

Académie de Montpellier
Université Montpellier II
Sciences et Techniques du Languedoc

MÉMOIRE DE STAGE DE

MASTER M2

effectué au Laboratoire d'Informatique, de Robotique
et de Micro-électronique de Montpellier

Spécialité : Professionnelle et Recherche unifiée en Informatique

L'ACCESSIBILITÉ NUMÉRIQUE POUR LES PERSONNES DÉFICIENTES VISUELLES

par **Yoann BONAVERO**

Date de soutenance : **22 Juin 2012**

Sous la direction de
Marianne HUCHARD et Michel MEYNARD

Remerciements

Je tiens tout particulièrement à remercier Mme Marianne Huchard pour avoir pris le temps de m'écouter et de me proposer de construire un sujet autour d'un domaine, non étudié dans ce laboratoire, qui me tiens vraiment à cœur.

Je remercie également M. Michel Meynard qui s'est associé afin de compléter le groupe et apporter ses compétences dans le domaine des architectures Web. Mais aussi le laboratoire, LIRMM, d'accueil et son personnel qui m'ont permis de bien m'intégrer dans les locaux en mettant en œuvre tout ce qu'il fallait afin de compenser mon handicap visuel. Je remercie aussi l'ensemble de l'équipe pédagogique qui a permis d'assurer une bonne formation.

Enfin mes remerciements se portent aux personnes et associations qui m'ont apporté leur soutien et des informations précieuses pour l'avancée de ce travail de recherche. La Fédération des Aveugles et Amblyopes de France Gard-Lozère (FAAF) m'a permis de prendre contact avec des personnes en situation de handicap enfin de les mettre à contribution. Mme Mountaz Hascoët m'a beaucoup aidé dans son domaine (les interfaces homme-machine) et m'a ouvert des pistes de recherche. Pour finir, je remercie M. Thibaut Possompe (thésard) qui m'a aidé dans ma réflexion sur la ré-ingénierie logicielle.

Table des matières

1	Introduction - Définition générale et application au logiciel	5
1.1	L'accessibilité	5
1.2	L'accessibilité Web	5
1.3	Applications locales	6
1.4	Solutions actuelles et orientations	6
1.5	Le handicap	7
1.6	Les enjeux	7
1.7	Limites et axes directeurs	8
2	Problématiques et état de l'art	9
2.1	Les handicaps et leurs besoins	9
2.1.1	La déficience auditive	9
2.1.2	La déficience motrice	9
2.1.3	La déficience visuelle	10
2.2	Les technologies d'assistance	11
2.2.1	Le lecteur d'écran	11
2.2.2	Le magnifier d'écran	12
2.2.3	Unification	13
2.3	Intégration de l'accessibilité selon les OS	13
2.3.1	Microsoft Windows	13
2.3.2	Apple Mac OS	14
2.3.3	Systèmes UNIX hors Mac	14
2.3.4	Généralités	15
2.4	Étude du comportement d'applications basiques dans le contexte de l'accessibilité	15
2.4.1	Les applications Java	15
2.4.2	Développement avec l'API WIN32	15
2.4.3	Développement avec l'API « LINUX »	15
2.4.4	Développement avec l'API Mac	15
2.5	Importance du contexte dans la compréhension	16
3	Les pathologies visuelles	17
3.1	Ensemble de pathologies support	17
3.2	Les relations pathologies - symptômes	18
3.2.1	Les défauts de vision	18
3.2.2	La basse vision	18
3.3	Définitions des relations symptômes - adaptations	25
3.3.1	Extraction des symptômes	26
3.3.2	Classification des symptômes	28
3.3.3	Treillis de concepts	29
4	Notions de bases sur les couleurs	31
4.1	La perception	31
4.2	Organisation des couleurs	32
4.3	Quelques définitions	32

5 Étude de faisabilité	34
5.1 Lignes de produits logiciels	34
5.1.1 Introduction et définition générale	34
5.1.2 Perspective pour l'accessibilité	35
5.2 Ajout d'un plugin d'assistance à l'IDE Eclipse	35
5.3 Simplification d'images et ré-ingénierie de pages Web	35
5.3.1 La surcharge d'informations dans les images	35
5.3.2 Ambiguités et dissimulation dans les images	36
5.3.3 Hypothèses	36
6 Conception d'une application de ré-ingénierie de page Web	37
6.1 Définition d'une architecture générale	37
6.2 Les connecteurs	37
6.2.1 Les plugins et extensions	38
6.2.2 Le proxy	38
6.3 L'application principale	39
6.4 Plateforme de test	40
6.4.1 Le plugin GreaseMonkey	40
6.5 Modèles et processus d'adaptation	40
6.5.1 Modèle UML général de pages Web	41
6.5.2 Caractéristiques visuelles associées	42
6.5.3 Application sur une page Web test	43
6.5.4 Procédure d'adaptation	47
6.5.5 Les besoins d'adaptations	49
6.5.6 Fusion des informations pour l'extraction d'adaptations	51
6.5.7 Modèle d'adaptation	51
6.5.8 Acquisition des préférences utilisateur	52
6.6 Points de difficultés algorithmique	52
6.6.1 Conflits de préférences utilisateurs	52
6.6.2 Un exemple de contrainte : le contraste	53
6.6.3 Les contrastes simultanés	54
6.6.4 Impact de la brillance sur la perception	55
6.7 Passage des préférences à un ensemble de contraintes	55
6.7.1 Le contraste	55
6.7.2 La brillance	56
6.7.3 Les images	56
6.7.4 Les autres préférences	56
6.8 Résolution et détermination d'une solution optimale	57
6.8.1 Modélisation d'un CSP	57
6.8.2 Algorithme de programmation linéaire	57
6.8.3 Skyline query	57
6.9 Résultats possibles	58
7 Conclusion et perspectives	60
7.0.1 Conclusion	60
7.0.2 Perspectives	60

Table des figures

2.1 Boutons d'interface	11
2.2 Intégration d'un lecteur d'écran	11
3.1 Classification de l'ensemble des pathologies support	17
3.2 Impact de la DMLA	19
3.3 Impact de la cataracte	20
3.4 Impact de la rétinopathie diabétique	21
3.5 Impact du glaucome	22
3.6 Impact de la rétinite pigmentaire	23
3.7 Impact de névrite optique	24
3.8 Impact de l'Hémianopsie homonyme	25
3.9 Classification des symptômes	28
3.10 Treillis de concept	29
4.1 Cercle chromatique	32
6.1 Des plugins/Extensions comme connecteurs	38
6.2 Un proxy comme type de connecteur	39
6.3 Fonctionnement général de l'application principale	39
6.4 Modèle général de page Web	42
6.5 Modèle général de caractéristiques visuelles	43
6.6 Source HTML de la page de test	43
6.7 Diagramme d'instance de la page test	44
6.8 Modèle spécifique de la page test	45
6.9 Modèle de configuration de la page modèle	46
6.10 Description du processus d'adaptation	48
6.11 Tableaux des adaptations	51
6.12 Modèle de caractéristiques d'adaptations	52
6.13 Conflits entre contraintes	53
6.14 Conflit de contrastes	53
6.15 Conflit avec un taux de contraste supérieur à 51%	54
6.16 Solution de bordures pour le conflit de contrastes	54
6.17 Contraste simultanés	55
6.18 Perception des dimensions selon la couleur	55
6.19 Page originale de la NFB	58
6.20 Page adaptée pour le contraste	58
6.21 Page adaptée pour le contraste	59

Glossaire

API "Application Programming Interface", constitue un ensemble de fonctions/procédures pour l'utilisation simplifiée d'éléments de plus bas niveau. 38

PMR Personne à Mobilité Réduite. 4

symptôme Trouble ressenti par un individu. 6, 8, 16, 23, 24, 26, 27, 49, 51

technologie d'assistance Technologies de l'Information et de la Communication. 4

TIC Technologies de l'Information et de la Communication. 5

Chapitre 1

Introduction - Définition générale et application au logiciel

1.1 L'accessibilité

On peut définir l'accessibilité comme suit :

« *L'accessibilité désigne le caractère possible de la liberté de déplacement dans l'espace, d'utilisation d'outils, et de compréhension. À ne pas confondre avec l'ergonomie et l'utilisabilité. Un des principaux aspects de l'accessibilité est spécifique aux handicaps, mais d'autres aspects existent. Ce terme est aussi utilisé dans la Convention relative aux droits des personnes handicapées* »

Wikipedia

Cette définition s'applique tout aussi bien à la voirie, aux transports, aux bâtiments qu'au monde du numérique. L'accessibilité numérique se définit comme étant la mise à disposition des ressources numériques à toute personne, indépendamment de son matériel, de son infrastructure réseau, de son logiciel, de son emplacement géographique ou de ses aptitudes physiques et/ou mentales.

De ce fait l'accessibilité numérique couvre par exemple :

- la téléphonie mobile à partir de la troisième génération. Concernant la conception matérielle, logicielle et de services.
- la télévision numérique (TNT, ...) et la radio numérique (RNT, ...). Cela concerne la conception du matériel et des services mais aussi la compatibilité et les normes.
- les communications numériques à large bande.
- etc...

La prise en compte de ces différents aspects, dans la conception et le développement de matériels, applications ou services, a été dans le passé qualifiée de « peu intéressante » simplement parce ceux-ci ne visaient qu'un public bien trop ciblé. Depuis quelques années ces aspects reviennent sur le devant et sont de plus en plus mis en avant et pris en compte dans les phases de conception et de développement. Contrairement aux idées reçues du passé l'accessibilité bénéficierait à un grand nombre de personnes, par exemple, prendre en compte la déficience auditive pourra bénéficier aux utilisateurs dont le système audio est en muet ou éteint. En Europe l'accessibilité numérique est considérée comme une obligation citoyenne.

1.2 L'accessibilité Web

Internet est un outil en pleine expansion et il est de plus en plus présent dans la vie quotidienne de toute personne. Cet outil a un grand potentiel notamment concernant l'accès à la culture, à

l'information et aux services pour les personnes à mobilité réduite (PMR). Il offre en effet des services, tels que la consultation de compte bancaire ou bien le commerce en ligne, identiques à des prestations nécessitant un déplacement qui pourrait engendrer des difficultés.

Toutefois, l'utilisation à domicile de ces prestations ne signifie pas que ces services sont accessibles. Effectivement, tous ces services sont proposés à leurs usagers par le biais d'interfaces Web, ces dernières pouvant à leur tour générer des problèmes d'accessibilité.

Le Web dispose d'un certain nombre de standards concernant l'accessibilité (Braillenet, AccesiWeb [2], ...). Ces standards sont apparus depuis plusieurs années et font en permanence l'objet de réajustements et d'extensions afin de répondre aux besoins perpétuellement en évolution de la population.

Le World Wide Web Consortium (W3C) est un organisme international qui dispose d'une importante base d'informations sous formes de recommandations . Il fournit notamment un nombre important de règles, à suivre, dites essentielles pour avoir un site conforme et accessible. Il existe également une manuel (WCAG [9]) permettant de guider les développeurs dans leur travail.

Les standards ont pour but commun de mettre une grande distance entre le contenu d'un site (texte, images, ...) et sa mise en forme (emplacement, disposition, taille, couleurs, ...). Ce qui va avoir pour avantage de permettre la mise en place de plusieurs interfaces utilisateurs adaptées au contexte d'utilisation (sur un ordinateur de bureau, un PDA, un téléphone mobile, etc). Il peut également y avoir une interface pour imprimante qui réalise la mise en forme du texte en supprimant tout ce qui est autour comme par exemple les menus. Cela permet d'imprimer un contenu de site Web directement depuis le navigateur, sans avoir à utiliser un quelconque logiciel de traitement de texte, pour remettre en forme le tout avant de lancer l'impression. De cette manière il est tout à fait envisageable de disposer d'une interface légère et aérée répondant aux recommandations et règlementations d'accessibilité.

Il existe un écart important entre le domaine public et le domaine privé dans ce cadre d'accessibilité des sites Internet. Le RGAA (Référentiel Général d'Accessibilité pour les Administrations [8]) couplé au décret n° 2009-546 du 14 mai 2009 et à la loi 2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées, permet de rendre progressivement tous les sites Internet du domaine public accessibles.

1.3 Applications locales

Le terme d'application locale désigne ici l'ensemble des applications fonctionnant de manière indépendante du Web sur une machine. Les logiciels sont, au même titre que les sites Web, des applications qui peuvent poser des difficultés d'accessibilité. Mais à la différence des sites Web, pour lesquels un grand nombre de ressources sur le sujet sont disponibles, l'accessibilité des logiciels n'est pas autant réglementée ou normalisée. Il est difficile de trouver des normes, standards ou simples recommandations qui s'y appliquent spécifiquement.

Il existe tout de même, en fonction des systèmes d'exploitation, des ressources réalisées par leur groupe de conception et de développement respectif, qui indiquent une marche à suivre permettant de réaliser une application accessible. Ces ressources contiennent également une liste de recommandations sur les bonnes ou mauvaises pratiques à mettre en œuvre. Certains outils de développement sont à utiliser et d'autres, au contraire, sont à éviter. C'est en effet le genre d'informations que l'on devrait se procurer lors du développement d'une application accessible pour un système d'exploitation donné, en prenant la peine de se documenter sur le sujet.

1.4 Solutions actuelles et orientations

Deux cas se distinguent. Le premier concerne les handicaps « légers » et donc tous les individus accédant directement aux applications sans l'aide des Technologies d'assistance. Pour ces personnes c'est la qualité de l'application qui détermine le confort d'utilisation.

Le second cas se réfère aux personnes ayant besoin d'adaptations spécifiques pour compenser leur handicap. Ici, les solutions proposées sont basées sur des applications tierces qui sont ajoutées sur le système d'exploitation. Par communication avec l'interface des applications auxquelles l'utilisateur souhaite accéder, elles permettent de lui donner les informations nécessaires à la manipulation « normale » de l'application sous une autre forme qu'il sera en mesure d'exploiter.

En résumé, le numérique accessible se dirige vers le développement d'applications légèrement adaptatives permettant l'accès aux handicaps légers. D'autre part, il tend à laisser les applications tierces de compensation accéder aux différentes données d'interface, afin de les traiter et de les transmettre sous une forme adéquate, en fonction des handicaps et des besoins.

Selon une estimation [3], environ 85% des applications ne se conforment pas aux standards d'accessibilité et aux recommandations. C'est autant d'applications qui vont engendrer des problèmes avec les lecteurs d'écran et autres technologies d'assistance, c'est-à-dire qu'elles sont difficilement voire même non accessibles.

1.5 Le handicap

« *Constitue un handicap, au sens de la présente loi, toute limitation d'activité ou restriction de participation à la vie en société subie dans son environnement par une personne en raison d'une altération substantielle, durable ou définitive d'une ou plusieurs fonctions physiques, sensorielles, mentales, cognitives ou psychiques, d'un polyhandicap ou d'un trouble de santé invalidant. »*

Selon la loi n° 2005-102 du 11 février 2005

D'après *le rapport mondial sur le handicap* de l'OMS [6], plus d'un milliard de personnes vivent avec un handicap sous une forme ou une autre, et plus de 200 millions d'entre elles ont de très grandes difficultés fonctionnelles. Le nombre de personnes en situation de handicap ne cesse d'augmenter, notamment avec la croissance de la population mondiale. Beaucoup d'enfants naissent avec un handicap, mais ce n'est pas la totalité des personnes adultes reconnues handicapées. Les accidents de la route, les conflits (guerres), les opérations médicales à risque, les maladies etc, peuvent donner lieu à un ou plusieurs types de handicap : moteur, sensoriel, mental, cognitif ou psychologique.

1.6 Les enjeux

L'accessibilité numérique est un enjeu majeur pour l'égalité des droits et des chances face aux TIC (Technologies de l'information et de la Communication). En particulier, elle vise à faciliter ou permettre l'utilisation des logiciels et la navigation ainsi que l'interaction sur les sites Web. L'accessibilité numérique concerne les personnes ayant des déficiences visuelles, auditives, physiques, cognitives ou neurologiques, mais elle répond également aux besoins d'accessibilité des utilisateurs seniors. Elle progresse grâce à des initiatives du secteur public telles que les récents textes de loi (référentiel RGAA [8], décret n° 2009-546 du 14 mai 2009 qui met en application l'article 47 de la loi n° 2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances), et grâce à des initiatives du secteur associatif et privé telles que la définition de normes (WCAG2.0 [9], labellisation AccessiWeb [2]).

Plus concrètement, Internet est un outil de grande importance dans la vie de chacun d'entre nous, et qui ne cesse d'augmenter. Il permet d'informer, de communiquer et d'interagir avec des services publics ou privés. Le commerce en ligne, la consultation de son compte bancaire, la déclaration et le paiement des impôts sont des exemples d'utilisation quotidienne du réseau.

Permettre l'accessibilité de ces divers services et autres utilisations d'internet qu'il est possible d'imaginer, bénéficierait évidemment aux personnes en situation de handicap, mais aussi aux nombreuses personnes ayant de grandes difficultés mais n'étant pas reconnues comme handicapées pour diverses raisons, et par conséquent n'étant pas comptabilisées dans les chiffres officiels. Dans le cadre du développement Web il est montré que lorsqu'un site est développé en respect des règles et recommandations d'accessibilité alors, il dispose d'un avantage non négligeable en terme de qualité

d'information, de référencement (par exemple sur les moteurs de recherche).

L'accessibilité s'intéresse aussi à l'architecture d'un site Internet et à l'organisation des informations qu'il est possible d'y trouver. Cette partie de l'accessibilité apporterait donc des bénéfices pas seulement aux personnes en situation de handicap.

Les enjeux de l'accessibilité numérique sont nombreux (politique, économique, social ...) et sont de plus en plus présents. L'accessibilité numérique tend en fin de compte à servir toute personne qu'elle soit valide ou non.

1.7 Limites et axes directeurs

Dans le cadre de ce travail de recherche, plusieurs handicaps vont être mis en avant et décrits. Néanmoins seul le handicap visuel, qui pose le plus de difficultés dans l'accessibilité à l'outil informatique, va être traité. Cela ne signifie évidemment pas que les autres formes de handicaps ne sont pas importantes ou intéressantes, mais simplement qu'elles ne vont pas se traiter de la même manière et que tout ne peut pas être réalisé ici. Le parcours rapide des autres handicaps (moteur, auditif, ...), permet toutefois de se faire une idée sur les points de variabilité que la méthodologie devrait contenir.

Ce travail n'a pas pour objectif le développement d'une application aboutie et pleinement fonctionnelle. Il propose de faire une première analyse dans plusieurs domaines comme le handicap, la perception humaine, les outils de modélisation cohérents aux besoins etc... Il contribue également en ouvrant de larges pistes de recherche, en proposant des solutions comme une architecture logicielle répondant aux besoins précédemment définis. L'implémentation d'un prototype puis d'une version fonctionnelle est une étape qui suit un approfondissement des pistes ouvertes dans ce premier travail de recherche. Ce dernier a pour principaux objectifs la réalisation d'un état du domaine et l'identification des problématiques posées par celui-ci.

Le chapitre 2 pose les problématiques liées aux handicaps, en faisant remonter des difficultés et surtout des besoins importants notamment dans le gain d'autonomie sur l'outil informatique. Ce chapitre ouvre également un premier état de l'art sur les technologies d'assistance existantes, sur le comportement des applications en fonction du système d'exploitation sur lesquels elles se trouvent. Il fait aussi remonter des informations essentielles dans les choix des méthodologies d'adaptation, comme l'importance non négligeable du « contexte ».

Viennent ensuite deux autres chapitres (3 et 4), apportant un complément d'information à l'état de l'art précédent. Une étude du handicap visuel et principalement de ses symptômes est menée pour en extraire des informations précieuses pour la suite. Le chapitre 4 apporte les définitions et informations de base qui permettent de comprendre plus aisément la suite de ce travail.

Une étude de la faisabilité des différentes pistes ouvertes est réalisée, dans le chapitre 5, afin de déterminer celles qui ne mènent à rien et celles qui sont les plus prometteuses. Ici trois axes sont mis en avant et examinés.

Le cœur du travail se trouve dans le chapitre suivant (chapitre 6). Il s'agit de la piste privilégiée par l'étude précédente. Il se nomme « Conception d'une application de ré-ingénierie de page Web » et propose à la fois une architecture qui répond aux divers besoins en accessibilité des personnes déficientes visuelles et la description d'une chaîne de transformation (processus) complète. La première partie de cette dernière est explicitée en détail à l'aide de modélisations (UML, features,...). La partie suivante fait l'objet de points de difficultés algorithmique et ouvre par conséquent des discussions sur les différentes façons de procéder.

Le dernier chapitre (7) récapitule les différents travaux effectués et entame une section citant plusieurs perspectives d'ouverture.

Chapitre 2

Problématiques et état de l'art

2.1 Les handicaps et leurs besoins

Les handicaps peuvent être regroupés en plusieurs grandes catégories (handicap visuel, moteur, auditif, ...). Il est évident que ces catégories de handicaps sont assez différentes et par conséquent qu'elles vont générer des besoins qui leurs sont propres même si quelques unes d'entre elles seront plus ou moins similaires. Toutefois deux individus ayant un même handicap et donc se trouvant dans la même catégorie pourront avoir des besoins différents et spécifiques à l'évolution de leur pathologie.

Dans le cadre de l'informatique (OS, applications, services, ...) il est possible de définir un grand nombre de règles et recommandations que les concepteurs et développeurs vont devoir respecter s'ils souhaitent réaliser une application ou un service accessible.

Tout au long du sujet nous nous focaliserons sur le handicap visuel sous toutes ses formes. Les catégories de handicaps citées précédemment ou même celles qui ne font pas partie du sujet, sont structurées de la même manière. Le handicap visuel est l'un de ceux qui dresse le plus de barrières pour l'accès à l'information numérique. C'est pour ces raisons que cet handicap servira de support tout au long de ce travail de recherche.

2.1.1 La déficience auditive

Le handicap auditif regroupe à la fois les personnes sourdes et les personnes malentendantes pouvant dans certains cas être équipées de dispositifs spécifiques leur permettent de maximiser l'utilisation du reste d'audition qu'elles ont. Tous ces éléments doivent être pris en compte. De ce fait toute notification pouvant être émise par une application et dont un retour sonore est utilisé pour distinguer le type de message (erreur, avertissement, confirmation) doit comporter un élément visuel clairement distinctif. Autrement dit une signalétique claire et rapidement compréhensible doit être adoptée pour l'ensemble des interactions avec l'utilisateur.

Dans le cas où des indications de type « textuelles » sont données à l'utilisateur de manière verbale (par exemple dans le cadre d'un tutoriel), il faut que celles-ci puissent également être données de manières visuelle à l'écran ou sur tout autre dispositif adapté.

Pour les personnes qui sont équipées de dispositifs auditifs, le flux de données audio sortant de l'application doit pouvoir être intercepté soit directement par le système d'exploitation, soit par une application auxiliaire. Ceci donnera la possibilité en cas de besoin de traiter le son par exemple avec un logiciel de filtrage avant de le transmettre au dispositif standard audio ou à un dispositif adapté (boucle magnétique, etc...).

2.1.2 La déficience motrice

La déficience motrice se distingue sous différentes formes plus ou moins importantes. Des déficiences légères vont avoir pour effet de ralentir simplement les mouvements ou bien d'empêcher certains d'entre eux. D'autres plus profondes vont réduire quasiment ou même totalement la liberté

de mouvement d'un individu qui devra dans ce cas là utiliser des systèmes annexes. Un des premiers points essentiels est la capacité d'utiliser les applications uniquement au clavier ou à la souris sans avoir à conjuguer les deux périphériques.

L'application doit également être en mesure d'utiliser pleinement des périphériques d'acquisition externe comme un système de pointage laser ou bien une puce qui se greffe au niveau des nerfs et qui permet par communication avec la machine d'utiliser le pointeur en imaginant le mouvement.

2.1.3 La déficience visuelle

La déficience visuelle est celle qui impacte le plus sur l'accessibilité des applications. Elle regroupe un très grand nombre de pathologies comme la myopie, la presbytie ou même les dégénérescences de la rétine comme la DMLA (Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge) ou bien la rétinite pigmentaire (RP). Les conséquences de toutes ces pathologies sur la vision et la perception des contrastes et couleurs sont très diverses.

Des altérations de la vision comme celle engendrée par le daltonisme sont très connues et des solutions existent. Si une application utilise des couleurs pour référencer un ou plusieurs éléments comme dans le cas d'une légende, il se peut que la personne perçoive deux couleurs différentes comme une seule et unique couleur, il lui sera donc impossible de repérer et différencier les éléments correspondants. Dans ce cas une solution simple est d'associer des formes ou motifs aux couleurs (hachures, triangles, cercles, etc.).

Les personnes âgées sont sujettes à des dégénérescences de la rétine comme la DMLA. Elles vont être de la même façon que des personnes atteintes de myopie ou de presbytie, sensibles à la taille de la police de caractères utilisée ainsi qu'à la taille des éléments d'interaction entre l'application et l'utilisateur. Cette taille est importante puisque des déformations ou des zones de flou vont réduire la précision de la vision et par conséquent engendrer des difficultés de lecture et de ciblage des éléments avec le pointeur.

Concernant les rétinopathies comme la RP, un très grand nombre d'altérations de la vision différentes apparaissent. Des symptômes comme la perte de contraste de couleurs, la perte de la vision périphérique ou centrale, une hypersensibilité à la lumière (photophobie), des tremblements des yeux, font partie des nombreux symptômes constatés chez les individus atteints par ces pathologies. Des solutions peuvent être apportées en fonction des symptômes.

La perte des contrastes de couleurs nécessite une différence entre les éléments importants, comme le texte et le fond, qui soit suffisante pour permettre une lecture correcte.

Le confort visuel des personnes ayant un champ de vision réduit peut être grandement accentué en regroupant en zone sémantique les éléments qui ont des points communs ou du moins qui « vont ensemble ».

Le problème d'hypersensibilité à la lumière ne pose pas trop de contraintes puisqu'il suffit de pouvoir ajuster la luminosité de l'affichage. Il est aussi fortement déconseillé d'utiliser des éléments « flash » pour attirer l'attention comme l'apparition brusque d'objets fortement contrastés et clignotant par exemple. Cela aurait pour effet d'éblouir la personne sans pour autant lui laisser le temps de s'y habituer puisque l'élément clignote. De plus ce genre d'apparition empêche la concentration de l'utilisateur et pose du coup d'autres problèmes.

La taille des éléments d'interaction va permettre aux personnes qui ont du mal à cibler et lire du fait d'un tremblement de l'œil ou d'une difficulté à synchroniser les deux yeux, de percevoir de manière plus nette les objets et d'augmenter leur taux de « clics valides » (éléments correctement pointés et cliqués).

La déficience visuelle sera plus davantage approfondie dans le chapitre 3

2.2 Les technologies d'assistance

Les technologies d'assistance constituent un ensemble d'applications permettant d'adapter l'outil informatique aux personnes ayant une déficience. Ces applications ciblent pour la grande majorité la déficience visuelle.

2.2.1 Le lecteur d'écran

Un lecteur d'écran (de l'Anglais : screen reader) est un logiciel destiné aux personnes aveugles ou fortement malvoyantes. Ce logiciel a pour but de « lire les applications ». Autrement dit de récupérer les informations qui sont affichées à l'écran afin qu'elles puissent être transmises à l'utilisateur sous une autre forme qu'il sera en mesure d'exploiter. Pour récupérer ces informations le lecteur d'écran doit pouvoir communiquer avec chaque application (cf. figure 2.2). Cette communication est nécessaire puisque l'ensemble des informations utiles à une bonne compréhension ne sont pas forcément affichées puisqu'en temps « normal » la disposition suffit à comprendre.

Les petits boutons contenant une icône que l'on retrouve dans beaucoup d'applications sont un bon exemple d'éléments complètement visuels et dont l'information textuelle doit être récupérée dans la structure même de l'élément en question.



FIGURE 2.1 – Boutons d'interface

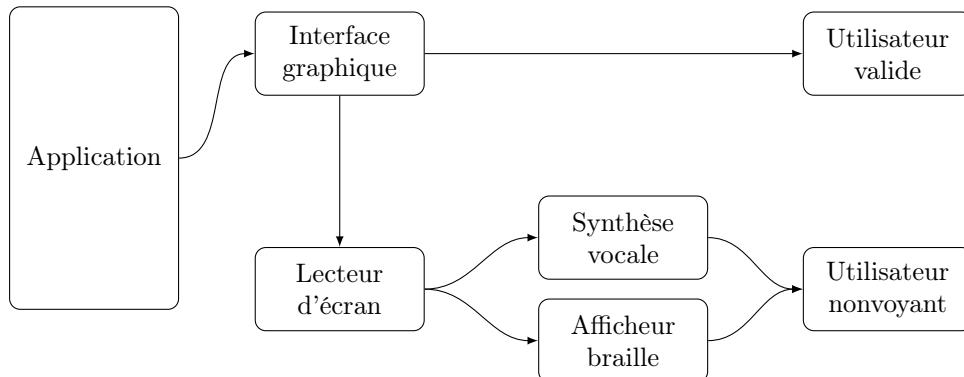


FIGURE 2.2 – Intégration d'un lecteur d'écran

Un certain nombre de lecteurs d'écran sont disponibles, certains sont libres et d'autres commerciaux. JAWS est un lecteur d'écran intégrant une synthèse vocale (voir ci-après) qui est payant et limité à Windows. Sur cette même plateforme il y a NVDA (Non Visual Desktop Access), une version open source de lecteur d'écran et synthétiseur vocal. Pour ce qui est des systèmes Linux il existe par exemple Orca qui est une application libre.

Synthétiseur vocal

Un synthétiseur vocal est une application indépendante qui permet de retranscrire vocalement un texte lui étant donné. Un grand nombre de personnes unifient le lecteur d'écran et le synthétiseur vocal et pensent qu'il s'agit d'un seul et même programme. Alors qu'il s'agit bien de deux applications distinctes qui peuvent fonctionner l'une et l'autre individuellement.

De la même manière un synthétiseur vocal (aussi appelé moteur vocal) transforme simplement un texte en instructions sonores, c'est-à-dire que ce que l'on entend en sortie est une voix qui a été couplée au synthétiseur pour générer le son.

Il est donc possible de coupler le synthétiseur et une voix avec le lecteur d'écran afin d'obtenir un retour vocal de ce qui se trouve à l'écran.

Tout comme les lecteurs d'écran il existe plusieurs moteurs vocaux et plusieurs voix pour chacun d'entre eux. On peut citer le moteur sapi (la dernière version est la 5), ViaVoice, etc... Pour ce qui est des voix elles fonctionnent très souvent par paires. Pour une version donnée il y aura une voix masculine et une voix féminine, Une des dernières versions de voix pour le moteur sapi 4 était le pack « Virginie » et « Sébastien ».

Afficheur Braille

Un afficheur braille est un dispositif de sortie externe. Il permet la transformation d'un texte brut en Braille. L'afficheur est constitué de cellules Braille, ces cellules sont constituées des six points standards permettant de constituer l'alphabet Braille et de deux points supplémentaires permettant un ajout d'information sans perte de place (position du curseur, lettre en majuscule, etc). Ces deux points d'information supplémentaire ne sont présents que sur le matériel informatique, on ne trouvera jamais ces points sur du papier, des livres ou sur les boutons de commandes (ascenseurs).

Il existe deux grandes catégories d'afficheurs braille, ceux qui sont autonomes et les autres. Les afficheurs autonomes appelés aussi terminaux Braille embarquent avec eux un petit système d'exploitation et un clavier pour la saisie d'informations. Les autres afficheurs dit « dépendants » doivent être connectés à un ordinateur ou téléphone pour être manipulés depuis une application.

Indépendamment du type d'afficheur il en existe de dimensions différentes qui dépendent du nombre de cellules (caractères) Braille qui s'y trouve. Généralement ces afficheurs disposent de 40 cellules, mais on peut en trouver de 12 cellules (version portable) comme de 80 cellules.

Bien évidemment il est possible de coupler ces afficheurs à un lecteur d'écran afin d'obtenir sous forme braille ce qui est à l'écran.

2.2.2 Le magnifier d'écran

Le magnifier d'écran du terme Anglais “screen-magnifier”, est une application permettant d'adapter l'affichage de manière à ce que les personnes qui ont encore une acuité visuelle suffisante puissent accéder à l'outil informatique de manière visuelle. Ces applications tendent donc à adapter le maximum d'éléments visuels et cela de manière personnalisable.

Agrandissement

L'agrandissement aussi appelé zoom ou loupe permet de restituer à l'écran une version agrandie de l'affichage initial. Cet agrandissement peut se présenter généralement sous trois formes différentes. La première consiste en une petite zone autour du pointeur qui donne l'effet d'une loupe physique, la seconde forme est une zone fixe positionnée sur un des bords de l'écran et qui affiche une version agrandie de la zone où se trouve le pointeur. La dernière forme que l'on peut trouver est la version plein écran c'est-à-dire qu'une partie de l'affichage initial est extraite et reprojectée sur l'ensemble de l'écran (plus la partie initiale extraite est petite, plus le grossissement sera important). Certaines des applications disposant du grossissement proposent un lissage de police qui permet d'avoir un texte toujours très lisible même avec un grossissement important.

Traitement des couleurs

Les personnes déficientes visuelles sont souvent plus à l'aise avec certaines couleurs qu'avec d'autres. Le traitement de couleurs permet d'altérer l'affichage initial de sorte à rendre plus confortable la lecture. Cela peut se traduire par une inversion des couleurs (un des traitements les plus utilisés), qui va permettre de passer le fond de page blanc en fond noir avec un texte clair, cette modification offre une lisibilité bien plus importante aux personnes photophobes (hypersensibilité à la lumière). D'autres thèmes de couleurs sont disponibles dont un certain nombre qui se basent sur une couleur et qui utilisent simplement des variations de celle-ci (un peu comme un affichage en niveau de gris mais avec une couleur).

Le pointeur et le curseur

Le pointeur et le curseur sont deux éléments mobiles et posent souvent des problèmes de suivi. Certaines de ces applications proposent une solution de compensation par une modification de la taille, de la couleur, de la forme, en ajoutant un cercle autour du pointeur, en faisant apparaître une croix à l'écran représentant la position horizontale et verticale du pointeur et du curseur.

La distinction entre le pointeur et le curseur existe, le pointeur représente la flèche que l'on manipule depuis la souris tandis que le curseur représente la barre clignotante qui indique la position dans un traitement de texte.

Changement de contexte de lecture

Cette technique est surtout utilisée lors de navigations sur des sites Internet. En effet selon les pages sur lesquelles l'utilisateur est amené à chercher des informations, il peut avoir des difficultés de lecture dues à un usage important de teintes différentes ou bien à une surcharge d'informations. Le changement de contexte de lecture consiste tout simplement à rediriger le flot de données du site vers une application externe permettant de l'afficher plus confortablement. Cette sélection se réalise avec la souris en traçant un cadre englobant la partie à acquérir. Cette zone du site sera donc extraite et affichée dans une simple fenêtre, sans mise en forme, sans les couleurs de fond ni de texte, c'est simple un affichage de texte brut sur lequel le magnifier devient très efficace.

2.2.3 Unification

Un certain nombre de magnifier d'écran (surtout commerciaux) intègrent dans les versions récentes un lecteur d'écran avec synthèse vocale. Ce qui permet d'une part de réduire le coût économique et d'autre part d'augmenter la stabilité de ces applications (plus de conflits entre le lecteur d'écran et le magnifier au niveau de l'interception des données). Le second avantage est une cohérence des raccourcis clavier entre eux (plus de raccourcis identique au deux applications).

2.3 Intégration de l'accessibilité selon les OS

2.3.1 Microsoft Windows

Depuis la fin des années 90, Microsoft se penche sur le domaine de l'accessibilité. L'API MSAA (Microsoft Active Accessibility [4]) est implantée sur les systèmes d'exploitation Microsoft sortant à la fin de cette décennie. Cette API avait pour but d'améliorer la communication entre lecteurs d'écran (externes) et les applications développées pour Windows. Cette API a par la suite évolué en UIA (User Interface Automation [7]) qui elle, a été implantée sur les systèmes plus récents comme Windows XP, Vista...

Dans le dernier système d'exploitation de Microsoft (Windows 8 version non finale), cette API disparaît au profit d'un lecteur d'écran à part entière connu sous le nom de « narrateur ». Microsoft a décidé de devenir actif dans le domaine de l'accessibilité grâce à son « narrateur ». Jusqu'alors, Microsoft laissait toute liberté aux éditeurs de lecteurs d'écran « externes » qui adaptaient comme ils le souhaitaient et surtout comme ils le pouvaient, les applications.

Sur les systèmes d'exploitations de Microsoft pour le grand public les applications peuvent obtenir une certification Windows. Les applications qui souhaitent l'acquérir doivent répondre à cinq critères dans le cadre de l'accessibilité.

- Prendre en charge les paramètres de taille, de couleur, de police et de mode d'entrée du Panneau de configuration. Les barres de menu, de titre et d'état ainsi que les bordures se redimensionnent toutes automatiquement lorsque l'utilisateur modifie les paramètres du Panneau de configuration. Aucune autre modification des contrôles ou du code n'est requise dans cette application.
- Prendre en charge le mode Contraste élevé.
- Fournir un accès à toutes les fonctionnalités par le clavier et la documentation correspondante.

- Exposer l'emplacement du focus clavier de façon visuelle et par programme.
- Éviter de communiquer des informations importantes uniquement par voie sonore.

Microsoft en plus de cet ensemble de règles, fournit une procédure de développement pas à pas d'une application accessible, en se basant sur un exemple simple d'une application de commande de pizza [15].

Ces règles vont permettre d'avoir une accessibilité correcte à la base, pour les personnes ayant une déficience légère et n'utilisant pas d'application d'adaptation. Elles vont également permettre l'utilisation efficace d'applications tierces de compensation.

Sur ces systèmes d'exploitation l'accessibilité pour les personnes nécessitant une adaptation importante passe avant tout par une série d'applications « externes » qui, comme n'importe quelle autre application, doivent être installées par l'utilisateur. Ces applications disposent d'un intercepteur qui va permettre de récupérer les informations nécessaires à l'utilisation auprès des programmes auxquels il accède, afin de les restituer sous une forme qui sera facilement utilisable pour lui. Le principal inconvénient est qu'avec cette approche toutes les données ne sont pas disponibles. Une application de CAO (Conception Assistée par Ordinateur), DAO (Dessin Assisté par Ordinateur) utilisée en dessin industriel par exemple, communique avec des couches extrêmement basses afin d'accéder plus rapidement à la carte vidéo/graphique, ce qui va avoir pour incidence de passer au travers de certaines applications d'adaptation.

Un autre problème qui apparaît est une certaine instabilité du système résultant de conflits entre ces applications proches du pilote graphique et d'autres applications également proches (jeux vidéo, modélisation 3D, simulation, lecteurs multimédia, etc). De plus, ces technologies d'assistance étant développées par des sociétés différentes et du fait qu'elles cherchent toutes à accéder aux mêmes informations, la compatibilité entre celles-ci est loin d'être garantie.

Si un développeur veut réaliser une application accessible il lui faut connaître l'ensemble des éléments qui doivent être pris en charge et renseignés fournis par Microsoft, et insérer les mêmes dans son application. C'est un certain inconvénient puisque cela augmente fortement le temps de réalisation d'une application. Un IDE comme « Visual Studio » devrait être en mesure de simplifier cela, puisqu'il s'agit de l'IDE du système même. C'est-à-dire que pour l'évènement supplémentaire qui est déclenché quand l'utilisateur modifie ses préférences, il devrait être directement mis dans la boucle d'évènements qui est générée automatiquement lors de la création d'un nouveau projet sous « Visual Studio ». Des avertissements pourraient être affichés lors de la vérification du code ou de la compilation lorsque les noms ou descriptions des éléments (comme ceux des formulaires) ne sont pas renseignés.

2.3.2 Apple Mac OS

L'approche est très différente, puisqu'il s'agit d'avoir tout le matériel sortant d'usine qui soit accessible. Que ce soit les ordinateurs fixes, les ordinateurs portables comme les téléphones portables ou les tablettes, ils sont tous équipés d'un lecteur d'écran et d'un magnifier. Pour avoir cela l'adaptation est réalisée directement dans le noyau système. Les résultats en pratique sont bien meilleurs que sous Windows. La différence principale avec les applications d'adaptation que l'on peut trouver sous les systèmes Windows est qu'il n'est pas possible de « scripter » le lecteur d'écran pour permettre un accès à des parties inaccessibles d'une application.

2.3.3 Systèmes UNIX hors Mac

L'adaptation dépend fortement de la distribution utilisée et aussi de l'interface dont la personne va se servir. L'interface « Gnome » avec enquoteCompiz permet une adaption visuelle de l'écran en terme de couleur et de zoom. D'autres interfaces ne disposeront en aucune manière d'adaptations. Certaines distributions comme Ubuntu utilisant Gnome, embarque d'origine un lecteur d'écran et un magnifier accessibles à la fois depuis la version « Live » et sur la version installée.

2.3.4 Généralités

Sur les systèmes UNIX en général, l'ensemble des applications développées grâce à l'API du système sont accessibles sans difficultés, contrairement à Windows pour lequel on peut trouver des applications réalisées avec l'API WIN32 qui ne sont pas accessibles, alors qu'elles devraient l'être. Comme exemple de différence entre systèmes, l'application « Blender » de modélisation 3D est optimisée pour le rendu. Sous Windows cette application est inutilisable avec la quasi totalité des magnifieurs d'écran puisque l'application injecte les données directement dans la carte graphique pour avoir de meilleures performances, et que le magnifieur agit avant. Cette même application fonctionne très bien sous Linux et les magnifieurs pré-installés ou non sur le système. Ce logiciel est effectivement très orienté graphisme et est utilisé par une proportion de la population assez faible. Mais le petit lecteur multimédia VLC qui est relativement connu et reconnu, se comporte exactement de la même manière.

Au premier abord l'intégration dans le noyau aurait donc tendance à être relativement plus efficace et certainement plus pertinente mais empêche pour le moment les bénéfices pouvant être apportés par les scripts.

2.4 Étude du comportement d'applications basiques dans le contexte de l'accessibilité

2.4.1 Les applications Java

Java a pour avantage de permettre le développement rapide d'application graphiques qui se veulent multi-plateformes. Il utilise des éléments graphiques qui sont des éléments standard dans chaque systèmes d'exploitation. Il tente également de s'intégrer au mieux au style visuel des OS en utilisant par exemple la barre de titre du système et non la sienne.

Sous Unix les applications développées en Java intègrent la barre de titre du système d'exploitation lui-même, mais les éléments composants le contenu de la fenêtre sont à priori dessinés par l'application. Les préférences utilisateurs ne sont pas prises en compte dans l'application, ni au chargement ni pendant l'exécution de celle-ci. Le fond de la fenêtre n'est lui non plus pas affecté par les changements de préférences de l'utilisateur dans les paramètres du système d'exploitation.

Pour ce qui concerne l'accès au contenu de la fenêtre par les lecteurs d'écran, il n'y a pas de problème, toutes les informations sont bien renvoyées.

2.4.2 Développement avec l'API WIN32

Le développement d'application en utilisant directement l'API Windows (WIN32) a l'avantage de donner des applications qui s'adaptent relativement bien aux préférences de l'utilisateur définies dans la configuration du système d'exploitation. Même si certaines instructions doivent être manuellement ajoutées pour rendre l'application complètement adaptable.

2.4.3 Développement avec l'API « LINUX »

Sur le même principe qu'avec l'API Windows, le développement d'applications avec l'API de Linux permet d'avoir des applications nativement adaptables, même si des fonctionnalités doivent être ajoutées pendant le développement pour avoir une application pleinement adaptable.

2.4.4 Développement avec l'API Mac

Apple tend à avoir des produits accessibles dès la sortie de l'usine, on s'attend donc à ce que de petites applications très basiques se comportent de manière exemplaires. Par manque d'un support avec ce système d'exploitation il n'a pas été possible d'aller plus loin dans l'étude du comportement de ces applications.

2.5 Importance du contexte dans la compréhension

La forme, la disposition, les couleurs utilisées forment ce que l'on appelle un contexte. Ces choix ne sont pas fait au hasard, ils ont pour but de faciliter la compréhension et l'utilisation de l'outil. Lorsqu'une personne est atteinte d'une déficience visuelle, la perception du contexte peut en être plus ou moins altérée. Les logiciels d'assistance comme les lecteurs d'écran permettent d'obtenir l'information sous d'autres formes que visuelle, mais dans tout les cas, l'information est transcrise linéairement. Des études ont été réalisées sur la transcription de la disposition des éléments à l'écran pour que les personnes non-voyantes puissent avoir « sous la main » le contexte de présentation des différents composants [13].

Pour les personnes mal-voyantes, c'est un peu la même chose. Certains magnificateurs d'écran offrent un traitement de couleurs inversées un peu particulier. Le traitement « couleurs inversées » est un des plus utilisés surtout dans le cas de rétinite pigmentaire, ce traitement permet de réduire l'éblouissement. Une variante de ce traitement existe donc sur certains magnificateurs, elle consiste en l'inversion de brillance, pour faire simple le blanc devient noir et le noir devient blanc, mais les couleurs ne changent pratiquement pas. Cela permet d'une certaine manière de conserver un contexte. L'inconvénient est que le résultat n'est pas toujours lisible. Par exemple sur une page Web standard le fond est blanc et les liens sont bleu foncé, si on applique ce traitement, le fond devient noir et les liens restent bleu, le contraste entre ces deux éléments peut-être insuffisant pour certaines personnes.

Les navigateurs proposent généralement un mode d'accessibilité. Il consiste, pour la plupart, à la désactivation de certains éléments comme la feuille de style ou les couleurs ou bien à forcer la mise en place d'une feuille de style pré définie. Cette solution est fonctionnelle mais ne permet pas de garder un contexte de couleurs et de style, seule la disposition reste inchangée dans le meilleur des cas.

L'objectif serait donc d'altérer l'apparence des applications tout en conservant le contexte tant au niveau de la disposition qu'au niveau des couleurs et styles d'affichages.

Chapitre 3

Les pathologies visuelles

3.1 Ensemble de pathologies support

Un certain nombre de pathologies visuelles sont qualifiées de « prioritaires » du fait du nombre de personnes atteintes et de la gravité de ces dernières. Ces pathologies peuvent être classées suivant plusieurs catégories selon qu'elles soient stables, dégénératives, qu'elles soient un simple défaut de vision ou bien une atteinte profonde de la vision.

Cet ensemble va servir de support pour la classification et la modélisation d'adaptations pour la modification visuelle de l'affichage.

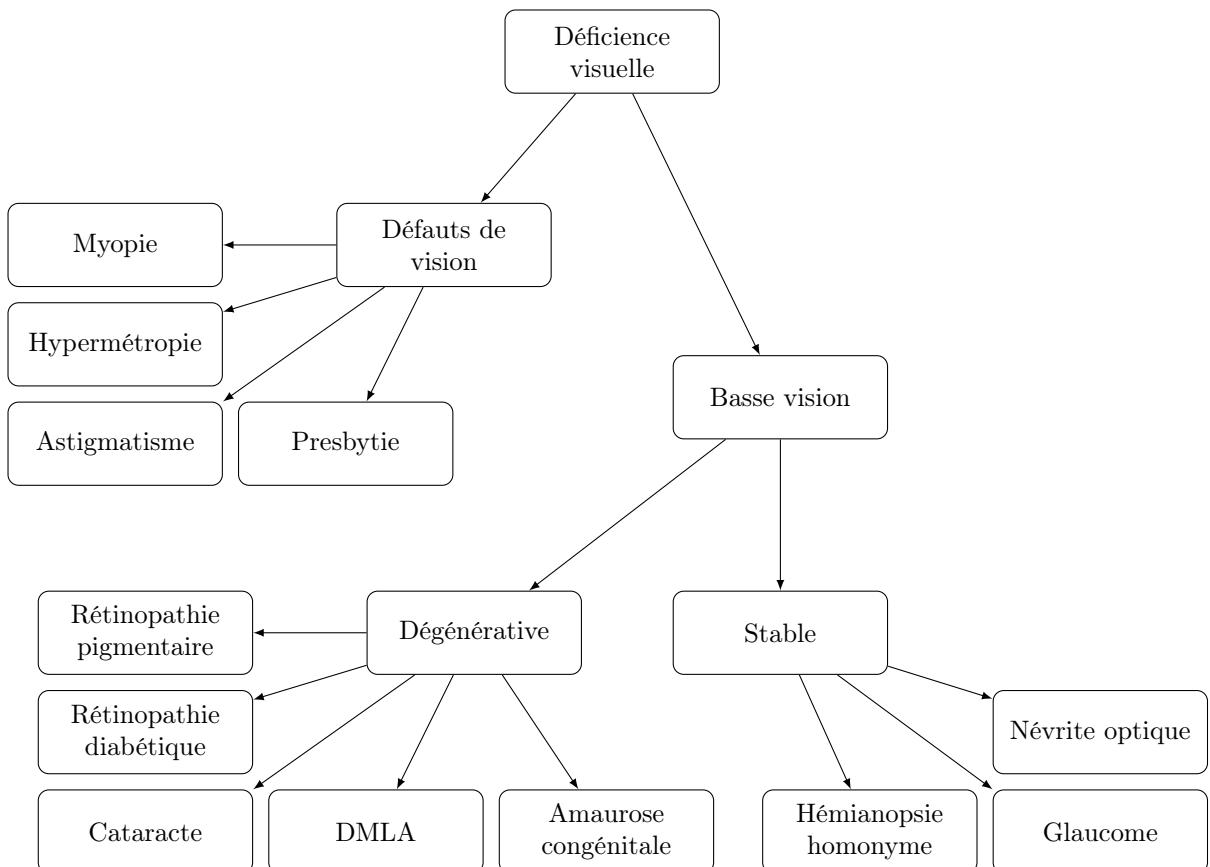


FIGURE 3.1 – Classification de l'ensemble des pathologies support

Cette classification a pour objectif d'améliorer la compréhension de la déficience visuelle et de

garder en tête le type de pathologie que l'on traite et son comportement évolutif ou non.

3.2 Les relations pathologies - symptômes

Chacune des pathologies citées dans la section précédente implique un ensemble d'altérations à la fois sur la perception et sur le champ visuel. La liste qui suit n'est pas exhaustive mais recouvre la majorité des cas réels.

Pour effectuer des modifications sur un affichage visuel afin de l'adapter à la déficience très particulière d'une personne, il est important de bien analyser le comportement, les causes et les symptômes de la pathologie. Cette liste a pour objectif la création d'une image mentale de l'impact d'une pathologie sur la perception des couleurs, la perception des contrastes ou la modification du champ visuel que ce soit pour la vision de près ou bien pour la vision de loin. Cette représentation passe par de petites illustrations même si celles-ci ne sont là qu'à titre indicatif. Ces illustrations ne représentent pas strictement ce qu'une personne voit lorsqu'elle est atteinte par cette pathologie, puisqu'un phénomène de compensation entre en jeu et dépend de chaque individu.

3.2.1 Les défauts de vision

Amétropie est le terme général qui désigne l'ensemble des troubles de réfraction oculaire. Ceux-ci peuvent être partiellement ou totalement corrigés par de l'optique.

1. La myopie

Elle est souvent due à une distance entre la cornée et la rétine trop importante. Cela a pour effet de former l'image en avant de la rétine. Une personne atteinte de myopie sera en difficulté seulement en vision de loin et non pas en vision de près [18].

La vision de loin est trouble, floue et nécessite un effort de concentration pour mieux percevoir les objets. La myopie peut être corrigée par des lentilles (verres, lentilles de contact).

2. L'hypermétrie

A l'inverse de la myopie dans le cas d'une hypermétropie, la distance entre la cornée et la rétine est insuffisante, l'image se forme par conséquent en arrière de la rétine. La vision de loin est donc correcte et c'est la vision de près qui est affectée [18].

Les symptômes sont identiques à ceux de la myopie mais appliqués à la vision de près.

3. L'astigmatisme

Elle est due à une mauvaise courbure de la cornée, celle-ci est de forme ovale au lieu d'être ronde. Dans ce cas pathologique, la vision de loin comme la vision de près en sont affectées. Cela a pour conséquence de rendre imprécise (floue, petits détails non visible) la vision de loin ainsi que celle de près.

4. La presbytie

Il s'agit d'une altération du fonctionnement du cristallin, la déformation de ce dernier est limitée et amène à une formation de l'image en avant ou en arrière de la rétine selon le contexte (comme un appareil photo dont l'autofocus aurait un dysfonctionnement et n'arriverait pas à faire la mise au point correctement) [18].

La vision de loin comme celle de près en sera affectée, il s'agit d'un manque de netteté, d'une image imprécise.

3.2.2 La basse vision

1. La DMLA

La dégénérescence Maculaire Liée à l'âge (DMLA) survient généralement sur un oeil seul. Elle apparaît après l'âge de 50 ans et provoque des lésions sur la rétine maculaire. C'est-à-dire

qu'elle attaque la partie responsable de la vision centrale [17].

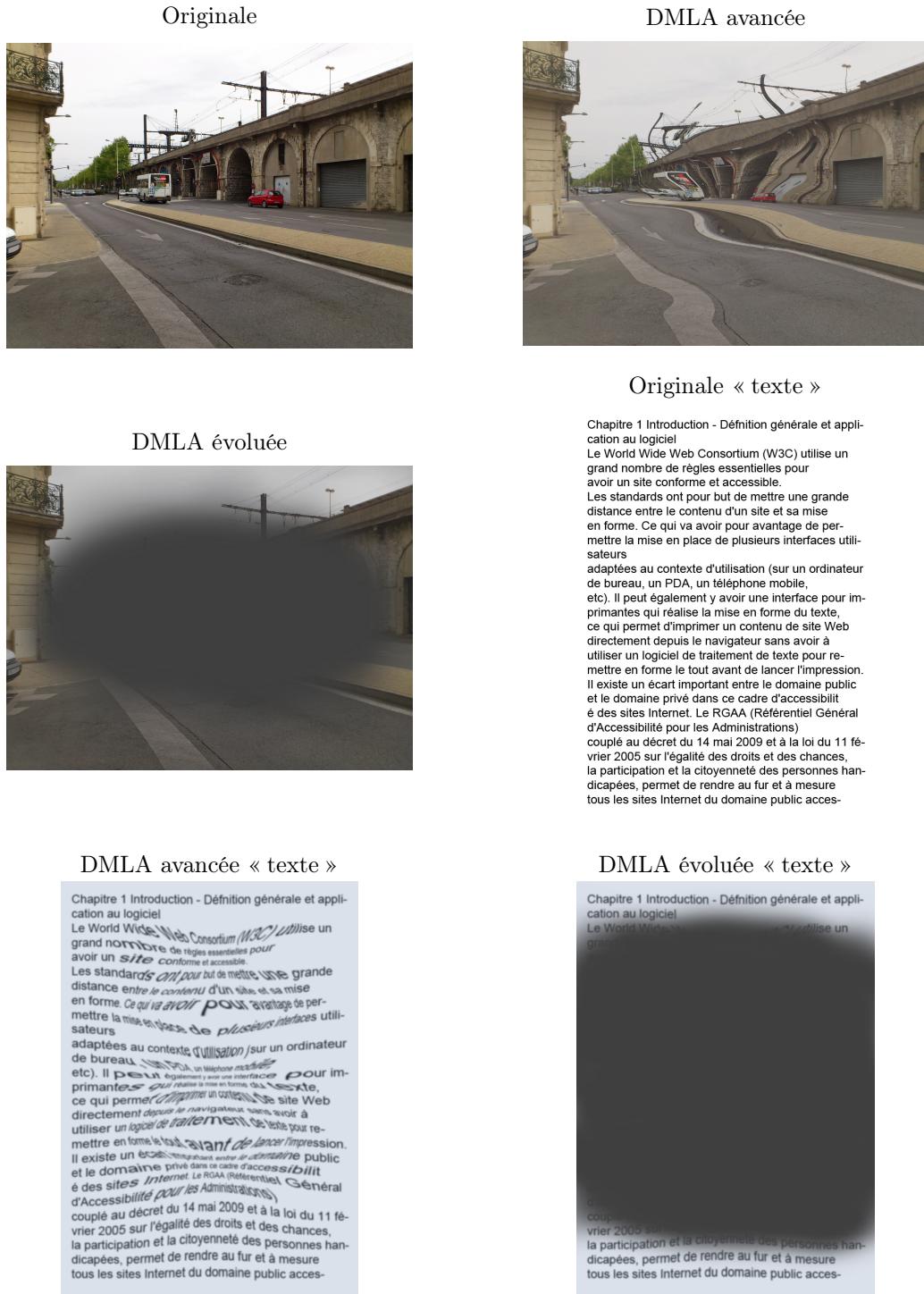


FIGURE 3.2 – Impact de la DMLA

Elle induit une déformation de la vision centrale (ondulation) ainsi que des troubles dans la perception des contrastes et des couleurs.

2. La cataracte

La cataracte arrive le plus souvent avec l'âge, elle peut parfois se produire chez l'enfant ; dans ce cas, elle est congénitale. Il s'agit d'une opacification du cristallin qui entraîne une diminu-

tion de la quantité de lumière qui atteint la rétine [16].



FIGURE 3.3 – Impact de la cataracte

Une baisse progressive de la vision est constatée surtout pour des distances importantes. Elle provoque également une diminution des contrastes, donne une impression d'un voile devant les yeux. Elle génère aussi une augmentation de la sensibilité à la lumière et donc des éblouissements.

3. La rétinopathie diabétique

Elle regroupe un ensemble de lésions de la rétine caractéristiques des personnes ayant un diabète sucre depuis plusieurs années. Dans les cas de rétinopathies diabétiques l'évolution est prédictible. Il y a en premier lieu apparition d'occlusions et de dilatations des vaisseaux sanguins de la rétine, puis, l'évolution continue avec une rétinopathie proliférative avec l'apparition de néo-vaisseaux. L'oedème qui peut apparaître dans les phases finales diminue considérablement la vision [20].



FIGURE 3.4 – Impact de la rétinopathie diabétique

La rétinopathie diabétique produit une perte de la vision des détails et engendre la présence de tâches mobiles sur la rétine dues à des rejets des vaisseaux sanguins.

4. Le glaucome

Le glaucome est une perte acquise des cellules rétiniennes ganglionnaires à des niveaux bien plus importants qu'une perte « normale » due à l'âge. Le nerf optique est également atteint par une atrophie de ce dernier. Le glaucome mène à long terme à une déficience visuelle irréversible [19].



FIGURE 3.5 – Impact du glaucome

Cette pathologie entraîne une perte de la vision périphérique suivie de celle de la vision centrale.

5. La rétinopathie pigmentaire

Il s'agit d'un terme qui regroupe un ensemble de maladies génétiques de l'œil, maladies qui affectent les photorécepteurs dont l'œil dispose (cônes, bâtonnets) ainsi que l'épithélium pigmentaire. Les premiers symptômes sont une baisse de la vision nocturne puis un rétrécissement du champ visuel, la perte de la vision centrale arrive en dernier. Cette dégénérescence est due à une mutation des cellules de la rétine. Si cette mutation atteint tous les types de cellules

alors la perte de vision est totale (cécité).



FIGURE 3.6 – Impact de la rétinite pigmentaire

La rétinopathie pigmentaire engendre une diminution progressive de la vision, une perte de la vision périphérique, une diminution des contrastes, une augmentation de la sensibilité à la lumière. L'adaptation au changement de lumière est difficile et procure une perte de la vision nocturne. Cette baisse progressive se termine une fois la cécité atteinte.

6. L'albinisme

L'albinisme est une maladie génétique héréditaire qui est à l'origine d'une faible production de mélanine voire même une production nulle. Elle touche donc l'ensemble du corps humain et notamment l'iris et la rétine. Cette dernière a un déficit important en récepteurs et celui-ci est d'autant plus important que l'on se rapproche de la fovéa. Le nerf optique peut également présenter une hypoplasie et la distribution des fibres nerveuses entre les deux yeux est anormale.

La vision de près est faible mais des aides visuelles permettent une acuité relativement correcte. La vision de loin est très diminuée (en dessous de 4/10^{me})

7. La névrite optique

Cette pathologie correspond à une inflammation du nerf optique pouvant entraîner une perte partielle ou bien totale de la vision. Cette inflammation du nerf peut se trouver en arrière de l'œil comme à la base du nerf au niveau du globe oculaire.



FIGURE 3.7 – Impact de névrite optique

Des zones de non vue apparaissent dans le champ de vision, les couleurs et contrastes deviennent difficiles à distinguer tout comme les objets lorsqu'ils se trouvent en pleine lumière.

8. L'hémianopsie homonyme

Cette pathologie est causée par une mauvaise transmission de l'information visuelle au cerveau. Des affections du cerveau incluant les tumeurs, les maladies inflammatoires ainsi que les traumatismes peuvent déclencher une hémianopsie. Elle est le plus souvent due à un accident vasculaire cérébral (AVC).



FIGURE 3.8 – Impact de l’Hémianopsie homonyme

Elle correspond à une perte de la moitié du champ visuel de la personne, et ce de manière symétrique aux deux yeux. Cette perte apparaît suivant un plan vertical, donc la vision sera soit altérée à gauche, soit à droite. Cela rend difficile la lecture et les personnes atteintes sont souvent surprises par des tâches surgissant « de nulle part ».

Cette liste non exhaustive recouvre un grand nombre de pathologies et symptômes amenant des difficultés dans l'utilisation de l'outil informatique pour lesquelles on cherche à apporter des solutions cohérentes.

3.3 Définitions des relations symptômes - adaptations

La sous section précédente visite une petite partie des nombreuses pathologies visuelles afin d'obtenir un ensemble de symptômes communs ou non à plusieurs pathologies.

On constate que des pathologies différentes peuvent avoir des symptômes identiques mais aussi que des individus atteints par un même type de déficience visuelle pourront avoir chacun un seul ou plusieurs symptômes, liés à cette pathologie, qui ne seront pas forcément identiques aux autres personnes. Il est par conséquent plus pertinent de traiter des ensembles de symptômes pour déterminer des adaptations cohérentes plutôt que d'utiliser les pathologies qui créeront de toute évidence des cycles et une redondance (doublons dans les symptômes).

La prochaine étape consistera donc à extraire tous les symptômes des pathologies afin d'obtenir un ensemble exhaustif.

3.3.1 Extraction des symptômes

La liste de symptômes obtenue dans le tableau suivant par le biais de documents scientifiques, n'est pas exhaustive puisque d'autres symptômes peuvent être induits par des pathologies connues à ce jour et non traitées ici. Néanmoins cette liste couvre un ensemble de symptômes bien connus et répandus. Elle forme donc une base solide dans cette étude pour l'élaboration d'une méthodologie d'adaptation.

Utiliser un ensemble support (ensemble réduit de symptômes) permet de simplifier les traitements et d'obtenir un méthodologie moins étouffée par la surcharge d'informations. Cette méthodologie d'adpatation doit par conséquent prendre cet élément en compte, elle ne devra pas dépendre de ce nombre précis de symptômes mais prendre en compte une liste qui sera ammenée à changer au fil du temps. L'ajout de symptômes et par conséquent potentiellement d'adaptations pourra se faire par complément ou extension de la méthodologie mise en place.

Le tableau suivant est une simplification de l'ensemble des informations récupérées précédemment. Il indique pour chaque pathologies les symptômes qui peuvent lui être associés. Un symptôme qui est associé à une pathologie ne signifie pas que l'individu atteint par cette pathologie aura obligatoirement ce dernier, cela signifie simplement qu'il y a une probabilité importante qu'il l'exprime.

	myopie	hymetro	astygma	preshytie	DMLA	RetiniteP	RetinitelD	cataracte	albinisme	nevrite Opt
FlouPrès		X	X	X						X
FaiblePrès			X	X						X
FlouLoin	X				X					X
FaibleLoin					X					X
DeformCentrale					X					X
PerteCentrale							X			X
FaibleCentrale							X			X
PartieCentrale							X			X
PbPerceptionContrastes							X			X
DiminutionContrastes							X			X
PbPerceptionCouleurs							X			
PertePéphérique							X			
PerteVisionSupInf										
PerteVisionLaterale										
Eblouissement							X			X
PerteVision nocture							X			X
PbAdaptCgtLuminosité							X			
TâchesMobiles										
	hemiano	gclm	gclm PAO	gclm PAF	gclm cgnt	aniride	neurop Opt	Ptose PSup	Path macu	
FlouPrès										X
FaiblePrès										X
FlouLoin					X					
FaibleLoin							X			
DeformCentrale										
PerteCentrale			X							
FaibleCentrale										
PartieCentrale										
PbPerceptionContrastes										
DiminutionContrastes										
PbPerceptionCouleurs										
PertePéphérique										
PerteVisionSupInf										
PerteVisionLaterale			X							
Eblouissement										
PerteVision nocture										
PbAdaptCgtLuminosité										
TâchesMobiles										

Abréviations utilisées.

aglcm	Glaucome
aglcm PAO	Glaucome primitif à angle ouvert
aglcm PAF	Glaucome primitif à angle fermé
aglcm cgn	Glaucome congénital
aneuro Opt	Neuropathies optiques
apath	Pathologies
ahémiano	Hémianopsie
astigma	Astigmatisme

3.3.2 Classification des symptômes

La « difficulté de perception des contrastes » et la « diminution des contrastes » sont deux symptômes qui sont très proches et qui portent sur le même concept, celui du contraste. Un certain nombre d'autres éléments peuvent être regroupés selon un ensemble de concepts finis. Dans la majorité des cas, leur sémantique permet de les classer en groupes. Tous les symptômes d'un même groupe vont pouvoir être traités par un mécanisme d'adaptation commun.

Ce schéma représente un classement possible des différents symptômes selon un nombre réduit de concepts fondamentaux.

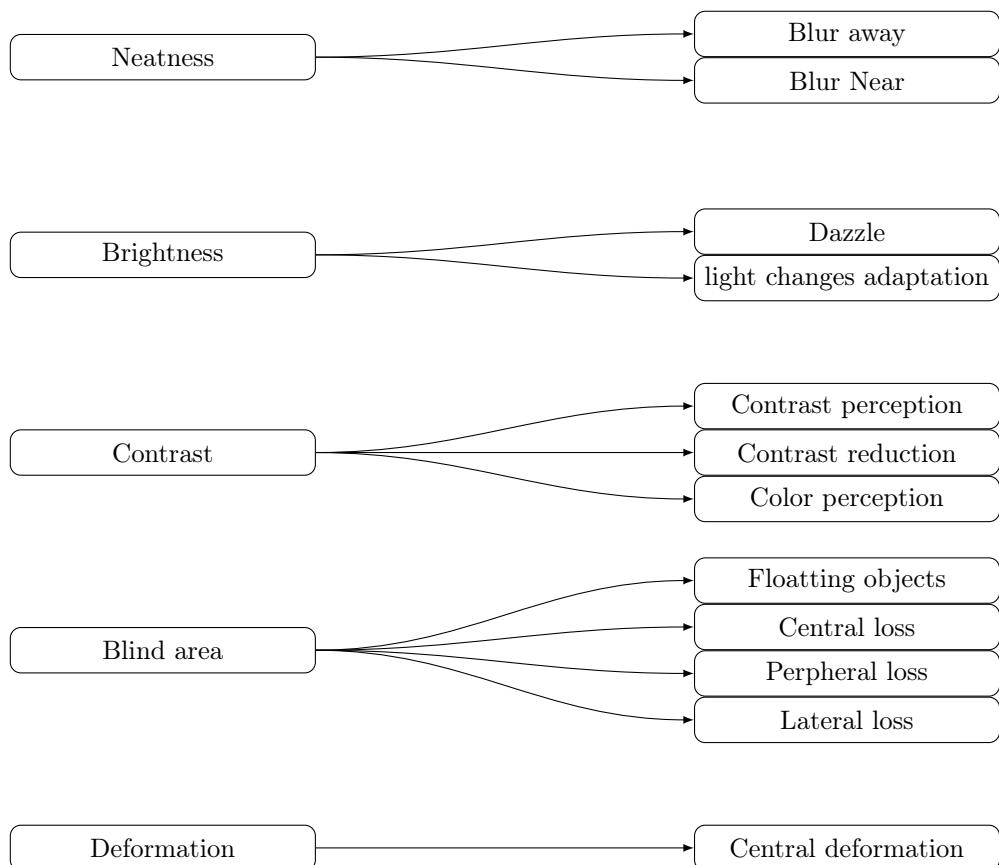


FIGURE 3.9 – Classification des symptômes

3.3.3 Treillis de concepts

Les treillis constituent un type particulier de graphes qui se lisent de haut en bas et de bas en haut. Ils représentent un ensemble de concepts liés par des relations binaires. Dans notre cas des pathologies visuelles, le treillis est réalisé à partir du tableau binaire pathologies/symptômes (cf. section 3.3.1). Les pathologies visuelles sont « héritées » verticalement et les symptômes sont « hérités » toujours verticalement mais dans l'autre sens.

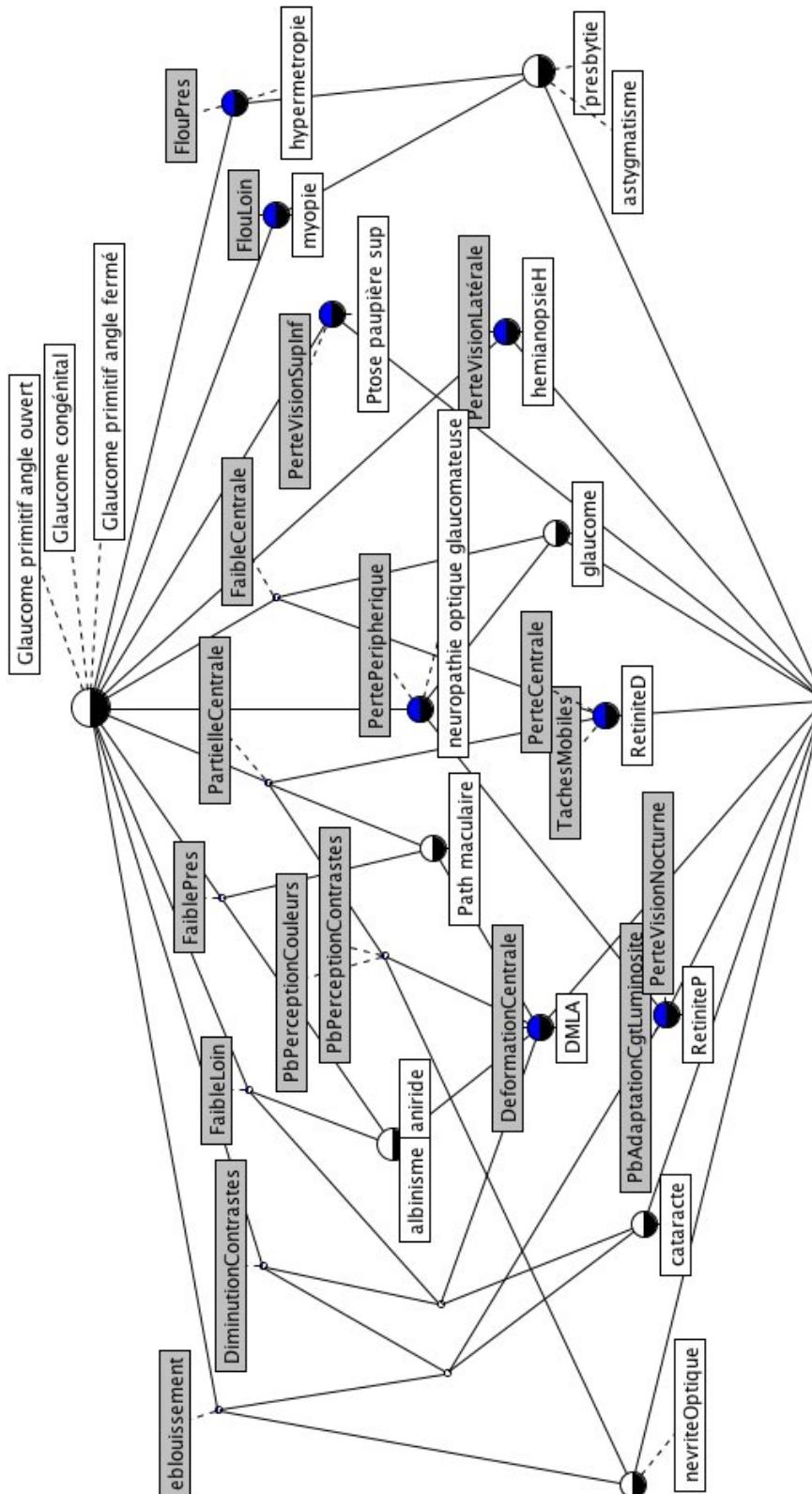


FIGURE 3.10 – Treillis de concept

L'analyse formelle de concepts sur les treillis (de Gallois) permet d'extraire des informations difficilement visibles sur un ensemble non trié de données. Les informations que l'on peut extraire sont par exemple des règles d'ordre général (sur l'ensemble fourni de données).

De ce treillis de concepts construit à partir des données recueillies par l'analyse précédente des pathologies visuelles, il est possible d'en tirer plusieurs règles générales, principalement d'implication.

- On constate que les problèmes de perception des couleurs est lié aux problèmes de perception des contrastes.
- Quand il y a une déformation centrale, il y a aussi un problème de perception des couleurs et donc un problème de perception des contrastes (point précédent).
- La perte de vision nocturne s'accompagne toujours de perte de vision périphérique.

Ainsi cela permettrait, après une description et une analyse plus complète, de prévoir des groupes d'adaptation qu'il est intéressant de proposer ensemble, plutôt que de laisser un utilisateur choisir les adaptations une par une. Étant donné la quantité d'adaptations possibles, si l'utilisateur doit les choisir une à une, alors cela va provoquer un énervement, un rejet ou autre qui va avoir pour conséquence des choix peu précis voire même un abandon.

Chapitre 4

Notions de bases sur les couleurs

La couleur est la perception subjective que possède l'œil pour une ou plusieurs fréquences d'ondes lumineuses, avec une amplitude donnée. La sensation de couleur, pour un être humain, correspond à un mélange pas forcément équitable des trois couleurs primaires rouge, bleue et verte, qui correspondent aux absorptions maximales pour chacun des types de cônes de la rétine. L'intensité totale perçue par ces cellules sensorielles correspond à la notion de luminosité (clair ou sombre), et les intensités relatives perçues restituent la couleur. Si les couleurs vives se démarquent des autres, la limite entre ces couleurs n'est pas précise. Pour l'œil humain, il y a un continuum de couleurs dans un espace à trois dimensions, ce qui rend difficile sa représentation sur une surface comme une feuille ou un écran d'ordinateur.

4.1 La perception

L'œil humain est constitué de plusieurs éléments qui, ensemble, permettent de voir. La partie importante dans la perception des couleurs est la rétine. Elle est constituée d'une multitude de cellules photoréceptrices. Ces cellules ne sont pas toutes identiques, elles sont spécialisées pour un but précis.

Deux catégories de cellules tapissant la rétine existent, les cônes et les bâtonnets. Les bâtonnets sont responsables de la perception lumineuse (intensité), ce sont eux qui nous permettent de voir la nuit. Les cônes eux, sont responsables de la perception des couleurs. Il existe trois types de cônes, chacun d'entre eux permettant la perception d'une couleur.

L'œil humain est capable de distinguer :

- les sources lumineuses, qui peuvent avoir une couleur ou non ;
- les couleurs pigmentaires ou chimiques car elles sont produites par la présence de colorant ou de pigment à l'intérieur de la matière observée. Ces colorants ou pigments absorbent une partie de la lumière blanche arrivant sur l'objet et de ce fait ne permet la réfraction que d'une certaine partie du spectre lumineux. La peinture est un exemple de matière perçue comme étant de couleur grâce à des pigments.
- les couleurs structurelles ou physiques, provoquées par des phénomènes d'interférences liés à la structure microscopique de l'objet qui diffracte la lumière reçue, comme les ailes de papillon, les CDs et DVDs.

4.2 Organisation des couleurs

L'ensemble des couleurs, que ce soit des couleurs primaires ou bien des couleurs obtenues par mélange de ces trois couleurs primaires, peuvent être organisées sous la forme d'un cercle sur lequel les couleurs primaires sont disposées à 120° les unes par rapport aux autres. Ce cercle est appelé cercle chromatique et est utilisé dans beaucoup de domaines comme la peinture, le design, l'infographie etc....

Plusieurs représentations du cercle chromatique existent en fonction des trois couleurs de base qui sont utilisées, mais aussi du fait qu'on souhaite ou non représenter la saturation des couleurs.

Dans ce dernier cas le cercle devient un « disque » le centre étant blanc et se dégradant vers la couleur jusqu'à atteindre la saturation de celle-ci à l'extrémité (circonference du disque).

Concernant le « repère » de base (les trois couleurs utilisées pour les mélanges), deux groupes sont très souvent utilisés. Le premier est RVB (Rouge, Vert et Bleu) et le second est CMJ (Cyan, Magenta et Jaune). Dans la vie courante, on a l'habitude de parler et d'utiliser comme couleurs primaires, le rouge le vert et le bleu. Cependant un exemple simple existe puisque dans les imprimantes photos, on trouve fréquemment du cyan du magenta et du jaune. Ceci est également vérifié dans nombreux processus de photocomposition.

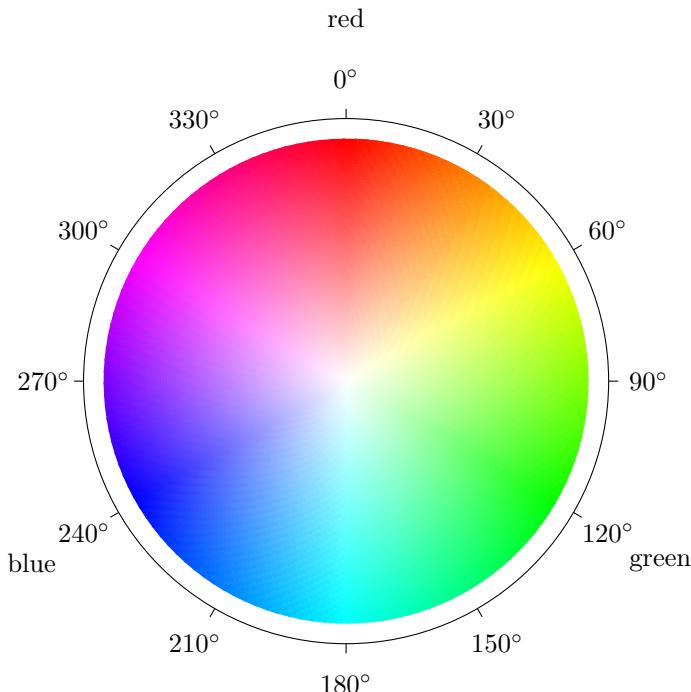


FIGURE 4.1 – Cercle chromatique

4.3 Quelques définitions

Couleurs complémentaires

Deux couleurs sont complémentaires l'une de l'autre si leur mélange donne lieu à une absence de chromaticité (blanc, gris, noir). Autrement dit, la résultante de ce mélange est une couleur neutre. La couleur complémentaire se détermine facilement sur le cercle chromatique décrit ci-dessus, il s'agit pour une couleur donnée de la couleur diamétriquement opposée. De cette manière le jaune sera le complémentaire du bleu de même que le cyan et le rouge seront complémentaires.

Les couleurs pures

Une couleur pure est une couleur qui n'a subi aucun ajout de noir ou de blanc. Plus formellement, c'est une couleur qui à la plus grande saturation parmi les couleurs d'une même teinte.

Dans le cas du cercle chromatique décrit précédemment qui représente le niveau de saturation des couleurs, les couleurs pures se trouvent par conséquent à la périphérie (circonference) de ce dernier. La circonference du cercle représente par conséquent l'ensemble des couleurs pures possibles.

Le contraste

Le contraste entre deux couleurs permet de déterminer la distance qui les sépare. Il s'agit d'une grandeur numérique correspondant à la distance qui existe sur chaque composante primaire des couleurs. Elle est données par la formule suivante :

$$Diff = |rA - rB| + |gA - gB| + |bA - bB|$$

With :

A and *B* two colors

r, *g* and *b* three color components red, green and blue

La brillance

Il s'agit d'une valeur numérique permettant de qualifier l'intensité lumineuse d'une couleur primaire ou non. Pour calculer cette valeur on utilise les valeurs de chaque composante de cette couleur auxquelles un coefficient est affecté. Ce coefficient provient du fait que les couleurs primaires ne sont pas ressenties de la même façon, le vert est plus lumineux que le rouge qui lui même est plus lumineux que le bleu.

Selon les sources plusieurs coefficients sont donnés. Le W3C (World Wide Web Consortium) fournit un coefficient pour chaque composante et une formule pour déterminer la brillance d'une couleur en particulier.

$$Brigtness = \frac{(r \times 299) + (g \times 587) + (b \times 114)}{1000}$$

With :

r, *g* and *b* three color components red, green and blue.

Chapitre 5

Étude de faisabilité

5.1 Lignes de produits logiciels

5.1.1 Introduction et définition générale

Une ligne de produit logiciel peut être considérée comme un ensemble d'outils (composants logiciels, bibliothèques, méthodes, fonctions...) ainsi qu'une structure et des règles, qui vont permettre de concevoir une application répondant aux besoins d'un marché spécifique.

Que ce soit pour des logiciels applicatifs, des applications Web ou même des composants logiciels, les lignes de produits servent à définir leur architecture générale, et à spécifier les ressources communes.

Dans le cadre de la programmation orientée objet, une ligne de produit logiciel sera typiquement une collection de classes donnant une première architecture de l'application. La programmation d'une application à partir de cette ligne de produit se fera par le biais de l'héritage qui va permettre par spécialisation des classes existantes d'adapter celle-ci pour qu'elle puisse répondre aux besoins finaux.

La notion de lignes de produits est assez récente. Leur apparition a permis de réaliser un gain non négligeable en terme de productivité et de qualité de logiciel [11].

Une des principales raisons de l'intérêt des développeurs et des entreprises pour les lignes de produits, concerne le gain considérable de temps, de productivité dû à la réutilisation. On ne développe plus depuis le début une application si elle entre dans un contexte proche d'une application que l'on a précédemment développée. Il est possible de reprendre ce qui a été réalisé pour l'application précédente et de l'intégrer dans la nouvelle.

Un exemple avec les mini-jeux d'arcades en 2D. Dans cette catégorie, les différents jeux présentent un certain nombre de similitudes tant au niveau de la jouabilité (gameplay) et du rendu à l'écran qu'au niveau programmation. Il est donc possible de leur trouver un certain nombre de points communs. L'ensemble de ces jeux vont devoir par exemple :

- Déplacer des objets
- Détecter des collisions
- Charger des images et/ou des sons
- Afficher un plateau de jeu
- Capturer les commandes de l'utilisateur
- etc...

Certains de ces points ne seront pas visibles par l'utilisateur comme le chargement de fichier (son ou image). Ce sont des opérations internes à l'application. D'autres sont en lien direct avec l'utilisateur, tout ce qui touche à l'affichage à l'écran d'éléments, de retour audio etc.

Tous ces points communs peuvent être regroupés et agencés afin de définir un cadre de travail clair, une ligne de produits, qui contiendra des composants, classes ou fonctions de chargement d'images ou de son définissant en quelque sorte les outils de base.

5.1.2 Perspective pour l'accessibilité

Dans un souci d'unification et d'universalisation de l'accessibilité dans les logiciels et services, les lignes de produits seraient un moyen de formaliser le processus de fabrication. C'est-à-dire qu'il pourrait être intéressant de définir un ensemble d'outils ainsi que de méthodes permettant d'intégrer l'accessibilité directement dans le processus de conception et de développement des applications afin d'avoir en sortie une application respectant toutes les conditions. Le but étant d'éviter la révision d'application pour les rendre accessibles une fois le développement terminé,

Cette vision va d'une certaine manière à l'encontre de ce qui se fait aujourd'hui et de ce vers quoi on se dirige. Puisque ce sont les applications externes de compensation qui s'efforcent de suivre l'évolution des applications et systèmes d'exploitation pour rendre les logiciels accessibles.

Cependant une des techniques des lignes de produit (les diagrammes de features) sera utilisée plus loin dans le processus d'adaptation des pages Web.

5.2 Ajout d'un plugin d'assistance à l'IDE Eclipse

Une des causes importante du manque d'accessibilité dans le cas d'applications classiques (les applications qui ne sont pas spécifiques à un domaine très précis), est le manque de rigueur et d'information au moment du développement. C'est-à-dire que toutes les informations relatives aux éléments graphiques, qui sont nécessaires à la compréhension de ces derniers, ne sont pas forcément renseignées. On est souvent confronté à plusieurs façons de réaliser une opération lorsque l'on développe, mais peut-être qu'une des deux est préférable vis-à-vis de l'accessibilité et ce n'est pas obligatoirement celle que l'on choisit puisque l'on n'a pas d'information sur les conséquences que cela peut avoir.

Le but principal est de fournir aux développeurs une assistance continue tout au long du développement de leur applications. Intégrer l'accessibilité au moment du développement de l'application et un gain de temps considérable par rapport aux temps qu'il faut y passer pour réaliser les modifications à apporter après coup sur un projet déjà abouti.

L'environnement de développement Eclipse servirait de support à la réalisation d'un prototype d'assistance au développement, pour permettre la conception et la réalisation d'autre plugins sous d'autre environnements de développement.

5.3 Simplification d'images et ré-ingénierie de pages Web

Indépendamment du fait que les sites Web respectent les règles et recommandations d'accessibilité, les images restent tout de même une part importante du contenu d'un site. Elles sont décrites dans la balise « alt » et donc accessibles au lecteurs d'écran. Il peut être intéressant de permettre aux personnes ayant une déficience visuelle suffisamment peu importante (qui leur permet encore de naviguer visuellement) d'accéder aux images et de les « décoder ».

5.3.1 La surcharge d'informations dans les images

Les images qui apparaissent sur les site pour illustrer un texte, pour montrer un objet ou tout simplement une photo sont parfois très chargées en éléments d'information. Cependant un certain nombre de ces éléments ne sont pas utiles à la perception et à la compréhension générale de l'image. Au contraire, ces éléments peuvent jouer le rôle inverse et perturber (brouiller) l'image. Il est donc possible d'enlever ces éléments des images.

La surcharge d'information peut également se présenter sous la forme d'un trop grand nombre de couleurs présentes. Si une image possède plusieurs centaines de couleurs distinctes associées chacune à des objets de petite taille regroupés, il sera très difficile de comprendre l'image sans s'y perdre dedans.

5.3.2 Ambiguités et dissimulation dans les images

L'utilisation de couleurs relativement proches entre les éléments d'une même image va donner lieu à des dissimulations. Un objet pourra être fondu dans le décor ou bien être en partie caché par d'autre objets ce qui, par unification de cet objet avec ceux qui le masquent en partie, pourrait générer une ambiguïté et faire percevoir autre chose.

5.3.3 Hypothèses

La simplification d'images pourrait permettre aux personnes ayant une déficience visuelle et donc un perception réduite et particulière des couleurs, des formes ou de la luminosité, d'accéder à l'information visuelle et l'aider en la dirigeant vers ce qui est le plus important.

Cette approche rejoint d'une certaine manière le domaine de l'indexation d'images qui cherche également à simplifier les images pour en extraire l'essentiel et ainsi les classer.

Il serait peut-être possible d'étendre et/ou de compléter cette méthode par une simplification complète des pages d'un site Web.

Un nombre assez important de sites Web ne respectent pas les standard d'accessibilité et/ou proposent parfois des styles visuels mal appropriés. Il arrive de trouver des sites où le texte du corps de la page est en vert sur un fond de couleur rose, ou encore des textes blancs sur fond jaune ou inversement. Ce genre de configuration de couleurs ne convient pas du tout à la plupart des personnes déficientes visuelles. De plus les technologies d'assistance comme les magnifier d'écran ne sont pas vraiment capables d'améliorer le rendu puisqu'il sera par exemple possible d'inverser les couleurs mais le taux de contraste restera identique.

Il pourrait donc être intéressant d'effectuer une altération du code source de la page afin de « corriger » ces défauts. Il faudrait, en conséquence, prendre en compte la manière dont la personne perçoit les couleurs, les formes et la lumière pour adapter le code en conséquence.

Chapitre 6

Conception d'une application de ré-ingénierie de page Web

Il s'agit de mettre au point une application locale permettant de réaliser des traitement sur des flux HTML/CSS. C'est à dire d'avoir un certain nombre de fonctions de manipulation de flux HTML et CSS, qui, à partir d'un flux initial, effectuent des modifications au sein de la feuille de style du site en fonction des préférences de l'utilisateur.

6.1 Définition d'une architecture générale

Une solution serait de scinder en deux parties distinctes « l'application », en séparant le traitement des données de la liaison avec d'autres applications.

Dans le but de permettre une intégration à des technologies d'assistance existantes, mais aussi d'assurer une cohérence entre les différentes applications affichant des pages et contenus Web, la première partie isolera complètement la configuration de l'utilisateur (ses préférences) ainsi que le traitement des pages et contenus.

La seconde partie qui sera nommée par la suite « connecteurs », consiste en une série de « mini-applications » permettant de faire le lien entre la première partie et l'ensemble des applications affichant des pages Web. Cette partie devra donc assurer une communication avec l'autre afin de lui transmettre les flux HTML et CSS à modifier si nécessaire et les récupérer une fois traités pour les afficher.

6.2 Les connecteurs

Les connecteurs permettant une liaison entre les différentes applications qui ont besoin d'afficher du contenu Web peuvent se décliner sous diverses formes. Soit par la conception de plugins/extensions qui permettent d'intégrer directement dans une application que l'on souhaite adapter, soit par le biais d'un serveur dit « proxy » qui permet de modifier les différents flux en amont, avant qu'il n'arrivent sur l'ordinateur.

D'autres types de connecteurs peuvent être développés, il suffit simplement qu'ils puissent communiquer avec l'application que l'on souhaite adapter et qu'ils respectent le protocole de communication imposé par l'application centrale de traitement. Dans ce travail de recherche, seul les deux premières solutions évoquées seront présentées et explicitées.

6.2.1 Les plugins et extensions

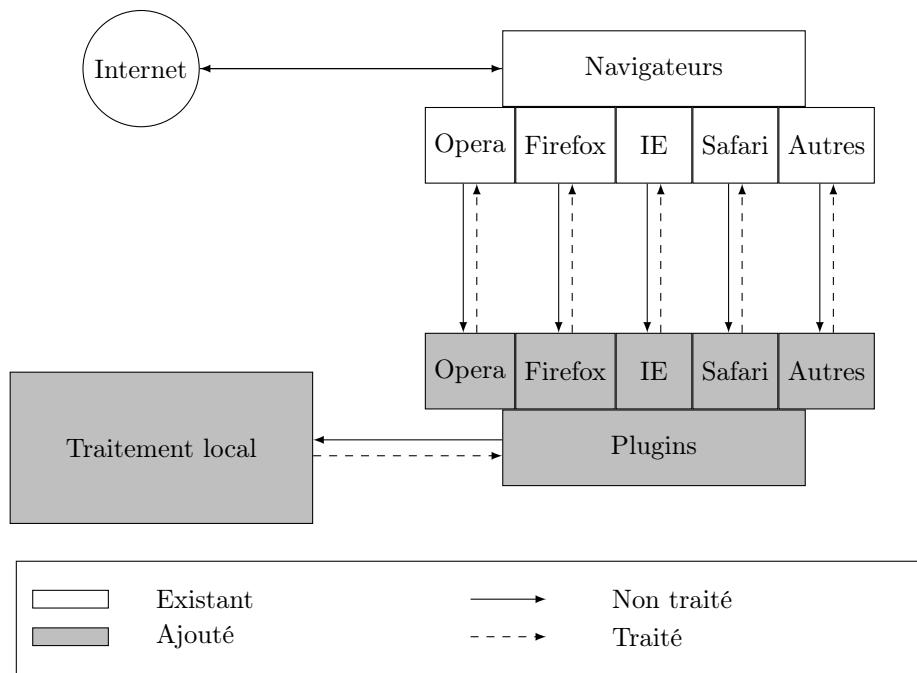


FIGURE 6.1 – Des plugins/Extensions comme connecteurs

Un très grande majorité de navigateurs assurent un support de plugin ou extension leur permettant d'ajouter des fonctionnalités au niveau des boutons, des menus, de la gestion des favoris et préférences mais aussi au niveau du contenu des pages. Cette solution permettrait d'adapter facilement tout les navigateurs puisqu'il s'agirait de faire un connecteur par navigateur. Cette opération est basique puisque qu'aucun traitement n'existe dans le connecteur même et qu'il ne fait que transférer un flux et le ré-injecter après réception.

Ce type de connecteur offrirait l'avantage de pouvoir être activé et désactivé à souhait par l'utilisateur même pendant la navigation.

6.2.2 Le proxy

Cette solution pour la conception de connecteur vise à garantir le traitement des flux HTML et CSS pour l'ensemble des applications et non pas seulement les navigateurs Web. L'IDE bien connu « Eclipse » affiche lors de sa première ouverture un onglet de bienvenue avec un contenu HTML. Cette application n'étant pas un navigateur elle ne pourrait pas être affectée par les modifications (sauf si un plugin pour celle-ci est développé), mais certaines autres applications qui insèrent également du contenu Web dans un onglet ne supportent pas l'ajout de plugin.

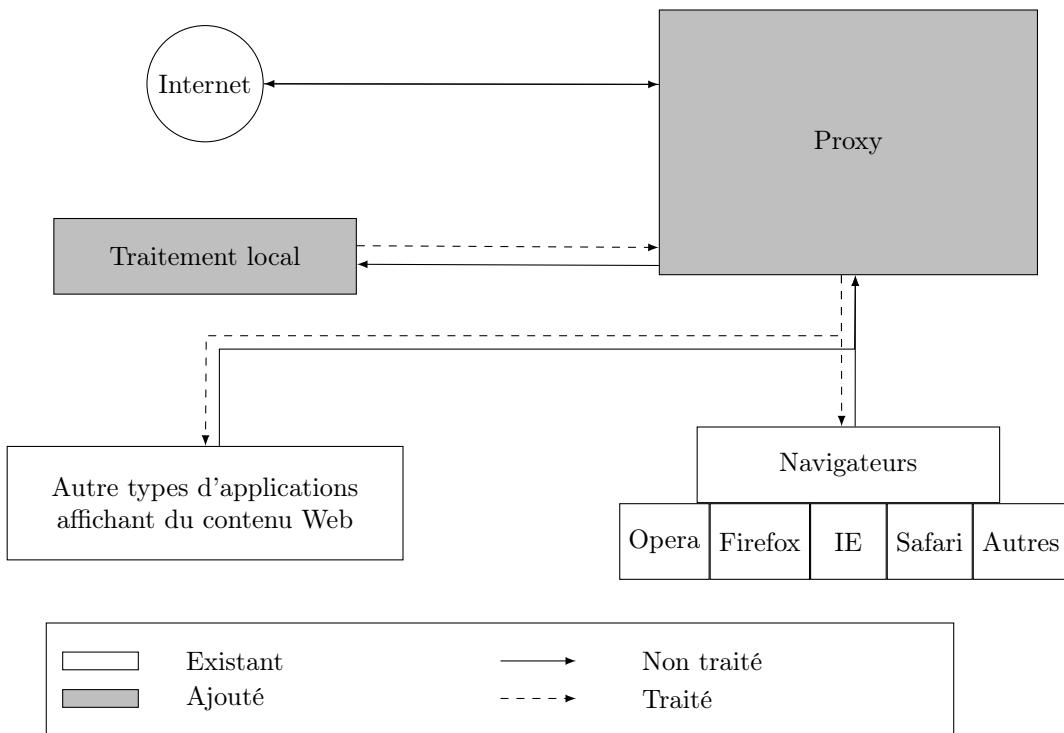


FIGURE 6.2 – Un proxy comme type de connecteur

Le proxy s'intercale entre les applications et la « connexion Internet ». De ce fait il voit passer toutes les requêtes entrantes et sortantes. Il lui suffit donc de laisser passer tous les paquets qui ne correspondent pas à des requêtes HTTP. Les paquets de requêtes HTTP pourront être redirigés vers l'application de traitement et être renvoyés, une fois les transformations faites, vers les applications.

6.3 L'application principale

L'application « principale » représente la partie effectuant le traitement au sens propre de la page Web par le biais de modifications apportées sur le flux de données. Elle est en charge de la réception des données en provenance des divers connecteurs indépendamment de leur type (plugins/extension pour navigateurs, proxy, ...) (cf. section 6.2) et de les traiter en fonction de préférences utilisateur pour finalement les retransmettre vers le connecteur qui se chargera de répercuter ces données modifiées.

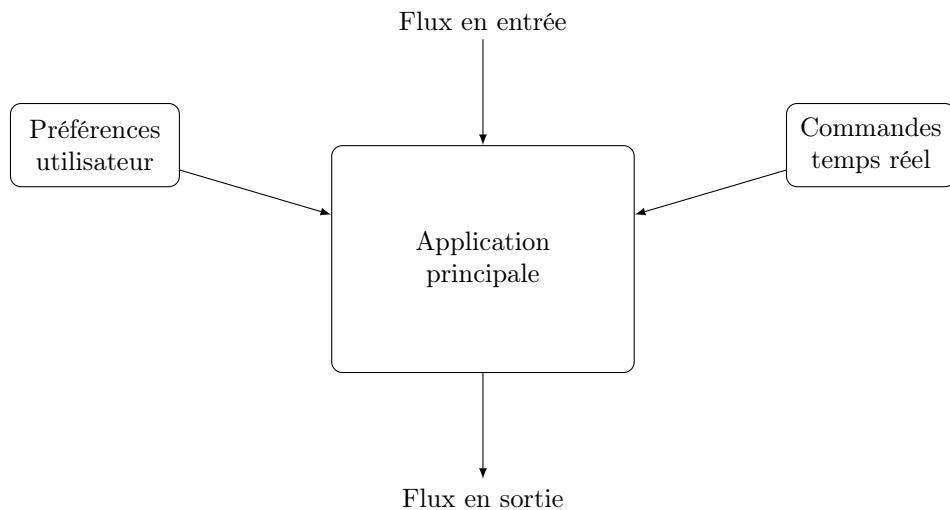


FIGURE 6.3 – Fonctionnement général de l'application principale

Les commandes temps réel correspondent à des demandes de l'utilisateur au cours de l'exécution, par exemple avec des raccourcis clavier, permettant d'influencer le traitement des flux. Ces commandes pourront par exemple être : activer/désactiver le traitement, modifier un filtre, etc...

Par cette architecture, toutes les applications dont l'utilisateur peut se servir seront traitées au niveau de leur flux de données HTML et CSS. Le traitement sera donc identique puisque qu'il sera toujours effectué par une application indépendante locale.

6.4 Plateforme de test

Il est important de disposer d'une plateforme permettant de visualiser le rendu final afin d'évaluer la qualité du traitement apporté auprès de personnes en situation de handicap par le biais de tests utilisateurs. La mise en place d'une plateforme permettant de réaliser ces fonctionnalités de traitement est assez complexe mais ne relève que de l'implémentation (méthodes, procédures, utilisation d'APIs) et non d'un travail de recherche.

Dans cette mesure, un plugin permettant de simplifier la mise en œuvre sera utilisé. Il s'agit du plugin GreaseMonkey. Celui-ci sera donc utilisé pour appliquer le traitement sur des pages web dans un navigateur.

6.4.1 Le plugin GreaseMonkey

Ce plugin à l'avantage d'être multi-navigateurs c'est à dire qu'il possède plusieurs implémentations qui lui permettent d'être reconnu et de fonctionner sur un très grand nombre de navigateurs. Il fonctionne sur le principe de l'injection de script. Pour une page Web donnée, il insère à la fin de celle-ci une fois qu'elle est chargée, un script JavaScript afin qu'il s'exécute.

L'ajout après le chargement complet de la page permet au script d'avoir accès au DOM complet de la page sans avoir d'erreur pour cause d'élément inexistant. L'inconvénient majeur de cette solution est le décalage entre l'affichage de la page et l'application du traitement. En effet les navigateurs actuels affichent la page Web au fur et à mesure de son chargement, le script de traitement n'étant ajouté qu'à la fin du chargement, les modifications sont apportées brutalement sur une page déjà affichée.

Les scripts utilisés par GreaseMonkey sont appelés scripts utilisateurs et doivent porter comme extension « .user.js » ce qui permet à GreaseMonkey de savoir qu'il s'agit d'un script lui étant destiné lors du chargement de celui-ci. L'ajout du script se fait tout simplement en ouvrant le fichier « .user.js » dans le navigateur, il est immédiatement reconnu et mis en place par GM (GreaseMonkey).

Par son fonctionnement, ce plugin évite la création d'un(e) extension/plugin complète pour le navigateur puisqu'un simple script suffit pour effectuer des tests.

Il est possible par la suite, grâce à des outils externes de transformer un script pour GreaseMonkey en une extension ou un plugin pour un navigateur donné. Cette technique pourrait donc être utilisée pour augmenter la vitesse de développement des différents connecteurs pour navigateurs.

6.5 Modèles et processus d'adaptation

Cette section a principalement un but de documentation. Étant donné la complexité dans les règles d'inclusion des éléments de page Web, les modélisations de celles-ci sont multiples et dépendent de ce qu'on veut mettre en avant. De la même manière, le stockage de l'architecture d'une page particulière, dépend du navigateur.

Des choix ont donc été effectués afin de simplifier les modélisations tout en étant pas trop éloigné de la réalité. Les modèles utilisés ont par conséquent un rôle de documentation. Une solution telle que

la bibliothèque JavaScript « JQuery » permet d'effectuer des requêtes sur n'importe quel élément d'une page afin d'obtenir ses styles. Cet outil permet donc de passer outre certaines phases de transformation de modèles.

6.5.1 Modèle UML général de pages Web

Les pages Web sont décrites à l'aide du langage HTML et de langages dérivés comme le XHTML (HTML permettant un passage déterministe à la norme XML). Au fil de l'évolution de ces langages, de nouvelles possibilités s'offrent aux webmestres comme l'ajout récent d'une balise « <video> » (HTML5) permettant l'insertion d'une vidéo directement sur la page sans avoir à inclure de lecteurs multimédia au préalable. Les balises ont pour but de donner une sémantique au contenu. Elles sont également utilisées pour mettre en forme celui-ci et lui donner un style visuel (apparence). Ces langages possèdent un très grand nombre de balises et de règles d'inclusions, dans ce sujet, seules les balises ayant un grand impact sur l'apparence d'un site sont mises en avant ainsi que leurs relations entre elles.

Quelques éléments basiques et très répandus sur les sites Web :

- Bloc : (la balise <div>) Elle constitue un bloc sur la page qui peut contenir divers éléments comme des images, du texte et notamment d'autres blocs.
- Tableau : (la balise <table>) Les tableaux sont largement utilisés dans les pages Web et souvent même à tort. Ils peuvent contenir par exemple du texte, des images, et même des blocs ou encore des tableaux.
- Image : (la balise) Elle représente une part importante de l'apparence d'une page. Les images sont même parfois essentielles à la compréhension d'un article ou commentaire.
- Title : (Les balises <h1><h2>..<h6>) La hiérarchie des titres de la page est mise en forme par le biais de cette ensemble de balises.

Certaines de ces éléments peuvent contenir d'autres éléments qui pourront à leur tour en contenir de nouveaux, et cela récursivement jusqu'à atteindre un élément dit « vide » ou du texte.

Le langage de modélisation UML permet par le biais des diagrammes de classes de formaliser les différents éléments avec leurs contraintes d'inclusions. Cette représentation contient une grande partie des éléments ayant un impact conséquent sur l'apparence d'une page. Tout les éléments ne sont néanmoins pas explicités puisqu'ils ne sont pas nécessaires à la compréhension de la méthodologie globale d'adaptation et qu'ils n'auraient pour seule conséquence que la surcharge du diagramme.

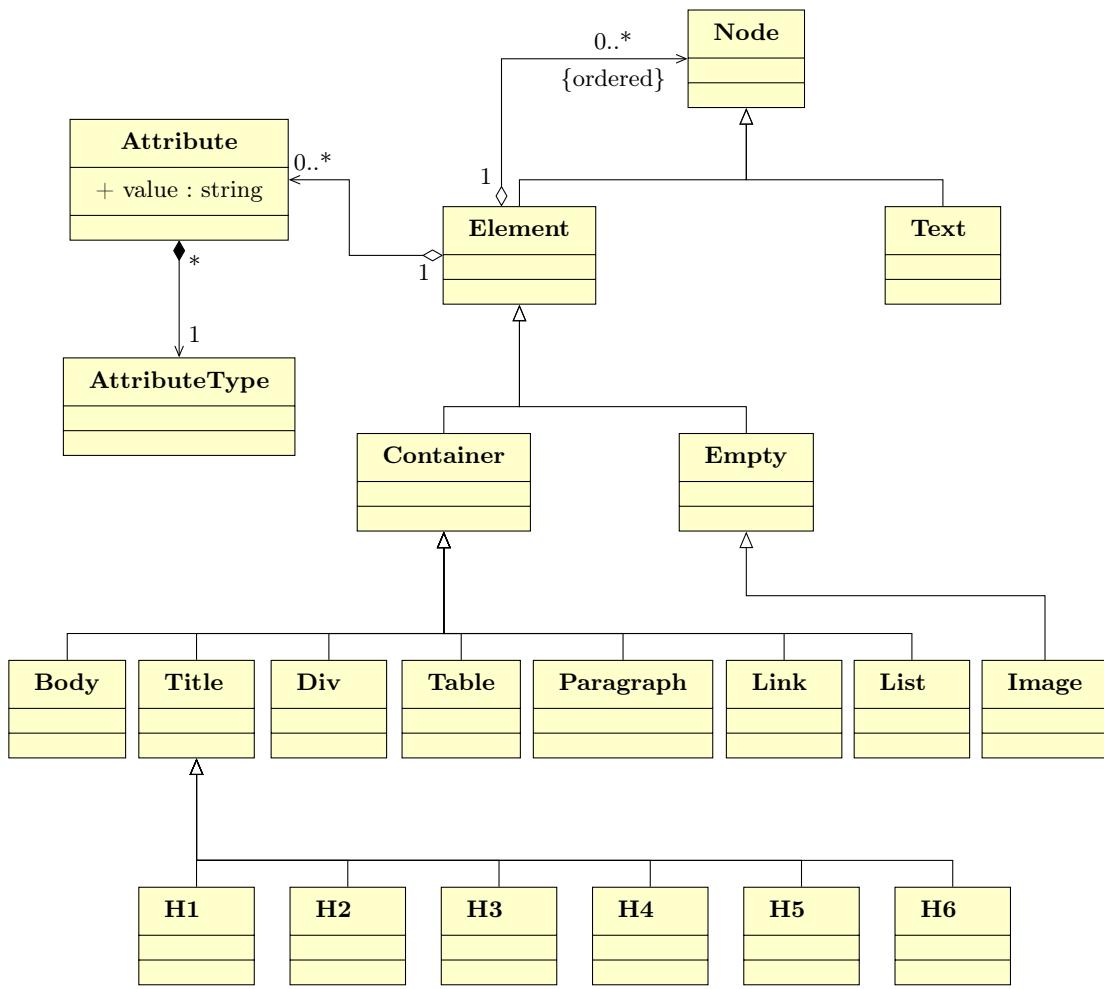


FIGURE 6.4 – Modèle général de page Web

Les éléments dits de type conteneur représentent la majorité des éléments disponibles. Ils mettent en place la hiérarchie d'une page en constituant un noeud interne de l'arbre DOM. Les éléments terminaux sont des feuilles de l'arbre de la page. Ils peuvent eux aussi agir sur l'apparence.

6.5.2 Caractéristiques visuelles associées

Chacun des éléments cités dans la section précédente possède des propriétés visuelles qui peuvent lui être exclusives ou non. De cette manière un tableau ou un bloc pourra posséder un fond coloré (arrière plan) tout comme le texte pourra avoir sa propre couleur. La famille de police est une propriété propre à un objet textuel. C'est sur ces diverses caractéristiques qu'il va être possible de jouer afin d'adapter des contenus.

Ces caractéristiques peuvent être représentées sous la forme d'un arbre dont les feuilles vont être des caractéristiques basiques d'un élément (couleur, taille, disposition, ...). De cette manière plusieurs éléments pourront avoir la caractéristique de taille de police, mais celles-ci seront indépendantes l'une de l'autre et pourront donc avec des valeurs différentes.

Les “diagrammes de features” sont une représentation formelle qui permet de décrire des caractéristiques hiérarchiques. Quelques opérateurs logiques (et, ou), l’obligation ou non sur une caractéristique permettent d’étendre l’expressivité. Il est également possible de définir des contraintes à base de connecteurs logiques entre des caractéristiques [10].

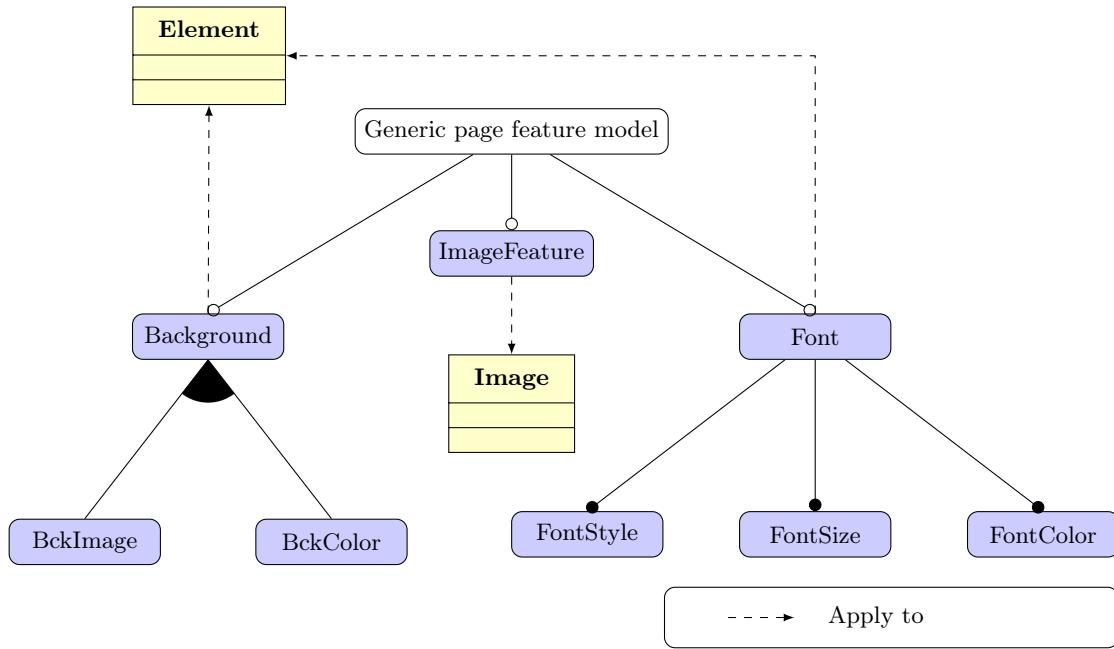


FIGURE 6.5 – Modèle général de caractéristiques visuelles

6.5.3 Application sur une page Web test

Il est important et nécessaire de disposer d'une page Web simple qui va servir d'exemple et de support pour les différentes opérations qui vont être réalisées lors du processus d'adaptation.

Voici le code source HTML d'une page très simple avec peu d'éléments. On y distingue deux titres, le premier étant seul tout en haut de la page et représente le titre principal de celle-ci, le second se trouve dans un bloc il représente le titre du paragraphe qui le suit. Le titre contenu dans le bloc est d'un niveau inférieur à celui du haut de page, ce qui, constitue la hiérarchie des titres de la page. L'ensembles des balises comme les entêtes ont étaient supprimées dans le code puisqu'elles n'ont pas lieu d'être ici. Ce code constitue la page de test qui sera un support tout au long de ce chapitre.

```

...
<body>
  <h1 style="color:blue">Titre de la page</h1>
  <div style="color:red">
    <h2>Titre de contenu</h2>
    <p>Paragraphe</p>
  </div>
</body>
...
  
```

FIGURE 6.6 – Source HTML de la page de test

Si de manière générale il n'est pas possible de représenter la hiérarchie d'inclusion de l'ensemble des pages par un arbre (cf. section 6.5.1), lorsque l'on dispose d'une page en particulier, celle-ci peut être représentée par un et un seul arbre DOM (hiérarchie parent-enfants). La modélisation de cette page test se fait pas instantiation du diagramme de classe UML décrivant de manière générale les pages Web.

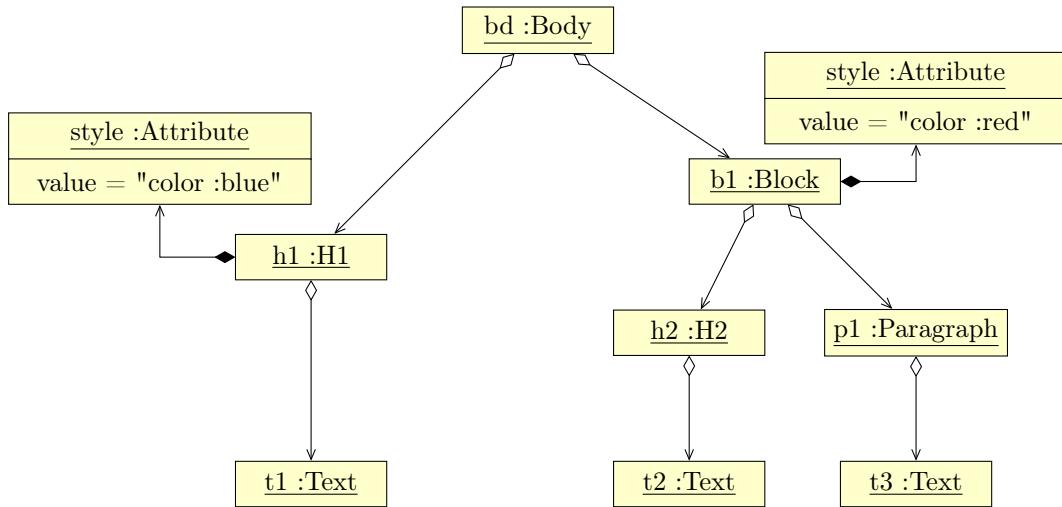


FIGURE 6.7 – Diagramme d'instance de la page test

Les éléments HTML auxquels des attributs de style on étaient affectés, sont ici, dans ce diagramme d'instance, liés à des instances de la classe `attribut`. Le nom de l'instance représente le nom de l'attribut et la valeur de ce dernier est stockée en tant qu'attribut d'instance.

Une fois l'arbre spécifique à la page test généré il est possible d'utiliser le modèle général de caractéristiques visuelles et de l'appliquer sur cette page test.

Les nœuds de l'arbre décrivant la page vont se voir un à un affectés de toutes les caractéristiques présentes dans le « modèle général de caractéristiques visuelles » qui peuvent lui être associées. On obtient alors un nouvel arbre de caractéristiques qui est spécifique à la page test et dont les caractéristiques sont dupliquées pour être associées à chaque élément pouvant en être affecté.

L'arbre qui est obtenu après cette manipulation est un arbre de feature (diagramme de feature). Plus concrètement, si on prend l'exemple d'une voiture, une caractéristique du volant (revêtement cuir) fait du volant une caractéristique de la voiture elle-même. De cette manière une caractéristique de taille ou de couleur sur un titre fera de ce titre particulier une caractéristique de la page Web.

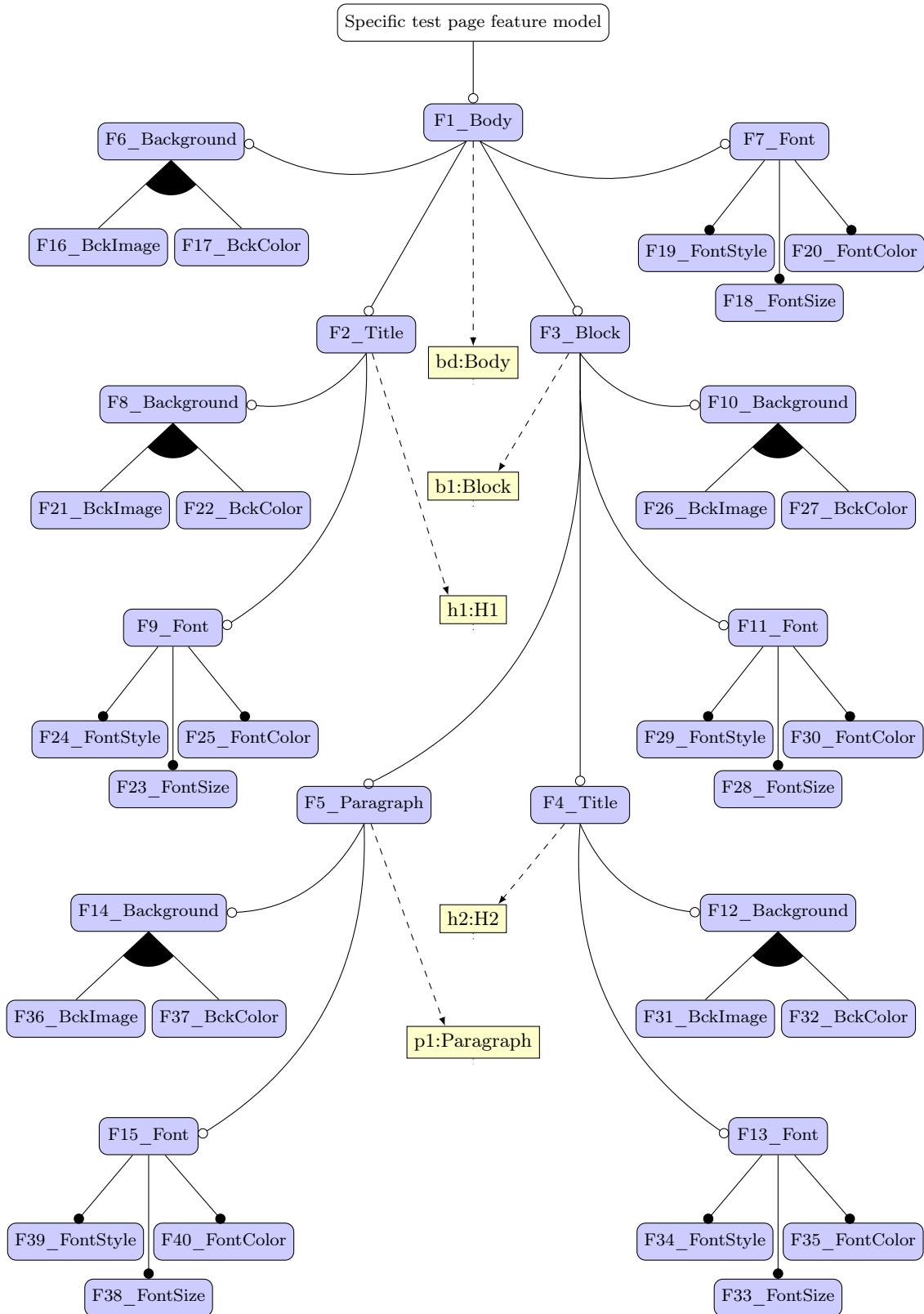


FIGURE 6.8 – Modèle spécifique de la page test

Cet arbre donne l'ensemble des possibilités de configuration pour la page test. Cependant, étant donné que l'on dispose d'une page test effective, cela signifie que les choix ont déjà été faits par le développeur. Ce modèle va donc, par analyse du code source de la page test et de ses feuilles de style, être instancié afin de donner une configuration de la page en question. Les styles non spécifiés spécifiquement prennent des valeurs par défaut définies dans la norme HTML [22].

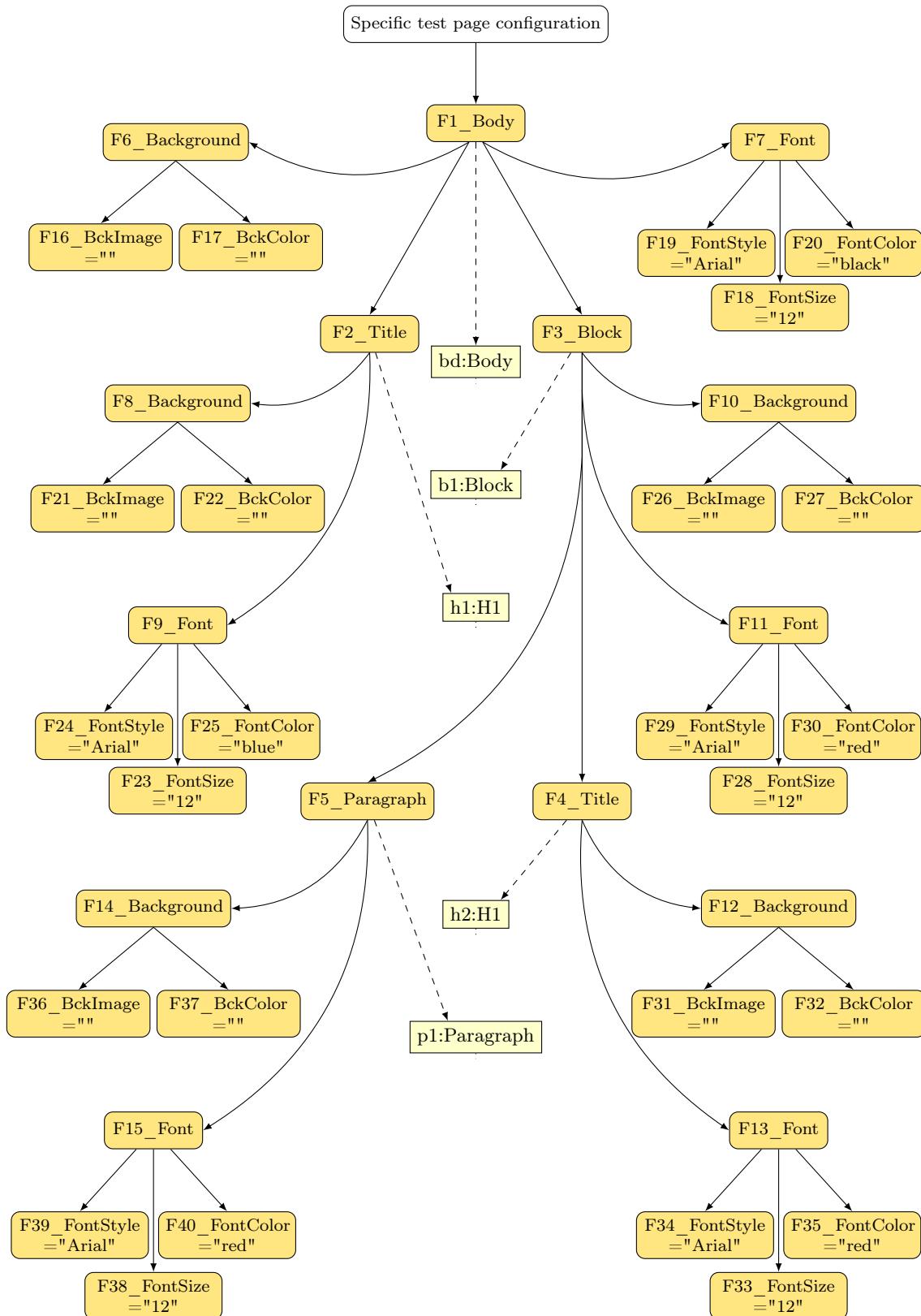


FIGURE 6.9 – Modèle de configuration de la page modèle

Dans ce schéma, toutes les caractéristiques visuelles présentes dans le diagramme précédent sont affectées d'une valeur. Cette valeur peut provenir de plusieurs sources. Soit le développeur a fixé cette valeur pour un élément en particulier, soit celui-ci ne l'a pas défini et provient d'un comportement par défaut de propagation des valeurs.

On constate que les éléments n'ayant pas de valeur associée n'ont pas disparu et qu'il sont donc présents avec comme valeur une chaîne de caractères vide. Ceci correspond à un choix fait par plusieurs navigateurs lors de la récupération de valeurs d'attributs par le biais du langage JavaScript et/ou de bibliothèques de plus haut niveau.

L'étape suivante reprend l'ensemble des transformations réalisées dans cette section sous forme d'un schéma, en y ajouté les étapes suivantes jusqu'à arriver à modification finale. Le but étant de donner une vision concrète sur le processus de transformations complet.

6.5.4 Procédure d'adaptation

L'adaptation de l'apparence d'une page passe par une partie importante d'analyse de la page existante et de transformation des informations disponibles pour les rendre exploitables.

La partie précédente (section 6.5.3) suit le processus d'adaptation par la transformation et l'enchaînement des modèles, jusqu'à arriver à une configuration de page Web. C'est sur cette configuration que les adaptations vont pouvoir être réalisées. Des transformations de la configuration par le biais de règles et tenant compte des préférences utilisateurs sont réalisées pour obtenir au final une adaptation de la configuration. Celle-ci qui en sortie de ce processus de transformation sera affichée à l'utilisateur.

Ce processus d'adaptation comporte beaucoup d'étapes. Certaines d'entre elles, comme l'acquisition des informations de la page à adapter, les préférences de l'utilisateur, les données internes de transformation des modèles, peuvent être parallélisées. Ces étapes sont liées dans la figure 6.10 directement à l'état initial. Néanmoins ce processus reste globalement linéaire.

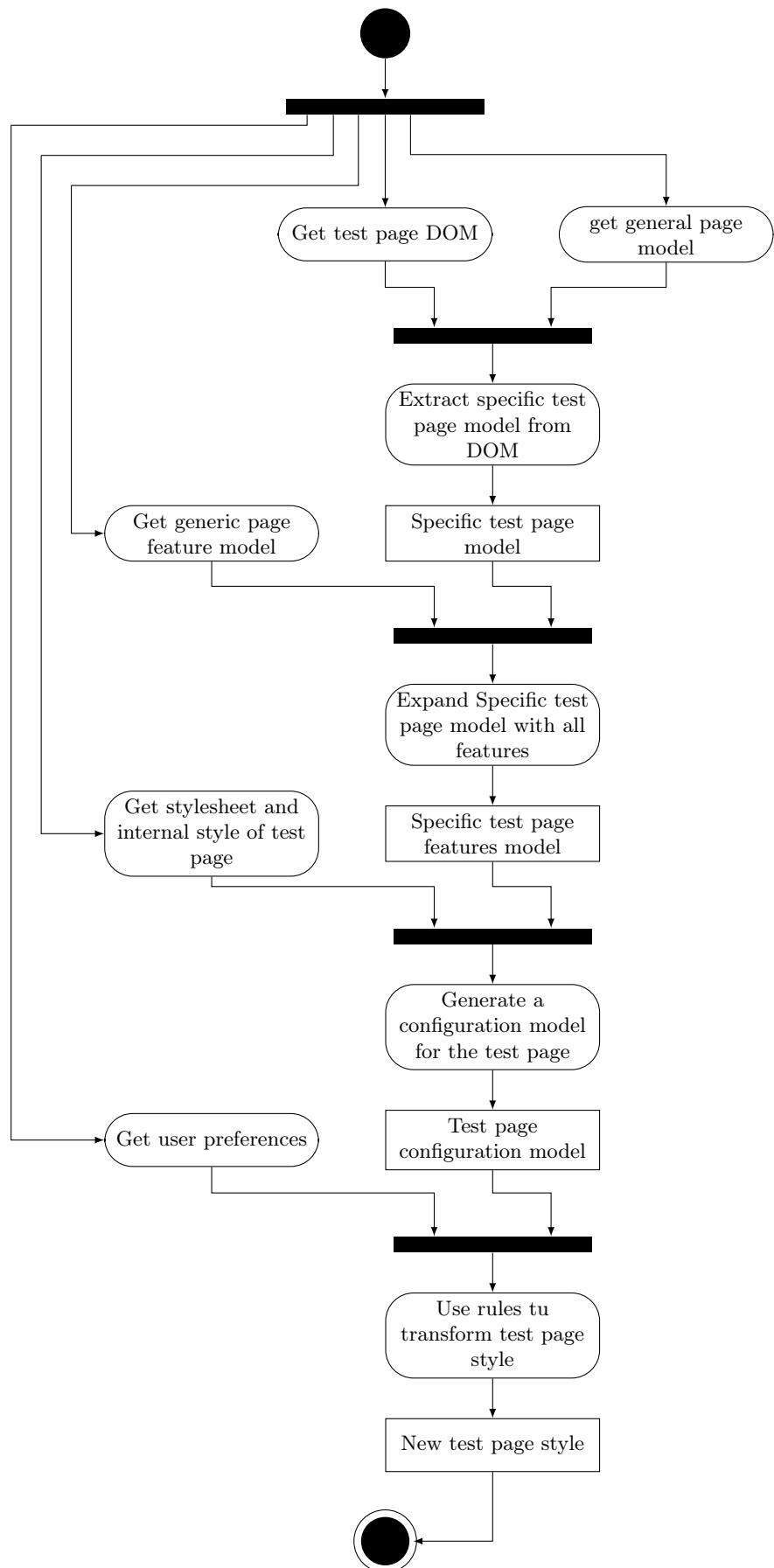


FIGURE 6.10 – Description du processus d'adaptation

6.5.5 Les besoins d'adaptations

Un cas concret

Voici trois réponses de personnes déficientes visuelle prises au hasard, à qui la question suivante a été posée : Quand vous naviguez sur internet et que vous arrivez sur un site difficilement accessible pour vous, qu'aimeriez vous changer pour améliorer sensiblement votre navigation ?

Réponse 1 :

Lorsqu'il m'arrive de naviguer sur des sites difficilement accessibles pour moi, dans la majorité des cas mes difficultés proviennent des points suivants : le site internet donne de nombreuses informations agencées sur la page de façon hasardeuse et avec le zoom il est difficile d'accéder à toutes ces dernières sans devoir repasser plusieurs fois aux mêmes endroits et parfois même, certaines d'entre elles ne nous parviennent pas. Par exemple, lorsque les informations sont placées en colonne et quand il y a des titres en gros caractère, avec le zoom cela est compliqué car il est réglé en fonction de la taille du texte et les titres deviennent très grands et difficiles à lire. Autre problème, lorsque le contraste entre le texte et le fond n'est pas assez élevé, avec ou sans l'inversion de couleur, la lecture est très dure. En outre, lorsqu'une partie de la page n'a pas les mêmes couleurs qu'une autre, il faut parfois jongler entre l'activation et la désactivation de l'inversion de couleur et cela est fastidieux, par exemple si une partie de la page est écrite en blanc sur fond noir et une autre en noir sur fond blanc. Enfin, lorsque les liens hypertextes sont sur des images ou bien lorsque le texte est sous forme d'image, dans certains cas, cela peut devenir gênant.

Réponse 2 :

Pour améliorer ma navigation Internet et pouvoir accéder plus aisément sur certains sites difficilement accessibles, j'aimerais bien que l'on puisse changer les contrastes et les couleurs de l'apparence du site, ou qu'il soit tout simplement bien contrasté à la base. De plus, certaines mises en forme des textes et des images sont parfois complexes et un peu éparpillées sur l'ensemble de la page, alors qu'une mise en forme linéaire et claire serait bien plus confortable. Pour finir, ce qui est le plus énervant sur Internet, c'est les sites comportant des publicités ou des éléments dynamiques qui empêche la lecture par exemple d'un texte qui défile ou le visionnage d'une photo ou d'une image qui bougerait ou clignoterait.

Réponse 3 :

Voilà, lorsque je navigue sur les sites, ce qui me décourage de continuer sur un site c'est :

- la police de caractères qui n'est parfois pas assez simple ou plutôt trop enjolivée pour pouvoir lire facilement sans forcer.
- lorsque le texte est sur un fond d'écran et que du fait il devient illisible.
- toujours sur la lisibilité, il est parfois difficile, voire impossible, de lire par exemple "valider" ou « continuer » car ces mots sont en couleur dans un encadré qui, lui aussi, est en couleur et, même en utilisant les changements de contraste, cela ne se lit pas du premier coup.
- Il y a aussi des sites qui « envoient » des pub (ex : - 60sur ce que l'on est en train de lire et cela est fatigant car on perd le fil de la lecture .

En résumé, il faudrait épurer les sites avec des caractères simples, un fond d'écran uniforme, des contrastes bien appropriés , et, si l'on veut personnaliser on peut enjoliver avec des images ou autre sur le contour, ce qui laisserait de la place au texte.

Ces trois réponses, bien que non représentatives de l'ensemble des personnes en situation de handicap visuel, sont un élément essentiel pour comprendre et extraire des besoins réels. Les personnes interrogées possèdent chacune une pathologie visuelle différente des autres ce qui permet

d'avoir un ensemble de « difficultés » plus large et de coller au mieux à la réalité. De plus, les trois réponses vont pouvoir être comparées pour déterminer les points communs et les points de variation.

Analyse des réponses

La première étape de l'analyse consiste à extraire, de chacune des réponses données par les personnes interrogées, les difficultés rencontrées signalées. L'objectif étant de n'avoir que les informations nécessaires pour pouvoir les classifier.

Réponse 1 :

- Quantité d'informations trop importante
- Agencement de l'information hasardeuse. (\Rightarrow accès aux informations en plusieurs fois, ou inexistant (risque important de passer à côté))
- Difficulté à adapter le zoom à l'ensemble des tailles de police existante sur la page.
- Jongler avec plusieurs type de filtre de couleurs.
- Liens au dessus d'images et texte au format image.

Réponse 2 :

- Changer contraste et couleurs d'apparence de la page.
- Disposition et mise en forme du texte étalée.
- Publicités et éléments dynamiques (flash, clignotement).

Réponse 3 :

- Fioritures sur les polices de caractères.
- Texte sur un fond d'écran (sur une image).
- Difficultés en présence de textes colorés sur fond coloré.
- Perte du fil de la lecture quand publicités.

Regroupement des difficultés

Les réponses données par les trois personnes à la question possèdent un certain nombre de points en communs soit exprimés exactement de la même façon, soit exprimés avec des termes et des formulations différents mais exprimant le même concept. Ce dernier point est souvent dû à un niveau de connaissance et de maîtrise de l'outil informatique différent.

- Quantité d'informations
- Disposition de l'information
- Mise en forme (style de caractère) du texte.
- Echelle de taille de police
- Uniformité selon les zones
- Lien et texte au dessus d'images
- Coloration des textes
- Publicités et autres éléments dynamiques

On constate qu'il y a certain nombre de points en communs mais aussi de différences. Les besoins en adaptation pour chaque personne ne sont pas réellement « uniques » ; d'autres personnes ont également des besoins identiques. C'est la combinaison des besoins en adaptation et des besoins plus spécifiques qui justifient la nécessité d'avoir une modélisation qui colle au plus près des déficiences visuelles.

6.5.6 Fusion des informations pour l'extraction d'adaptations

Cette partie à pour but de coupler les informations obtenues par le cas pratique et les informations obtenues par l'extraction des symptômes (cf. section 3.3.2) afin de déterminer un ensemble d'adaptations.

Source de difficulté	Adaptation possible
Taille du texte	<ul style="list-style-type: none"> - Taille minimale - Taille maximale - Ration taille min/max
Style texte	<ul style="list-style-type: none"> - Choix de la police
Disposition du Texte	<ul style="list-style-type: none"> - Degrès de inéarisation
Couleur du texte	<ul style="list-style-type: none"> - Suppression de la couleurs - Adaptation selon le contraste - Adaptation selon la brillance
Entre deux éléments	<ul style="list-style-type: none"> - Contraste minimum - Bordure/lignes de distinction et guidage
Longueurs d'ondes	<ul style="list-style-type: none"> - Suppression de longueurs d'ondes - Prévalence d'une longueur d'onde
Brillance	<ul style="list-style-type: none"> - Brillance maximale - Brillance minimale - Ration brillance min/max - Uniforme sur la page
Elements dynamiques	<ul style="list-style-type: none"> - Taux de réduction
images	<ul style="list-style-type: none"> - Supression - Taux de simplification - Atténuation/augmentation de la Brillance
Lien au format texte	<ul style="list-style-type: none"> - Souligner - Colorer - Taux de contraste avec le texte et le fond

FIGURE 6.11 – Tableaux des adaptations

Les adaptations possibles représentent un ensemble de contraintes valuées que l'utilisateur peut choisir de placer ou non. Dans chaque ensemble, les contraintes ne sont pas toutes indépendantes, il peut par conséquent exister des conflits entre elles. Par exemple, pour la taille du texte il n'est pas possible de choisir à la fois une taille min, une taille max et un rapport entre la taille min et la taille max puisqu'on aura en quelque sorte deux ratios différents : celui donné directement par la contraintes de ratio et l'autre qui peut être calculé par le rapport de la taille max et de la taille min. L'utilisateur devra donc choisir l'une ou l'autre des notations.

6.5.7 Modèle d'adaptation

La réponse données dans la section précédente couplée à divers retours d'autres personnes déficientes visuelles a permis de réaliser le schéma d'adaptation simplifié suivant.

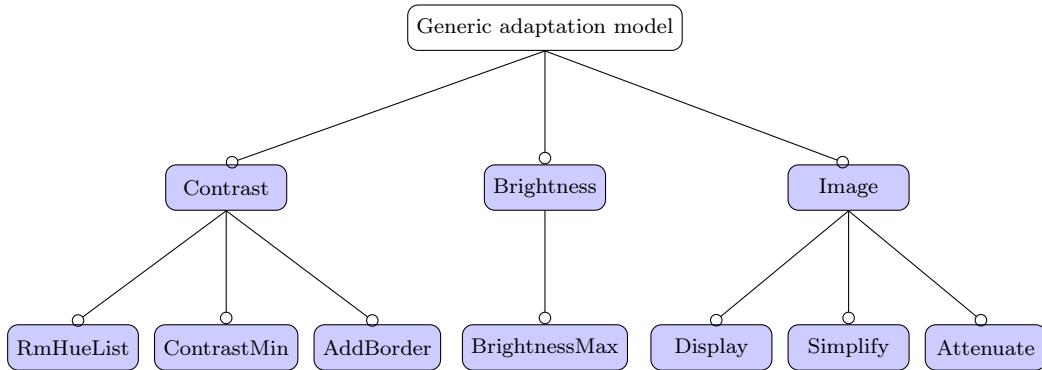


FIGURE 6.12 – Modèle de caractéristiques d'adaptations

Autrement dit, les principaux problèmes d'accessibilité sont dûs à trois éléments concrets : le contraste, la brillance et les images. Chacun de ces trois éléments possède un ou plusieurs points sur lesquels il est possible de jouer pour améliorer le rendu final. Avec comme exemple le contraste, fixer un contraste minimum, supprimer des teintes de couleurs particulières qui peuvent poser problèmes ou bien ajouter des bordure pour augmenter la distinction de certains éléments font partie des caractéristiques sur lesquelles il est possible de jouer pour bénéficier d'un confort supérieur.

6.5.8 Acquisition des préférences utilisateur

Adapter l'ensemble des pages existantes et n'importe quelle autre page future pour l'ensemble des personnes déficientes visuelles est de l'ordre de l'impossible. La raison en est simple, certaines modifications permettant d'augmenter le confort pour une déficience particulière pourra avoir l'effet inverse chez une personne atteinte d'une autre déficience. Une certaine prise de conscience de la manière dont l'utilisateur perçoit les choses et de la façon dont il compense ou adapte son outil de travail est donc nécessaire.

Une première phase va donc être dédiée à la qualification de son handicap et à la détermination des besoins réels en terme d'adaptation afin d'augmenter au mieux son confort d'utilisation. Pour cela les choix pouvant être fait par l'utilisateur au moment de la configuration générale devront être clairs et très précis. De ce fait, l'ensemble des choix (options) disponibles pour paramétriser le traitement sera relativement important.

Du fait du nombre important d'options pouvant être choisies par l'utilisateur, il est nécessaire d'effectuer une classification de ces options pour ne proposer à l'utilisateur que celles dont il est susceptible d'avoir besoin.

6.6 Points de difficultés algorithmique

En fonction des préférences utilisateurs, de l'architecture des pages, des styles choisis, etc... il n'est pas rare de se retrouver dans des situations de blocage.

6.6.1 Conflits de préférences utilisateurs

Les préférences utilisateurs représentent un outil permettant à l'utilisateur d'exprimer ses besoins et ses envies. Malheureusement celui-ci n'est pas conscient de ce que cela peut impliquer. Des choix fait à divers endroits et sans lien apparent direct entre eux vont pouvoir entrer en conflit. Autrement dit, deux choix A et B totalement indépendants peuvent être représentés chacun par un graphe distinct. Un choix C fait plus tard peut créer un lien non intuitif entre A et B et rendre le graphe d'ensemble connexe et donc ajouter une dépendance entre A et B et par conséquent des effets de bord.

Soit v_1, v_2, \dots, v_6 , des éléments de la page auxquels des valeurs sont associées, et c_1, c_2, c_3 trois contraintes. Ici v_1, v_2, v_3 avec la contrainte c_1 et v_4, v_5, v_6 avec la contrainte c_2 sont deux

groupes indépendants d'éléments dépendants les uns des autres. L'ajout de la contrainte $c3$ entre deux éléments provenant chacun d'un groupe différent provoque une dépendance entre tous les éléments.

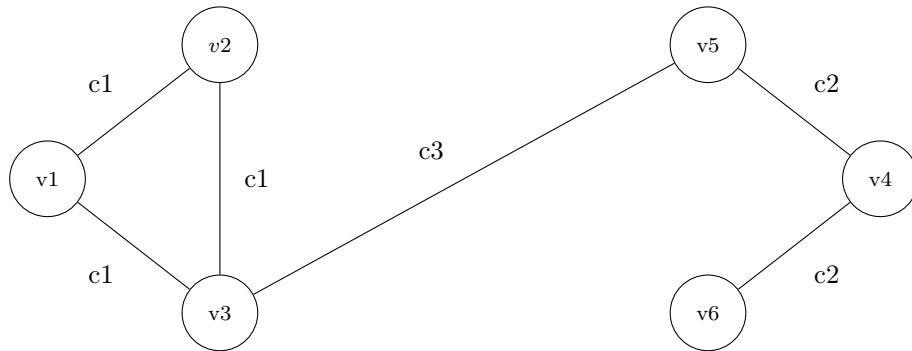


FIGURE 6.13 – Conflicts entre contraintes

Ces conflits, entre les préférences de l'utilisateur, sont inévitables et constituent un point clé de l'adaptation. En cas de conflit entre des préférences utilisateurs, ce sont celles étant les plus prioritaires qui prennent le dessus sur les autres. Il existe plusieurs façons de représenter les préférences et leur priorité en fonction des besoins. Le livre « Working with Preferences : Less is More » [14] parcourt un vaste ensemble de solutions et pose les problématiques majeures.

Il existe un certain nombre d'algorithmes permettant d'extraire d'un ensemble de contraintes un ordre de priorité. Cependant, étant dans un environnement très spécifique, pour un même ensemble de préférences, deux utilisateurs voudront un résultat différent (des priorités différentes). Ces dernières devront donc être explicitées par l'utilisateur lui-même.

6.6.2 Un exemple de contrainte : le contraste

Le contraste est une notion simple, il s'agit de comparer la couleur de deux éléments pour obtenir une valeur indiquant le taux de contraste entre ces deux éléments.

Si une personne a une pathologie visuelle qui a comme symptôme la réduction de la perception de contrastes, alors celle-ci va fixer un taux de contraste minimum entre deux éléments qui lui permettre de les distinguer facilement.

Prenons le cas où, dans une page Web visitée, on trouve trois éléments importants qui sont liés chacun avec les deux autres (cf. schéma ci-dessous). Alors, un problème apparaît pour certaines valeurs du taux de contraste.

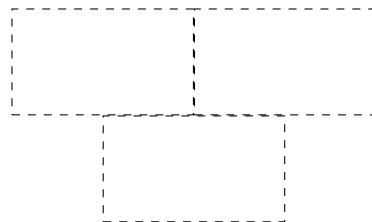


FIGURE 6.14 – Conflit de contrastes

Dans ce cadre là, si l'utilisateur a demandé à avoir un contraste d'au moins 51%, aucune solution n'existe pour répondre à cette contrainte. Si on fixe le contraste maximum entre deux des objets, alors il est impossible de trouver une valeur pour le troisième qui soit supérieure à 51% avec les deux précédents. Vu autrement, si pour un objet donné, on fixe 51% avec les deux autres qui sont en contact, alors ces deux autres auront un taux de contraste supérieur à 100%, ce qui est une

aberration.

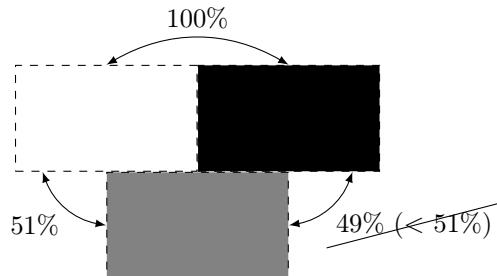


FIGURE 6.15 – Conflit avec un taux de contraste supérieur à 51%

Une solution possible pour résoudre ce problème consiste à insérer un cadre/bordure autour d'un des éléments concernés, avec comme nouvelle contrainte que la bordure respecte un taux de contraste suffisant avec les autres éléments. On retrouve, par conséquent, la même impossibilité. Il faut donc non pas prendre en compte uniquement la bordure, mais aussi le remplissage de la forme. On pourra donc proposer comme solution une bordure ayant la couleur d'un des deux autres éléments et un remplissage de la couleur de l'autre élément comme sur le schéma qui suit.

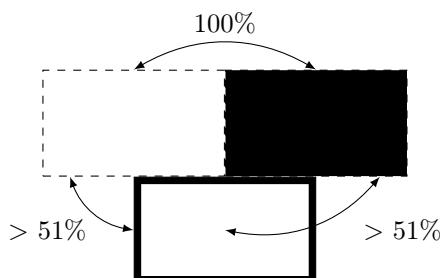


FIGURE 6.16 – Solution de bordures pour le conflit de contrastes

6.6.3 Les contrastes simultanés

On appelle **contraste simultané**, le phénomène qui a pour conséquence que pour une couleur donnée, l'œil humain exige d'une certaine manière sa complémentaire et ce, en même temps (simultanément). Si cette couleur n'est pas physiquement présente il la crée lui-même (virtuellement) et la projette là où il s'attend à la trouver.

De manière générale, plus la durée de fixation de la couleur prédominante est importante et plus celle-ci est intense (lumineuse), plus le phénomène de contraste simultané est marqué.

L'effet de contraste simultané se produit entre une couleur et un gris mais aussi entre deux couleurs pures qui ne sont pas exactement complémentaires l'une de l'autre. Chacune des deux couleurs cherche à repousser l'autre du côté de sa complémentaire. Les couleurs paraissent alors dans un état d'excitation dynamique. Leur stabilité disparaît et elles vibrent.

Il est possible d'atténuer ce phénomène de deux façons différentes selon si ce dernier se produit entre deux couleurs ou bien entre une couleur et un gris. Dans le cas où il se produit entre une couleur et un gris, il est possible de l'atténuer en teignant légèrement le gris avec la couleur qui lui est associée. Dans l'autre cas il suffit d'augmenter la distance d'une des deux couleurs avec le complémentaire de l'autre selon le cercle chromatique.

Le contraste simultané n'est pas un phénomène inconnu et non maîtrisé. Il peut être mesuré et ce de manière assez précise. [21]. Il est donc possible de créer volontairement ce phénomène et de l'accentuer ou, au contraire, dans le cadre de ce sujet, de le réduire pour améliorer la facilité de

lecture.

Voici un exemple concret montrant le phénomène de contraste simultané. Deux images colorées distinctes possèdent chacune des rayures grises **indentiques**. Sur la vignette de gauche, la couleur rouge ayant pour complémentaire le bleu, les rayures grises paraissent légèrement bleuâtres. Tandis que sur la vignette de droite, la couleur bleu ayant pour complémentaire le rouge, les bandes grises paraissent rosâtres.



FIGURE 6.17 – Contraste simultanés

Même si une page ne génère pas ce phénomène par son jeu de couleurs utilisé, l'altération de cette page pour répondre à la contrainte de contraste peut entraîner ce dernier. D'où l'importance d'une méthode de calcul.

6.6.4 Impact de la brillance sur la perception

La brillance de la couleur d'une image impacte sur la façon de percevoir les objets notamment au niveau de leur dimension. Du fait de certaines propriétés de la lumière comme la réfraction, des objets refracteurs ne seront pas perçus de la même manière que des objets émetteurs de lumière.



FIGURE 6.18 – Perception des dimensions selon la couleur

Sur la vignette de gauche, le carré central (blanc) apparaît plus grand que le carré central (noir) de la vignette de droite, et pourtant, ils sont exactement de la même taille. L'œil ne percevant que la lumière, le noir correspondant à une absence de lumière, et étant donné que les tâches lumineuses ont tendance à affecter légèrement les récepteurs proches de ceux concernés sur la rétine, la zone blanche s'étale sur la zone noire donnant cette impression de taille différente. D'où le fait de dire que « le noir amincit ».

Ce phénomène ne se produit pas qu'avec des formes géométriques, il se produit aussi pour du texte. Par conséquent un texte noir sur un fond blanc (affichage le plus répandu) paraîtra plus petit que le même texte en blanc sur un fond noir. Cela peut donc jouer sur la lisibilité du texte en plus du fait qu'un fond blanc lumineux peut générer une gêne, voire même un éblouissement.

6.7 Passage des préférences à un ensemble de contraintes

Les préférences de l'utilisateur peuvent être représentées sous la forme de contraintes portant sur une ou plusieurs variables. Ces dernières correspondent, dans une page Web, à des éléments HTML ou CSS.

6.7.1 Le contraste

Contraste minimum

Il correspond à un taux minimum de contraste entre deux éléments. Soit $e1$ et $e2$ deux éléments distincts de la page, f_c la fonction qui calcule le contraste de deux éléments (*On*, cf. section 4.3) et

T_{min} le taux minimum de contraste désiré.

$$f_c(e1, e2) > T_{min}$$

Contraste maximum

Cette préférence se traduit de la même manière que la précédente mais avec un taux maximum au lieu de minimum. Soit $e1$ et $e2$ deux éléments distincts de la page, f_c la fonction qui calcule le contraste de deux éléments (*On*, cf. section 4.3) et T_{max} le taux minimum de contraste désiré.

$$f_c(e1, e2) < T_{max}$$

Suppression de teintes

La suppression de certaines teintes non perçues par l'utilisateur peut faire partie de ses préférences. Elle peut se modéliser de la façon suivante : soit e un élément de la page et f_h la fonction qui retourne vrai si la teinte est présente, faux sinon.

$$f_h(e) = \text{false}$$

Pour des raisons de traitement, cette fonction f_h peut être transformée afin de retourner un pourcentage de la présence de cette teinte sur l'élément e . Le but serait alors de minimiser ce pourcentage.

6.7.2 La brillance

Brillance maximale

La brillance est une propriété d'un élément qui peut être considérée comme son intensité lumineuse perçue. Soit g_b la fonction qui retourne la brillance moyenne d'un élément, e un élément de la page et B_{max} la brillance maximale souhaitée par l'utilisateur.

$$g_b(e) < B_{max}$$

Brillance minimale

De la même façon que pour la brillance maximale, la préférence de brillance minimale se transforme en contrainte de la manière suivante. Soit g_b la fonction qui retourne la brillance moyenne d'un élément, e un élément de la page et B_{min} la brillance minimale que l'utilisateur souhaite avoir.

$$g_b(e) < B_{min}$$

6.7.3 Les images

Suppression

Le choix de l'utilisateur quand à la suppression d'une image de la page originale peut se traduire comme suit. Soit e un élément de type image de la page, h_{supp} la fonction qui retourne vrai si l'image est masquée, faux sinon et Chx_{supp} le choix (oui(vrai), non(faux)) de l'utilisateur.

$$h_{supp}(e) \neq Chx_{supp}$$

6.7.4 Les autres préférences

Les nombreuses préférences utilisateurs définies précédemment, comme celles portant sur la taille et le style des polices de caractères, peuvent être transcris sous forme de contraintes suivant le même principe. Ces quelques contraintes suffisent à elles seules à montrer la possible faisabilité ou non de procédures de détermination de solutions correctes et optimales.

6.8 Résolution et détermination d'une solution optimale

La principale difficulté réside dans le fait d'avoir déjà des valeurs pour les variables et qu'elles doivent influencer les choix faits par la suite. Plusieurs solutions existent pour résoudre et trouver une solution à partir de variables et d'un ensemble de contraintes mais la présence de valeurs initiales et la prise en charge d'un contexte de transformation reste encore un point difficile.

Voici néanmoins quelques méthodes ou algorithmes qui peuvent permettre d'arriver à des premiers résultats satisfaisants. En premier lieu on ne cherche pas à optimiser le rendu, les algorithmes présentés ci-dessous sont tous non linéaires et ont des complexités différentes. La première optimisation devra se faire dans la quantité d'informations transmises en entrée et par la simplification des contraintes.

6.8.1 Modélisation d'un CSP

La partie précédente montre qu'il est possible de convertir l'ensemble des préférences utilisateurs en un ensemble de contraintes s'appliquant à un ensemble fini de variables. Certaines des modélisations de contraintes pourraient nécessiter une adaptation pour être utilisées dans des solveurs de contraintes. La transformation de l'ensemble de préférences n'est pas complexe, la difficulté réside dans le fait de trouver une solution.

Étant donné que dans une grande partie des cas, les utilisateurs sans le savoir choisiront des préférences conflictuelles un solveur de contraintes classique ne sera pas en mesure de trouver une solution puisque les contraintes seront toutes violées une à une et dès lors qu'un des domaines de valeurs des variables sera vidé, alors la recherche s'arrêtera.

Il est possible de modéliser les préférences afin d'obtenir des contraintes qui représentent un coût. L'exécution de l'algorithme cherchant par conséquent à le minimiser. Le problème réside alors dans l'existence d'algorithmes permettant de résoudre le système alors qu'il y a des contraintes obligatoires, facultatives et des contraintes de coût.

6.8.2 Algorithme de programmation linéaire

Il s'agit de représenter l'ensemble des contraintes, découlant des préférences utilisateurs, sous la forme d'inégalités. A l'aide d'une fonction de gain il va être possible de maximiser celui-ci afin d'obtenir la meilleure transformation.

Dans ce cas il s'agirait de maximiser le gain dans un espace à N-dimension, N étant le nombre de contraintes.

6.8.3 Skyline query

Cet algorithme peut être utilisé pour résoudre des systèmes de décision multi-critères. Il s'agit de trouver non pas une solution mais un ensemble de valeurs qui sont non comparables avec les seules informations dont le programme dispose en entrée. Une solution pourra être prise parmi cet ensemble en fonction des priorités définies par l'utilisateur [12].

Cet algorithme pourrait être utilisé pour déterminer l'ensemble des valeurs déjà fixées de la page existante que l'on souhaite garder et qui vont impacter par la suite la « direction » des adaptations. Cette solution pourrait donc être utilisée pour une première analyse de la page qui entrerait dans le cadre de l'analyse du contexte général de celle-ci.

6.9 Résultats possibles

Cette partie propose de visualiser des modifications apportées sur une page Web réelle. Ici la page de référence est celle de la NFB (National Federation of the Blind [5]). Avec plus de 50 000 membres, la fédération nationale des aveugles constitue l'organisme, pour les personnes mal et non voyantes, le plus grand et le plus influent des États-Unis d'Amérique. La NFB améliore la vie des personnes aveugles par la sensibilisation, l'éducation, la recherche, la technologie et des programmes encourageant l'indépendance et la confiance en soi. Il est la force dirigeante dans le domaine de la cécité aujourd'hui et la voix des aveugles de la nation américaine. En Janvier 2004, la NFB a ouvert la « National Federation of the Blind Jernigan Institute », le premier centre de recherche et de traitement des États-Unis pour les Aveugles dirigé par les Aveugles. Elle compte des associations affiliées dans chacun des cinquante états en plus Washington D.C. et Porto Rico, ainsi que plus de 700 antennes locales.

La page d'accueil de leur site Internet comporte dans sa partie haute, quelques liens (contact, recherche, ...), leur logo et un slogan accrocheur. Au-dessous de ce premier bandeau se trouve le menu très simple. C'est dans la partie basse que des difficultés peuvent apparaître. En effet, le corps de la page est affiché sous la forme de deux colonnes de contenu. Chacune d'entre elles possède un arrière plan et un texte coloré (cf. figure 6.19). Ce choix de couleur provoque des difficultés de lecture chez certaines personnes atteintes de déficience visuelle.

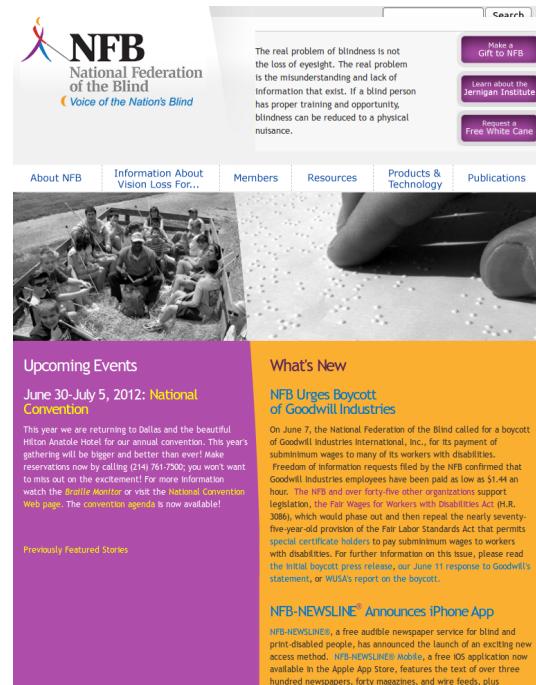


FIGURE 6.19 – Page originale de la NFB

Pour des pathologies comme la rétinite pigmentaire qui entraîne une diminution dans la perception des contrastes. La compensation doit donc se faire par le biais d'une augmentation du contraste à l'origine (la page Web). La figure ci-contre (figure 6.20) est une des multiples solutions possibles pour traiter cette contrainte de contraste.

Le contexte a une importance et ne doit pas être mis de côté (cf. section 2.5). La transformation effectuée ici tient par conséquent compte du contexte initial de la page. De cette manière, même si les couleurs sont modifiées, les couleurs originelles se retrouvent toujours. Le violet clair constituant l'intégralité du fond de la colonne de gauche est modifié afin d'avoir un contraste avec le texte qui soit suffisant pour la lecture de cette personne. Le texte étant de couleur claire il faut foncer l'arrière plan, un violet foncé est obtenu (il s'agit toujours d'un violet, le contexte est préservé). Quand à la colonne de droite dont l'arrière plan est un orange vif, ce dernier va se trouver éclairci pour rendre le texte sombre qui s'y trouve plus lisible. La couleur

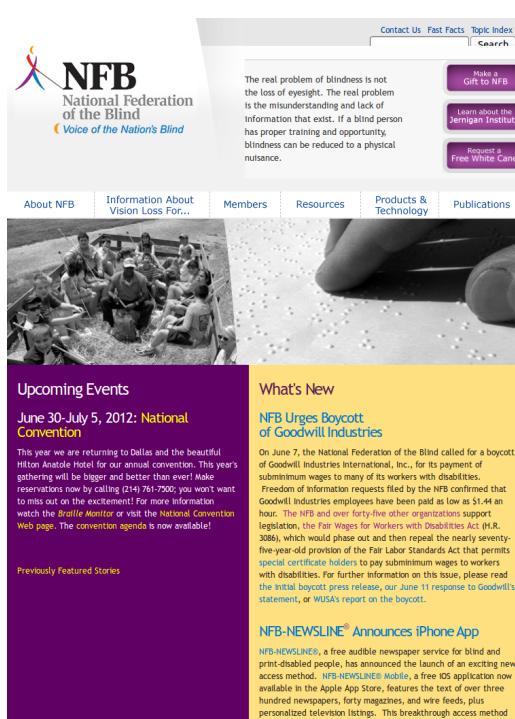


FIGURE 6.20 – Page adaptée pour le contraste

obtenue est un orange pastel proche du jaune. Au final, la lisibilité est accrue tout en gardant le contexte.

Lorsque les pathologies n'induisent pas qu'une diminution des contrastes mais aussi une augmentation ou diminution de la sensibilité à la lumière, le fait d'avoir des éléments lumineux à proximité d'éléments sombres peut perturber la vision. C'est ce qu'il peut se passer ici, après la première modification pour répondre aux besoins de contrastes, avec une différence d'intensité lumineuse entre les deux colonnes. Celle de gauche est sombre (violet foncé) tandis que celle de droite est claire, lumineuse (orange pale).

Un équilibrage de la brillance est donc nécessaire pour rendre plus confortable la lecture. Ce réajustement peut se faire soit avant, soit après la modification pour le contraste. Cela dépendra de la priorité que l'utilisateur accorde à chacune des ces deux contraintes. Dans cet exemple, la brillance est prise en compte après l'altération due à la contrainte de contraste.

La colonne de gauche qui tranche par une brillance très faible en rapport au reste est modifiée en remplaçant son arrière plan par son complémentaire. Le fond devient donc vert très clair. Il faut donc maintenant vérifier si les éléments qui s'y trouvent à l'intérieur répondent aux contraintes.

Le texte présent dans la colonne, ayant comme couleur le blanc, est illisible. Comme pour la couleur de fond, le complémentaire est donc utilisé pour transformer le texte blanc en texte noir.

Les liens sont également devenus très peu lisibles après le changement de couleur de l'arrière plan puisqu'il était bleu. Plusieurs solutions sont possibles pour résoudre cette difficulté. Il est possible d'éclaircir le bleu afin d'avoir un bleu ciel. Malheureusement le bleu est une des composantes du violet et même si il s'agit d'un bleu ciel cela peut-être difficile à lire pour certaines personnes. La solution choisie ici est d'utiliser la couleur complémentaire, les liens se trouvent donc en jaune.

Cet exemple ne prend pas en charge la modification des images. D'où la répétition sans changements de l'image se trouvant au-dessous du menu. Ici, des choix ont été faits afin de montrer concrètement comment il est possible d'adapter des contenus Web pour les personnes ayant des difficultés de vision sans pour autant qu'elles soient reconnues handicapées. D'autres solutions existent et auraient tout aussi bien répondu à la problématique, des choix sont donc inévitables d'où l'importance de bien choisir ses préférences et d'avoir un algorithme qui fasse les « bons » choix.

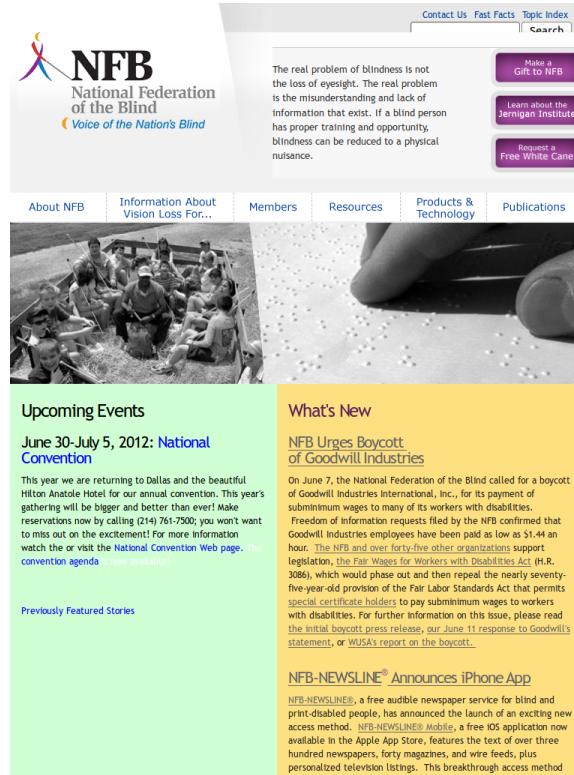


FIGURE 6.21 – Page adaptée pour le contraste

Chapitre 7

Conclusion et perspectives

7.0.1 Conclusion

Cette première analyse apporte un très grand nombre d'informations à la fois médicales, sociales et dans le domaine de l'informatique. Elle permet notamment une sensibilisation au handicap visuel et donne des éléments concrets qui aident à la compréhension de celui-ci.

L'accessibilité numérique est un domaine dans lequel beaucoup de travail reste encore à réaliser. Des solutions techniques (logicielles ou matérielles) existent déjà depuis plusieurs années. Cependant, elles sont souvent hors de portée des usagers, soit parce qu'elles nécessitent un investissement financier important, soit parce qu'elles ne répondent pas totalement ou correctement aux besoins très spécifiques d'une personne en situation de handicap.

Internet est un outil de plus en plus utilisé dans la vie de tous les jours. L'outil informatique a un très grand potentiel, il peut être très bénéfique dans l'accès à la culture, à l'information et aux services pour les personnes à mobilité réduite (PMR).

Il existe un manque à ce niveau, les technologies d'assistance classiques utilisées tentent de répondre aux besoins en traitant de manière globale la partie visuelle des pages Web. En voici un exemple simple, si sur une page Web un texte est très peu contrasté avec son arrière plan, les filtres de couleurs, ne faisant pas la distinction entre le texte et le fond, n'auront que peu d'effets. Cette constatation amène à penser qu'il faut se pencher sur une autre façon de « voir les choses ». Il faudrait prendre le problème plus en amont et modifier le contenu visuel avant qu'il ne soit qu'une simple « image » (plus aucune sémantique) dans la fenêtre d'un navigateur.

Ce travail de recherche se base sur un petit nombre d'éléments pour faciliter la compréhension générale même s'il laisse régulièrement entrevoir des informations plus complètes. Il a notamment permis, de déterminer une architecture générale d'application qui soit pertinente, d'élaborer un processus de traitement des données en provenance de pages Web, ainsi que l'explication et la modélisation de préférences utilisateurs et de contraintes.

Le travail réalisé ici tente de se tenir au plus près des principes de la réutilisabilité. Les analyses et propositions faites concernant les contrastes visuels peuvent être appliquées à l'audition, il est possible de déterminer une fonction de contraste entre deux sons, et ainsi permettre une adaptation en fonction de la perception des personnes. Ce n'est pas le seul exemple, La brillance, qui représente l'intensité lumineuse, peut également être transposée sur les sons pour proposer une intensité sonore minimale, maximale ou bien un ratio entre les deux.

7.0.2 Perspectives

Ce travail a donc pour principal objectif de poser les premiers éléments d'une chaîne de transformation (adaptation) de contenus Web, vouée à s'étendre et s'enrichir au fil du temps. Différents points peuvent être envisagés à plus ou moins long terme afin d'obtenir tout d'abord un prototype viable et ainsi donner lieu à une version fonctionnelle.

- Étendre les adaptations visuelles à plus de types d'éléments de pages Web comme avec l'ajout progressif de nouveaux éléments au cours de l'évolution des normes HTML, mais aussi avec la prise en charge complète des images en terme de choix d'affichage, de simplification et d'atténuation.
- Avoir une notion de sémantique globale, c'est-à-dire être en mesure d'analyser une page Web dans sa totalité pour en extraire l'essentiel et donner des adaptations plus sémantiques/contextuelles que mécaniques et incohérentes avec le contenu réel de la page.
- Une évolution de l'adaptation au fur et à mesure de la navigation de l'internaute. Il est possible de donner le choix à l'utilisateur d'adapter le rendu visuel (les adaptations) durant sa navigation en fonction des sites sur lesquels il se trouve. Le but étant d'apprendre le comportement de l'utilisateur selon les sites (contexte général) afin de le reproduire sans qu'il n'ait à intervenir.

La participation au 6^e Forum Européen sur l'Accessibilité Numérique (26 mars 2012 [1]) confirme les besoins croissants en accessibilité et la pertinence de ce travail de recherche avec les différentes pistes de poursuite.

Un travail d'étude plus général sur la qualification de la vision humaine, sans limitation aux personnes en situation de handicap, pourrait permettre de dresser plusieurs profils visuels représentatifs de la population mondiale. Ces derniers pourraient servir à la suppression du phénomène de contraste simultané qui n'est pas lié au handicap visuel, mais qui en devient un.

Quand à la représentation physique et mentale des graphes, il s'agit d'une problématique qui couvre à la fois les handicaps psychologiques, mentaux, cognitifs et visuels (sensoriels). L'acquisition d'un graphe, pour peu qu'il soit complexe, est une épreuve parfois insurmontable pour les personnes atteintes par ces handicaps. Une façon de procéder, qui va permettre de comprendre le graphe, est de trouver une sémantique à l'intérieur de celui-ci. La sémantique d'un graphe peut être due à sa forme, l'organisation de ses sommets, les formes géométriques liées à son dessin etc. La clusterisation d'un graphe est un moyen de « simplifier » le graphe afin de l'acquérir plus facilement sur le principe d'une arborescence.

L'exploitation de toutes ces pistes pourrait mener à un prototype permettant un début d'adaptation et évoluant de manière incrémentale. La dernière partie sur l'acquisition des graphes est un point important. Il implique directement une analyse et une modélisation des préférences pour la visualisation du graphe.

Bibliographie

- [1] 6^{me} forum européen sur l'accessibilité numérique. URL http://inova.snv.jussieu.fr/evenements/colloques/colloques/76_programme_fr.html.
- [2] Accessiweb. URL <http://www.accessiweb.org/>.
- [3] Appel à l'accessibilité gnu. URL <http://www.gnu.org/accessibility/accessibility.fr.html>.
- [4] Microsoft active accessibility. URL <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms971310.aspx>.
- [5] National federation of the blind. URL <http://nfb.org>.
- [6] Rapport mondial sur le handicap 2011. URL http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report/fr/index.html.
- [7] User interface automation. URL <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms747327.aspx>.
- [8] Référentiel général d'accessibilité pour les administrations, 2005. URL <http://references.modernisation.gouv.fr/rgaa-accessibilite>.
- [9] Web content accessibility guidelines, 2008. URL <http://www.w3.org/TR/WCAG/>.
- [10] Pierre-Yves Schobbens Patrick Heymans Jean-Christophe Trigaux Yves Bontemps. Generic semantics of feature diagrams. In *Computer Networks*. 2006.
- [11] Jean-Christophe T RIGAUX Patrick H EYMANS. Software product lines : State of the art, septembre 2003.
- [12] Gudala Satyaveer Goud. Skyline queries for multi-criteria decision support systems. In *K-State Electronic Theses, Dissertations, and Reports*. 2012. URL <http://hdl.handle.net/2097/13250>.
- [13] YOUSSEF BOU ISSA. *Accessibilité aux informations visuelles des pages web pour les non-voyants*. PhD thesis, Université de Toulouse, 2010.
- [14] Souhila Kaci. Working with preferences : Less is more, 2011.
- [15] Microsoft. Procédure pas à pas : création d'une application windows accessible. URL <http://msdn.microsoft.com/fr-fr/library/cb35a5fw.aspx>.
- [16] OMS. Maladies oculaires prioritaires - cataracte. URL <http://www.who.int/blindness/causes/priority/fr/index1.html>.
- [17] OMS. Maladies oculaires prioritaires - dégénérescence maculaire liée à l'âge (dmla). URL <http://www.who.int/blindness/causes/priority/fr/index8.html>.
- [18] OMS. Maladies oculaires prioritaires - erreurs de réfraction. URL <http://www.who.int/blindness/causes/priority/fr/index5.html>.
- [19] OMS. Maladies oculaires prioritaires - glaucome. URL <http://www.who.int/blindness/causes/priority/fr/index7.html>.
- [20] OMS. Maladies oculaires prioritaires - rétinopathies diabétiques. URL <http://www.who.int/blindness/causes/priority/fr/index6.html>.
- [21] Pretori Sachs. Mesures quantitatives du contraste simultané des couleurs. In *L'année psychologique*, pages 634–638. 1895. vol. 2, num 1.
- [22] W3C. Html 4 attributes. URL <http://www.w3.org/TR/html4/index/attributes.html>.

Autres références utiles

- From product to product line using model matching and refactoring, Julia Rubin, Marsha Chechik
- Toward a UML profile for software product line, Tewfik Ziadi, Loïc Hélouët, Jean-Marc Jézéquel
- Software product line - State of the art, Jean-Christophe T RIGAUX, Patrick H EYMANS, FUNDP
- Ligne de produit logiciel et variabilité des modèles, Philippe Lahire
- L'accessibilité numérique aux personnes handicapées,
URL : <http://www.neo-planete.com/2011/05/30/laccessibilite-numerique-aux-personnes-handicapees/>
- Création pas à pas d'un appli Windows Accessible,
URL : <http://msdn.microsoft.com/fr-fr/library/cb35a5fw.aspx>
- Développer des applications .NET et SharePoint accessibles avec UI Automation et ARIA,
URL : <http://blogs.developpeur.org/neodante/archive/2010/07/24/d-velopper-des-applications-net-et-sharepoint-accessibles-avec-ui-automation-et-aria.aspx>
- How to Develop Accessible Linux Applications,
URL : <http://www.linuxdoc.org/HOWTO/Accessibility-Dev-HOWTO/index.html>
- Appel à l'accessibilité GNU,
URL : <http://www.gnu.org/accessibility/accessibility.fr.html>
- Accessibilité pour tous,
URL : <http://www.web-pour-tous.org/spip.php?rubrique47>
- Improving web accessibility : a study of webmaster perceptions, Jonathan Lazar, Alfreda Dudley-Sponaugle, Kisha-Dawn Greenidge

Abstract

Visual impairment is a general term for a very large number of eyes conditions. These damages which are somewhat personal. In other words, independently of damages cause, each people has a specific degradation and compensation/adaptation.

Nowadays there are a few assistives technologies to increase the quality of numerical hardware and software for visually impaired people. Nevertheless all resources aren't completely accessible for all and assistives technologies doesn't respond to the large needs set comes from all diversity of pathologies . Even if laws, standards and strong recommendations exist, developers not keep in mind and not apply accessibility in their projects. For these reasons it's highly relevant to process Numerical accessibility, for people who are visually impaired and for all other kind of impairment, after products development.

We offer to contribute, in this work, to elaborate a new way to process the digital accessibility problem. An analyse in medical domain and computer science domain is realized in order to determine the real needs of people and to validate or not the different research ways. After this, a first application architecture, which responding to constraints emerged by the previous analyse, is proposed. Each "clusters" of this architecture is detailed and modelised. Finally other research ways are highlighted.

Résumé

La déficience visuelle est un terme général qui englobe un nombre important d'atteintes de la vue. Des atteintes qui sont en quelque sorte personnelles, c'est-à-dire, qu'indépendamment de l'atteinte, chaque personne à une affection et une compensation qui lui est propre.

Il existe aujourd'hui plusieurs technologies d'assistance visant à améliorer l'accès à l'outil informatique pour personnes en situation de handicap. Néanmoins toutes les ressources ne sont pas totalement accessibles à tous et les technologies d'assistance ne répondent pas à l'ensemble des besoins induits par la diversité des pathologies. Même si des lois, des standards et de fortes recommandations existent les développeurs ne tiennent pas toujours compte de l'accessibilité dans leurs projets. il est par conséquent pertinent de traiter aussi, après coup, l'accessibilité numérique pour les personnes déficientes visuelles comme pour tout autre handicap.

Nous proposons dans ce travail de contribuer à l'élaboration d'une nouvelle façon d'aborder cette problématique de l'accessibilité. Une analyse dans le domaine médical et informatique est réalisée pour définir les besoins réels et valider ou non les pistes ouvertes. Suite à cette première phase, une première architecture d'application, qui répond aux différentes contraintes provenant de l'analyse, est proposée. Chaque « cluster » de l'architecture est ensuite détaillé et modélisé. Pour finir de nouvelles pistes de progression, sont mises en avant.