal-voyant

difficulté de compréhension et de navigation. L'objectif de ce projet est de trouver une

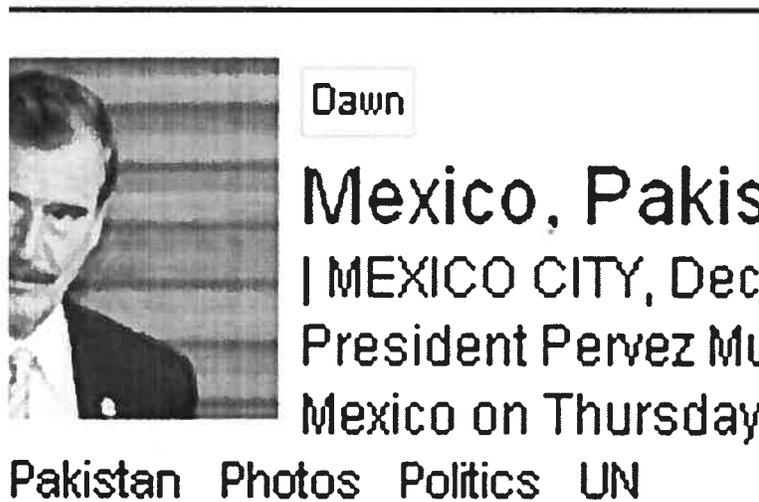


FIG. 1.4 – La page Web affichée en utilisant ZoomText

solution pour accroître le degré d'accessibilité des documents Web. Comme il a été spécifié dans le paragraphe précédent, nous nous sommes concentré sur l'accessibilité des images, pour y parvenir, nous cherchons à enrichir l'équivalent textuel des images Web. On utilise l'extraction des descriptions d'images de la page Web, des mots clés

contenus dans les balises META du code HTML⁶, de la fréquence et la pondération des mots, du nom de l'image, de l'hyperlien et du texte autour de l'image. Les images sont aussi classées selon le critère d'importance en contenu, selon la classe d'image reconnue. Des sensations tactiles peuvent être utilisées en utilisant une souris tactile pour permettre de transmettre des vibrations tactiles qui sont utilisées pour aider à la perception des hyperliens. Le système pourrait transmettre des sensations tactiles qui sont ainsi décrites dans le code HTML spécifiques aux types d'images. De plus, nous pouvons éventuellement associer des sons aux images. Cet enrichissement et ce classement peuvent se faire manuellement par un tiers, de façon indépendante du serveur source, à l'aide d'une interface GUI⁷ ou bien d'une façon automatique par un service Web.

Notre travail a pour objectif de trouver une approche qui s'insère entre l'internaute concerné et les sites Web consultés. Il est essentiel de préciser qu'initialement nous ciblons les handicapés visuels, mais il s'est avéré que d'autres utilisations pourraient également en bénéficier, tel que nous présentons dans les prochains chapitres.

Un de nos choix technologiques consiste à utiliser les fonctionnalités offertes par les services Web utilisant des technologies basées sur XML⁸.

1.3 Organisation du mémoire

Ce mémoire est structuré en six chapitres :

Dans le chapitre 2, nous définissons toutes les notions qui pourront nous aider à comprendre le contexte de notre travail, entre autres l'accessibilité du Web d'une manière générale, et des images en particulier, ainsi que les différents types d'handicap visuel. Nous présentons aussi les dispositifs d'assistance et d'aide Web et les outils de vérification d'accessibilité. Nous déterminons aussi les besoins des personnes handicapées

⁶Un standard adopté par le W3C (RFC 1866) pour simplifier la présentation des documents sur le Web.

⁷Graphical User Interface

⁸eXtensible Markup Language, est un langage de balisage extensible standardisé par le W3C

face à l'accessibilité des images et à l'organisation des sites Web. Nous traçons ce qui a été fait dans le domaine de la classifications des images Web en utilisant les principes d'apprentissage, pour en conclure avec notre avis sur l'existant par rapport aux besoins et objectifs cernés au départ.

Dans le chapitre 3, le système **AccesPlusWeb** est présenté, ses composantes et les interfaces graphiques de chacune pour donner une idée globale. Nous expliquons aussi la composante d'extraction et de décodage Web dont nos outils auront besoin.

Dans le chapitre 4 et 5, nous présentons les deux autres composantes, soit la correction d'accessibilité et la classification des images Web. Nous exposons aussi le choix d'algorithme de classification utilisé pour notre modèle.

Le chapitre 6 est dédié à la réalisation de notre solution et à la description des technologies utilisées lors de l'implémentation. Nous expliquons nos choix technologiques en les comparant avec d'autres possibilités.

Nous décrivons ensuite l'évaluation et l'expérimentation du système AccesPlusWeb. Dans le chapitre 7, nous concluons par l'identification d'extensions futures à notre solution.

Chapitre 2

Contexte de la recherche

Nous assistons à une immense croissance de la disponibilité des informations en ligne. Et grâce au World Wide Web, les internautes peuvent avoir accès à des milliards de documents et d'images qui ne sont malheureusement pas toujours accessibles. Face à cet océan de ressources Web, il est nécessaire de concevoir des outils qui facilitent l'accessibilité aux personnes handicapées. Il importe ici de décrire la situation actuelle de l'accessibilité du Web, et les dispositions prises en faveur des personnes handicapées. Nous présentons aussi quelques systèmes de classification d'images Web.

2.1 L'accessibilité du web

La notion de l'accessibilité n'est pas nouvelle dans le monde du Web mais n'empêche qu'il subsiste encore beaucoup d'incompréhensions autour du sujet. Que faut-il comprendre lorsque nous parlons d'accessibilité du Web ?

Dans cette section, nous citons quelques définitions pour comprendre exactement ce concept :

Définition 1

" Un objet accessible est par définition un objet que nous pouvons atteindre. Si nous

appliquons cette définition au domaine de l'ergonomie informatique, optimiser l'accessibilité c'est concevoir ou modifier l'interface de telle sorte que le plus grand nombre d'utilisateurs puisse accéder aux informations " [22].

Définition 2

" Voici la définition de Tim Berners Lee, fondateur et directeur du W3C : *The power of the Web is in its universality. Access by everyone regardless of disability is an essential aspect.* En fait, en maximisant l'accessibilité d'un site Web, nous faisons en sorte de réduire les barrières qui empêchent la bonne interprétation de ces pages, que ce soit par le visiteur ou par le logiciel se chargeant de l'affichage des pages, en particulier par les moteurs de recherche " [54].

Définition 3

" L'accessibilité Web consiste à faire qu'un site soit à la portée du plus grand nombre de personnes possible. Pour la plupart des propriétaires de site Web, il s'agit d'une simple question de bon sens. À la base, faire qu'un site soit accessible suppose le retrait ce qui pourrait y faire obstacle. Or il se trouve que les responsables de la définition des standards du Web ont prévu les outils de base nécessaires pour y arriver " [32].

Définition 4

" Un site Web accessible est un site auquel il est possible d'accéder de façon équivalente, quels que soient l'interface, le navigateur ou la plate-forme d'accès utilisés. En particulier, un site Web accessible est compatible avec les options de personnalisation du logiciel de navigation ou de lecture du document, par exemple le grossissement des caractères.

Cela signifie que les contenus et les fonctionnalités du service sont envisagés à la conception de manière indépendante de leur présentation finale aux internautes. Pour

cela le concepteur s'efforce de séparer le contenu de la forme, grâce à des mécanismes comme les feuilles de style CSS¹. Selon le guide d'accessibilité[55], ou encore de prévoir diverses formulations équivalentes utilisables pour véhiculer le même message (par exemple une image et son commentaire explicite) [25]".

Définition 5

" L'accessibilité aux sites Internet passe par l'accessibilité aux équipements récents et performants. Les outils technologiques (fureteurs, lecteurs d'écran, etc.) doivent supporter les programmes et l'affichage des sites Web accessibles. La problématique devient donc celle de l'accessibilité à de l'équipement récent et performant afin d'avoir accès à l'information des sites Internet " [11].

Définition 6

" En résumé, la notion d'accessibilité des sites Internet recouvre trois notions principales [25] :

- L'accessibilité technique « universelle », qui permet de consulter un site quelque soit la plateforme, le logiciel, sa version, l'environnement technique et le débit utilisé [25] ;
- L'accessibilité des sites aux handicapés visuels qui se caractérise par la possibilité de naviguer sur un site avec des outils spécifiques et qui nécessite le respect de certaines règles techniques qui ont tendance à devenir des normes ou des standards de fait [25] ;
- L'accessibilité « ergonomique et éditoriale », qui veut que les sites respectent un certain nombre de règles ergonomiques et de normes standard, qu'ils soient organisés de manière claire, simple, didactique et pédagogique et qu'ils permettent

¹Cascading Style Sheets

ainsi un accès optimal aux internautes à leur contenu ".

2.1.1 Les enjeux du choix de l'accessibilité

- **Un choix citoyen :** " un site Web accessible doit donc être compatible avec des plateformes permettant l'accès à des personnes handicapées. L'accessibilité est un facteur d'intégration sociale, professionnelle et culturelle de ces personnes. Par exemple, les utilisateurs aveugles utilisent des ordinateurs équipés de synthèse vocale ou d'afficheur braille. Les utilisateurs mal-voyants affichent les données avec des polices de caractères, des couleurs, et des contrastes adaptés. Les personnes ayant une motricité réduite des membres supérieurs, rendant difficile le maniement de la souris ou du clavier, peuvent utiliser des logiciels de reconnaissance vocale " [25].

- **Un choix stratégique :** " l'accessibilité est une notion générale qui s'applique aussi bien à l'accès par des personnes handicapées, qu'à l'accès aux services par téléphone, depuis une voiture ou sur de nouvelles plates-formes techniques pour lesquelles ils n'avaient pas été conçus à l'origine. Penser l'accessibilité d'un service dès l'origine permet d'en assurer la pérennité dans un contexte d'évolution technologique permanente. Un site Web accessible repose sur une organisation logique et fonctionnelle de l'information, sans a priori sur l'interface homme-machine à mettre en place. Ainsi l'ergonomie peut plus facilement évoluer et s'adapter aux besoins de différentes catégories d'utilisateurs " [25].

- **Un choix économique :** " rendre un site accessible ne représente pas un coût supplémentaire si les recommandations sont intégrées lors de la conception. Concevoir un site accessible permet de réaliser plus facilement des pages claires et des sites facilement navigables. L'utilisation de feuilles de style, par exemple, améliore efficacement l'accessibilité en séparant la forme du fond, tout

en permettant de gagner du temps lors de la conception d'un site. La mise à jour du site devient plus facile à réaliser, et par conséquent sa maintenance est moins coûteuse. Par ailleurs, signaler un site comme étant accessible renforce son image et l'image citoyenne de l'organisme qui en est responsable " [25].

2.1.2 Organismes et collaborateurs responsables

Le consortium W3C

Il a été créé en 1994 pour mener le Web à son plein potentiel en développant des protocoles communs qui facilitent son évolution et assurent son interopérabilité et des technologies (spécifications, lignes directrices, logiciel et outils) qui favorisent l'échange d'information, le commerce, l'inspiration, le libre arbitre et la compréhension collective. C'est un consortium industriel international, piloté conjointement par le Groupement Européen de Recherche en Informatique et en Mathématiques (ERCIM) basé en France, l'Université de Keio au Japon, et le Laboratoire d'Informatique et d'Intelligence Artificielle du MIT² aux Etats-Unis [3]. Les services fournis par le Consortium se composent de :

- La constitution et la mise à disposition d'informations concernant le World Wide Web à destination des développeurs et des utilisateurs;
- La mise en oeuvre de logiciels permettant d'incorporer et de promouvoir les standards;
- La mise en place de diverses applications prototypes visant à démontrer l'utilisation des nouvelles technologies.

Le consortium W3C a mis en place l'initiative WAI³ à laquelle participent des acteurs de nombreux pays.

Le groupe WAI définit et publie des recommandations pour l'accessibilité qui font aujourd'hui l'objet d'un consensus très large et servent de référence dans

²Massachusetts Institute of Technology

³Web Accessibility Initiative du W3C

de nombreux pays. Elles ont notamment été adoptées par la Communauté Européenne.

L'Initiative WAI est financée en partie par :

- L'Institut National de la Recherche sur la Réhabilitation et les Handicaps du Département Américain de l'Education ;
- Le Programme sur les Technologies de la Société de l'Information de la Commission Européenne ;
- Le Bureau de l'Industrie Canadienne des Appareils d'Assistance ; Elisa Communications ; Microsoft ; IBM ; SAP ; Fondation Vérizon ; et Wells Fargo.

Les groupes de travail de la WAI étudient, sur le plan de l'accessibilité, toutes les technologies développées par W3C pour s'assurer qu'elles sont conformes aux objectifs en matière d'interopérabilité et d'accessibilité. Et en partenariat avec des organisations mondiales, a pour mission de rendre le Web accessible à tous au travers de cinq activités :

- S'assurer que les technologies du Web soient compatibles avec l'accessibilité ;
- Développer des guides pour l'accessibilité des contenus Web, des agents utilisateurs et des outils d'édition ;
- Développer des outils pour évaluer et faciliter l'accessibilité ;
- Faire de l'éducation et de la promotion ;
- Se coordonner avec la recherche et le développement avancé.

Autres groupes

D'autres groupes tels que BrailleNet, une association de personnes malvoyantes, et AFUL un groupe officiel de travail, joignent leur action en faveur du développement de standards Web dans l'espace francophone. L'essor des NTIC⁴ conditionne, depuis la dernière décennie, le développement de nombreux produits technologiques en usage dans les milieux de travail et de l'éducation et, de plus en plus, dans les domiciles. Les personnes handicapées se voient offrir des solu-

⁴Nouvelles Technologies de l'Information et des Communications

tions technologiques de plus en plus performantes pour leur permettre d'accéder à une plus grande autonomie. En effet, les NTIC laissent entrevoir de nouvelles possibilités pour, entre autres, permettre l'adaptation de la formation et favoriser l'insertion et le maintien en emploi des personnes handicapées. Au Québec, comme ailleurs au Canada et dans le monde, de nombreux acteurs sont interpellés par les obstacles que posent et les solutions qu'offrent les NTIC aux personnes handicapées. Le CAMO⁵ est impliqué activement dans le dossier des NTIC et ce, depuis janvier 2000. Quoiqu'il n'existe aucune obligation à l'heure actuelle au Québec ni au Canada pour créer des sites Internet accessibles aux personnes handicapées, il est nécessaire de développer des moyens pour inciter les créateurs et les gestionnaires de sites Internet à rendre ces sites accessibles à tous les utilisateurs. Une telle sensibilisation pourrait, par exemple, passer par une obligation tel le cas aux Etats Unis⁶ [25].

2.1.3 Exemple d'une étude sur l'accessibilité au Québec

Dans ce paragraphe, nous présentons deux études réalisées entre 2000 et 2003 qui donnent un portrait de la situation sur l'état de l'accessibilité du Web au Québec ; L'étude du CRIM⁷ à la demande du CAMO pour personnes handicapées, a été réalisée au cours de l'été 2000 et portait sur 50 sites Web québécois (sites de recherche, site d'information et site de cuisine...) choisis en fonction de leur intérêt pour les personnes handicapées dont 10 ont fait l'objet d'une évaluation approfondie. L'outil d'évaluation utilisé était Bobby [12] dont nous parlerons dans la section sur les outils d'évaluation et de correction. Comme le montre le graphique de la figure 2.1, sur un total de 496 pages analysées, 104 pages ont été approuvées par Bobby (21%). Très peu de sites québécois sont accessibles dont 6 sites sur 50 (12%) rencontrent des critères minimaux d'accessibilité.

⁵Comité d'Adaptation de la Main-d'Oeuvre pour personnes handicapées

⁶<http://www.section508.gov/>

⁷Centre de Recherche Informatique de Montréal

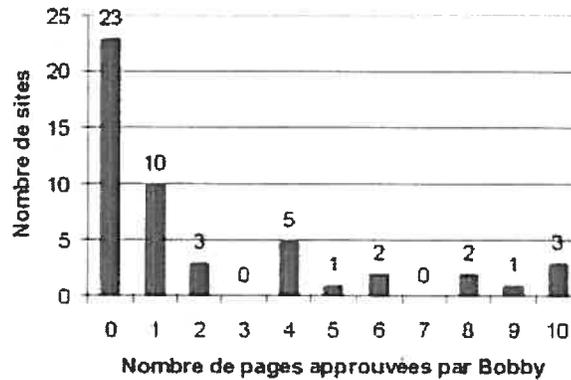


FIG. 2.1 – L'évaluation d'accessibilité des sites Web menée par le CRIM

Selon cette étude [16], les problèmes les plus fréquents sont :

1. Le manque d'équivalent textuel pour les éléments non textuels des pages Web (images, représentations graphiques, zones sensibles des images cliquables, sons, trames sonores de clips vidéo, animations, applets, scripts, etc.) ;
2. La non-utilisation des feuilles de style (les feuilles de style permettent à l'utilisateur d'obtenir une présentation du site qui correspond à ses besoins : couleurs, taille des caractères, etc.) ;
3. L'expression de la taille et du positionnement de façon absolue plutôt que relative (cette façon de faire empêche l'utilisateur de pouvoir grossir les caractères selon les besoins tout en respectant les effets de mise en page) ;
4. L'ouverture de nouvelles fenêtres «pop-up » sans que l'utilisateur n'en soit avisé (ce qui est très désorientant et insécurisant pour l'utilisateur handicapé visuel).

2.2 Les aides techniques, les vérificateurs d'accessibilité et les standards Web

2.2.1 Les standards pour une meilleure accessibilité

Selon W3C, les technologies et les standards que nous devons utiliser pour assurer l'accessibilité (ou d'une version supérieure) sont :

- Hypertext Markup Language (HTML) 4.01 ;
- Extensible Hypertext Markup Language (XHTML) 1.0/1.1 ;
- Cascading Style Sheets (CSS) Level 1 ,2 ;
- Document Object Model (DOM) Level 1 ;
- Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL) 1.0 ;
- JavaScript /ECMAScript , Dynamic HTML (DHTML).

Nous trouvons dans les normes HTML et CSS , les outils nécessaires pour écrire du code accessible car ils permettent de séparer totalement les informations structurelles de la mise en page.

L'utilisation de XHTML et de CSS permet de réaliser des sites accessibles au design très attrayant au lieu d'utiliser des images transparentes pour la mise en page. La transition du HTML au XHTML demeurera simple, il faut s'assurer de la présence de DOCTYPE au début de la page, que les balises écrites en minuscules, les attributs sont entre guillemets, et de la fermeture de tous les éléments.

2.2.2 Les aides techniques pour les mal-voyants

Plusieurs aides techniques et outils dits de correction de l'accessibilité existent sur le marché. Une aide technique est un logiciel qui répond à un ou à plusieurs besoins. Voici quelques différents types d'aide technique :

a. Logiciel de revue d'écran avec synthèse vocale aussi appelées lecteurs d'écran ou logiciel de revue d'écran, qui lisent de gauche à droite et de haut

en bas, mot à mot et ligne par ligne. Avec cet outil, il y a un problème de répétition des informations qui se trouvent en haut des pages et des navigateurs (l'outil répète à chaque page Web le menu du navigateur et du menu du site s'il existe) et cela demande de l'expérience de la part de ses usagers pour déplacer le curseur très vite et éviter les lectures redondantes.

b. Les agrandisseurs d'écran outils très utilisés, qui considèrent l'écran comme une seule image et l'agrandisse ou la réduit. L'agrandissement occasionne l'apparition des barres de défilement horizontale et verticale, ce qui ne facilite pas la navigation ; de plus, le choix est possible de quel élément de la page est agrandi ou réduit ce qui modifie les images ; certains navigateurs offrent cet agrandissement à l'intérieur du navigateur des pages Web.

c. La plage braille est un dispositif à connecter à l'ordinateur pour transcrire le texte des pages Web en braille à l'aide de picots rétractables mécaniques ; cet outil est toujours utilisé simultanément avec le logiciel de revue d'écran tel qu'illustré dans la figure 2.2.

d. Les médiateurs d'interface issus de travaux de recherche en ergonomie,



FIG. 2.2 – La synthèse vocale et la barrette braille [5]

sont des interfaces qui ont été conçues pour remédier aux problèmes d'affichage et pour rendre la lecture plus confortable ; ils permettent une réorganisation du contenu ou une sélection des paramètres, comme les feuilles de style par exemple, pour modifier l'affichage des pages Web.

2.2.3 Les vérificateurs d'accessibilité

Dans la gamme des outils de correction de l'accessibilité, il y a des outils d'évaluation de sites Web, qui ont pour but de donner un aperçu de l'état d'un site Web par rapport aux normes d'accessibilité prescrites par le W3C. Certains de ces outils, ne font pas uniquement la détection de l'erreur mais énoncent aussi des recommandations pour les éviter. Citons par exemple :

a. A-Prompt(Accessibility Prompt)

C'est un logiciel utile aux développeurs de pages Web pour corriger l'accessibilité des pages avant de les publier. Il offre une interface de correction des textes associés aux images mais exige que la page et les éléments contenus, dont les images à valider, soient locales; il s'agit donc d'un outil intéressant d'évaluation et de réparation de page Web; il possède un très bon système d'aide qui en fait également un bon outil de formation, il est gratuit actuellement; C'est de plus un logiciel dédié à améliorer la lisibilité des documents HTML en évaluant l'accessibilité des pages Web et en fournissant aux développeurs un moyen de réparer facilement et rapidement les pages Web selon le guide du W3C.

Le temps de validation et de correction dépend évidemment de la structure de la page et du nombre de problèmes détectés. il permet également de voir la progression de la validation. Le fait d'avoir tous les éléments de la page à valider localement, ajouté à la durée de validation et de correction pour faire la liaison entre les éléments de la page et leur emplacement dans une page qui n'existe pas localement, limitent les possibilités de A-Prompt et nous amènent à envisager une solution améliorée pour ce type de logiciel de correction d'accessibilité [56].

b. Bobby

Bobby appelé aussi WebXACT qui est un site qui permet de tester l'accessibilité des pages sur le Web en ligne et qui produit un rapport sommaire sur les

problèmes d'accessibilité critiques de la page testée ainsi que des solutions possibles de ces manques de conformité et d'invalidité ; il ne permet pas de réparer la page testée comme A-prompt en ce qui a trait à l'accessibilité, mais il peut tester la conformité avec les guides d'accessibilité.

L'évaluation réalisée par Bobby n'est automatique que pour 27 % des items vérifiés. Le reste doit être vérifié manuellement, et il n'est pas encore disponible en français [12]. Par exemple, si l'URL à vérifier était `http://www.iro.umontreal.ca`, on obtient une liste d'erreurs d'accessibilité : 21 instances de priorité 1 principalement les images sans texte alternatif, 8 instances priorité 2 sur le positionnement et les dimensions non relatives des objets et 11 instances de priorité 3 dont l'absence du langage du texte, absence de sommaire des tables.

2.2.4 Les logiciels d'aide sur le marché

Il ne s'agit pas de citer tous les logiciels et outils sur le marché, mais de donner un exemple de chaque type pour résumer les outils existants :

a. Opera

Dans la catégorie des fureteurs Web, nous pouvons basculer d'un affichage normal à un affichage sans images simplement avec la lettre **g** ; il offre aussi un zoom de 20 à 1000% ; il offre certaines options d'accessibilité que les autres fureteurs ne possèdent pas (autre que le changement de la taille du texte affiché), comme le choix de la feuille de style et le zoom correspondant au besoin de l'utilisateur ; enfin, il permet de désactiver les pop-up, car le zoom n'est pas appliqué sur les pop-up et n'offre pas d'autres alternatives pour contourner ce problème [42].

b. ZoomText

Pour sa part, ZoomText est une loupe logicielle qui peut être utilisée sur un ordinateur soit pour la consultation sur le Web ou tout simplement sur des documents Word ou autres ; cependant nous utilisons pour agrandir au maximum (x16), nous aurons à l'écran cinq caractères affichés ; nous utilisons la souris ou

les flèches du clavier pour parcourir l'écran, chose qui n'est pas facile quand l'agrandissement dépasse multiplié par 4) [53].

c. IBM Home Page Reader (HPR) : C'est un navigateur ayant une interface divisée en quatre zones, chaque zone a une fonctionnalité différente :

- Zone de navigation (au milieu) ;
- Zone historique (à gauche) ;
- Zone textuelle (en bas de la zone de navigation) ;
- Zone information (tout à fait en bas).

HPR utilise le mode lecture et nous pouvons le voir se déplacer d'un mot à un autre ; il a des commandes spécifiques pour les points importants d'une page en général comme lien, en-tête, tableau et commande, sachant que nous pouvons toujours utiliser les flèches de déplacement sur le clavier ; HPR offre dans le menu *Vue* le choix de la police de la taille du texte, soit de la taille minimale à la taille maximale ; enfin, dans le *Menu*, nous trouvons *Paramètre* dans lequel plusieurs fonctionnalités sont offertes par exemple [27] :

- **Paramètres Vocaux :** Il nous permet de lire le texte par une voix d'homme et les liens par une voie de femme, et de choisir la langue du dictionnaire, le volume et la vitesse de lecture et des effets spéciaux dans la lecture.
- **Paramètres Divers :** Il nous permet d'indiquer ou non les images sans texte descriptif, convertir des formats de documents PDF en HTML, indiquer la façon de lire des tableaux. Cet outil est très apprécié par la population des malvoyants.

2.3 Le handicap

D'après la classification internationale des handicapés [39], nous nommons ainsi : *toute personne souffrant d'une déficience aspect lésionnel ou d'une incapacité aspect fonctionnel qui limite ou interdit toutes activités considérées comme nor-*

males pour un être humain. Nous avons l'habitude de distinguer quelque peu arbitrairement, de façon incomplète et non limitative, diverses catégories typiques d'handicaps selon leur nature : handicaps sensoriels (aveugles et amblyopes, sourds et mal entendants, etc.), moteurs (amputés, paralysés, victimes d'une malformation, etc.), mentaux et psycho-affectifs, handicaps par suite de maladie interne chronique (cardiaques, rhumatisants, hémophiles, diabétiques, asthmatiques, etc), vieillissement, handicaps sociaux [39].

2.3.1 Définition du handicap visuel

Plusieurs définitions sont actuellement employées [34] :

- **Cécité complète** : sont atteints de cécité complète ceux dont la vision est abolie, au sens absolu du terme avec abolition de la perception de la lumière.
- **Quasi-cécité** : ceux dont la vision centrale est égale ou inférieure à $1/20$ d'un oeil, celle de l'autre étant inférieure à $1/20$, avec déficience des champs visuels périphériques lorsque le champ visuel n'excède pas 20 degrés, dans le secteur le plus étendu.
- **Cécité professionnelle** : est considéré comme atteint de cécité professionnelle celui dont l'oeil le meilleur à une acuité égale au plus à $1/20$ avec un rétrécissement du champ visuel inférieur à 20 degrés dans son secteur le plus étendu.

malvoyance : personnes présentant une déficience visuelle, même après traitement et/ou meilleure correction optique, dont l'acuité visuelle est comprise entre $6/18$ soit $(0,3)$ et la perception de la lumière, ou dont le champ visuel est inférieur à 10 degrés autour du point de fixation, mais qui utilise (ou est potentiellement capable d'utiliser) sa vue pour planifier et/ou exécuter une tâche.

2.3.2 Types de handicap visuel

Les déficiences observées chez les mal-voyants sont de plusieurs types [10] :

- **La DMLA** (Dégénérescence Maculaire Liée à l'Age) est une maladie qui survient généralement après 60 ans, est causée par une dégénérescence de la macula située au pôle postérieur de l'oeil. Donc l'endroit où l'acuité visuelle est normalement maximale puisque la rétine capte les images à transmettre au cerveau et est responsable de la précision de la vision (voir figure 2.3).



FIG. 2.3 – Un exemple de DMLA : nous perdons le centre du champ de vision [10]

- **la Hémianopsie** est une vision altérée par l'affaiblissement ou la disparition de la vue dans la moitié du champ visuel d'un oeil ou des deux yeux (voir figure-2.4).

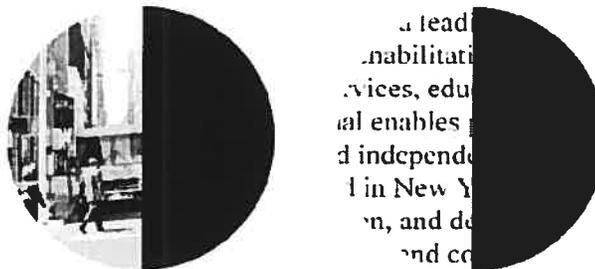


FIG. 2.4 – Un exemple d'hémianopsie : nous perdons la moitié du champ de vision [10]

- **Le Glaucome** (Cataracte DMLA Glaucome) est une maladie fréquente pouvant toucher toutes les catégories de personnes. Il est lié à la destruction lente du nerf optique qui détermine le champ visuel, ce qui a pour effet d'altérer l'alentour du champ de vision pour ne laisser voir que le milieu de l'image (voir

figure 2.5).

- **La Rétinopathie diabétique** est une maladie grave de la rétine entraînant

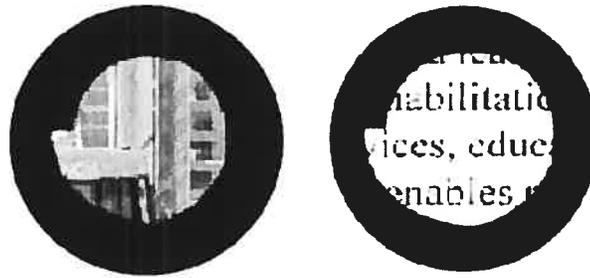


FIG. 2.5 – Un exemple de glaucome : nous perdons le tour du champ de vision [10]

une destruction lente du nerf optique. Elle affecte insidieusement le champ visuel par des flous ou des taches, en plus de constituer une menace de cécité en l'absence de traitement (voir figure 2.6).



FIG. 2.6 – Un exemple de rétinopathie : nous avons des tâches dans tout le champ de vision [10]

2.4 Les images Web

Nous désignons sous le terme d'image numérique toute image (dessin, icône, photographie, etc.) acquise, créée, traitée, stockée sous forme binaire.

Il y a deux grands types d'images, soit les images bitmaps (gif, jpeg, png, etc.) et les images vectorielles (pict, dxf, eps, svg, etc.).

1. Image bitmap

" L'image bitmap est en réalité constituée d'une matrice de points, appelés pixels. Bien adaptée à l'affichage sur écran, elle est en revanche peu adaptée à l'impression, car la résolution des écrans informatiques est bien inférieure à celle atteinte par les imprimantes.

Les images bitmaps sont utilisées pour la plupart pour des icônes et des illustrations graphiques ayant un nombre de couleur limité à 256 couleurs, comme celles présentent sur les pages Web, les photographies numérisées, etc. Par ailleurs, il permet la spécification d'une couleur transparente, qui autorise des effets de présentation sophistiqués. Parmi les formats d'images Bitmap disponibles sur le Web sont bien connus : gif et du jpeg.

Les bitmaps sont constituées par une matrice de pixels indistincts, eux mêmes rapprochés les uns des autres. Chaque point a ses propres couleurs dans le système RVB(R pour rouge, V pour vert et B pour bleu). Chaque couleur ayant ses 256 niveaux d'intensité, le nombre de couleurs totalise donc 256 puissance 3. Il est alors nécessaire de coder les images pour que celles-ci puissent se charger à l'intérieur de périodes de temps raisonnables ".

2. Image vectorielle

" L'image vectorielle est à l'inverse orientée vecteur. Cela signifie qu'au lieu de mémoriser une mosaïque de points élémentaires, nous gardons la succession d'opérations conduisant au tracé. La quantité d'espace requise n'est plus fonction de la taille de l'image mais plutôt fonction de sa complexité : nombre de points, courbes, éléments, etc En général, une image vectorielle sera moins lourde que son équivalent en bitmap.

L'image vectorielle présente l'avantage d'être indépendante de la résolution du dispositif utilisé pour la visualisation (le tracé est effectué à la résolution du

périphérique de sortie). Les images vectorielles sont employées pour les dessins techniques, les cartes, les logos et schémas destinés à l'impression, et plus généralement aux images dites à tons continus.

Les images vectorielles nécessitent quant à elles un plug-in pour les visualiser. Il vous faudra donc charger un plug-in (Netscape) ou un contrôle ActiveX (Internet Explorer). Elles sont utilisées pour des logos et des schémas ainsi que pour réaliser facilement des animations, mais elles ne conviennent pas aux images photographiques " [46].

2.4.1 Provenance des images Web

Une image est un fichier qui se trouve dans un emplacement spécifié dans la page où elle est insérée. La localisation des images sur le réseau Internet se fera dans des emplacements différents :

- De simples sites Web ;
- Des serveurs FTP dédiés spécifiquement à l'offre d'un répertoire d'images ;
- Des sites fermés qui correspondent à des bases de données d'images gérées de façon dynamique.

Les images peuvent être créées directement par des programmes informatiques, via la souris, les tablettes graphiques ou par la modélisation 3D.

Pour créer des images Web, nous pouvons par exemple :

- Numériser des documents en papier ;
- Numériser des photos, vidéos ;
- Numériser images médicales ;
- Utiliser CAO (Conception Assistée par Ordinateur), PAO (Présentation Assistée par Ordinateur) ;
- Utiliser la cartographie de télé-détection.

D'autre part, les images analogiques doivent être transformées en images numériques, lesquelles sont généralement mises en forme par un logiciel de dessin pour en limiter la taille ou pour jouer avec leur forme.

Les images mises sur Internet proviennent de plusieurs sources, ce qui explique l'augmentation exponentielle de la quantité d'images de différents formats sur le Web. Si nous disons qu'une image vaut mille mots, il demeure que dans le contexte Web elle doit être commentée par un texte significatif.

2.4.2 Les attributs HTML d'une image Web

Notre système de correction se basera sur les attributs de l'image dans la page Web, ce qui nous pousse à présenter ces attributs. Les images sont publiées sur une page Web de plusieurs façons et la syntaxe HTML diffère dans ces différents cas :

1. Nous pouvons inclure une image, en insérant ce code dans le code HTML de la page : ``

où :

`src` : adresse relative ou absolue de l'image ; `alt` : ce qui spécifie le texte alternatif de l'image.

2. Une image peut aussi être référencée (cliquable) pour activer un lien comme suit :

`[image lien avec un alt=[texte alternatif]] `

3. Une image à zones cliquable (map) avec un code comme suit :

``

où map est la référence vers la balise IMAP.

4. Une image puce ou numéro de liste avec un code comme suit :

```
<IMG src="" alt="item ." >
```

5. Une image complexe qui nécessite plus que dix mots de description, l'attribut `LONGDESC` est utilisé comme suit :

```
<IMG src="" alt="" longdesc="" >
```

Lorsqu'il y a présence des deux attributs, les navigateurs affichent seulement le `alt`.

L'utilisation efficace des images sous-entend donc l'utilisation de ces attributs qui associent un texte alternatif à l'image. Malheureusement ce texte ne reflète pas toujours l'image, il doit avoir la même signification et la même compréhension que l'image dans son contexte d'utilisation. Le code d'insertion de l'image avec de multiples attributs est généralement comme suit :

```
<IMG ALIGN="" SRC="" WIDTH="" HEIGHT="" ALT="" ..>
```

où chaque attribut a une signification spécifique voir tableau ci-dessous.

2.4.3 L'accessibilité des images sur le Web

En fait, selon le guide du W3C, il s'agirait simplement de donner à l'image un substitut textuel significatif de l'information véhiculée par cette image en utilisant des attributs pour la rendre accessible.

HTML offre des attributs à cet effet :

L'attribut `alt` : Pour une courte description de moins de dix mots sur des images simples, à cause des différents traitements et affichages du `alt` par les navigateurs ;

L'attribut `longdesc` : Pour une description plus longue d'images plus complexes, par exemple des diagrammes et des graphes ;

Un lien descriptif : Parfois, une lettre D est placée à côté de l'image, en cliquant sur cette lettre qui est un lien, nous obtenons une description.

TAB. 2.1 – Les attributs HTML de la balise IMG.

Attribut	Description
Src="..."	L'Url de l'image
alt="..."	Le substitut textuel
height="..."	Hauteur de l'image
width="..."	Largeur de l'image
border="..."	Largeur de la bordure autour de l'image
hspace="..."	Espacement horizontal entre l'image et le reste du contenu
vspace="..."	Espacement vertical entre l'image et le reste du contenu
usemap="..."	L'Url vers une image map coté client
ismap="..."	Identifie une image map coté serveur
longdesc="..."	Une description détaillée de l'image
align="..."	Contrôle de l'alignement est requis. Il possède neuf attributs :
left :	Texte à gauche
right :	Texte à droite
middle :	Texte au milieu
absbottom :	Texte en bas absolu
abmiddle :	Texte au milieu absolu
baseline :	Sur la ligne du texte
bottom :	Texte en bas
texttop :	Texte en haut
top :	En haut

2.4.4 Un exemple d'image accessible

Un exemple d'un code d'insertion d'image correcte et un autre incorrecte :

- **Une image non accessible** nous pouvons remarquer que ce code est incorrect car il ne contient pas d'attribut tel que Alt ou LONGDESC.

```

```

- **Une image accessible** voici un code d'insertion d'image correcte et conforme au standard HTML selon W3C.

```

```

Il existe une exception pour le code HTML, les images d'espacement (invisible) ou bien les images de décoration en général que les outils d'aide devraient ignorer, dans ce cas les concepteurs doivent mettre une chaîne vide dans l'attribut Alt et non ne pas mettre de l'attribut Alt du tout ou un espace dans l'attribut Alt pour que certains logiciels les ignorent lors de la lecture du site. Par exemple, une image avec un espace dans le Alt est un code incorrect, pour qu'il soit correcte il faut enlever l'espace du Alt afin que l'image en question soit ignorée par le lecteur d'écran.

Une image espace non accessible `` est un code incorrect.

`` est un code incorrect.

Une image espace accessible `` est un code correct [14].

Pourquoi le texte alternatif est il aussi important ?

En passant la souris sur l'image, l'internaute peut voir le texte alternatif affiché par certains navigateurs⁸, ce texte est lu ou affiché par les aides techniques (exemple une synthèse vocale). Sans le texte alternatif, les personnes entendront par la synthèse vocale juste la prononciation du mot **IMAGE** et par conséquent n'ont aucune idée de l'information véhiculée par l'image.

Le texte alternatif **Alt** permet aux navigateurs en mode texte, par exemple **Lynx** qui permet de distinguer quelles sont les images importantes des autres pour la navigation et la compréhension.

L'ajout du texte alternatif aux images permettra l'accessibilité aux images :

- aux personnes ayant une déficience visuelle, aux aveugles de comprendre les informations véhiculées par les images en utilisant les technologies audio ou braille ;
- aux lecteurs d'écrans qui n'affichent pas de graphiques avec les navigateurs basé sur le texte et qui pourront ainsi lire le texte associé à l'image ;
- aux programmes d'indexation automatique ou aux moteurs de recherche qui utilisent ce **Alt** comme partie du contenu des pages Web afin d'augmenter la capacité de recherche.
- Cela facilitera aussi l'utilisation d'autres appareils à affichage restreint, puisque le fait que cela soit accessible évitera aux concepteurs de réadapter leurs sites Web en fonction des nouveaux appareils qui pourront apparaître dans le futur.
- Cela améliorera aussi l'utilisation, la navigation des sites et du Web en général surtout quand les images sont le moyen primaire de navigation dans une page Web.

2.5 Les besoins des mal-voyants

Selon l'environnement de l'utilisateur, son rythme d'apprentissage et son type de handicap visuel, nous pouvons classer les besoins en deux catégories : la pre-

⁸Ce n'est pas tous les navigateurs qui affichent le texte alternatif

mière regroupe les personnes qui utilisent Internet dans leur vie quotidienne, avec les outils nécessaires pour y accéder, pour rechercher des informations et travailler. La deuxième regroupe les personnes qui considèrent Internet simplement comme un moyen de divertissement, d'achat et de passe-temps.

Dans la première catégorie les personnes peuvent être affectées par n'importe quel handicap. Ces personnes qui travaillent avec Internet ou qui sont contraintes à l'utiliser, ont des besoins spécifiques :

- repérer le plus rapidement et le plus précisément possible l'information à l'écran et sur la page Web afin de gagner du temps dans la recherche d'information ;
- accéder efficacement à Internet, comme tout autre usager, et à tous les éléments du Web, ce qui est malheureusement difficile puisque les sites Web ne respectent pas les règles d'accessibilité ;
- utiliser des aides techniques adaptées à leurs besoins pour accéder au contenu Web, leurs difficultés étant davantage liées à l'accessibilité du Web, mais en particulier aux formulaires, aux images, aux cadres, aux programmes complexes, etc.

L'autre catégorie regroupe les usagers qui se fatiguent, se découragent facilement puis abandonnent leur navigation à cause de l'inaccessibilité mais surtout de la mauvaise organisation du contenu dans les documents Web.

2.6 Les travaux connexes sur la classification des images

Nous présentons quelques techniques et systèmes existants sur la classification des images dont nous nous sommes inspirées :

Détection de la catégorie de l'image

Pour la classification primaire d'une photographie ou d'un graphique, il faut extraire une pièce d'information valable ce qui distingue les deux par une série de tests issus d'observations, de statistiques et de métriques. En fait, le système de détection utilise l'apprentissage pour créer les arbres de décision binaires qui spécifient la manière de combiner les différentes métriques pour pouvoir classifier les images. Les arbres de décision sont construits d'une manière automatique basée sur un grand ensemble d'images choisies et téléchargées du Web aléatoirement. Ces métriques sont déterminées par des nombres et des intervalles de nombres pour lesquels les photographies et les graphiques se classifient différemment. Parmi celles-ci nous retrouvons :

- Le nombre de couleurs ;
- La couleur la plus fréquente ;
- La saturation de couleurs ;
- La couleur des voisins ;
- L'histogramme de couleurs ;
- Le ratio dimension.

Voici selon Athitsos, Swain et Franke quelques différences qui existent entre le graphique et la photographie[4] :

- La taille est différente, plus petite et plus allongée pour les graphiques ;
- Il y a des couleurs spécifiques et moins de couleurs pour les graphiques que pour les photographies ;
- Les graphiques ont tendance à avoir des régions de couleurs constantes et saturées ;
- La plupart des points d'un graphique ont des couleurs proches de celles de leurs voisins ;
- Les images avec les attributs USEMAP et ISMAP sont souvent des graphiques ;
- Les images groupées dans une page sont généralement du même type.

Nettoyage d'image

Plusieurs applications comme l'extraction d'information du Web et le data mining nécessitent le nettoyage des pages Web des images de publicité, soit pour améliorer la performance du navigateur, soit pour des fins de recherche d'images de décoration, soit pour le design, soit pour conserver les images pertinentes à la navigation. Ce nettoyage n'est pas seulement une suppression d'image, mais bien une classification appropriée d'images. M. S. Peak [45] a développé le prototype d'un système à base de règles pour différencier et classifier les images de contenu des autres types d'images.

L'application WICleaner [23] développée pour nettoyer les documents du Web des images publicitaires repose sur le système de Peak. Par contre son cadre d'extraction est basé sur l'arbre de *parsage* avec le modèle DOM⁹ qui accède au contenu à l'aide d'objets structurés en arborescence.

L'approche de la segmentation du texte dans les images du Web

Cette approche consiste à localiser le texte dans les images et à utiliser des observations pour en extraire des métriques. Les techniques utilisées dans l'extraction du texte à partir des images peuvent varier du traditionnel OCR¹⁰, utilisé pour de simples images avec peu de couleurs, aux autres plus spécialisées dans les images plus complexes. Leurs résultats ont démontré qu'une image à laquelle nous ajoutons du texte augmente sa taille, et qu'en divisant l'image en cadrans. Le cadran de taille supérieure correspond probablement à celui contenant le texte [28].

L'extraction sémantique à partir d'images se fait par les systèmes CBIR¹¹. Cette extraction se classifie dans les niveaux suivants [28] :

- le niveau primitif concerne les couleurs, la texture, la forme, et la localisation spatiale des éléments de l'image ;

⁹Document Object Model

¹⁰Optical Character Recognition

¹¹Content-Based Information Retrieval

- le niveau sémantique local décrit la présence des objets dans l'image ;
- le niveau thématique décrit le sens global ou le sujet de l'image, sens qui se base sur tous les objets présents et sur les relations spatiales entre eux, et qui utilise un haut niveau de raisonnement pour dériver le sens global ou le sujet de l'image.

L'approche de l'analyse de contenu d'images de scènes de paysage sera plus facile que pour les images plus générales en utilisant les méthodes d'analyse de l'arbre monotone et de l'arbre de contour utilisées dans les GIS¹² ainsi que dans l'imagerie médicale comportant les étapes suivantes :

- réduire l'image entrée en un arbre monotone ;
- structurer les éléments de l'arbre ;
- classer les éléments triés ;
- découper chaque élément classé ;
- créer les frontières de régions.

Ce modèle d'arbre monotone s'avère meilleur que le CIBR traditionnel pour les images de paysage. La détection et la localisation de visages dans une image de forme spéciale est aussi un domaine actif. Cette technique est basée sur un réseau de neurones qui examine de petites parties séparées de l'image et décide quelles parties contenant des visages. Le contexte dans lequel l'image apparaît peut être abstrait au document HTML. En utilisant une méthode connue par la communauté d'extraction nommée LSI¹³ qui utilise par des statistiques sur l'association des mots aux contextes conceptuels d'un document donné, l'approche consiste en ce qui suit :

- calculer pour chaque document HTML décodé un histogramme de fréquences de mots ;
- assigner un poids aux mots selon leur importance dans les documents par rapport aux images ;

¹²Geographic Information Systems

¹³Large Scale Integration

- attribuer son propre indice LSI à chaque image dans la page Web, il faut préciser que cette méthode n'est pas souvent applicable pour les images décoratives, de publicité, de bannières ou de logos ;
- classifier les images avant d'appliquer un tel calcul dans le cas où le texte est peu présent ou absent dans la page ;
- utiliser des informations textuelles dans les pages Web parentes.

Même si les recherches sur l'imagerie et le traitement d'images progressent dans l'extraction sémantique du contenu de l'image, par exemple pour la reconnaissance des visages, des paysages, des objets bien définis et des formes en général avec des méthodes de segmentation et d'apprentissage, il reste que le domaine est encore en développement.

2.7 Conclusion

Ce chapitre a présenté une vue globale du contexte de notre travail, celui de l'accessibilité au web pour les handicapés visuels, en particulier aux images et il est aussi décrit les différents problèmes rencontrés.

Il est important de prendre conscience de l'importance de l'accessibilité d'un site Web. En effet, le concepteur Web devrait intégrer la vérification de l'accessibilité des contenus Web pour offrir une égalité d'accès aux informations à un maximum de personnes, et insister sur l'usage des feuilles de style CSS qui sont plus accessibles aux lecteurs d'écran. Il est également important de tester lors de la conception avec les logiciels de mesures de l'accessibilité des mal-voyants afin de déterminer avec précision l'accessibilité du site.

En effet, c'est au niveau de vérification lors de la conception que les logiciels comme Bobby et A-Prompt sont d'une aide pour vérifier et offrir la correction de l'accessibilité ce qui n'est pas conforme sur les sites Web existants. C'est aussi dans ce contexte que notre modèle de correction semi-automatique intervient, ce que nous expliquons dans le prochain chapitre. Il serait intéressant d'extraire

une sémantique significative des objets multimédias et l'associer aux images qui n'en possèdent pas pour combler les lacunes des textes alternatifs.

De nombreuses techniques existent pour l'extraction sémantique du contenu de l'image. De plus, des systèmes ont été développés pour catégoriser les images Web, aussi bien que pour extraire du texte contenu dans les images ; la plupart de ces techniques sont basées sur les indices visuels du contenu de l'image.

Dans le chapitre qui suit, nous profiterons de l'analyse des lacunes des logiciels de correction d'accessibilité existants vus précédemment et des modèles de classification pour concevoir notre système *AccesPlusWeb* de correction et d'apprentissage pour la classification d'images.

Chapitre 3

Architecture d'AccesPlusWeb

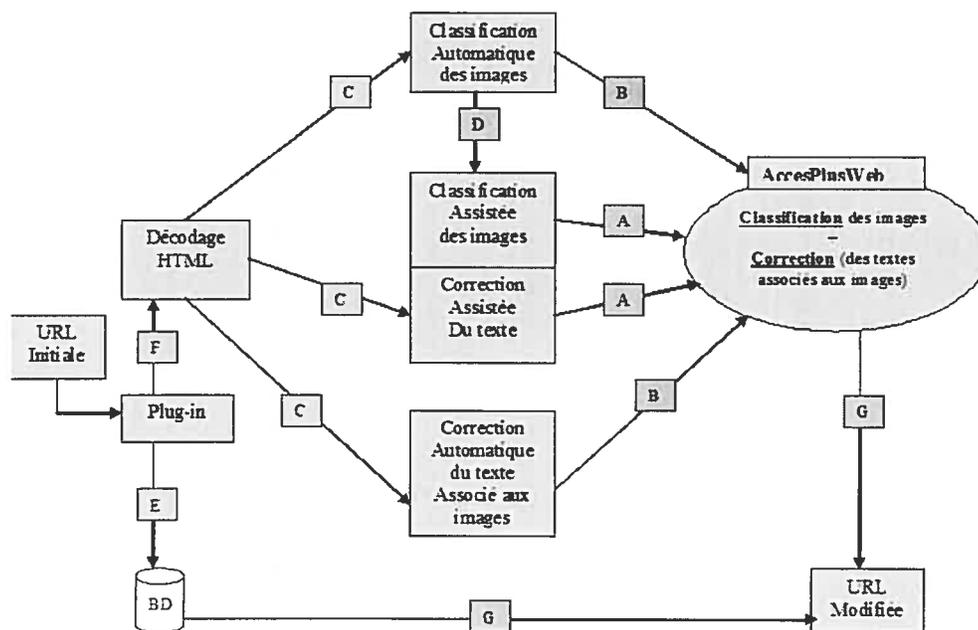
Dans ce chapitre, nous présentons notre système global AccesPlusWeb comprenant le système de correction d'accessibilité et de classification des images Web (voir la figure 3.1).

3.1 Présentation de la vue globale du système AccesPlusWeb

Afin de réaliser AccesPlusWeb nous proposons deux méthodes, une assistée par une interface GUI, et l'autre automatique par le biais d'un service Web. Selon le mode automatique ou manuel, **AccesPlusWeb** fait appel à des composantes indépendantes qui sont :

1. La composante du décodage et d'extraction (que nous appelons Extraction textuelle dans la figure 3.1) ;
2. La composante de correction des textes associés aux images ;
3. La composante de classification.

Ces trois composantes seront utilisées dans le programme automatique et assisté, d'une façon séquentielle dans le sens que la première étape sera toujours avant les deux autres. Ce système aura comme entrée l'Url de la page Web à



- Légende**
- A. Les composantes assistées du système
 - B. Les composantes automatiques du système
 - C. La composante du décodage commune aux autres composantes
 - D. La classification automatique proposée à l'assistée
 - E. Vérification de la page initiale si elle existe dans la BD
 - F. Appel d'AccesPlusWeb
 - G. Retourner la page modifiée

FIG. 3.1 – Les différentes composantes du système AccesPlusWeb

traiter, et ils produisent comme résultat une nouvelle page Web où nous pouvons placer les images de contenu au début et la page initiale corrigée ci-dessous :



FIG. 3.2 – Un exemple de page Web renvoyée par le système de classification Acces-PlusWeb

3.2 Présentation de la composante du décodage HTML

La première étape du système est le décodage HTML qui permet l'extraction des propriétés liées aux images (textuelles, contextuelles, visuelles). Ainsi pour la correction des textes associés aux images, nous n'avons besoin que des propriétés textuelles, par contre, pour la classification des images, nous avons besoin de toutes les propriétés des images. Nous avons utilisé cette composante dans le système de correction, qui prend en entrée l'URL¹ de la page Web ou bien de son emplacement local (l'utilisateur pourra sélectionner un fichier se trouvant sur le disque dur local). Le système établit une connexion et utilise le proto-

¹Universal Resource Locator : une séquence de caractères qui identifie une ressource abstraite ou physique

cole HTTP² pour obtenir le code HTML de la page Web. Ensuite, une série de traitements est effectuée sur les images, pour pouvoir en extraire les propriétés visuelles, textuelles et contextuelles et ainsi remplir le tableau d'objets décrivant les images et leurs caractéristiques (voir tableau 3.1).

TAB. 3.1 – Les propriétés extraites

Catégorie	Attributs
Composante	Association du texte aux images
Textuelle	<ul style="list-style-type: none"> - La présence de certains mots dans les attributs alt, longdesc, title, tmp, src. - La présence de certains mots dans le texte autour de l'image. - La présence de certains mots dans l'Url absolue ou relative de l'image. - La présence de ISMAP et USEMAP dans la balise de l'image.
Composante	Classification des images
Contextuelle	<ul style="list-style-type: none"> - Comparaison des dimensions et du ratio (hauteur/largeur) de l'image par rapport à la moyenne des autres images. - Un lien (interne, ou externe). - Le nombre d'apparition de cette image dans le document par rapport au total des images - Le texte contenu dans les balises META du document Web.
Visuelle	<ul style="list-style-type: none"> - La saturation, teinte, luminance, légèreté, l'éclat de l'image. - L'histogramme des couleurs RGB. - L'histogramme du changement de couleur d'un pixel à un autre. - Le nombre de couleurs

²Hypertext Transfer Protocol

3.2.1 Extraction des Caractéristiques

a. Association des textes aux images

- **Textuel** : Les propriétés textuelles d'une image correspondent à tout texte relié à l'image, tel que le texte contenu dans les attributs `src`, `alt`, `longdesc` :
 - Le texte de l'adresse de `src` et `href` dans le cas où l'image représente un lien (nous ne prendrons pas le cas où un lien textuel mène à une image, puisque nous traitons la page en cours et non les liens qui mènent à des pages ou images externes) ;
 - Le texte des Meta données de la page contenant l'image et le titre de la page, peut nous aider à détecter les mots descriptifs de la page Web ;
 - Le texte autour de l'image, qui se trouve à droite et à gauche de la balise `IMG`. Ce texte sera limité à 50 caractères de chaque côté ;
 - Si l'image contient `USEMAP` ou `ISMAP` dans sa balise `IMG`, (pour marquer la différence entre une image graphique et une photographie comme mentionné par Athitsos, Swain, et Franke dans [4]).

b. Classification des images

- **Visuel** :

Les propriétés visuelles d'une image décrivent ses aspects visuels en terme de dimensions, couleurs et éclat :

- Les calculs et l'extraction des caractéristiques visuelles de l'image, comme les histogrammes des trois couleurs rouge, vert et bleu (RGB) ;
- Les calculs et l'extraction de la saturation, de la teinte, de la luminance, de la légèreté et de l'éclat de l'image.

- **Contextuel** : Les propriétés contextuelles décrivent le contexte de l'image dans la page Web :

- Le principe du contexte permet quant à lui de vérifier si le texte associé à l'image est proche du contexte de l'image, s'il n'est pas hors sujet, et s'il fait référence à des informations du domaine ou tout au moins de la page, en

vérifiant et comparant le texte accompagnant l'image à celui contenu dans les balises META de la page Web contenant l'image en question ;

- Le nombre d'images identiques dans la même page. Ainsi, si une image se répète plus de deux fois, probablement c'est qu'elle n'est pas une image de contenu ;
- La dimension de l'image est importante, une image de longueur ou de largeur d'un pixel est généralement une image de structure, de même qu'une image qui a une longueur qui fait deux fois ou plus sa largeur est probablement une image de publicité (type bannière) ;
- La proportion d'une image (soit sa largeur et sa hauteur), est une propriété géométrique, ce qui nous permet de la comparer aux restes des dimensions des images de la page Web contenant l'image en question ;
- L'emplacement de l'image par rapport à la racine de la page, soit une Url extérieure ou locale, ce qui va éliminer les images bannières ou de publicité.

La procédure générale du module du décodage HTML est comme suit :

Algorithm 1 L'algorithme décodage HTML : GenererTableauImage()

Require: Images_URL : Les images dans la page Web ;

```
Début  
while Images_URL do  
  if Image_non_redondante(Image) && Image_non_structure then  
    Extraire_proprietesTextuelles(Images_URL);  
    Nettoyage_proprietesTextuelles(Images_URL);  
    Extraire_proprietesVisuelles(Images_URL);  
    Extraire_proprietesContextuelles(Images_URL);  
  end if  
end while  
Fin
```

AccesPlusWeb met en place une fonction GenererTableauImage() qui permet de décoder la page Web (Url) entrée par l'utilisateur. Elle prend le tableau d'images extraits auparavant, et pour chaque image Web elle répète les sous fonctions d'extraction suivantes :

1- La fonction `Extraire_proprietesTextuelles()` a pour but d'extraire tous les textes reliés à l'image, que ça soit un texte à l'intérieur de la balise ``, ou bien autour de l'image. Cette fonction sera suivi par la fonction de nettoyage des textes `Nettoyage_proprietesTextuelles` qui a pour but d'éliminer des redondances, et les chiffres et les caractères spéciaux;

2- La fonction `Extraire_proprietesVisuelles()` a pour objectif d'extraire

Algorithm 2 L'algorithme Extraction et décodage HTML : `Extraire_proprietesTextuelles()`

Require: `Images_URL` : Les images dans la page Web;

```
Début  
while Images_URL do  
  Extraire_Nom(Images_URL);  
  Extraire_Href(Images_URL);  
  Extraire_Alt(Images_URL);  
  Extraire_Longdesc(Images_URL);  
  Extraire_TexteAutour(Images_URL);  
end while  
Fin
```

trois histogrammes représentant respectivement la distribution des valeurs respectives des composantes rouges, verts et bleus, ainsi que l'éclat, légèreté, luminosité de l'image;

La couleur est un descripteur efficace qui est employé pour l'analyse d'images [24]. Une technique très utilisée pour la couleur est l'intersection d'histogrammes [52]. Les histogrammes sont faciles et rapides à calculer, et robustes à la rotation et à la translation

3- La fonction `Extraire_proprietesContextuelles()` utilise l'extraction textuelle dans les données META de la page Web et dans l'adresse de l'image. Nous comptons aussi la redondance de l'image dans la page Web du fait qu'une image qui se répète généralement n'est pas une image de contenu mais de navigation; Ces données descriptives extraites de la page sont utilisées pour la classification et la correction des images. Ainsi le tableau des propriétés textuelles, contextuelles et visuelles est rempli pour chaque image.

Algorithm 3 L'algorithme Extraction et décodage HTML : Extraire_proprietesVisuelles()

Require: Images_URL : Les images dans la page Web;

```
Début
while Images_URL do
  Extraire_Moy_Eclat(Images_URL);
  Extraire_Moy_Legerete(Images_URL);
  Extraire_Luminosite(Images_URL);
  Extraire_Moy_Histogramme_R(Images_URL);
  Extraire_Moy_Histogramme_V(Images_URL);
  Extraire_Moy_Histogramme_B(Images_URL);
  Extraire_Teinte(Images_URL);
  Extraire_Saturation(Images_URL);
end while
Fin
```

Algorithm 4 L'algorithme Extraction et décodage HTML : Extraire_proprietesContextuelles()

Require: Images_URL : Les images dans la page Web;

```
Début
while Images_URL do
  Extraire_Extension(Images_URL);
  Extraire_Src(Images_URL);
  Extraire_Moy_Rapport_H/L(Images_URL);
end while
Nombre_Total_Images(Images_URL);
Extraire_Meta_Url(Images_URL);
Fin
```

3.3 AccesPlusWeb : la composante de la correction des textes associés aux images

La figure générale du système AccesPlusWeb (voir figure 3.1) montre que la composante de correction manuelle utilise les propositions de la composante de correction automatique. En ce qui concerne la composante automatique, elle transmet à la composante manuelle le texte à insérer comme description de l'image. À son tour, la composante manuelle permet à l'utilisateur de modifier le texte alternatif, en lui proposant les propriétés textuelles extraites lors du décodage HTML de la page Web, qui ne sont que le texte autour de l'image, les Meta(s) de la page courante, soit le contenu des attributs : alt, longdesc, src, title.

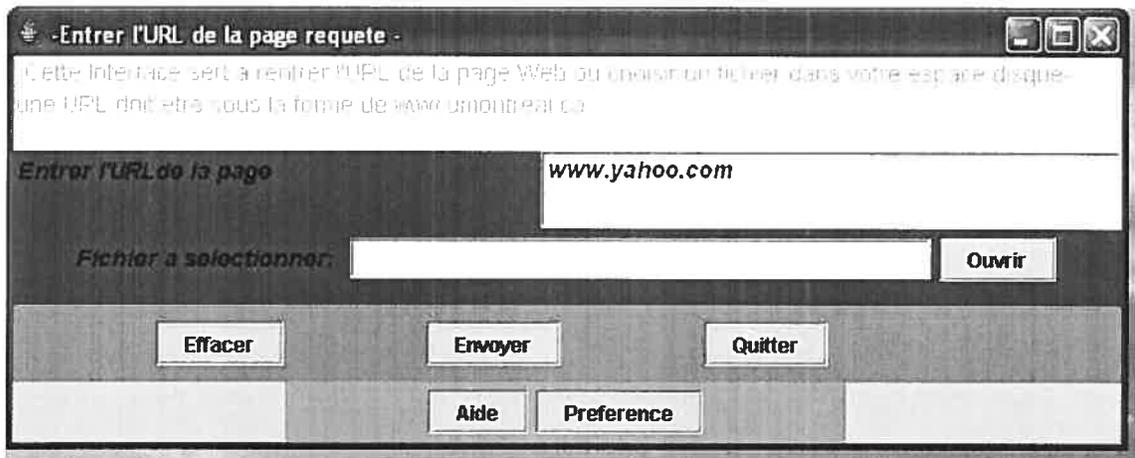


FIG. 3.3 – L'interface du système manuel de correction AccesPlusWeb

Dans un premier temps (voir figure 3.3), nous pouvons faire rentrer l'Url d'une page Web (Entrer l'Url de la page) ou bien en ouvrir une déjà existante (Fichier à sélectionner, Ouvrir) en appuyant sur Envoyer pour que la figure 3.4 s'ouvre. L'Url sera sous n'importe quelle forme, puisque nous vérifions s'il n'y a pas de http :// et nous l'ajoutons au besoin, avec l'interface de correction assistée (voir la figure 3.4), nous représentons l'affichage des propriétés extraites HTML

de la page Web que nous avons passé dans la figure 3.3.

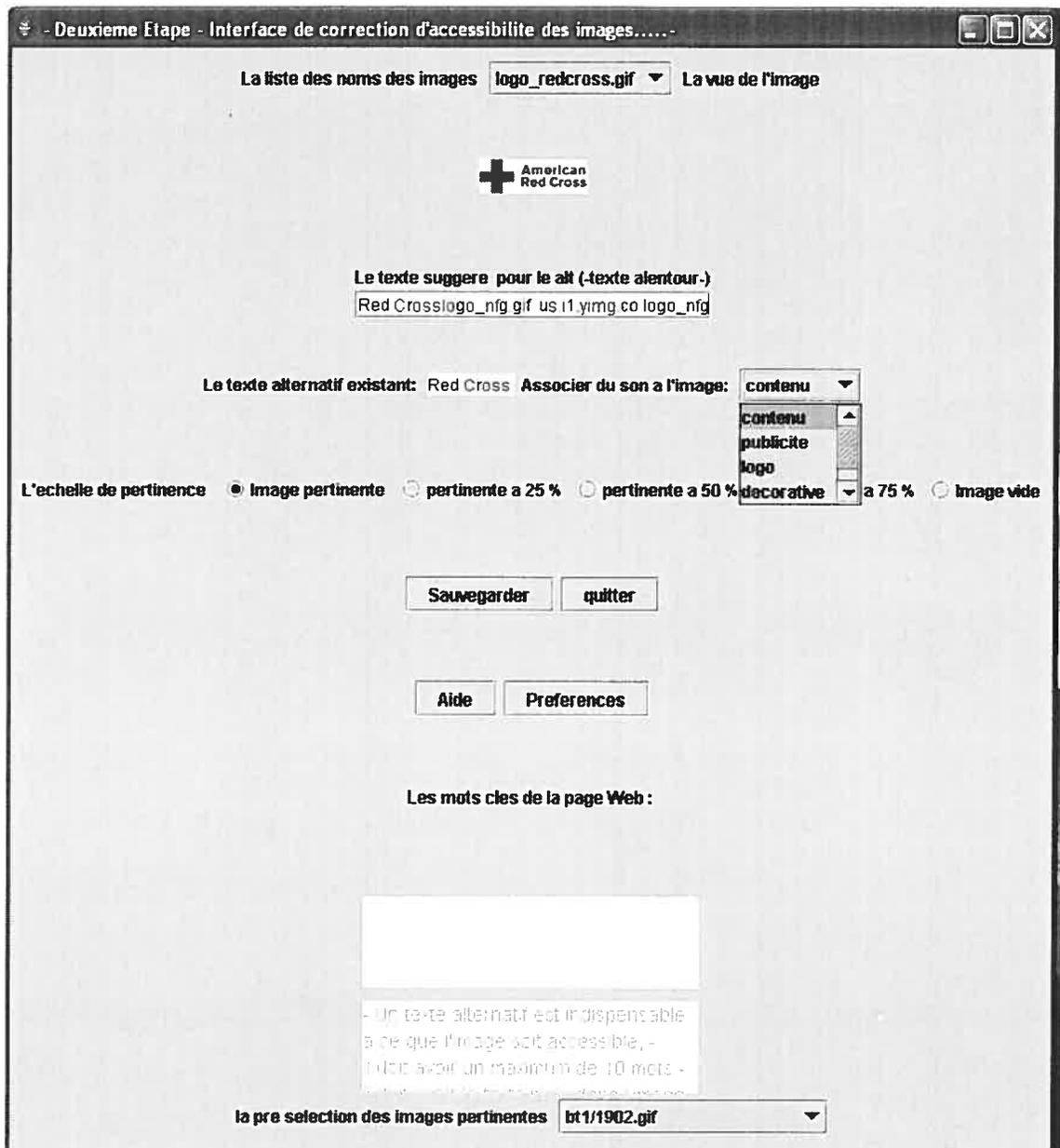


FIG. 3.4 – L'interface du système manuel de correction secondaire AccesPlusWeb

Nous voyons la liste des noms des images, nous pouvons voir l'aperçu de chaque image en la sélectionnant. En dessous de chaque image sélectionnée, nous avons le texte suggéré pour le Alt de l'image (un texte extrait autour de l'image), aussi nous avons le Alt extrait s'il existe en mode éditable pour permettre sa

modification. Nous pouvons ainsi corriger le texte associé au Alt. On peut aussi associer un son aux images selon le type de l'image ou des sensations tactiles produites par la souris optique. Afin d'aider l'utilisateur, nous lui proposons dans cette interface une série de texte relié soit à l'image Web en cours, ou bien à la page Web la contenant, par exemple les mots META de la page Web en question pour donner plus d'information sur le contexte des images et de la page Web. Plus bas dans la figure 3.4, nous présentons la présélection des images pertinentes, ce qui fait appel à la classification automatique pour aider à la classification manuelle des images.

3.4 AccesPlusWeb : la composante de la classification

Il faut noter que les images ne possèdent pas un attribut spécifiant si elles sont pertinentes ou non. Cet attribut est le produit de l'analyse faite dans le module de la classification automatique. Nous nous basons sur certaines caractéristiques pour déterminer qu'une image est pertinente et pour la sélectionner ou non. Notre choix s'appuie sur les recherches déjà faites dans ce domaine citées dans [45, 50, 23] qui divisent les caractéristiques en trois catégories : visuelles, textuelles, et contextuelles (comme nous l'avons mentionné auparavant). Le système de classification automatique repose sur les trois étapes d'implémentation, représentées par la figure 3.5 : Notre système procède à la classification en trois étapes (voir aussi l'algorithme 5) :

1. L'extraction des images ainsi que de leurs propriétés textuelles et visuelles afin de créer un tableau d'objets avec ces informations qui formera l'ensemble d'entraînement ;
2. L'apprentissage sur l'ensemble d'entraînement pour générer notre base de règles ;

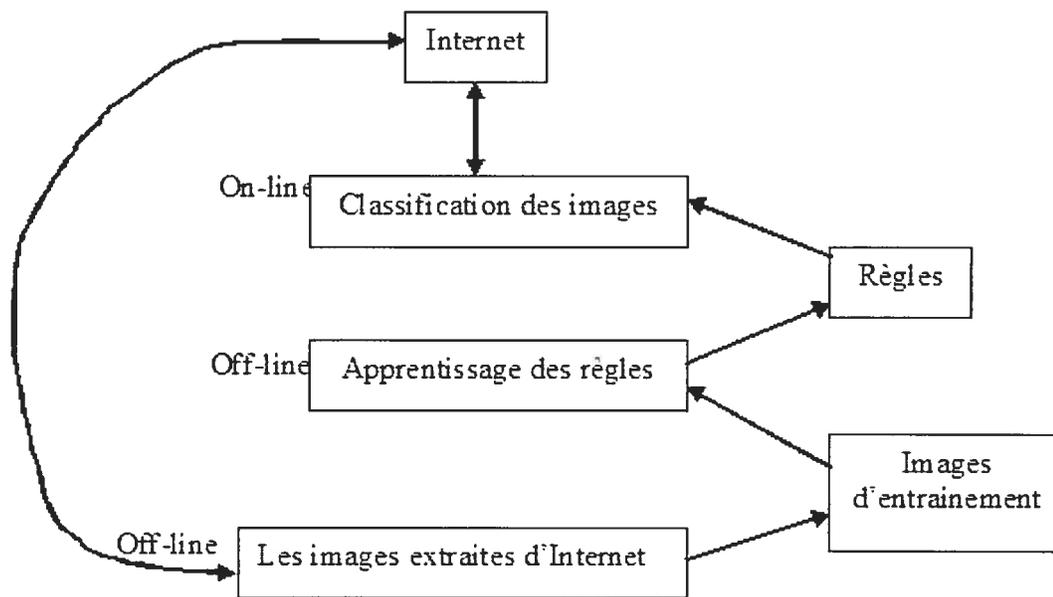


FIG. 3.5 – Le schéma d'implémentation de la classification automatique

3. La catégorisation automatique des images utilisant les règles trouvées.

Algorithm 5 L'algorithme de Classification : Classification()

Require: Images_URL : Les images dans la page Web ;

```

Début
while Images_URL do
  Extraire_caracteristiques(Images_URL);
  Apprentissage_regles_classification(Images_URL);
  Catégoriser_Image_contenu(Images_URL);
end while
Fin
  
```

La composante de classification automatique propose une présélection des images de contenu à la composante manuelle, comme illustré dans la figure 3.2. Le système manuel propose à l'utilisateur les images Web, en lui proposant les informations relatives à l'image comme le contexte de la page web présent dans les données META, et le texte autour de l'image, mais il reste que c'est l'utilisateur qui doit attribuer la classe de l'image contenu, publicité, logo, décoration

et doit placer l'image selon son échelle relative de pertinence { 0, 25, 75, 100%} pour que la page résultante les présente selon cette échelle.

Dans l'interface de classification automatique (voir la figure 3.6), nous rentrons

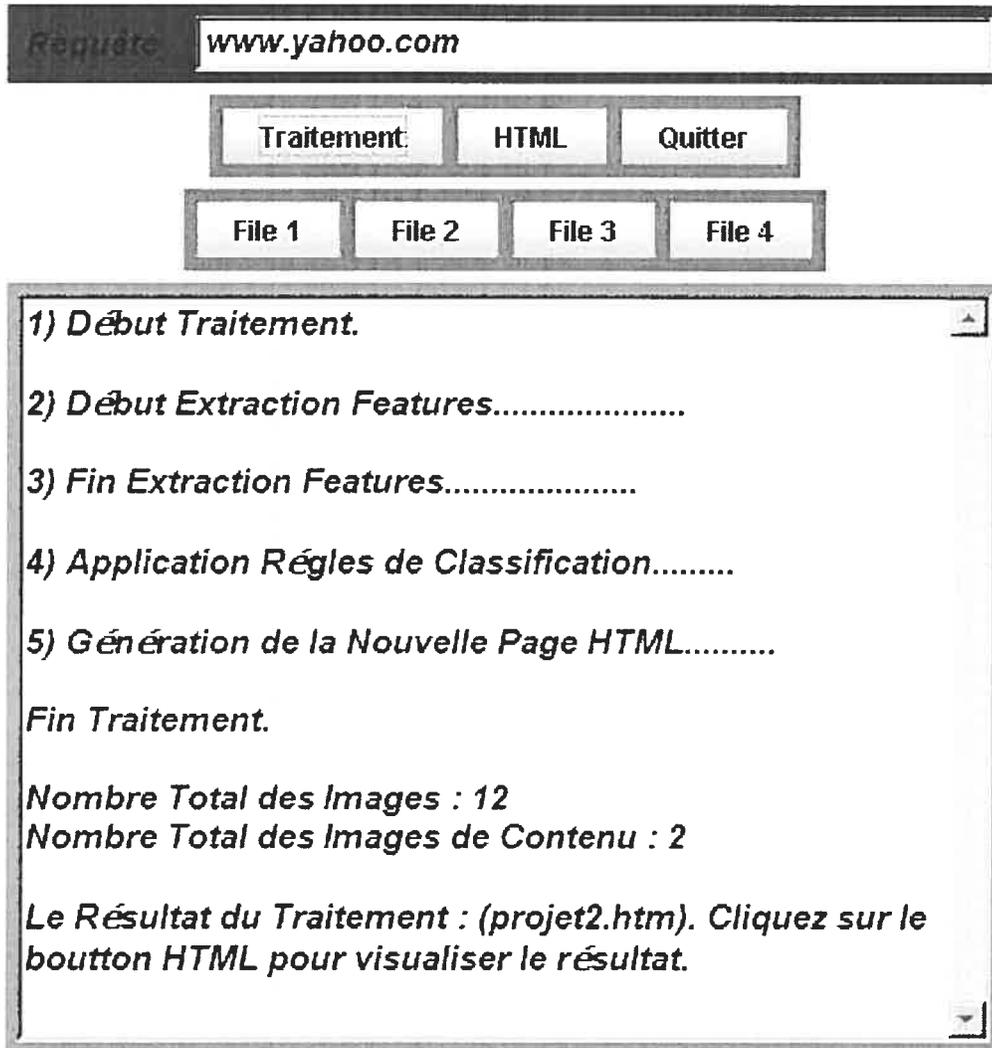


FIG. 3.6 – L'interface du système de classification automatique AccesPlusWeb

l'Url de la page Web et la classification se fait, les images jugées pertinentes jugées de contenu seront mises en haut de la page Web, comme dans la figure 3.2 en procédant de la manière à éliminer les images qui sont de structure, ou bien de publicité par exemple. Ce système de classification automatique se base sur les règles issues de l'apprentissage, que nous expliquons davantage dans le

chapitre suivant.

Le service Web présente aussi l'enrichissement automatique des textes associés aux images Web.

Services disponibles pour personnes avec déficience visuelle : Loupe Page textuelle sans images Réduire la taille	Enter l'url : http //
Services disponibles pour fournisseurs de pages Web : Test d'accessibilité Ajout de description aux images Réparer les pages	le service demandé
<i>Liste des sites accessibles</i>	

FIG. 3.7 – L'interface du service Web avant l'appel

Le service Web offre à l'internaute la possibilité d'entrer l'Url pour laquelle il

Services disponibles pour personnes avec déficience visuelle : Loupe Page textuelle sans images Réduire la taille	L'URL de la page validée (accessible) demandée
Services disponibles pour fournisseurs de pages Web : Test d'accessibilité Ajout de description aux images Réparer les pages	Ou Résultat de la requête
	Ou un message d'erreur dans le cas d'erreur

FIG. 3.8 – L'interface du service Web après l'appel

désire avoir une correction et une organisation des images les plus importantes à part. Il s'agit d'entrer l'Url dans l'espace réservé, une validation de l'Url se fait alors, puis envoie la page Web enrichie d'une bande d'images de contenu avec les textes associés.

3.5 Conclusion

Nous avons présenté d'une manière générale l'architecture de notre modèle, ainsi que ces différentes composantes, en particulier la composante d'extraction HTML.

Celle-ci est utilisée par notre système en premier. Elle est nécessaire pour les deux autres composantes, celle de correction des textes associés aux images, et celle de la classification des images selon leur importance.

Le chapitre suivant sera consacré à présenter les méthodes de classification existantes des images Web, et aussi la composante de classification des images Web de notre système AccesPlusWeb.

Chapitre 4

AccesPlusWeb : La composante de classification des images

En général, classer une image se fait aisément par les voyants, car ils ont la faculté de différencier les objets dans n'importe quelle orientation, ou cachés par d'autres, de n'importe quelle couleur et forme, ce qui n'est pas le cas des mal-voyants.

Dans ce chapitre, nous présentons la composante de classification d'AccesPlus-Web dont nous avons parlée dans le chapitre précédent. Elle est basée sur un système d'entraînement, d'apprentissage et de classification à base de règles. Nous avons choisi d'utiliser le système de correction/classification (manuel) pour pouvoir augmenter la taille de l'ensemble d'entraînement des images, puisque ce dernier offre à l'utilisateur une classification manuelle des images. Ce qui améliorera la performance du système d'apprentissage et générera un nouvel ensemble de règles de plus en plus riche et précis.

Bien entendu, ce n'est pas le premier système de classification des images en catégories, puisque qu'il existe d'autres systèmes tels les classificateurs en photographies, graphiques, cartes, portraits, boutons, images de publicité ou autres, qui sont capables par une série de traitements et de filtrage de détecter les

images de la catégorie ciblée.

Nous présentons dans ce chapitre quelques définitions et résumés de certains classificateurs et aussi certains algorithmes d'apprentissage.

4.1 Présentation de la catégorisation

Parmi les différents types de classification existant, nous présentons ceux utilisant le format de compression et selon différentes catégories :

4.1.1 Classification basée sur les formats de compression

Nous nous intéressons dans cette section à l'étude de la relation entre les formats des images et la classification que nous établissons. Le but est d'étudier la pertinence de l'introduction du format des images dans notre base de règles.

Pour avoir une idée des formats les plus répandus sur le Web, nous avons développé un programme qui parcourt Internet pour classifier les formats des images. Sur 783 liens Web, nous avons ramassé au total 1 223 705 images, avec une répartition de données comme suit (voir table 4.1) :

TAB. 4.1 – Les résultats de notre classificateur de formats d'images

Format d'images	Le nombre d'images dans ce format
GIF	1 028 873
JPG	187 825
MAP	3154
BMP	1920
PNG	1342
JPEG	304
RP	287
Total	1 223 705

Les techniques de compression les plus utilisées des images Web sont jpg et gif- [48], ce qui confirme les résultats de notre programme. Nous avons remarqué que ces images peuvent être des photographies, graphiques, portraits, publicité,

boutons de navigation, diagrammes, cartes (map) ou autres indépendamment du format de compression.

Certains formats d'images étaient plus utilisés dans une catégorie que d'autres. Par exemple, le format GIF était plus fréquent dans la catégorie des images graphiques tandis que les formats JPG ou JPEG étaient utilisés pour les photographies. Toutefois, nous ne pourrions pas dire que c'est une règle générale puisque les images JPEG ont des milliers de couleurs qu'elles soient graphiques ou photographiques à cause du système de compression. Pour les distinguer, le système de V.Athitsos et M.J.Swain [4] se base sur une métrique de transition de la couleur d'un pixel au pixel voisin sur l'apparition de certaines couleurs, la taille et la dimension des images et le nombre de couleurs. Cette classification ne peut pas nous aider dans notre système, nous ne pouvons pas prendre le format de compression d'une image comme seul critère de classification. Parfois les images de contenu sont plus des photographies que des graphiques, mais une image photographique n'implique pas nécessairement qu'elle est de contenu.

4.1.2 Classification des d'images en catégories

De nombreuses recherches et applications ont été développées pour catégoriser les images Web comme mentionné dans le chapitre 3. Les différents types d'images que nous pouvons trouver dans les documents Web sont [45](Voir figure 4.1) :

1. Images de contenu (exemple d'une image reliée au message important du document Web) ;
2. Images de décoration (exemple des boutons et des bulles) ;
3. Images de publicité (exemple d'une image clignotante vers un site sponsor) ;
4. Images logos (exemple d'une étiquette d'entreprise) ;
5. Images de navigation (exemple de retour à la page précédente, ou un signet sur la même page).

Ce qui nous intéresse, ce sont les images de contenu informationnel important dans une page Web, ce qui nous mène à deux catégories : images de contenu, et toutes les autres images : décoratives, de publicité, de structure, logos, de navigation, etc (voir figure 4.2).

L'importance en contenu dépend de nombreux critères : le domaine d'application, l'observateur, sa connaissance du domaine etc. Nous considérons dans ce travail qu'à partir d'un échantillon de 46 images étiquetées au départ, notre système de classification permet de classer de nouvelles images, en utilisant la méthode par élimination, en considérant qu'une image de contenu n'est pas une image de publicité, ni une image logo, ni autre catégorie.

4.2 L'architecture de la composante de classification automatique

L'architecture du système de classification se résume dans la figure 4.3 :

- Extraction des images d'entraînement d'Internet avec étiquetage manuel (Module Off-Line : génération du fichier de l'étiquetage manuel de ces images).
- Extraction des caractéristiques à partir des images d'entraînement (Module Off-Line : génération des fichiers de caractéristiques : pour l'étiquetage manuel de ces images).
- Apprentissage par arbre de décision (Module Off-Line : génération du fichier de règles).
- Classification des images d'une page Web à l'aide du fichier des règles extraites (Module On-Line : génération de la page Web).

Premièrement, nous exécutons le programme `ProjetClassification`, il a pour entrée le fichier généré lors de la phase de l'extraction `BinFeatures.txt` sur un ensemble d'images d'entraînement étiquetées manuellement (image de contenu et image de non contenu). Nous faisons appel à deux fonctions du programme

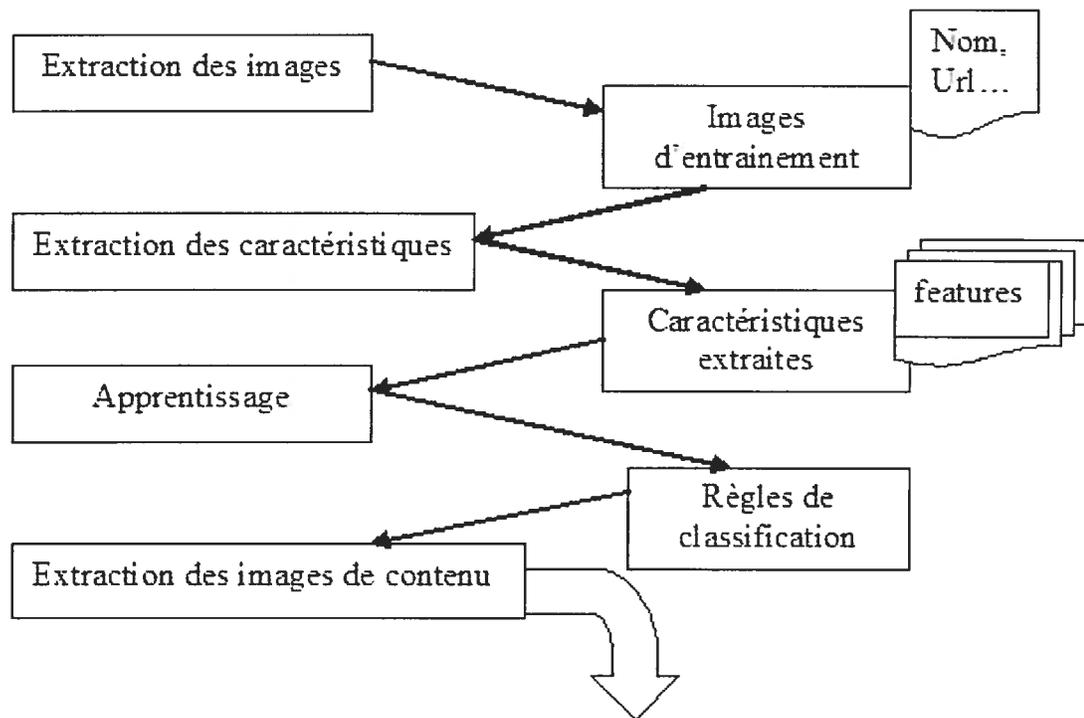


FIG. 4.3 – L'architecture de la classification

Classification qui sont (`initialiseFile` et `calculEntropieFinale`).

`InitialiseFile` ne fait que définir le fichier généré après l'exécution de ce programme qui n'est autre que le fichier des règles et comme sortie ces mêmes images avec leurs caractéristiques respectives.

Deuxièmement, le calcul de l'entropie finale construit l'arbre de décision en se basant sur la fonction de gain en information.

$$Entropie(S) = -p/N \log p/N - n/N \log n/N$$

L'appel de la fonction `construireArbre` s'effectue au sein de la fonction `calculEntropieFinale`. La construction de l'arbre s'effectue quant à lui sur deux phases. La construction de l'arbre droit puis de l'arbre gauche en faisant appel respectivement à `construireDroite` et `construireGauche`.

Troisièmement, les règles sont générées et nous effectuons un test de notre clas-

sification en faisant appel à la fonction `generalClassificateur` dans le programme `Regles`. Ce test s'effectue sur un ensemble de test de 20 images qui est indépendant de notre ensemble d'entraînement. La base de règles contient 15 règles constituant les branches de notre arbre de décision, il faut aussi noter qu'à ce stade beaucoup de règles de transformation binaire ont été générées par la répétition des tests à plusieurs reprises et ceci afin d'obtenir les seuils les plus probants [2].

Une des fonctions de `accesPlusWeb` est celle de la classification automatique des images en images de contenu ou non à partir d'une page Web, qui passe le tableau des images de la page en paramètre dans la fonction `ConvertirBinaire` pour convertir les propriétés extraites en binaires, par la suite ce tableau est passé en paramètres dans le classificateur. Cette fonction sélectionne les principales images et génère par la suite une nouvelle page Web, qui n'affiche que ces images. Cette page est présentée dans un cadre au dessus de la page originale avec corrections des textes associés.

Pour pouvoir classifier les nouvelles images, la fonction du classificateur utilise la base de règle de classification pour tester. Chaque règle est sous la forme :

```
règle ::= ( conséquence condition_1 .. condition_n )  
conséquence ::= ( classe valeur-classe )  
condition ::= ( nom-attribut valeur-attribut )
```

Par exemple, une règle est sous la forme :

```
((classe CONTENU) (src REMOTE) (href YES))
```

Ce qui signifie que si l'adresse de l'image est à l'extérieur du serveur de la page Web contenant l'image et la présence de certains mots dans le href est positive, voudra dire que l'image est une image de contenu :

```
(src REMOTE) and (href YES) => (classe CONTENU)
```

Algorithm 6 L'algorithme AccesPlusWeb du service Web

Require: URL : La page Web ;

Début

```
TableauImages=GenererTableauImage(URL_page_Web);  
TableauImagesBinaires=ConvertirBinaire(TableauImage);  
TableauImagesClassifiees=Classificateur(regles_classification,TableauImageBinaire);  
GenererUrlNouvellePageWeb(URL_page_Web,TbaleauImagesClassifiees);  
Fin
```

Algorithm 7 L'algorithme de classification des images Web : Classificateur

Require: Tableau_Images_Binaires : TableauImagesBinaires, BD : Base de règles de classification ;

Début

```
while Image_non_classifie do  
  TableauImagesClassifiees=TesterRegle_i(TableauImagesBinaires);  
  Verifier_Image_contenu();  
  Verifier_Image_non_contenu();  
  Verifier_Image_indeci();  
end while  
Fin
```

La procédure de construction de l'arbre de décision (DT) applique l'extraction des propriétés des images de l'échantillon d'entraînement et calcule l'entropie informationnelle afin de construire les branches à droite et à gauche à chaque niveau de l'arbre de décision.

Algorithm 8 L'algorithme du constructeur de l'arbre de décision

Require: Tableau_Images_Binaires : TableauImagesBinaires ;

Début

```
TableauImagesEntrainement=GenererTableauImage(URL_page_Web);  
TableauImagesEntrainementBinaires=ConvertirBinaire(TableauImagesEntrainement);  
calculEntropieFinal(TableauImagesEntrainementBinaires);  
constructionBrancheDroite();  
constructionBrancheGauche();  
Fin
```

4.3 L'étape de l'extraction des images

Nous avons utilisé la composante d'extraction et du décodage HTML d'images (expliqué dans le chapitre précédent), qui prend en entrée l'Url et qui retourne un tableau d'objets composés d'images et de leurs propriétés correspondantes.

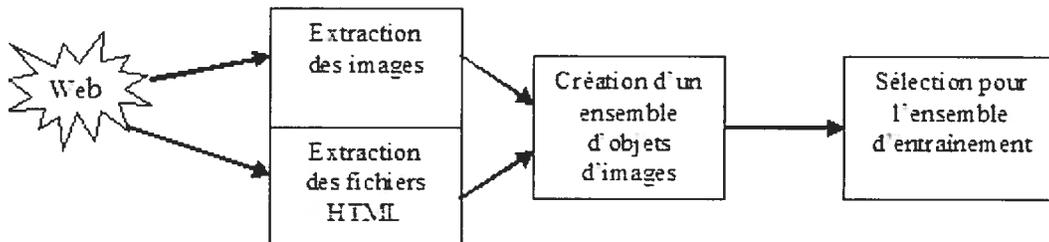


FIG. 4.4 – Les différentes étapes de l'extraction des images

4.4 L'étape de l'apprentissage

Un système d'apprentissage est un système qui s'améliore avec les expériences.

Un système S qui apprend à partir d'expériences E avec le respect d'une classe de tâches T et les métriques de performances P . **Exemples**

- Apprendre à jouer aux échecs ;
- Reconnaître les écritures à la main.

Dans notre cas :

S : Notre système AccesPlusWeb ;

T : Classifier les images Web en image de contenu ou non ;

E : La liste des images en catégories.

L'apprentissage est l'amélioration de la performance dans un environnement donné avec l'acquisition de connaissance résultant d'expériences dans cet environnement. Nous avons un ensemble d'objets images où chaque objet a la même structure, qui consiste en un certain nombre de paires (attribut/valeur), qui nous aidera à représenter une catégorie. Notre objectif est de mettre en place un arbre de décision permettant la classification des images en images de contenu ou non.

Afin de résoudre un problème donné en apprentissage supervisé (exemple : apprendre à reconnaître l'écriture), il faut considérer les étapes suivantes :

- Déterminer le type des exemples d'entraînement
- Collecter un ensemble d'entraînement
- Déterminer la représentation des caractéristiques en entrée pour la fonction d'apprentissage
- Déterminer la structure de la fonction d'apprentissage et l'algorithme d'apprentissage correspondant
- Compléter la conception et la modélisation

4.4.1 Le processus d'apprentissage supervisé

La classification des images consiste à assigner à ces images une catégorie ou un ensemble de catégories prédéfinies. Pour classifier les images, nous avons choisi un ensemble d'entraînement d'images que nous avons classifié manuellement auparavant. À partir de cet ensemble d'entraînement, nous apprenons au modèle que nous utiliserons par la suite à classifier les nouvelles images en deux catégories (images de contenu ou non). Nous nous sommes inspirés de Seungyup Peak [45] qui a développé un système prototype à base de règles pour distinguer les images de contenu des autres, et de Kushmerick [29] avec son système ADEATER qui élimine les images de publicité des pages, et qui fait la distinction entre les images de publicité et les autres images. Dans notre approche de classification, nous combinons la méthode basée sur l'extraction textuelle, contextuelle et visuelle des images pour avoir l'ensemble des règles.

4.4.2 Processus de génération de la base des règles et la classification

La sélection des images pertinentes se fera à partir d'un arbre de décision[47]. Chaque noeud dans l'arbre présente une question, donc un critère de sélection, permettant de décider dans quelle branche nous continuons nos tests pour arriver au point de pouvoir classer l'image. Notre arbre de décision est binaire, il répond donc uniquement oui ou non, et sinon il répond oui. Il faut noter à ce stade que n'importe quel arbre de décision peut être ramené en un arbre de décision binaire [2].

TAB. 4.2 – Les attributs et leurs valeurs pour différencier les images de contenu des autres

Attributs	Valeurs
Src vs Url page	1 pour lien interne (local), 0 pour externe (remote)
Présence de certains mots dans alt	0 pour "publicité", "logo", "click here"... Sinon 1
Présence de certains mots dans longdesc	0 ou 1.
Présence de certains mots dans tmp	0 ou 1.
Présence de certains mots dans le texte alentour	0 pour "vide", "click", "click here"... Sinon 1
Largeur de l'image	> à la moyenne 1, 0 sinon
Longueur de l'image	> à la moyenne 1, 0 sinon
Le nombre d'apparence de l'image	> à la moyenne 1, 0 sinon
Le ratio des dimensions	1 pour < 0.2 ou > -0.2 et 0 Sinon
Nombre de saturation	0 pour < 0.1 et 0 sinon
Nombre de couleurs	Histogrammes RGB > 150 donne 1 et 0
Similitude du alt avec les Meta	0 ou 1
Similitude du alt avec le titre	0 ou 1
Extension de l'image	0 pour gif et 1 pour autre

L'apparition de certains mots dans les attributs textuels fait que nous pouvons classifier l'image concernée en contenu ou non, si un de ces mots apparaît dans les propriétés textuelles, nous pourrons juger que ce n'est pas une image de contenu, par ces mots (français et anglais), nous citons :

"icon", "vide", "a", "c", "b", "ligne", "invisible", "pixel", "space", "tri2", "up", "down", "dn", "spacer", "haut", "bas", "mg", "bg", "bd", "hd", "pixtr", "envl",

"mail", "logo", "etiquette", "go", "clic", "click", "exterieur", "droite", "gauche", "left", "right", "pub", "publicite", "search", "recherche", "aller", "send", "re-
ceive", "news", "nouvelle", "here", "cliquer", "clique", "cliquez", "touch", "here",
"voir", "go there", "find", "trouver", "ici", "index", "contact", "adverts", "pub",
"publicité", "marketing", "sponsor", "sponsors", "ventes", "sales", "free", "gra-
tuit", "fonde", "funded", "stuff", "provider"...

D'une manière générale, les attributs de l'image des différentes caractéristiques (textuelles, visuelles, contextuelles) sont transformés d'une manière binaire selon le patron suivant (voir tableau 4.2) :

Le but de chaque règle est de décider si l'image est de type Non Contenu sinon nous poursuivons le test. Au total il y a 15 règles retenues afin d'effectuer la classification par le biais de notre algorithme. Règles pour l'apprentissage :

- Test Rapport et Source Image ;
- Test Rapport, Source Image et Nom Image ;
- Test Rapport, Source Image, Nom Image, Alentour, Alternatif et Histo Rouge ;
- Test Rapport, Source Image, Nom Image, Alentour, Alternatif, Histo Rouge et Moy Rouge ;
- Test Rapport et Nom Image ;
- ...

Nous prenons en exemple l'Url de l'image (non contenu) suivante :

http://www.lefigaro.com/icons_edition3/logo_fig.gif

Ses propriétés extraites et leurs correspondances binaires sont données dans le tableau 4.3 où l'attribut "Source de l'image" a la valeur "local" a la valeur binaire est 1, ce qui montre que le serveur dans l'Url de l'image et sa page Web l'incluant est le même.

La "hauteur de l'image" est supérieure à la moyenne, ce qui lui donne la valeur

TAB. 4.3 – Les attributs extraits et leurs valeurs extraites ou calculées et la correspondance en valeur binaire

Attributs extraits de l'image logo	Valeurs calculées	valeur binaire
Source de l'image	local	1
Hauteur	35	1
Largeur	183	0
Rapport	0.1912568306010929	0
Éclat	45.22534478272137	0
Légèreté	56.623341139734585	1
Luminance	42.9457455113174	0
Hue	0.0	0
Saturation	0.3790814599222831	0
Valeur	0.3561463929834296	0
Moyenne Rouge	90.81733021077284	0
Moyenne Vert	22.429352068696332	0
Moyenne Bleu	22.429352068696332	0

1.

Il faut rappeler qu'à ce niveau, il a fallu beaucoup de travail pour arriver à ces règles. Les étapes de ce travail consistent à raffiner des ensembles d'entraînement et la multitude des tests effectués afin de garantir la performance de notre système. Notre ensemble d'entraînement rassemblait 135 images et notre ensembles de tests englobait une quarantaine d'images. Il est à noter que nous avons pondéré quelques caractéristiques dans le calcul du gain en information en incluant le code suivant situé en niveau de la fonction (calculEntropieFinale), ces pondérations ont été affinées par l'apprentissage ou chaque i représente l'attribut dans la table 4.2 :

```

if ((i == 1) || (i == 3))
    EntropieAttribut[i] = EntropieAttribut[i]/4;
if ((i == 4) || (i == 5))
    EntropieAttribut[i] = EntropieAttribut[i]/3;
if ((i == 6) || (i == 13) || (i == 2))
    EntropieAttribut[i] = EntropieAttribut[i]/2;

```

Ainsi, les caractéristiques 1 et 3 sont pondérées par $1/4$ (nom image et Texte Alternatif), 4 et 5 par $1/3$ (Texte Alentour et Rapport relatif) et les caractéristiques 2, 6 et 13 par $1/2$ (Source Image, Nombre occurrence Image et informations sur l'histogramme des couleurs). Le reste des caractéristiques sont pondérées par 1. Une pondération de l'entropie par $1/4$ veut dire une pondération par 4 en gain d'information. En général, les caractéristiques textuelles ont été pondérées à hauteur de 4 fois par rapport aux caractéristiques visuelles.

4.5 L'étape de classification

4.5.1 Les algorithmes de classification

La plupart des algorithmes d'apprentissage supervisés tentent donc de trouver un modèle ou une fonction mathématique qui explique le lien entre les données d'entrée et les classes de sortie. Cet échantillon d'entraînement sont donc utilisés par l'algorithme. Il existe de nombreuses méthodes d'apprentissage supervisé [33] :

- K plus proches voisins (et ses variantes : Category-based Search et Cluster-based Search) ;
- Arbre de décision ;
- Simple Bayes ;
- Réseaux de neurones ;
- Machines à support de vecteurs (SVM) ;...

1. Les K plus proches voisins Plus

La méthode des " K plus proches voisins" est connus en anglais sous le nom K-Nearest Neighbor (K-NN) [57], cette méthode diffère des méthodes traditionnelles d'apprentissage car aucun modèle n'est induit à partir des exemples. Les données restent simplement stockées en mémoire. Pour prédire la classe d'un nouveau cas, l'algorithme cherche les K plus proches voisins de ce nouveau cas

et prédit la réponse la plus fréquente de ces K plus proches voisins. La méthode utilise donc deux paramètres : le nombre K et la fonction de similarité pour comparer le nouveau cas aux cas déjà classés.

Ces valeurs sont arbitraires mais importantes car des résultats très différents résultent de leurs choix. Si le temps d'apprentissage est inexistant puisque les données sont stockées telles quelles, la classification d'un nouveau cas est par contre coûteuse puisqu'il faut comparer ce cas avec tous les exemples déjà classés.

Dans KNN de base, nous choisissons la classe majoritairement représentée par les K plus proches voisins. Une autre solution est de pondérer la contribution de chaque K plus proche voisin en fonction de sa distance avec le nouveau cas à classer. Notez qu'avec cette méthode de pondération, nous pouvons utiliser les N exemples au lieu des K plus proches voisins : en effet, plus un exemple est éloigné du nouveau cas à classer et moins sa classe contribue au résultat final. Le seul désavantage est la perte de temps. Les expériences menées avec les KNN montrent qu'ils résistent bien aux données bruitées. Par contre, ils requièrent de nombreux exemples.

Un problème rencontré avec le KNN de base est qu'il utilise tous les attributs d'un cas pour calculer la similarité avec un nouveau cas à classer.

Contrairement aux arbres de décision où nous ne testons qu'un attribut à chaque noeud de l'arbre, la fonction de similarité des KNN utilise à chaque fois tous les attributs. Pour remédier à ce problème, nous pondérons l'importance de chacun des attributs [33].

2. Arbres de décisions

" Dans la théorie de la décision, par exemple la gestion des risques, un arbre de décision est un graphe de décisions et leurs possibles conséquences, (incluant les coûts des ressources et les risques) qui est utilisé pour créer un plan afin d'at-

teindre un objectif. Les arbres de décision sont construits afin d'aider à prendre des décisions ".

" Dans le domaine de l'apprentissage, un arbre de décision est un modèle prédictif, qui établit une correspondance entre des observations sur un item et des conclusions sur la valeur cible de cet item. Chaque noeud interne correspond à une variable et chaque arc reliant ce noeud à un noeud fils représente une possible valeur de cette variable. Une feuille représente la valeur prévue de la variable cible en connaissant les valeurs des variables représentées par le chemin décrivant la branche depuis la racine ".

" La technique d'induction et d'apprentissage d'un arbre de décision à partir des données est appelé apprentissage par arbre de décision ou communément les arbres de décision.

L'apprentissage par arbres de décision est aussi utilisé comme méthode commune dans le datamining. Dans ce cas, l'arbre de décision décrit une structure arborescente où les feuilles représentent les classifications possibles et les branches représentent les conjonctions de caractéristiques qui conduisent vers ces classifications. Un arbre de décision peut être construit en scindant les données source en sous-ensembles basés sur les valeurs des attributs ".

Ce processus est répété dans la division de chaque sous-ensemble d'une manière récursive. Nous arrêtons la récursivité lorsque la division n'est plus possible ou si une classification singulière peut être appliquée sur chaque élément du sous-ensemble dérivé. Les arbres de décision sont aussi d'un intérêt descriptif pour le calcul des probabilités conditionnelles. Les arbres de décision sont les méthodes d'apprentissage les plus populaires. Dans la littérature nous retrouvons les algorithmes ID3, C4.5, etc. comme étant les plus utilisés pour la classification [33]. Comme toute méthode d'apprentissage supervisée, les arbres de décision utilisent des exemples. Si nous devons classer des images dans des catégories, il faut construire un arbre de décision par catégorie. Pour déterminer à quelle(s)

catégorie(s) appartient une nouvelle image, nous utilisons l'arbre de décision de chaque catégorie auquel nous soumettons l'image à classer. Chaque arbre répond Oui ou Non (il prend une décision). Concrètement, chaque noeud d'un arbre de décision contient un test (un IF...THEN) et les feuilles ont les valeurs Oui ou Non.

Chaque test regarde la valeur d'un attribut de chaque exemple. En effet, nous supposons qu'un exemple est un ensemble d'attributs/valeurs. Pour construire l'arbre de décision, il faut trouver quel attribut tester à chaque noeud. C'est un processus récursif. Pour déterminer quel attribut tester à chaque étape, nous utilisons un calcul statistique qui détermine dans quelle mesure cet attribut sépare bien les exemples Oui/Non. On crée alors un noeud contenant ce test, et nous créons autant de descendants que de valeurs possibles pour ce test.

On répète ce processus en associant à chaque descendant le reste des exemples qui satisfont le test du précédent.

Il existe de nombreuses variantes pour construire des arbres de décision. ID3 utilise la mesure statistique appelée Gain en Information. Pour calculer cette valeur, nous utilisons un second calcul, celui de l'entropie de la classification.

L'entropie est définie par :

$$Entropie(S) = -p/N \log p/N - n/N \log n/N$$

où S est l'ensemble des exemples, de taille N, p (exemple positif) est le nombre d'exemples classés Oui ; Et n (exemple négatif) est le nombre d'exemples classés Non dans l'ensemble S des N exemples.

L'entropie permet de mesurer l'homogénéité des exemples. Si l'entropie vaut 0, alors tous les exemples appartiennent à la même classe (par exemple Oui).

Si l'entropie vaut 1, alors c'est qu'il y a autant d'exemples positifs que d'exemples négatifs. La mesure appelée Gain en Information calcule la réduction attendue de l'entropie des exemples si un attribut particulier est utilisé.

L'algorithme de classification calcule cette valeur pour chaque attribut et choisit alors celui qui réduit le plus l'entropie, c'est-à-dire celui qui permettra le plus nettement possible de séparer les exemples qui restent.

$$InformationGain(S, A) = Entropie(S)$$

$$SommesurlesvaleursdeAde(|SV| * Entropie(SV)/|S|)$$

Où S représente l'ensemble des exemples, A est l'attribut utilisé, SV représente le sous-ensemble de S dont l'attribut A a la valeur V . D'autres extensions de l'algorithme ID3 permettent aussi d'utiliser des exemples où les valeurs des attributs sont continues [33].

3. Simple Bayes (ou Naive Bayes)

Nommées d'après le théorème de Bayes, ces méthodes sont qualifiées de "Naïve" ou "Simple" car elles supposent l'indépendance des variables. L'idée est d'utiliser des conditions de probabilité observées dans les données. On calcule la probabilité de chaque classe parmi les exemples. Ce sont les "probabilités à priori".

Une variante des Simple Bayes sont les réseaux Bayesiens : dans ce modèle, nous ne supposons plus que les variables sont toutes indépendantes, et nous autorisons certaines à être liées. Cela alourdit considérablement les calculs et les résultats n'augmentent pas de façon significative [33].

4. Réseaux de neurones

Les réseaux de neurones sont utilisés pour leur capacité à apprendre à partir d'exemples bruités comme les caméras ou les micros (reconnaissance de forme ou de son). Mais ils sont aussi utilisables pour des problèmes où les méthodes symboliques (arbres de décisions) sont souvent utilisées. Leur performance est alors équivalente.

Les réseaux de neurones sont appropriés lorsque le temps d'apprentissage n'est pas essentiel : ce temps est en effet souvent très supérieur à d'autres méthodes

comme les arbres de décision. Par contre, la classification d'un nouveau cas (par exemple une image) est très rapide. Enfin, les réseaux de neurones sont appropriés si la compréhension de la fonction apprise par le réseau n'est pas essentielle. Avec un arbre de décision, l'opérateur humain peut toujours visualiser l'arbre et comprendre comment la machine décide.

Avec un réseau de neurones, des techniques de visualisation existent, mais elles demandent généralement plus d'expertise qu'avec un arbre de décision.

Historiquement, la version la plus simple d'un réseau de neurones est le perceptron. Les perceptrons sont capables d'apprendre des fonctions linéairement séparables comme AND, OR, NAND, NOR. Le perceptron ne peut par contre pas apprendre le XOR. C'est d'ailleurs une critique adressée en 1969 par Minsky et Papert et les perceptrons ont été oubliés pendant quelques années [33].

5. Machines à support de vecteurs (ou SVM)

Cette technique - initiée par Vapnik - tente de séparer linéairement les exemples positifs des exemples négatifs dans l'ensemble des exemples. Chaque exemple doit être représenté par un vecteur de dimension n . La méthode cherche alors l'hyperplan qui sépare les exemples positifs des exemples négatifs, en garantissant que la marge entre le plus proche des positifs et des négatifs soit maximale. Intuitivement, cela garantit un bon niveau de généralisation, car de nouveaux exemples pourront ne pas être trop similaires à ceux utilisés pour trouver l'hyperplan mais être tout de même situés franchement d'un côté ou de l'autre de la frontière.

L'efficacité des SVM est supérieure à celle de toutes les autres méthodes concernant la classification de textes. Son efficacité est aussi très bonne pour la reconnaissance de formes. Un autre intérêt est la sélection de Vecteurs Supports qui représentent les vecteurs discriminants grâce auxquels est déterminé l'hyperplan. Les exemples utilisés lors de la recherche de l'hyperplan ne sont alors plus utiles et seuls ces vecteurs supports sont utilisés pour classer un nouveau

cas. Cela en fait une méthode très rapide [33].

4.5.2 Le choix de la méthode de classification

Le choix de l'algorithme d'apprentissage est important pour la classification et dépend de la tâche à accomplir. Le temps nécessaire à l'apprentissage, le nombre d'objets à classer dans l'ensemble d'entraînement, la possibilité de modifier la classification, le type de la classification ainsi que le nombre de classes sont tous des facteurs à prendre en considération. Il est aussi possible de combiner, de différentes manières, plusieurs algorithmes dans l'espoir d'améliorer les résultats obtenus avec un seul algorithme.

Adopter un algorithme facile à implanter a été un de nos objectifs. Ainsi, le choix doit être fait en tenant compte des raisons suivantes :

- L'exécution en ligne de notre programme de classification via un service Web, ce qui nous limite avec le temps de réponse qui doit être raisonnable (un temps de réponse qui est du même ordre que celui d'un clic de souris sur un lien), bien sûr, le temps de chargement de la page Web sera relatif à d'autres paramètres de connexion ;
- Un algorithme qui ne présente pas une grande marge d'erreur de classification ;
- Un algorithme qui a déjà été utilisé dans ce contexte, c'est-à-dire celui de la classification des images Web.

En tenant compte des objectifs précités auparavant, la classification automatique supervisée des images devient nécessaire à cause du gros volume des images échangées et stockées sur support électronique. À la différence de la classification non supervisée où l'ordinateur doit découvrir lui-même des groupes d'images, la classification supervisée suppose qu'il existe déjà une classification des images. Nous avons opté pour les arbres de décision, pour la facilité de leur implémentation, facilité d'utilisation, volume de données, précision de calcul et parce qu'il s'agit d'une méthode très utilisée dans la classification des images.

Pour l'apprentissage avec les arbres de décision, un nombre d'images ont été collectées et recueillies à partir des sites Web. Pour chaque image dans cet ensemble, toutes les informations expliquées plus haut ont été extraites. Toutes les images ont été manuellement marquées comme étant soit de contenu ou non. L'ensemble des images d'entraînement est utilisé comme entrée pour l'algorithme qui trouve automatiquement l'ensemble de règles qui classifera en images de contenu ou autres (navigation, logo, décoration). L'idée dans l'algorithme de l'apprentissage est de tester les attributs les plus importants en premier, pour trouver la classification correcte en un nombre réduit de tests.

Dans l'arbre, les noeuds correspondent à des critères de classification et les branches aux choix de réponses, les branches qui sortent du noeud correspondent aux différentes valeurs ou intervalles de valeurs que peut prendre le noeud. Notre arbre de décision est binaire, c'est à dire que deux branches sortent de chaque noeud avec les valeurs oui ou non, pour pouvoir continuer jusqu'au point de pouvoir classifier l'image en une des catégories pré-établies par l'utilisateur.

4.6 Les autres méthodes annexes

Nous présentons dans cette partie, les autres méthodes que nous aurions pu ajouter à notre système **LSI (Latent Semantic Indexing)** utilisé par la communauté de l'extraction de l'information, que nous aurions pu utiliser pour capturer le contexte dans lequel l'image apparaît. " LSI pourra associer statiquement des mots à des contextes conceptuels d'un document particulier. LSI applique une décomposition SVD (Singular Value Decomposition) sur la matrice initiale document-terme pour construire un nouveau sous espace vectoriel dit sous espace LSI " [19].

La dimension du problème est réduite par le choix des k plus importantes dimensions, alors le SVD dérive un ensemble de facteurs d'indexation incorrectes, où chaque terme ou image est représenté comme un vecteur dans un k -espace.

Le vecteur LSI résultant représentera le contexte associé à une image.

Il y a certains systèmes qui attribuent différents poids d'importances aux termes d'un document en associant des poids différents décroissants aux termes qui apparaissent dans les balises spéciales du document Web Alt, Title, Hi ou (i=0 à 60), B, Em, Strong, I. Le texte autour de l'image aura lui aussi un poids basé sur sa proximité à l'image.

Cependant, cette méthode est plus adaptée aux documents textes qu'aux images Web. **Text Segmentation des images Web** Il y a de plus en plus d'images qui contiennent du texte ou uniquement du texte, car posséder le texte de l'image peut aider énormément la compréhension de l'image (voir figure 4.5). La pre-

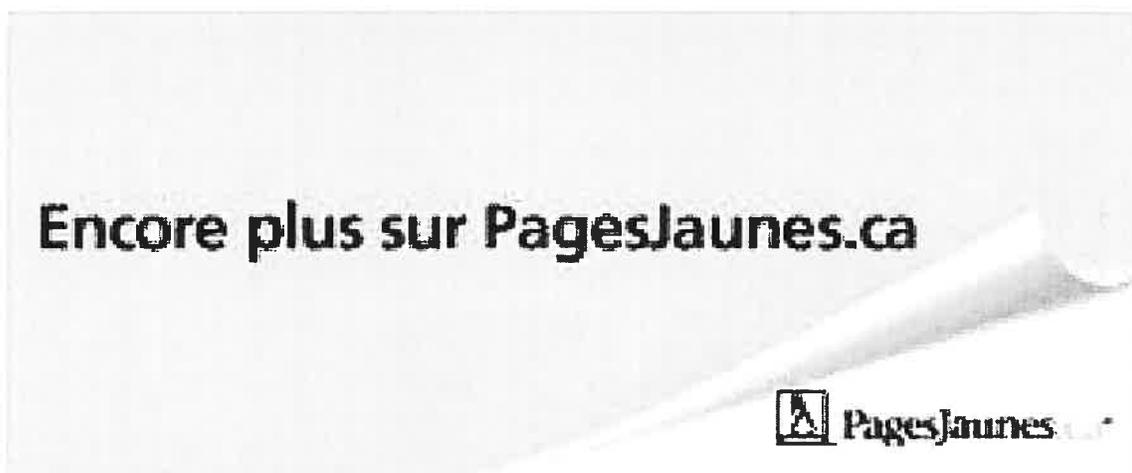


FIG. 4.5 – Un exemple d'image avec du texte

mière approche consiste à convertir les données RGB de chaque image en une représentation HLS, comme première approximation d'une expression anthropocentrique dans les différences de la luminosité et la chromocité. La seconde approche fait une agrégation de bas en haut basée sur des mesures de "fuzzy propinquity". L'utilisation de l'OCR¹ est une tâche intensive de calcul qui prendrait beaucoup de temps.

Complexité de Kolmogorov : Pour certaines images simples, ajouter du texte augmente leur complexité, du fait que selon [48], si une image est simple

¹Optical Character Recognition

mais contient des zones complexes, ces zones sont certainement textuelles, d'où l'utilisation de la complexité de Kolmogorov pour les détecter à partir d'une série d'expériences. Nous n'avons pas utilisé ces techniques vu le temps nécessaire au traitement qu'elles demandent comparativement au temps que notre système en ligne exige.

4.7 Conclusion et suggestions

Nous avons pris en considération la qualité de l'ensemble d'entraînement, et avons choisi les caractéristiques que nous jugeons importantes, en outre les paramètres empiriques ont été ajustés pour avoir une meilleure qualité des règles générées lors de l'apprentissage. Afin de réduire l'ensemble des règles, nous avons convertit les valeurs en binaires.

Les résultats de classification obtenus sont encourageants, car le taux d'erreur est de l'ordre de 5% sur l'ensemble de test.

Nous aurions pu appliquer le système de manière récursive à partir d'une page Web sur tous les liens internes au même serveur allant de cette page.

Le prochain chapitre parlera de l'autre composante du système, qui est la composante de correction des textes associés aux images.

Chapitre 5

AccesPlusWeb : La composante de correction des textes associés aux images

Dans ce chapitre, nous présentons la composante de correction et/ou d'ajout des textes associés aux images d'AccesPlusWeb dont nous avons parlé dans le chapitre précédent. L'objectif de cette composante est d'ajouter des descriptions textuelles aux images pour les rendre accessibles, soit par l'extraction d'informations présentes dans le document Web de façon automatique, soit manuellement à l'aide d'une interface usager pour lui permettre d'ajouter ou modifier le texte existant.

Tout élément visuel doit être accompagné d'un commentaire textuel :

C'est le but de la balise `<alt = "...">` qui devrait accompagner toute image. Sans `<alt>`, certains logiciels donnent le nom du fichier. D'autres peuvent être paramétrées de manière à ignorer toutes les images accompagnées d'une balise donnée, par exemple `<alt=" ">`.

Plusieurs cas de figures sont à envisager :

La maquette comprend des petites images (dites de décoration) pour la mise

en page, genre filets, bout d'en-tête, image-espace... Il faut aussi les accompagner d'une balise du type : `<alt = " ">`, avec un espace entre les guillemets. Certaines images sont utilisées dans ce cas en guise de titre : le commentaire de l'image sera bien sûr le développé du titre, afin qu'il soit présent. Dans le cas des illustrations, il faut une courte phrase descriptive. Et bien sûr, si une image supporte un lien, c'est l'endroit idéal pour décrire le contenu de la page-cible. L'utilisation des "pictos" avec un lien dessus pour permettre d'effectuer une opération (une petite maison pour le retour à la page d'accueil, par exemple, ou une loupe pour le moteur de recherche). Vous aurez compris que la balise `<alt>` ne doit pas décrire l'image ("petite maison", "loupe") mais bien l'action qui en résulte ("Retour à la page d'accueil", "Moteur de recherche"). Rappelons que le texte des balises `<alt>` est indexé par bon nombre de moteurs de recherche (pour le cas où vos titres sont sous la forme d'images), d'où son utilité pour notre composante d'ajout de texte aux images [35].

5.1 Enrichissement des images

Le système consiste d'une part à offrir un service de correction des textes associés aux images pour améliorer l'accessibilité aux images Web dynamiquement qui utilise en entrée la page Web initiale (voir figure 3.1) est basé sur un ajout de texte alternatif automatique en se basant sur un ensemble de mots. Un ajout ou une modification manuelles est alors possible de ce texte par une tierce personne (par l'interface GUI), qui peut être le concepteur du site Web ou un bénévole pour corriger l'accessibilité du site Web.

Le tableau 5.1 présente l'ensemble de sources duquel nous extrayons le texte ajouté automatiquement, et ce que nous présentons dans l'interface GUI pour ajuster manuellement le texte, et ainsi créer une nouvelle page HTML plus accessible.

TAB. 5.1 – Les sources des textes ajoutés

Source
<p>Src ou Href & Url :(source de l'image).</p> <p>Alt : description alternative pour navigateurs oraux ou en mode texte.</p> <p>Longdesc : Le texte décrivant l'image, utilisé souvent pour les images complexes.</p> <p>Texte avant et après l'image.</p> <p>Nom du fichier de l'image contenu dans l'Url.</p> <p>L'Url de la page qui contient l'image</p> <p>L'ensemble des mots-clés inclus dans les balises Meta de la page.</p>

5.2 Le processus d'ajout automatique du texte

Fournir un équivalent textuel ou texte "alt" pour les images d'une page Web est notre objectif dans cette composante, quelle soit de contenu, de décoration, de structure (d'espacement) ou bouton.

Toutefois, si une image est très petite (image puce), nous pouvons penser que c'est une image de structure et qu'un alt vide est justifié, avec un alt="vide", quand un équivalent textuel n'est pas inclus, un lecteur d'écran lira seulement le mot "image". L'utilisateur ne reçoit aucune indication à propos de l'utilité ou de l'importance de l'image ou du fait qu'elle est utilisée simplement comme élément décoratif. La seule information qu'il reçoit est le mot "image"[56].

Et si une image précédée par "<a href" est un lien vers une autre page Web, alors le texte "alt" contient la destination ou le but du lien plutôt que la description de l'image, en s'appuyant sur le contenu de "href", c'est à dire le titre de la page.

Pour toute autre image, nous ajoutons le texte à gauche de l'image en question (en prenant juste 150 caractères) en tenant compte de nos constatations sur l'importance des textes extraites reliés à l'image.

5.3 Le processus d'ajout du texte manuel

L'ajout ou la modification du texte alternatif se fait par l'intermédiaire d'une tierce personne qui choisit parmi les textes proposés dans l'interface, le texte le plus approprié parmi ceux qui sont proposés dans l'interface (voir la figure 5.1). Des règles de conformité du WAI, l'utilisateur doit respecter pour modifier les "alt" des images que nous allons citer dans le paragraphe suivant.

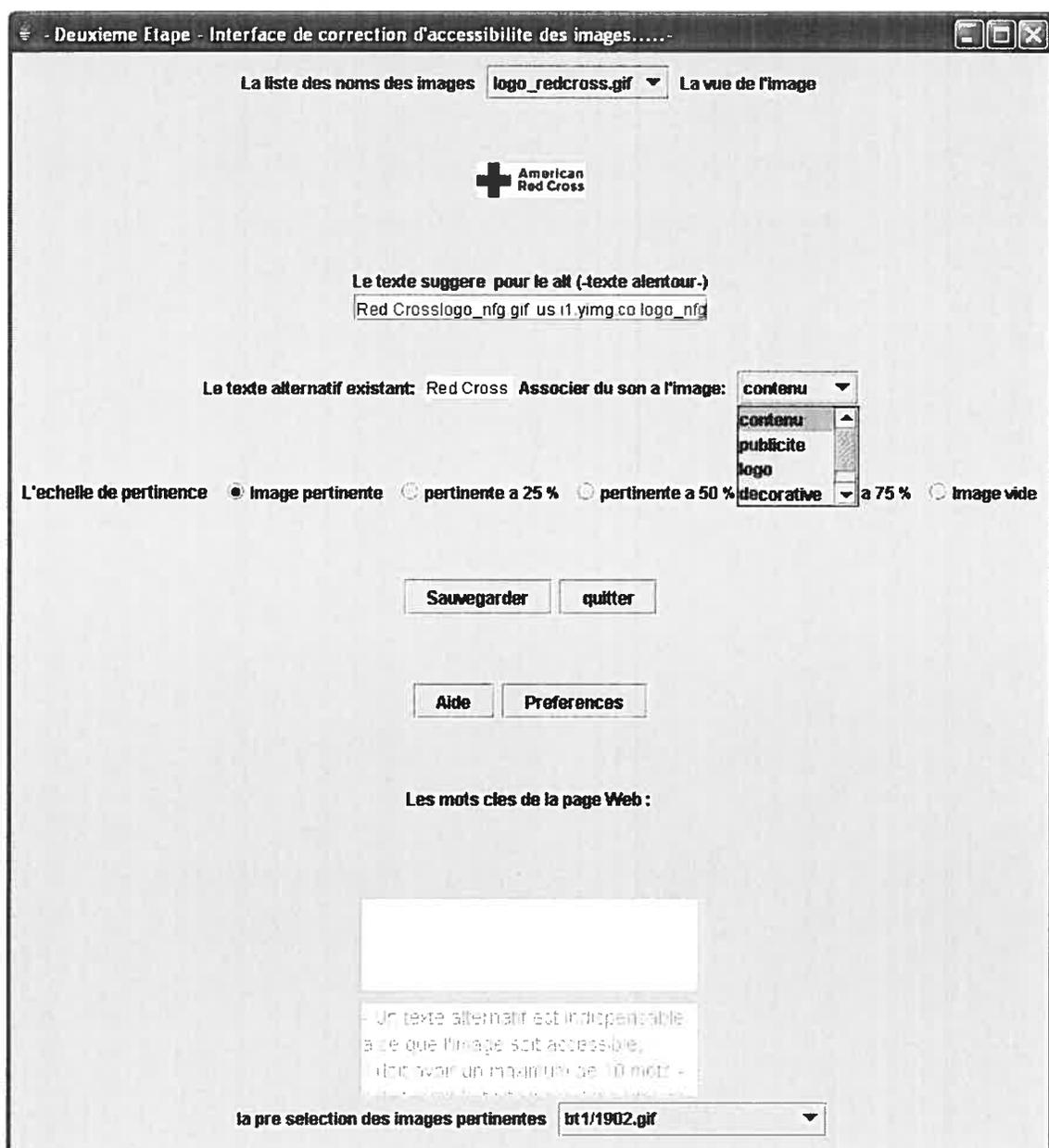


FIG. 5.1 – L'interface du système manuel de correction secondaire AccesPlusWeb

5.4 Recommandations pour les corrections manuelles

Voici quelques suggestions concernant les équivalents textuels à considérer [56] :

Utiliser une formulation courte et concise pour décrire une image (i.e. 10 à 12 mots maximum). Si l'équivalent textuel d'une image dépasse 150 caractères, utiliser l'attribut "longdesc" et/ou un lien descriptif ("lien- D") pour décrire l'image.

- Utiliser l'équivalent textuel pour indiquer que le lien conduit à une description plus complète.
- Ne pas utiliser l'information sur la taille du fichier comme équivalent textuel.
- Ne pas utiliser le nom de l'image comme équivalent textuel, mais l'augmenter.
- Ne pas utiliser de texte substituable comme équivalent textuel.
- Ne pas utiliser l'extension de fichier image comme texte "alt".

Et voici quelques exemples de textes "alt" suspects [56] qu'il faudrait éviter :

- Texte "alt" qui dépasse 150 caractères (10 à 12 mots).
- Texte "alt" utilisé pour décrire une image quand cette image est utilisée comme lien (Le texte "alt" devrait décrire la destination du lien.).
- Texte "alt" qui comporte une information sur la taille.
- Texte "alt" qui comporte un nom de fichier ou une extension de fichier image.
- Texte "alt" qui est utilisé comme texte remplaçable.
- Texte "alt" qui n'identifie pas les images utilisées comme "image d'espace-ment", puces ou barres horizontales.

5.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la composante de correction automatique et manuelle des textes associés aux images. Dans le cas automatique, il s'agit d'ajouter une partie limitée du texte qui se trouve à gauche de l'image à l'attribut Alt, tandis que dans le cas de la correction manuelle l'utilisateur est libre de modifier le texte en fonction des différentes propositions du système à partir de l'extraction faite. Nous avons proposé également certaines recommandations à suivre pour l'ajout manuel.

Nous aurions pu ajouter le texte situé à droite de l'image dans l'interface manuelle pour donner plus de propositions de textes au correcteur.

Le chapitre suivant abordera la réalisation de notre système AccesPlusWeb et les technologies utilisées pour son implémentation, ainsi que son expérimentation.

Chapitre 6

Les technologies utilisées et expérimentation

Nous décrivons dans ce chapitre l'implémentation d'AccesPlusWeb. Nous allons commencer par une justification du choix des outils et de langages de programmation. Nous détaillons dans l'annexe le mode d'utilisation de toutes les fonctionnalités essentielles d'AccesPlusWeb. Enfin, nous terminons ce chapitre en exposant l'expérimentation qui a été faite.

6.1 Implémentation de AccesPlusWeb

Du point de vue architectural, l'application AccesPlusWeb a été réalisée en Java avec les technologies Service Web. Conçue pour fonctionner sur le serveur d'application WebSphere d'IBM, l'application a été hébergée sur un serveur Web tournant sous le système d'exploitation Linux.

Les services Web s'appuient sur un ensemble de protocoles standardisant les modes d'invocation mutuels de composants applicatifs. La technologie des Services Web est aujourd'hui de plus en plus incontournable et se présente comme le nouveau paradigme des architectures logicielles. Cette technologie englobe de

nombreux concepts et tend à s'imposer comme le nouveau standard en terme d'intégration et d'échanges B2B [17]. Il y a un ensemble de points clés liés aux Web Services que nous retrouvons : WSDL, UDDI, SOAP, XML (voir figure 6.1 et 6.2).

- UDDI est utilisé pour découvrir/enregistrer un service Web ;
- WSDL sert à la description du service Web ;
- SOAP est utilisé pour les messages en XML (requête et réponse) ;

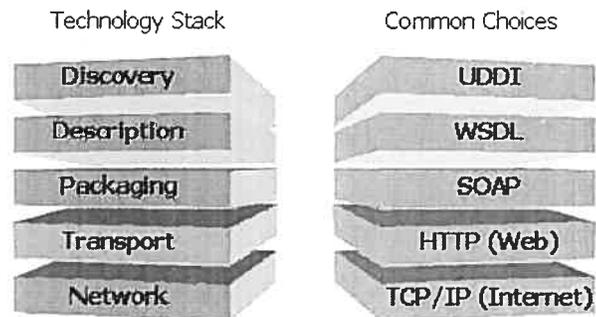


FIG. 6.1 – La pile des technologies d'un service Web

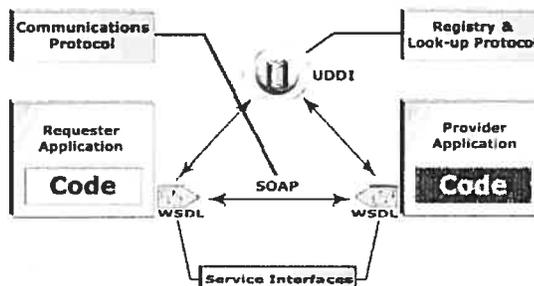


FIG. 6.2 – La pile des technologies d'un service Web

Les vendeurs ou les providers de services, mettent les applications distribuées ou les IT disponibles sur le Web via des interfaces programmables, pour permettre a ces services d'être connus par des clients potentiels, ces fournisseurs de services décrivent leurs services dans un répertoire basé sur UDDI. le répertoire UDDI est comme des pages jaunes électroniques qui permettent aux clients potentiels de déterminer et de voir les services disponibles et comment y accéder. En identifiant le fournisseur du service voulu, le système du client

peut s'y connecter, utiliser et recevoir les résultats. Cette communication entre le client et le fournisseur est basée sur des messages SOAP.

6.2 Développement d'un Service Web

Le service Web déployé pour la solution en ligne peut être utilisé par d'autres applications ou d'autres services Web qui ont besoin du service proposé d'ajout de texte pour les images ou bien de classification des images.

Le cycle de vie de développement d'un service Web englobe les phases suivantes :

- **Construction** : Cette phase inclut le développement et le test de l'implémentation du Service Web.
- **Déploiement** : Cette phase englobe la publication de description de Service Web, le déploiement et provision de l'exécutable du service dans un environnement d'exécution et l'intégration des systèmes de "**back-ends**" impliqués dans le service.
- **Opération** : durant cette phase, le service est disponible pour être invoqué.
- **Gestion** : L'étape finale couvre la gestion et l'administration permanente de l'application du Service Web. Dans cette étape, la sécurité, disponibilité, performance, QoS doivent être revus.

Services disponibles pour personnes avec déficience visuelle : Loupe Page textuelle sans images Réduire la taille	Enter l'url <input type="text" value="http://"/>
Services disponibles pour fournisseurs de pages Web : Test d'accessibilité Ajout de description aux images Réparer les pages <i>Liste des sites accessibles</i>	le service demandé <input type="text"/>

FIG. 6.3 – L'interface du service Web avant l'appel

Les solutions des Services Web sont personnalisables à volonté et sont des solu-

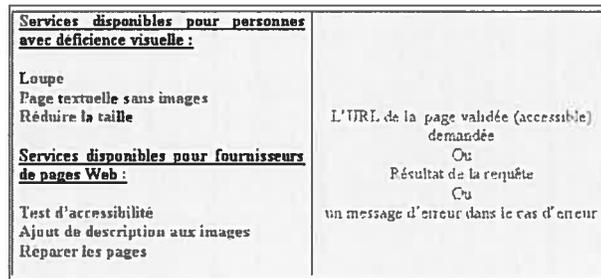


FIG. 6.4 – L'interface du service Web après l'appel

tions ouvertes; dans notre contexte il y a deux cotés à développer le coté client (demandeur de service) qui doit être personnalisé pour les mal-voyants, et aussi nous avons le coté fournisseur du service qui doit avoir des fonctionnalités à offrir à cette communauté d'internautes.

Le but de l'application (voir les figures 6.3 et 6.4) sera au début juste de retourner une Url, donc l'opération de base consiste à chercher l'Url correspondante dans une table de notre base de données. Son implémentation en Java est simplement comme suit :

Sachant qu'il y a une recherche dans une base de données à partir de l'Url entrée pour trouver sa correspondante (validée) par notre système de correction; la description de service comprend l'interface de description de service et son implémentation. Cette description contient uniquement l'interface de la méthode exposée ci-dessous, donc le "Service Requestor" aura l'information juste de l'existence de cette méthode comme service et non de toute l'application derrière (voir le WSDL de la figure 6.5).

Et le contenu d'un enregistrement conforme UDDI contient certaines informations à propos du fournisseur et du service Web proposé, ces dernières sont stockées sous forme de tables [43] :

- businessEntity
- businessService
- bindingTemplate
- publisherAssertion

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<definitions name="AccesPlusWeb"
  targetNamespace="http://wsdl/AccesPlusWeb/"
  xmlns="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
  xmlns:tns="http://wsdl/AccesPlusWeb/"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">

  <message name="TrouverUrlAccesPlusWebRequest">
    <part name="Url" type="xsd:string"/>
  </message>
  <message name="TrouverUrlAccesPlusWebResponse">
    <part name="result" type="xsd:string"/>
  </message>
  <portType name="AccesPlusWeb">
    <operation name="TrouverUrlAccesPlusWeb" parameterOrder="Url">

      <input message="tns:TrouverUrlAccesPlusWebRequest"
        name="TrouverUrlAccesPlusWebRequest"/>
      <output message="tns:TrouverUrlAccesPlusWebResponse"
        name="TrouverUrlAccesPlusWebResponse"/>
    </operation>
  </portType>
</definitions>

```

FIG. 6.5 – Le WSDL de notre service Web

– tModel

6.3 Expérimentation

La première étape de notre démarche expérimentale consistait à déterminer tout au long d'une période de deux semaines toutes les données nécessaires au traitement. Cette durée a été considérée suffisante pour accomplir et réaliser la tâche fondamentale de nos tests, qui est l'ajout des textes associés et la classification des images.

L'analyse des résultats de AccesPlusWeb a donné les résultats que nous allons montrer dans les paragraphes qui suivent.

6.3.1 L'analyse des sites

Pour illustrer de manière plus pratique les problèmes d'accessibilité que les personnes malvoyantes peuvent rencontrer pour accéder aux sites Web, nous allons analyser plusieurs sites beaucoup consultés. Nous nous concentrons essentiellement sur l'analyse de la page principale de chacun de ces sites Web : le

SBBSearch, la toile du québec, gouvernement canadien, la planète du québec, le CNN, l'Université de Montréal, Unine, la boîte à recettes, la RDS, le soleil de cyberpresse.

La page d'évaluataion utilisée auprès des utilisateurs est montrée dans la figure 6.6. La méthode d'analyse utilisée consiste à vérifier si l'ajout des textes associés

Evaluation du systeme AccesPlusWeb <small>* champs obligatoires</small>		<i>AccesPlusWeb est basé sur deux systèmes différents: un système de correction d'accessibilité et un système de classification.</i> Le système de classification permet de collecter les images importantes en contenu et les affichent en haut de la page Web. Le système de correction permet d'ajouter du texte aux images pour améliorer leur compréhension. Il s'agit de vérifier à la fois, que le système collecte les images de contenu important de la page Web (haut de la page), et qu'il ajoute du texte alternatif aux images.	
Url originale	Url Modifiée	Evaluation de la classification des images (1 à 100 %)*	Evaluation de l'ajout textuel des images (1 à 100 %)*
http://mct.sbb.ch	SBB	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
http://www.toile.com	Toile du Quebec	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
http://canada.gc.ca/main_f.html	Gouvernement Canadien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
http://planete.qc.ca	Planete Quebec	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
http://edition.cnn.com	CNN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
http://lesoleil.cyberpresse.ca	Journal Soleil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
http://www.rds.ca	RDS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
http://www.umontreal.ca	umontreal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
http://www2.unine.ch	Université de Neuchâtel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
http://www.boitearecettes.com	Boîte a Recettes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Commentaires :		<input type="text"/>	
		<input type="button" value="Envoyer"/> <input type="button" value="Effacer"/>	

FIG. 6.6 – La page d'évaluation du système AccesPlusWeb

aux images est bénéfique à la compréhension des images et si la classification des images de contenu a été réussie, telle que présentée en haut de la page Web.



FIG. 6.7 – La page du site "Le monde"

La page principale du site Web du journal "Le Monde" (voir figure 6.7) comporte un menu latéral composé de liens hypertextes vers d'autre page Web. Ce menu est d'une grande facilité du point de vue de l'accessibilité. Cependant, l'organisation de la page n'est pas idéale car elle commence par un lien vers les archives du journal et une publicité vers un autre site. Ces deux liens seront toujours lus en premier et ne seront pas compris par une personne malvoyante car ils ne possèdent pas de descriptions alternatives.

Détail de l'évaluation

Il n'y a que peu ou pas de description alternative des images ; l'une des seules descriptions est "cliquez ici". Il y a beaucoup d'images de décoration et de publicité, ce qui ne facilite pas la tâche du navigateur. Il y a beaucoup d'attributs de style qui sont définis directement dans la page ; il aurait été mieux d'utiliser un fichier CSS pour définir les styles utilisés dans la page Web. Le formulaire en haut de la page permet des recherches dans l'actualité des jours précédents mais ne contient aucune information alternative. L'image qui fait la une de cette édition est décrite par le texte : "Les ministres du G8 (Allemagne, Canada, Etats-Unis, France, Italie, Japon, Grande-Bretagne, Russie) tentent de

s'accorder sur le principe d'une annulation de la dette des pays les plus pauvres pouvant aller jusqu'à 100 %. | Reuters - LUC GNAGO ". Bien que la description soit longue, elle n'est pas rédigée pour une personne malvoyante car elle ne donne pas une description de ce que représente l'image mais un résumé de la manchette associée à cette image. Le texte suivant aurait été meilleur : "Le FMI raye la dette de 40 pays pauvres". Bien que la page principale n'utilise que des technologies simples dont l'adaptation au Web est bien maîtrisée par les navigateurs adaptés, l'organisation de la page et l'absence d'informations alternatives rendent le site difficile d'accès.

6.3.2 Les résultats de l'évaluation

Le but de ce paragraphe est de permettre à l'utilisateur d'évaluer la pertinence du résultat qui est une tâche plus difficile. En effet, c'est une tâche qui dépend à la fois de l'utilisateur et du système.

- En général, sur 10 sites évalués, les 20 utilisateurs sont satisfaits de cette classification, puisque les valeurs des évaluations des 10 sites en moyenne de 65% à 80% (voir figure 6.9).
- Pour les mêmes sites, il n'y a pas une très grande différence entre les évaluations des utilisateurs, ce qui explique que l'importance en contenu des images pour ces utilisateurs n'est pas divergente, bien sûr que cela dépend des connaissances et du "background" de ces utilisateurs par rapport aux contenus des sites Web(voir figure 6.8 et 6.9).

La figure 6.10 nous montre que le taux moyen des évaluations des utilisateurs par rapport à l'ajout des textes associés aux images est un peu inférieur à celui de la classification, cela explique que le système de classification est plus efficace que le système de correction.

Temps d'exécution

À propos du temps d'apprentissage et de prédiction, nos expériences ont été

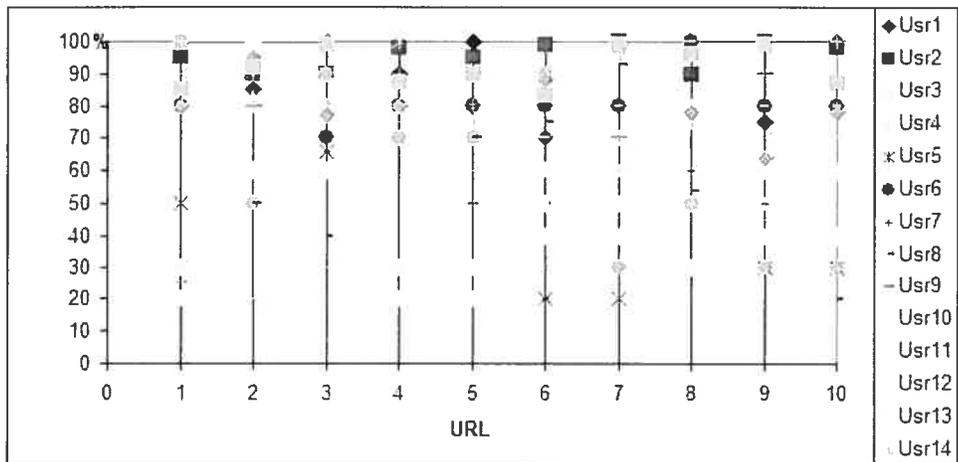


FIG. 6.8 – L'évaluation de la classification des images

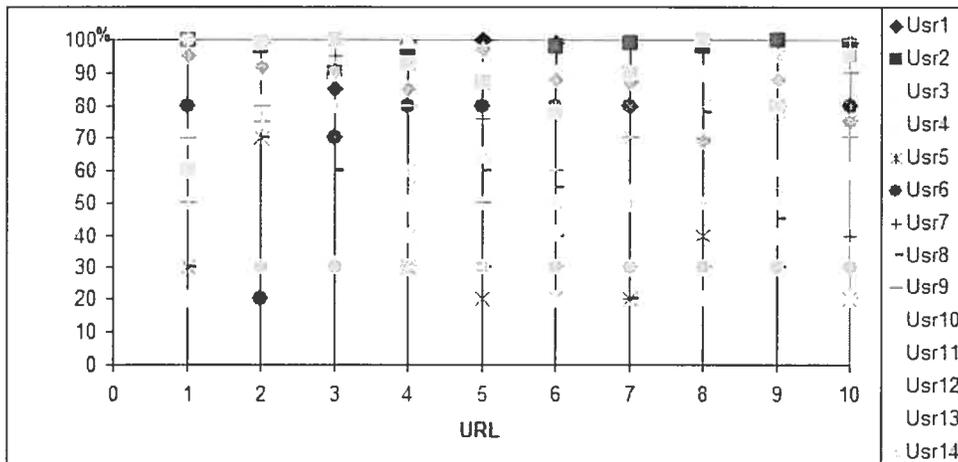


FIG. 6.9 – L'évaluation de l'ajout des textes associés aux images

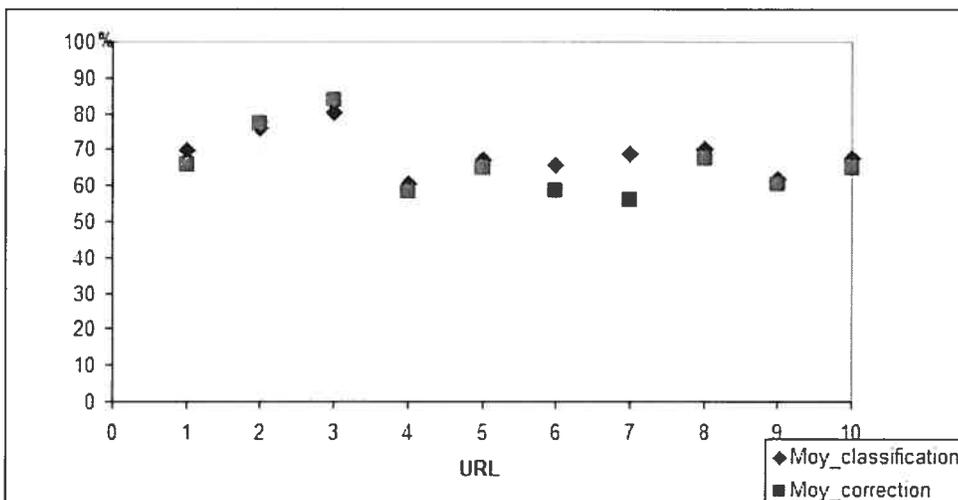


FIG. 6.10 – La moyenne des évaluations

réalisées sur un ordinateur de gamme personnelle, et notre code de recherche n'a pas été optimisé. Il semble que le temps de prédiction et d'apprentissage ne sont pas contraignants, puisque la classification des nouvelles images doit se faire en ligne en se basant sur les règles générées auparavant, ce qui rend le système rapide. Par ailleurs, nous pensons à appliquer en parallèle les deux composantes du système pour atteindre de meilleur résultat.

6.4 Conclusion

Pour notre système en ligne, nous avons utilisé les services Web comme technologie avancée par rapport aux autres existantes tel que CORBA, RMI, DCOM qui sont des architectures se basant sur l'appel au procédure à distance ou les solutions basées sur des scripts tels que CGI, Servlets/JSP, ASP/PHP.

Notre service Web met à disposition une nouvelle fonctionnalité disponible dans l'annuaire d'IBM, celui ci a été choisi pour la facilité d'usage, la gratuité de son service et l'utilisation des deux technologies JAVA et XML. Nous voulons générer des fichiers XML pour chaque image de contenu, en pensant à une extension de notre système ou bien à une utilisation sémantique de notre système par des moteurs de recherches basés sur cette technologie, en mettant en évidence l'enrichissement de l'image et la valeur ajoutée dans une nouvelle balise déclarée dans le schéma correspondant.

Notre expérimentation était faite avec des utilisateurs voyants pour évaluer la pertinence de notre système, car ils voient si les images sélectionnées, ce sont bien les images de contenu et aussi que le texte ajouté aux images correspond à son contenu. La réalisation de notre système AccesPlusWeb a été faite avec le langage de programmation Java supporté dans le domaine de Service Web et aussi parce qu'il est indépendant de la plateforme et du matériel utilisé.

Chapitre 7

Discussion et conclusion

Ce chapitre clôture ce mémoire en discutant les forces et les faiblesses du système AccesPlusWeb, en effectuant une comparaison avec d'autres systèmes. Il expose également comme travaux futurs des solutions pouvant améliorer grandement l'efficacité et la valeur de notre système AccesPlusWeb.

7.1 Discussion

Nous avons présenté dans ce mémoire une approche d'aide pour l'ajout automatique de texte aux images qui n'en possèdent pas, et proposer une nouvelle présentation ou structure d'une page Web à l'aide de la sélection des images les plus importantes en contenu. Nous sommes conscients que nous ne disposons pas encore d'assez de données (utilisateurs mal voyants et non voyants, page Web visitées, etc.) pour illustrer d'avantage l'efficacité du système. Toutefois, nous pensons que l'étude menée ici est un premier pas dans cette direction.

7.2 Forces du système AccesPlusWeb

L'avantage de notre approche AccesPlusWeb réside non seulement dans l'utilisation des résultats renvoyés automatiquement par le service Web pour faciliter l'accès au Web aux mal voyants, mais également dans l'utilisation de l'interface graphique pour les modifications manuelles. Ce qui donne des résultats plus affinés. En effet, avec AccesPlusWeb les utilisateurs pourraient économiser le temps consacré à la navigation dans une page Web en profitant de la classification effectuée par le système sur les images importantes en contenu de la page Web et les affichant en haut de la page. En conséquence, les utilisateurs de l'interface manuelle jouent un rôle très important pour améliorer la performance de AccesPlusWeb dans l'enrichissement des textes qu'il ajoute aux images.

7.2.1 Paramètres d'évaluation

Afin de mettre en évidence l'efficacité et la valeur de AccesPlusWeb, nous l'avons comparé à d'autres systèmes.

Voici quelques critères de comparaison en rapport avec l'enrichissement des textes associés aux images pour améliorer l'accessibilité conforme au W3C (voir tableau 7.1) :

1. Accessibilité

Le système permet-il un enrichissement des textes associés aux images correctement ?

2. Ergonomie

Le système permet-il d'améliorer l'ergonomie de la page Web ?

3. Emplacement

Le système permet-il de traiter les pages Web même sans être sur le serveur originale ?

4. Niveau d'hierarchie

Le système peut-il traiter les pages Web descendant de la page Web initiale ?

5. Performance

Le système est-il performant, fait il ce qui doit faire en un temps raisonnable qui est celui du Web ?

7.2.2 Comparaison avec les autres systèmes

Le paragraphe suivant présente brièvement les deux systèmes que nous souhaitons comparer avec AccesPlusWeb (voir le tableau 7.1).

1. A-Prompt¹

Développé par l'université de Toronto en 2002, a été conçu pour aider les auteurs Web à améliorer l'accessibilité et la convivialité des documents HTML.

2. WebXct²

WebXACT est un service en ligne qui permet d'examiner le contenu des pages Web en terme de qualité et d'accessibilité.

TAB. 7.1 – Comparaison de AccesPlusWeb à d'autres systèmes

Système/Critères	Accessibilité	Ergonomie	Emplacement	Hiérarchie	Performance
A-Prompt	Oui	Non	Non	Non	Oui
WebXct	Oui	Oui	Non	Non	Non
AccesPlusWeb	Oui	Oui	Oui	Non	Oui

À travers le tableau, nous remarquons que notre système AccesPlusWeb remplit presque tous les critères, qui sont généralement attendus par les utilisateurs mal voyants lors de leurs navigation tels que l'accessibilité, l'ergonomie, l'emplacement et la performance.

Malheureusement, nous n'avons pas encore pris en compte le critère de "Hiérarchie". Ce critère est un élément important dans la consultation de la page Web, car une page Web possède généralement des liens vers d'autres pages. Afin de

¹<http://aprompt.snow.utoronto.ca/>

²<http://webxact.watchfire.com/>

rester dans le contexte d'aide aux mal voyants et permettre un résultat à plusieurs niveaux, nous suggérons un traitement à plusieurs niveaux, nous pensons toutefois à intégrer ce critère au système AccesPlusWeb dans un avenir proche afin d'améliorer ses performances.

7.3 Faiblesses

Le système traite les pages HTML uniquement, il ne prend pas en compte les pages dynamiques qui parfois utilisent dans l'affichage des images extraites d'une Base de Données extérieure. De même, la non homogénéité de la structure des pages Web présentes sur le Web rend difficile la conception d'un système qui réponde aux exigences et aux besoins des utilisateurs. Une autre faiblesse du système est que la page retournée par le service Web dans le cas où elle existe, n'est pas mise à jour s'il y a entre temps des modifications apportées. La partie en haut de la page ou les images de contenu ont été extraites n'ont pas de lien vers leur emplacement original dans la page, ce qui pourrait être fait en utilisant une ancre.

7.4 Perspectives et conclusion

Comme travaux futurs, nous pensons améliorer les performances de notre système en utilisant des techniques de décodage DOM des pages Web afin d'extraire les images et leurs propriétés d'une façon plus rapide et facile. Cette idée pourrait améliorer grandement notre approche.

Aussi il serait intéressant de bénéficier de certaines études qui ont proposé des approches permettant l'extraction des informations en rapport avec l'image, en utilisant des techniques d'analyse l'image comme CIBR, similarité entre images, etc.

De plus, il y a aussi une extension qui est en cours de développement. En effet, il s'agit d'un plug-in qui permet de vérifier si l'Url introduit par l'utilisateur,

dans le navigateur Web existe dans la base de données, afin de le réorienter vers l'Url correspondant avec les corrections de l'accessibilité. Toutefois, si l'Url n'existe pas dans la base de données, le plug-in le redirigera vers le service Web pour le traitement (correction et classification) automatique de la page Web. Et aussi de développer la hiérarchie à partir d'une page Web vers les autres pages du niveau inférieur. Par la suite, refaire une expérimentation avec la population concernée c'est à dire des mal voyant sera d'une grande utilité dans l'évaluation de nos systèmes.

Bibliographie

- [1] Accessibilité. "L'accessibilité numérique dans la loi française : propositions de l'association BrailleNet". Disponible au <http://www.brailenet.org/proposition.htm>, Décembre 2005.
- [2] Aouat, A., Elfakhar, Y. "Les propriétés visuelles des images Web pour leur classification". Travail pratique du cours : Reconnaissance des formes, Janvier 2005.
- [3] ARTESI. "ERCIM devient l'hôte européen du W3C". Disponible au <http://artesi-idf.com/article.php?artno=4396&headLine=srubri>, Janvier 2006.
- [4] Athitsos, V., Swain, M., Franke, C. "Distinguishing Photographs and Graphics on the World Wide Web". Technical report, 1997.
- [5] Barzin, D. "L'accessibilité des sites Web pour les personnes malvoyantes". Disponible au <http://membres.lycos.fr/dbarzin/index.html>, Décembre 2005.
- [6] Bishop, C. *Neural Networks for Pattern Recognition*. Oxford University Press, 1995.
- [7] BlindSurfer. "Des PC pour les personnes handicapées de la vue". Disponible au <http://www.blindsurfer.be/bsi001F.htm>, Décembre 2005.
- [8] Breiman, L., Friedman, J., Olsen, R., Stone, C. *Classification and regression Trees*. CRC Press, 1984.
- [9] Burger, D. "Internet et l'accès à la lecture des personnes handicapées visuelles". Disponible au

- <http://www.brailenet.org/colloques/Bnet2000/articledb.htm>, Décembre 2005.
- [10] Bénard, V. "L'accessibilité du Web aux personnes malvoyantes". Disponible au <http://www.veblog.com/fr/2002/0527-accessibilite.html>, Décembre 2005.
- [11] CAMO. "Colloque 2000 : Les sites Internet". Disponible au <http://www.camo.qc.ca/formation/sites.php>, Décembre 2005.
- [12] CAST. "Bobby Accessibility Summary Report". Disponible au http://www.roadsni.gov.uk/access_key/accessibility/Bobby%20Accessibility-%20Summary%20Report.htm, Décembre 2005.
- [13] C.Buche. "Apprentissage automatique". Disponible au <http://www.enib.fr/buche/public/enseignement/SoftComputing/Apprentissage/-pdf>, Janvier 2006.
- [14] Center on Education Work. "Lexique". Disponible au <http://www.cew.wisc.edu>, Décembre 2005.
- [15] Chen, Y., Wang, J. "Image categorization by learning and reasoning with regions". In *Journal of Machine Learning Research*, pages 913–939, 2004.
- [16] D'Amour, J. "Rapport d'évaluation de l'accessibilité de sites Web québécois". Disponible au <http://www.accessibiliteweb.com/accessibiliteweb.htm>, Décembre 2005.
- [17] Dico du Net. "Dictionnaire du Net". Disponible au <http://www.dicodunet.com>, Décembre 2005.
- [18] Duda, R., Hart, P., Stork, D. *Pattern Classification*. Wiley-Interscience Publication, 2001.
- [19] Dumais, S. Furnas, G., Landauer, T., Deerwester, S. "Using latent semantic analysis to improve information retrieval". In *In Proc. of CHI '88*, pages 281–285, 1988.

- [20] Décret. "Décret n° 93-1216 de 1993". Disponible au <http://www.handicap-savoir.com/legislation/guide.htm>, Décembre 2005.
- [21] Développement Social Canada. "L'incapacité au Canada : un profil en 2001". Disponible au <http://www.dsc.gc.ca/asp/passerelle.asp?hr=/fr/pip/bcph/documents/EPLA/-EPLA000.shtml&hs=pyp>, Décembre 2005.
- [22] Ergolab. "Accessibilité visuelle des interfaces web". Disponible au <http://www.ergolab.net/articles/accessibilite-visuelle-web.html>, Décembre 2005.
- [23] Gang, Z., Cheng, W., Yuan, Z., Yun, Z. "Research an implementation on web Image cleaning". In *Systems Man and Cybernetics IEEE International Conference*, volume 1, pages 206–211, 2002.
- [24] Gevers, T., Smeulders, A. "Color Based Object Recognition". In *International Conference on Image Analysis and Processing*, pages 319–326, 1997.
- [25] Guide Brailenet. "Pour une meilleure accessibilité des sites publics aux personnes handicapées à l'usage des webmestres". Disponible au <http://www.brailenet.org/accessibilite/guide/table.htm>, Décembre 2005.
- [26] Howe, N. "Boosted image classification : An empirical study". In *In ICML Workshop on Machine Learning in Computer Vision*, 2002.
- [27] Ibm. "IBM Home Page Reader". Disponible au http://www-3.ibm.com/able/solution_offerings/hpr.html, Janvier 2006.
- [28] Karatzas, D., Antonacopulos, A. "Two approaches for text segmentation in Web Images". In *Seventh International Conference on Document Analysis and Recognition*, volume 1, page pages 131. (ICDAR'03), 2003.
- [29] Kushmerick, N. "Learning to remove Internet advertisement". In Oren Etzioni, Jörg P. Müller, and Jeffrey M. Bradshaw, editors, *Proceedings of*

- the Third International Conference on Autonomous Agents (Agents'99)*, pages pages 175–181, Seattle, WA, USA, 1999. ACM Press.
- [30] Kvalseth, T. "Entropy and Correlation : Some Comments". In *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, pages 517–519, 1997.
- [31] La Cascia, M., Sethi, S., Sclaroff, S. "Combining Textual and Visual Cues for Content-based Image Retrieval on the World Wide Web". Technical Report 1998-004, 9, 1998.
- [32] Lamoureux, N. "La situation de l'accessibilité Web en entreprise". Disponible au http://www.cybercodeur.net/weblog/articles/art_20040210.php, Décembre 2005.
- [33] L.Denoue. "Classification supervisée de documents". Disponible au <http://www.fxpai.com/people/denoue/teaching/classification.pdf>, Décembre 2005.
- [34] Le Journal d'Internet. "Handicap sur Internet 1999". Disponible au <http://www.handinaute.org/articlejdi02.html>, Décembre 2005.
- [35] Le Magazine de Place Publique. "Accès des sites web aux personnes non-voyantes". Disponible au http://www.place-publique.fr/mag/magspip/article.php3?id_article=30, Décembre 2005.
- [36] Lepetit, V., Pilet, J., Fua, P. "Point matching as a classification problem for fast and robust object pose estimation". In Comput Vision Lab. Lausanne Switzerland, editor, *Computer Vision and Pattern Recognition. Proceedings of the 2004 IEEE Computer Society Conference on*, volume 2, pages 244–250, 2004.
- [37] Marée, R. *Classification automatique d'images par arbre de décision*. Thèse de doctorat. Institut Montefiore. Université de Liège, 2005.
- [38] Marée, R., Geurts, P, Visimberga, G. Piater, J., Wehenkel, L. "An empirical comparison of machine learning algorithms for generic image classifica-

- tion". In F. Coenen, A. Preece, and A.L. Macintosh, editors, *Proceedings of the 23rd SGAI international conference on innovative techniques and applications of artificial intelligence, Research and development in intelligent systems*,, pages 169–182. Springer, 2003.
- [39] Marée, R., Geurts, P., Wehenkel, L. "Une méthode générique pour la classification automatique d'images à partir des pixels". In D.A. Zighed and G. Venturini, editors, *Revue des nouvelles technologies de l'information, Numéro spécial entreposage et fouille de données*, volume 1, pages 227–238. Cépaduès, 2003.
- [40] Mitchell, T. *Machine learning*. McGraw, 1997.
- [41] Nils, J. *Introduction to machine learning*. Departement of computer Science, 1996.
- [42] OPERA. "Opera Web browser". Disponible au <http://www.opera.com>, Janvier 2006.
- [43] Pain, H. "Introduction à UDDI". Disponible au <http://www.labo-dotnet.com/articles/ASPNET/IntroductionDDI/0/49.aspx>, Mars 2006.
- [44] Pazzani, M., Muramatsu, J., Billsus, D. "Syskill & webert : Identifying interesting web sites". 1996.
- [45] Peak, S., Smith, J. "Detecting image purpose in World-Wide Web documents". In *Proc. SPIE*, volume 3305, pages pages 151–158. Document Recognition, 2003.
- [46] PL. "Petit LEXIQUE". Disponible au http://www.gerbeaud.com/creation/img_num/lexique.htm, Décembre 2005.
- [47] Ross Quinlan, J. *C4.5 : programs for machine learning*. Morgan Kaufmann Publishers, 1993.

- [48] Schmidt, M., Kreinovich, V., Longpre, L. "Kolmogorov Complexity-Based Ideas for Locating Text in Web Images". In *In : J. Ramirez-Angulo (ed.)*, volume 1, pages pages 543–546, Las Cruces, New Mexico, 1999. Proceedings of the 1999 IEEE Midwest Symposium on Circuits and Systems.
- [49] Smeulders, A., Worring, M. , Santini, S., Gupta, R., Jain, R. . "Content-Based Image Retrieval at the End of the Early Yearsg". In *IEEE Trans. on Pattern Analyse and Machine Intellegent*, volume 22, pages 1349–1380, 2000.
- [50] Smith, J., Chang, S. . "Multi-stage classification of images from features and related text", 1997.
- [51] Stanfill, C., Waltz, D. "Toward memory-based reasoning". *Commun. ACM*, 29(12) :pages 1213–1228, 1986.
- [52] Swain, M., Ballard, D. "Color indexing ". In *Int. Journal of Computer Vision*, volume 7, pages 11–12, 1991.
- [53] Synapse. "ZoomText Magnifier/Reader". Disponible au [http ://www.synapseadaptive.com/aisquared/zoomtext_9-zoomtext_9_magnifier_reader.htm](http://www.synapseadaptive.com/aisquared/zoomtext_9-zoomtext_9_magnifier_reader.htm), Janvier 2006.
- [54] TAMU. "Research Paper Assessments Xueqing Yu 2003. Barriers to Use : Usability and Content Accessibility on the Web's Most Popular Sites". Disponible au [http ://people.cs.tamu.edu/x0y7680/671/paper3.doc](http://people.cs.tamu.edu/x0y7680/671/paper3.doc), Décembre 2005.
- [55] W3C. "W3C.CSS Techniques for Web Content Accessibility Guidelines 1.0". Disponible au [http ://www.w3.org/TR/WCAG10-CSS-TECHS/](http://www.w3.org/TR/WCAG10-CSS-TECHS/), Décembre 2005.
- [56] Web Accessibility Verifier. "A-Prompt : Vérificateur d'accessibilité Web". Disponible au [http ://aprompt.snow.utoronto.ca/](http://aprompt.snow.utoronto.ca/), Décembre 2005.

[57] Weiss, S., Kulikowski, C. *Computer Systems that learn*. San Mateo California : Morgan Kaufmann Publishers, INC, 1991.

[58] Wikipedia. "Wikipedia, L'encyclopédie Libre 2004". Disponible au <http://fr.wikipedia.org/wiki/>, Décembre 2005.

