



# THÈSE

En vue de l'obtention du

## DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par *l'Université Toulouse III - Paul Sabatier*  
Discipline ou spécialité : *Informatique*

---

Présentée et soutenue par *YOUSSEF BOU ISSA*  
Le 15 Décembre 2010

Titre : *Accessibilité aux informations visuelles des pages web pour les non-voyants*

---

### JURY

*BACCINO Thierry, Professeur à l'Université de Paris VIII (Rapporteur)*  
*MAUREL Fabrice, Maître de conférences à l'Université de Caen*  
*MOJAHID Mustapha, Maître de conférences à l'Université Paul Sabatier (Co-encadrant)*  
*ORIOLA Bernard, Ingénieur de recherche CNRS*  
*PALANQUE Philippe, Professeur à l'Université Paul Sabatier*  
*SLIMANE Mohamed, Professeur à l'Université de Tours (Rapporteur)*  
*VIGOUROUX Nadine, Chargée de recherche CNRS (Co-encadrante)*

---

**Ecole doctorale :** *Mathématiques Informatique et Télécommunications (MITT)*  
**Unité de recherche :** *IRIT (Institut de Recherche en Informatique de Toulouse)*  
**Directeur(s) de Thèse :** *Régine André-Obrecht*  
**Rapporteurs :** *Thierry Baccino, Mohamed Slimane*



**A mes parents et mes sœurs**

**A toi Rajaa**



# Résumé

---

Le principal objectif de cette thèse est d'améliorer l'accessibilité à l'information visuelle des pages web pour les non voyants. En se basant d'une part sur le concept des Images de Pages (IdP) et sur le Modèle d'Architecture Textuelle (MAT) qui permettent de représenter la dimension visuelle d'un objet textuel, et d'autre part, sur le modèle RDF (Resource Description Framework) qui permet de décrire les pages web, nous avons conçu un nouveau modèle appelé MAP-RDF (Modèle d'Architecture des Pages web). Ce modèle permet de représenter les informations qui restent « cachées » aux non-voyants tels que la structure de la page, les groupements visuels et leurs propriétés ainsi que les relations associant ces groupements. Toutes ces informations sont traduites par la suite dans les termes d'un langage tactile que nous avons élaboré. Nous avons également réalisé une évaluation des Images de Pages Web tactiles auprès de sujets non-voyants. Les résultats étant très prometteurs, nous avons pu développer un prototype qui permet d'une part, d'annoter une page web suivant notre modèle, et d'autre part de générer automatiquement l'affichage en tactile de la page web répartie selon trois niveaux de granularité d'Images de Pages que nous avons identifiés expérimentalement.

## Mots Clés :

Accessibilité web, non voyants, informations visuelles d'une page web, image de page, Modèle d'Architecture Textuelle, Modèle d'Architecture des Pages web.



**Il n'y pas d'obstacle qu'on ne puisse franchir  
Pas de défi qu'on ne puisse relever  
Pas de peur qu'on ne puisse vaincre  
Aussi impossible que cela paraisse au début**

*Erin Brokovich*

Voici le moment où mon travail de thèse arrive à toucher sa fin. C'est maintenant que je réalise que ces années d'engagement ont représenté pour moi un défi autant personnel que professionnel, que je n'ai pu surpasser que par le soutien, l'encouragement et surtout la présence de personnes à qui je dois.

Je voudrais tout d'abord adresser mes remerciements les plus profonds et les plus sincères à mes co-directeurs de thèse, Nadine Vigouroux, Mustapha Mojahid et Bernard Oriola. Je tiens à leur exprimer ma profonde gratitude pour la confiance qu'ils m'ont accordée dès mon acceptation dans cette thèse.

Je voudrais spécialement remercier Bernard pour son soutien tant scientifique qu'humain durant ces années.

Je dois témoigner de l'implication sans faille de Mustapha et son apport scientifique durant toute la période de ma thèse.

Je tiens également à exprimer ma sincère gratitude à Nadine qui a été toujours présente pour m'encourager et me soutenir, et à me faire part de son expérience enrichissante dans le domaine d'accessibilité pour les non voyants.

Je remercie M. Philippe Palanque, professeur à l'Université Paul Sabatier, pour l'honneur qu'il m'a accordé pour présider mon jury de thèse.

M. Mohamed Slimane, Professeur à l'Université de Tours, et M. Thierry Baccino, professeur à l'Université de Paris VIII, m'ont fait le plaisir de rapporter mon travail, et je les en remercie de tout cœur.

Je suis également très reconnaissant à Madame Régine André Obrecht d'avoir accepté de diriger la thèse.

Je tiens à signifier ma gratitude à M. Fabrice Maurel, Maître de conférences à l'Université de Caen, pour avoir accepté de participer à mon jury de thèse, ainsi que pour ses critiques constructives et stimulantes qu'il a soulevées durant la soutenance.

Je remercie les collègues à l'IRIT, avec qui j'ai partagé de bons moments, Florian, Aurélie, Guillaume, Khaldoun, Frédérique Antonio, Philippe, Mathieu et Christophe. Je les remercie pour tout instant d'encouragement qu'ils m'ont offert et dont j'avais besoin.

C'est également une occasion pour exprimer ma reconnaissance à tous mes amis Libanais à Toulouse, Avec eux nous avons vécu comme une famille. De tout cœur, je vous remercie lie, Fares, Issam, Jako, Antoine, Walid, Adèle, Sandy, Layale, Wissam... Même si j'ai quitté Toulouse, vous savez que vous êtes tous dans mon cœur...

Egalement, ma profonde gratitude va vers Abouna Hervé, pour son amitié et sa Confiance.

J'adresse mes profonds remerciements à ma famille, mes parents et mes soeurs. Je ne trouve pas assez de mots pour exprimer mon amour et ma sincère gratitude à ma mère Renée et mon père Habib. Sans vous, rien de ce qui a été réalisé n'a pu voir le jour ; je resterai reconnaissant toute ma vie aux sacrifices que vous avez offerts pour moi tout au long de mon parcours qui n'a pas été si facile. Vous resterez toujours pour moi le symbole de l'amour et du sacrifice.

Enfin, je dédie ce travail à celle qui fait battre mon cœur d'envie, celle qui est l'espérance de mes nuits, la lumière de ma vie. A toi **Rajaa** Chérie.

**Youssef!**



# Table des Matières

---

1.	Chapitre 1 : Introduction.....	21
2.	Chapitre 2 : Problématique et Etat de l'Art.....	27
2.1	L'informatique et les non-voyants : introduction et problématique.....	29
2.2	Principaux problèmes de navigation des internautes non voyants.....	31
2.3	La perception .....	33
2.3.1	La perception visuelle et la théorie de la Gestalt.....	34
2.3.2	La perception tactile.....	38
2.3.3	La perception auditive.....	39
2.3.4	La transmodalité .....	40
2.4	La reproduction en tactile .....	40
2.5	Outils d'assistance informatique pour les non voyants.....	50
2.5.1	Plage Braille .....	51
2.5.2	Synthétiseurs vocaux.....	52
2.5.3	Lecteurs d'écrans .....	52
2.5.4	Navigateurs parlants.....	53
2.6	Normes et règles d'accessibilité aux pages web.....	54
2.6.1	Législations françaises et mondiales.....	55
2.6.2	Les directives WCAG du W3C.....	56
2.6.2.1	Perceptible .....	56
2.6.2.2	Utilisable .....	56
2.6.2.3	Compréhensible .....	57
2.6.2.4	Robuste .....	57
2.7	Les recherches sur l'accessibilité des pages web pour les non voyants.....	58
2.7.1	Accessibilité des pages dynamiques DHTML et AJAX.....	58

2.7.2	Accessibilité des formulaires .....	61
2.7.3	Accessibilité des images dans une page web .....	62
2.7.4	Accessibilité des animations Flash et des vidéos .....	63
2.7.5	Accessibilité des formules et des graphiques mathématiques.....	64
2.7.6	Accessibilité des tableaux de données .....	65
2.7.7	Accessibilité des textes .....	69
2.7.7.1	La notion de mise en forme matérielle (MFM) .....	70
2.7.7.2	Le modèle d'architecture textuelle (MAT) .....	71
2.7.7.3	La théorie des structures rhétoriques (RST) .....	73
2.7.7.4	La théorie de notation de Goodman.....	76
2.7.7.5	Le langage notationnel des images de pages (IdP) .....	79
2.7.8	Accessibilité de la structure visuelle d'une page web .....	81
2.7.9	Accessibilité des documents de présentation.....	82
2.8	Synthèse des travaux d'accessibilité .....	84
3.	Chapitre 3 : Analyse des Informations Visuelles dans un Corpus de Pages Web.....	87
3.1	Introduction .....	89
3.2	Corpus des sites web à analyser.....	89
3.2.1	Choix du corpus des sites web.....	90
3.2.2	Vérification de l'accessibilité des sites web choisis par rapport aux normes du W3C	92
3.3	Identification des indices visuels dans les pages web .....	93
3.3.1	Les objets visuels élémentaires .....	93
3.3.2	Les groupements visuels.....	97
3.3.2.1	Les menus .....	97
3.3.2.1.1	Définition.....	97
3.3.2.1.2	Accessibilité aux menus.....	99
3.3.2.2	Les rubriques .....	103

3.3.2.2.1	Définition .....	103
3.3.2.2.2	Accessibilité aux rubriques.....	105
3.3.2.3	Le bandeau.....	107
3.3.2.3.1	Définition .....	107
3.3.2.3.2	Accessibilité au bandeau.....	108
3.3.2.4	Autres groupements visuels .....	109
3.3.2.4.1	Les agendas .....	109
3.3.2.4.2	Les formulaires .....	111
3.3.3	Les relations entre les groupements.....	112
3.3.3.1	Les relations visuelles .....	112
3.3.3.1.1	Définition .....	112
3.3.3.1.2	Accessibilité aux relations visuelles.....	113
3.3.3.2	Les relations contextuelles.....	114
3.3.3.2.1	Définition .....	114
3.3.3.2.2	Accessibilité des relations contextuelles.....	116
3.3.4	Vérification des définitions par des experts.....	116
3.3.5	Conclusion de l'analyse.....	119
3.4	Observation de l'accessibilité des groupements identifiés par des utilisateurs non voyants 120	
3.4.1	Etapas d'élaboration.....	120
3.4.1.1	Etape 1 : Co-Exploration .....	120
3.4.1.2	Etape 2 : Pré-test, cas d'étude .....	121
3.4.1.3	Etape 3 : Nouvelle série de tâches.....	122
3.4.1.4	Etape 4 : Série de tâches finales .....	123
3.4.2	Résultats de l'expérimentation .....	127
4.	Chapitre 4 : La représentation des groupements visuels et des relations identifiés, et leurs propriétés dans les pages web.....	131

4.1	Introduction : du texte aux pages web .....	133
4.2	Notre démarche de représentation des objets visuels des pages web .....	133
4.2.1	Comparaison entre les phénomènes visuels du texte et les phénomènes visuels des pages web .....	134
4.2.2	Les modèles de description des pages web .....	139
4.2.2.1	Historique .....	139
4.2.2.2	RDF .....	140
4.2.3	Synthèse sur les travaux de représentation.....	142
4.2.4	Notre modèle de description des objets visuels dans les pages web: MAP-RDF	144
4.2.4.1	Les ressources « groupements visuels » .....	144
4.2.4.2	Les ressources « Relation » .....	156
4.2.4.3	Reproduction du modèle en modalité tactile : Image de page web tactile....	158
4.2.4.4	Les symboles de représentation tactile.....	160
4.2.4.5	Définition des niveaux de granularité .....	166
4.2.4.6	Présentation d'un exemple d'Image de Page Web .....	169
4.3	Conclusion.....	175
5.	Chapitre 5 : Système de Gestion des Informations Visuelle en vue de les Rendre Accessibles : Vers un nouveau standard d'accessibilité.....	177
5.1	Système de gestion des informations visuelles d'une page web .....	179
5.2	Architecture du système .....	179
5.3	Module d'annotation des pages web.....	181
5.4	Module de génération des images de pages .....	183
5.5	Module de configuration .....	184
5.6	Implémentation de GIVRA .....	184
5.6.1	Implémentation du module d'annotation .....	184
5.6.2	Implémentation du module de génération.....	186
6.	Chapitre 6 : Evaluation de l'Accessibilité Augmentée des Images de Pages Web .....	189

6.1	Evaluation de la contribution du modèle MAP/RDF pour une meilleure accessibilité.....	191
6.1.1	Hypothèses.....	191
6.1.2	Les variables.....	192
6.1.2.1	Les variables indépendantes :.....	192
6.1.2.2	Les variables dépendantes.....	195
6.1.3	Pré-test.....	197
6.1.4	Préparation de l'expérimentation.....	197
6.1.4.1	Le matériel.....	197
6.1.4.2	La population d'étude.....	197
6.1.5	Scénarios de l'expérience :.....	198
6.1.5.1	Scénario 1 (Sans IdP).....	199
6.1.5.2	Scénario 2 (Avec IdP).....	201
6.2	Résultats de l'évaluation.....	206
6.2.1	Scénario 1.....	207
6.2.2	Scénario 2.....	208
6.2.2.1	La perception des symboles tactiles.....	210
6.2.2.2	Résultats de la lecture du niveau I d'IdP web tactile.....	211
6.2.2.3	Résultats de la lecture du niveau 2 d'IdP web tactile.....	216
6.3	Questionnaire de satisfaction.....	220
6.4	Conclusion.....	222
7.	Chapitre 7 : Conclusions et perspectives.....	223
7.1	Conclusion.....	225
7.2	Perspectives.....	229
A-	Annexe : Analyse des Sites Web par WAVE.....	231
A.1	Biarritz.....	231
A.2	Nice.....	233

A.3	Bordeaux .....	234
A.4	Paris.....	235
A.6	Grande Bretagne .....	237
A.7	Portugal.....	238
A.8	Hollande .....	239
B-	Annexe : Questionnaire de l'expérience réalisée avec Jaws.....	241
B.1	Objectif de l'Expérimentation .....	241
B.2	Informations Légales .....	241
B.3	Vérification du Matériel et Logiciel Utilisé .....	242
B.4	Consigne .....	242
B.5	Les Questionnaires et les réponses correctes .....	242
B.5.1	Visitbritain .....	242
B.5.2	Allemagne .....	243
B.5.3	Biarritz.....	244

# Table des Figures

---

Figure 2-1 : La loi de bonne continuité. ....	36
Figure 2-2 : La loi de proximité. ....	36
Figure 2-3 : La loi de similitude. ....	37
Figure 2-4 : La loi de clôture. ....	37
Figure 2-5 : Profil caractéristique d'un trait en relief, emprunté à (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000). ....	41
Figure 2-6 : Motif caractéristique d'un trait en relief emprunté à (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000). ....	42
Figure 2-7 : Exemple de dessin regroupant les principaux cas de distances de séparation, emprunté à (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000). ....	45
Figure 2-8 : Règles d'accessibilité du texte reproduit en tactile, emprunté à (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000). ....	46
Figure 2-9 : Situations classiques du rapport texte/image dans une reproduction tactile, emprunté à (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000). ....	46
Figure 2-10 : Clavier d'ordinateur avec une plage Braille. ....	51
Figure 2-11 : Exemple de tableau à deux dimensions ....	65
Figure 2-12 : Génération de texte à partir des modèles TTPML. ....	68
Figure 2-13 : Les différents schémas rhétoriques. ....	76
Figure 2-14 : Représentation du langage d'image de page textuelle : a) objet textuel ; b) image minimale ; c) image augmentée (1) ; d) image augmentée (2), (Luc, C.; Mojahid, M.; Virbel, J., 2001). ....	80
Figure 2-15 : Menu et sous-menu distingués visuellement par des couleurs et des tailles de caractères différentes (capture d'écran du site visitbritain). ....	81
Figure 2-16 : Groupements et relations visuelles d'un diagramme dans une diapositive. ....	83
Figure 2-17 : Description textuelle des pages web par la plateforme ARIA ....	85
Figure 2-18 Représentation restructurée de la page web par IBM Accessibility. ....	85
Figure 3-1 : Métafonction idéationnelle de titre, exemple tiré du site de Biarritz. ....	94
Figure 3-2 : Exemple de titres ayant pour vocation d'accrocher le lecteur. ....	95
Figure 3-3 : Illustration des différents objets visuels élémentaires. ....	97
Figure 3-4 : Distinction entre menu et menu principal à l'aide des attributs typographiques de saillance. ....	98

Figure 3-5 : Menu principal ; texte blanc sur fond rouge ; Sous-menu : texte blanc sur fond bleu ; Sous-menu : texte blanc sur fond bleu. ....	99
Figure 3-6 : Menu placé à droite dans la page d'accueil du site visitbritain. ....	99
Figure 3-7 : Menu principal du site de l'Allemagne. ....	100
Figure 3-8 : Menu secondaire situé à gauche, site de l'Allemagne. ....	101
Figure 3-9 : Menu arborescent, contrastes de couleurs non distingués. ....	101
Figure 3-10 : Structure des menus du site web de Biarritz. ....	102
Figure 3-11 : Rubrique informationnelle du site web de l'Allemagne. ....	103
Figure 3-12 : Deux liens hyper textes d'une même rubrique informationnelle du site de l'Allemagne. ....	104
Figure 3-13 : Rubrique publicitaire du site web de l'Allemagne. ....	104
Figure 3-14 : Deux rubriques publicitaires et une troisième rubrique informationnelle à l'intérieur d'une même rubrique. ....	105
Figure 3-15 : Rubriques informationnelles du site web de l'Allemagne. ....	106
Figure 3-16 : Bandeau de la page d'accueil du site de la Grande Bretagne. ....	107
Figure 3-17 : Bandeau de la page d'accueil du site de l'Allemagne. ....	108
Figure 3-18 : Bandeau animé du site de Nice. ....	108
Figure 3-19 : Agenda déroulant du site de Biarritz. ....	110
Figure 3-20 : Agenda fixe du site de Paris. ....	111
Figure 3-21 : Zone de recherche de la page d'accueil du site de l'Allemagne : détection d'un texte html dynamique visuellement inaperçu. ....	112
Figure 3-22 : Illustration des relations visuelles entre deux groupements. ....	113
Figure 3-23 : Illustration de la relation visuelle typographique. ....	114
Figure 3-24 : Illustration d'une relation contextuelle « thématique » entre deux groupements. ....	115
Figure 3-25 Illustration d'une relation contextuelle « détail » entre deux groupements. ....	116
Figure 3-26 : Exemple d'annotation des groupements d'une page web. ....	117
Figure 4-1 : Changements dynamiques des propriétés visuelles de la page d'accueil du site de l'Allemagne. ....	136
Figure 4-2 : exemple de schéma RDF. ....	142
Figure 4-3 : Différentes dispositions internes des objets élémentaires dans une rubrique. ....	153
Figure 4-4 : Motif caractéristique d'un trait, emprunté à (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000). ....	158
Figure 4-5 : Profil caractéristique d'un trait en relief. ....	159



Figure 4-6 : Premier niveau d’affichage d’une Image de Page Web et sa légende. ....	170
Figure 4-7 : Second niveau d’affichage d’une Image de Page Web. ....	171
Figure 4-8 : Légende du niveau 2. ....	172
Figure 4-9 : Troisième niveau d’affichage d’une Image de Page Web.....	173
Figure 4-10 : Légende du niveau 3. ....	174
Figure 4-11 Travaux s’inspirant du modèle d’architecture textuelle.....	176
Figure 5-1 : Fonctionnalités du système GIVRA.....	180
Figure 5-2 : Architecture de GIVRA .....	181
Figure 5-3 : Le diagramme de classes de GIVRA. ....	182
Figure 5-4 : Diagramme de séquences UML de la procédure d’ajout de groupements.....	183
Figure 5-5 Interface graphique correspondant au module d’annotation du système GIVRA .....	185
Figure 5-6 Génération de l’Image de Page Web à l’aide de l’API Visio .....	187
Figure 6-1 : Niveau 1 d’IdP de la page d’accueil du site web de l’Allemagne .....	193
Figure 6-2 : Niveau 2 d’IdP de la page d’accueil du site web de l’Allemagne .....	194
Figure 6-3 : Niveau 3 d’IdP de la page d’accueil du site web de l’Allemagne .....	195
Figure 6-4 : Exemple de démonstration des symboles tactiles avec leur description textuelle. .....	203
Figure 6-5 : Exemple de démonstration des symboles tactiles sans leur description textuelle. .....	203
Figure 6-6 : Temps moyen réparti sur la réalisation de chaque tâche. ....	209
Figure 6-7 : Temps mis par chaque utilisateur lors du deuxième scénario. ....	209
Figure A-1 : Evaluation de l’accessibilité du site de Biarritz par WAVE.....	231
Figure A-2 : Evaluation Par WAVE su site de Nice.....	233
Figure A-3 : Evaluation par WAVE du site de Bordeaux.....	234
Figure A-4 : Evaluation par WAVE du site de Paris.....	235
Figure A-5 : Evaluation par WAVE du site de l’Allemagne.....	236
Figure A-6 : Evaluation par WAVE du site de la Grande Bretagne.....	237
Figure A-7 : Evaluation par WAVE du site du Portugal .....	238
Figure A-8 : Evaluation par WAVE du site des Pays Bas.....	239



# Table des tableaux

---

Tableau 2-1 : Relations rhétoriques proposées par ( Mann, W.C.; Thompson, S.A., 1988) ...	74
Tableau 2-2 : Avantages et Inconvénients des travaux d'accessibilité.....	86
Tableau 3-1 : Identification des groupements visuels des pages web étudiées par des experts .....	118
Tableau 3-2 : Questionnaire Visitbritain .....	124
Tableau 3-3 : Questionnaire Allemagne .....	125
Tableau 3-4 : Questionnaire Biarritz .....	126
Tableau 3-5 : Résultats de l'expérience auprès des non voyants pour l'identification des groupements visuels .....	129
Tableau 3-6 : Résultats de l'expérience auprès des non voyants pour l'identification des relations.....	129
Tableau 4-1 : Phénomènes visuels relatifs aux textes et aux pages web .....	137
Tableau 4-2 : Symboles associés aux groupements visuels et aux relations .....	160
Tableau 4-3 : Note d'évaluation de l'importance des objets visuels .....	168
Tableau 4-4 : Note d'évaluation de l'importance des indices visuels .....	168
Tableau 4-5 : Note d'évaluation de l'importance des relations .....	168
Tableau 6-1 : Profils des utilisateurs non voyants qui ont testé notre modèle.....	198
Tableau 6-2 : Résultats de l'évaluation de l'accessibilité aux groupements visuels : scénario 1 .....	207
Tableau 6-3 : Résultats de l'évaluation de l'accessibilité aux relations entre les groupements visuels : scénario 1 .....	207
Tableau 6-4 : temps mis par chaque utilisateur lors du deuxième scénario.....	208
Tableau 6-5 : les réponses des sujets au questionnaire du niveau 1.....	212
Tableau 6-6 : les réponses des sujets au questionnaire du niveau 1 (suite).....	215
Tableau 6-7 : Evaluation du niveau I d'IdP .....	216
Tableau 6-8 : Les réponses des sujets au questionnaire du niveau 2. ....	217
Tableau 6-9 : Résultats d'évaluation du niveau II d'IdP.....	219
Tableau 6-10 : Evaluation et appréciations globales du modèle par les utilisateurs non voyants .....	221



# Chapitre 1 : Introduction



La consultation des sites web du réseau Internet représente, de nos jours, l'application informatique la plus importante, et la plus utilisée, avec le courrier électronique, les outils de communication, les espaces d'information, les magasins en ligne, les services de réservation, les agences de voyages, les journaux, les banques, ..., ou autrement, la majorité des services de notre quotidien. Dès lors, l'accessibilité web est un droit universel, selon l'article 9 de la Convention aux droits des personnes handicapées, convention adoptée en décembre 2006 et entrée en vigueur en mai 2008 par l'Organisation des Nations Unies (Organisation des Nations Unies, ONU, 2006) :

*« Afin de permettre aux personnes handicapées de vivre de façon indépendante et de participer pleinement à tous les aspects de la vie, les États prennent des mesures appropriées pour leur assurer, sur la base de l'égalité avec les autres, l'accès à l'environnement physique, aux transports, à l'information et à la communication, y compris aux systèmes et technologies de l'information et de la communication, et aux autres équipements et services ouverts ou fournis au public... Les États prennent également des mesures appropriées pour [...] promouvoir l'accès des personnes handicapées aux nouveaux systèmes et technologies de l'information et de la communication, y compris l'Internet. »*

Cependant, l'internet, cet outil d'accès à la communication, à l'information et au service ne prend pas toujours en compte les situations particulières de chacun, à savoir les handicaps ou déficiences nécessitant des aides techniques qui leur sont adaptées, mais qui ne sont pas toujours compatibles avec la présentation du contenu à saisir. Il s'agit en particulier des internautes mal ou non-voyants. Pour ces personnes, pouvoir utiliser les services en ligne, notamment pour communiquer, s'approvisionner ou accomplir des formalités administratives, à titre d'exemple, constitue une promesse attrayante d'amélioration des conditions de vie. Néanmoins, il ne suffit pas d'avoir une synthèse vocale ou un afficheur Braille pour pouvoir accéder correctement aux savoirs en ligne. En effet, trop de sites posent aux internautes souffrant de déficiences visuelles un problème d'utilisation trop difficile à surmonter. D'où la nécessité d'améliorer l'accessibilité des sites Web, en d'autres termes, selon la définition de Tim Berners-Lee, directeur du W3C (the World Wide Web Consortium), « Mettre le Web et ses services à la disposition de tous les individus, quel que soit leur matériel ou logiciel, leur infrastructure réseau, leur langue maternelle, leur culture, leur localisation géographique, ou leurs aptitudes physiques ou mentales ». Cette prise de conscience générale de la nécessité de permettre l'accès de tous aux sites Web ne devrait plus dans les prochaines années laisser les déficients visuels à l'écart de notre société de l'information et de la communication. Cependant même si les progrès sont réels, il

n'est question que d'accéder au contenu informationnel des pages Web et jamais à l'organisation typo-dimensionnelle de la page. Nous pensons que ces informations purement visuelles qui sont cachés aux non-voyants sont très importantes car elles sont porteuses de sens et influent sur les phénomènes de compréhension et de mémorisation.

La présente thèse a ainsi comme principal objectif, l'amélioration de l'accessibilité à l'information visuelle des pages web pour les non voyants. Nous avons conçu un modèle qui prendra en charge les informations visuelles qui ne sont pas étudiés actuellement et qui restent cachées à l'utilisateur telles que l'organisation de la page et les propriétés des objets la constituant. Pour la représentation de la page, nous nous basons d'une part sur le concept des *Images de Pages* (IdP) (Luc, C.; Mojahid, M.; Virbel, J., 2001) et sur le *modèle d'architecture textuelle* (MAT) où un objet textuel peut être décrit par un *méta-discours* (Harris, Z., 1971) ou des *méta-phrases* (Pascual, E., 1991), et d'autre part, sur le modèle *RDF* (*Resource Description Framework*) (Resource Description Framework, 1999). Notre modèle, que nous appelons MAP-RDF (modèle d'architecture des pages web) permet de produire une image tactile de la page web à partir des *métas-données* des éléments visuels constituant la page. Nous représentons ainsi les objets visuels élémentaires des pages web, les groupements visuels constitués de ces objets visuels élémentaires ainsi que les relations les associant dans les termes de notre modèle MAP-RDF. Nous attribuons à chaque ressource des prédicats et des valeurs correspondantes, à l'image du triplet ressource-prédicat-valeur du modèle RDF. Nous avons développé alors un outil permettant d'annoter de manière interactive une page web afin de générer automatiquement une sortie tactile de la page web répartie selon trois niveaux de détails d'information visuelle.

Le deuxième chapitre de la thèse est une analyse bibliographique sur l'accessibilité à l'Internet des non voyants. Nous présentons les différents problèmes de navigation sur Internet rencontrés par les non voyants. Nous faisons une synthèse sur les modalités de perception : visuelle, tactile et auditive, en se référant aux lois de la théorie de la Gestalt (Gurwitsh, A., 1935)(Guillaume, P., 1937)(Köhler, W., 1929). Dans cette première partie, nous explicitons également les principaux outils d'assistance informatiques utilisés par les internautes non voyants. Ces outils ne sont efficaces que si les pages web sont développées



selon des normes et des règles proposées par le W3C (World Wide Web Consortium) et les lois gouvernementales (Standards Shmandards, 2010). Cette partie résume ces recommandations, et expose les solutions proposées dans la littérature aux différents problèmes d'accessibilité aux pages Web.

Dans le troisième chapitre, nous analysons le contenu d'un corpus de pages web afin d'extraire les éléments qui le constituent. Ces sites web sont des sites touristiques et respectent les recommandations du W3C. Une expérimentation auprès de non voyants nous a permis d'identifier les objets et les propriétés visuelles qui leur sont cachés. Nous définissons alors les principaux « objets visuels élémentaires » contenus dans une page web, ainsi que les groupements qu'ils peuvent constituer. Nous limitons notre étude aux groupements visuels suivants : menus, rubriques, bandeau. Nous étudions aussi les relations visuelles et contextuelles qui relient ces groupements. Cette étude de la constitution d'une page web, ainsi que l'expérience réalisée auprès de non voyant nous permettent de conclure que la compréhension globale de la page web nécessite la prise en compte d'un second niveau d'accessibilité que nous appelons « Accessibilité Augmentée ».

Suite à cette étude des pages web, nous proposons au chapitre 4 une modélisation des informations visuelles en se référant aux modèles qui existent concernant les objets textuels, notamment le MAT (Modèle d'Architecture Textuelle). Nous comparons les éléments du modèle existant sur le texte aux nouvelles propriétés apparues dans le web. En se référant au modèle MAT, nous proposons un modèle qui accepte les nouvelles propriétés du web en le migrant vers un modèle de description web existant : le RDF (Resource Description Framework). Nous appellerons notre modèle MAP-RDF (Modèle d'Architecture de la Page) relativement aux deux modèles MAT et RDF. Les groupements visuels sont classifiés en fonction de leurs niveaux d'importance selon 3 niveaux, et nous proposons une sortie tactile de ces 3 niveaux.

L'évaluation de notre modèle MAP/RDF a été réalisée avec des personnes non voyantes. Nous avons testé si notre modèle améliore l'accessibilité aux indices visuels des pages web.

Nous avons proposé un questionnaire aux sujets non voyants qui ont réalisé les tests à la fois avec le lecteur d'écran JAWS et notre modèle de représentation, pour évaluer l'utilité du modèle et pour voir si ses fonctionnalités les intéressaient. Les premiers résultats de cette expérience nous ont permis de valider l'apport de notre modèle de représentation tactile en termes d'augmentation de l'accessibilité aux informations visuelles.

Enfin, nous proposons notre système de Gestion des Informations Visuelles des pages web en vue de les Rendre Accessibles, GIVRA. Ce système fournit d'une part aux concepteurs de pages web un outil d'annotation de leurs pages web suivant notre modèle MAP-RDF et d'autre part aux utilisateurs non voyants du web un système de production des images de pages tactiles.

# Chapitre 2 : Problématique et Etat de l'Art

---

*Ce chapitre traite les travaux de l'accessibilité web pour les non voyants. Nous présentons les différents problèmes de navigation sur Internet rencontrés par les non-voyants, les modalités de perception, les principaux outils d'assistance informatiques, les normes d'accessibilité que doivent vérifier les pages web, ainsi que les solutions proposées dans la littérature aux différents problèmes d'accessibilité aux pages Web.*

---



## 2.1 L'informatique et les non-voyants : introduction et problématique

L'organisation mondiale de la santé (OMS) estimait en 2003 à 180 millions le nombre de personnes atteintes d'incapacités visuelles, dont 40 à 45 millions sont non-voyants. Plus récemment, en mai 2009 (World Health Organization, 2009), ces chiffres étaient de l'ordre de 314 millions de personnes souffrantes de déficiences visuelles dont 45 millions de non-voyants. Ces chiffres pourraient doubler d'ici 2020, en raison notamment de l'accroissement démographique et du vieillissement des populations. Une déficience visuelle pourrait, dans une société de médias comme la nôtre, mettre la personne qui en souffre en marge de cette société : télévision, livres, affiches, etc. L'informatique est sans doute un des domaines où un voyant et un non-voyant peuvent se retrouver le plus égaux, grâce à des outils adaptés. Contrairement à ce qui est souvent prétendu, les personnes non-voyantes peuvent accéder à l'informatique, et donc à Internet en utilisant des techniques spécifiques telles que la synthèse de la parole ou l'affichage Braille.

A titre d'exemples, l'informatique permet au non-voyant de : relire et corriger ses textes sans l'aide d'un voyant ; correspondre avec des personnes qui ne connaissent pas le Braille ; rédiger des courriers officiels et privés, et grâce au scanner, lire soi-même son courrier ; accéder aux informations ; faire des achats en ligne ; gérer ses réservations ; etc. Internet est donc d'une grande utilité pour les personnes non-voyantes. « *C'est un prolongement très important à l'apport de l'informatique en matière d'accès à l'écrit, et donc à l'information* », témoignage de Julien Perben. L'accessibilité à ces tâches quotidiennes par Internet est donc un droit fondamental pour les déficients visuels, soutenu par les droits de l'homme, les lois européennes, ainsi que les règles et les normes mondiales d'accessibilité.

Depuis 1975, les ordinateurs utilisaient un système opérationnel nommé MS DOS (Micro Soft Disk Operating System), créé par Microsoft Corporation (Microsoft Corporation, 2010). Ce système opérationnel et les applications informatiques utilisaient des interfaces en mode texte. Les données apparaissaient sur l'écran en tant que caractère ASCII, comprenant des lettres, des chiffres, et des caractères typographiques. Cette interface permettait au non-

voyant d'utiliser l'ordinateur à l'aide d'instruments capables de transformer les informations proposées à l'écran en caractères Braille avec la plage tactile Braille, ou de manière sonore avec la voix synthétique. Le paragraphe 2.5 explique le fonctionnement de ces dispositifs.

Dans les dernières années, l'informatique a évolué avec l'introduction des interfaces graphiques, qui ont été utilisées d'abord par Apple (Apple, 2010)(Macintosh) et peu après par Microsoft (Microsoft Corporation, 2010)(Windows). Cette évolution a induit non seulement une intrusion massive d'images, mais aussi la présentation du texte à travers une large variété de caractères (fonts) de différentes dimensions, couleurs, polices, et orientations. Cette nouvelle interface a impliqué d'autre part un fort usage de la souris. L'écran, qu'on considérait auparavant comme un ensemble constitué par des espaces rectangulaires disposés sur 25 lignes et 80 colonnes, constitués des 256 caractères ASCII, doit être dorénavant conçu comme un ensemble de petits points (pixels) qui peuvent être allumés ou éteint en différentes couleurs. Si cette nouveauté a ouvert de nombreuses alternatives à l'utilisateur voyant, elle a toutefois créé des difficultés pour le non-voyant : une première difficulté, consistant à transformer une information en mode graphique en un texte lu par une synthèse vocale ou affiché en braille, a été surmontée en prélevant à la source les informations en mode texte ; une deuxième difficulté liée à l'utilisation de la souris a pu être en partie compensée au moyen du clavier. Néanmoins, l'information graphique visuelle reste inaccessible malgré ces travaux de compensation. En effet, l'importance de ces informations visuelles a été démontrée dans des travaux en psychologie cognitive pour des personnes voyantes, en particulier dans le projet du PRESCOT(Garcia-Debanco, C.; Baccino, T.; Jacquemin, C.; Luc, C.; Mojahid, M.; Pery-Woodley, M-P; Schmidts, S.; Virbel, J., 1999)). Ce travail a été poursuivi par (Etcheverry, I.; Terrier, P.; Marquie, J.C., 2007) concernant les études des stratégies d'exploration des informations visuelles dans les pages Web par les personnes âgées.

En partant des conclusions de ces travaux sur l'importance des informations visuelles pour les voyants, nous supposons que ces informations sont également indispensables pour les non voyants. La problématique principale de notre travail concerne alors l'accessibilité aux informations visuelles et structurelles des pages web pour les non voyants. Nous procédons donc par l'identification, dans un corpus de sites web, des informations visuelles essentielles

pour la compréhension globale des pages web. Ensuite Nous vérifions auprès de sujets non voyants l'inaccessibilité à ces informations. L'objectif principal de cette thèse est donc l'amélioration de l'accessibilité web pour les non voyants. Pour cela, nous proposons une solution à partir du concept des Images de Pages. Avant de détailler cette solution, son élaboration et son évaluation dans les prochains chapitres, ce chapitre présente les différents problèmes de navigation rencontrés par les personnes non-voyantes, les outils d'assistance informatiques, les normes d'accessibilité, ainsi que les solutions proposées dans la littérature aux différents problèmes d'accessibilité des pages Web.

## 2.2 Principaux problèmes de navigation des internautes non voyants

« *Un site accessible fidélise le public. Il m'est souvent arrivé de dire que je ne reviendrai jamais sur un site car je ne pouvais pas naviguer dessus.* » Ce témoignage de Sylvie, une internautes non-voyante, est inspiré des nombreux problèmes qu'elle rencontre quand elle navigue sur les sites Web, notamment quand ces sites ne respectent pas les règles d'accessibilité. Ci-après, à titre indicatif et non exhaustif, nous citons les principaux problèmes de navigation rencontrés par un non voyant :

- Tendances des sites d'être de plus en plus 'graphiques' et mal étiquetés ; À titre d'exemples, souvent on voit sur un site, « numéro de téléphone » suivi d'une figure avec ce numéro en image ; ou aussi « pour avoir des informations sur un pays, cliquez sur son drapeau », alors que les drapeaux ne sont que des images mal ou non commentées. On utilise énormément de décorations et d'images animées, mais ces préciosités excessives peuvent déterminer un fort désarroi pour le non voyant, et créent bien des difficultés pour la navigation sur Internet des non voyants.
- Complexité des formulaires à remplir en ligne ; Il s'agit également de problèmes tels que les champs déjà remplis s'effacent automatiquement après un avertissement d'erreur que tel ou tel champ n'est pas encore rempli. Le temps pour remplir un formulaire assez long et compliqué est parfois limité et on est obligé de se reconnecter quand le délai est dépassé.

- Structure parfois confuse et incohérente des pages ; Généralement, un non voyant appréhende un site de façon linéaire : il lit de gauche à droite et du haut vers le bas, ligne par ligne. Or, sur certains sites, l'information essentielle se trouve très loin dans la page qui est polluée de publicités et de liens inutiles pour l'utilisateur. Dès l'accès à un site, le non-voyant essaie de se construire une idée de la disposition des informations sur la page, et il s'attend à ce que toutes les pages gardent la même structure, ce qui n'est malheureusement pas toujours le cas.
- Utilisation de plus en plus fréquente de claviers virtuels pour saisir un mot de passe. Il faut alors cliquer avec la souris ce qui est déjà un problème sur des chiffres qui ne sont que des images sans alternatives.
- Utilisation de textes en image à recopier dans une boîte d'édition pour sécuriser l'accès à une page ou l'achat en ligne par exemple.
- Problème de repérage surtout quand la disposition du contenu est assez incohérente ; Le non-voyant perd beaucoup de temps dans la recherche de l'information qui l'intéresse. A l'affichage de chaque nouvelle page, la lecture est fastidieuse et répétitive ; le non-voyant essaie par conséquent d'accéder plus rapidement au contenu ce qui l'amène à se perdre, au risque de passer à côté de l'information qui l'intéresse.
- Diversité des caractères utilisés ; Pour mettre en évidence un texte particulier, les sites web ont tendance à changer son format (couleur, police, taille, etc.) ou encore l'encadrer. Cette mise en évidence n'est pas toujours perçue par les outils d'aide classiques.
- Divers problèmes comme les cadres trop nombreux, les tabulations et la structure compliquée, l'ouverture de nouvelles fenêtres lorsque l'on clique sur un lien, les pages qui se rafraîchissent régulièrement, l'utilisation abusive du flash, les bandes sonores qui tournent en boucle sur un site et qui couvrent le son de la synthèse vocale.

Enfin il faut signaler les difficultés de configuration du matériel utilisé par le non-voyant. Alors qu'il suffit à un voyant de s'asseoir face à un écran et d'avoir une souris et un clavier



pour être opérationnel, un non-voyant doit connecter son matériel adapté, puis procéder à une phase d'installation et de paramétrage particulièrement complexes qui peuvent le dissuader d'utiliser son matériel seul, hors de son domicile. Nous notons aussi que ces aides techniques sont souvent trop coûteuses, et nécessitent une phase d'apprentissage assez longue pour atteindre une parfaite maîtrise. Le paragraphe 2.5 traite les principaux outils mis à la disposition des non-voyants pour leur permettre d'accéder à l'informatique, et donc à Internet.

Dans la section suivante, et afin de comprendre comment un non voyant accède et perçoit les informations, nous abordons le sujet de la perception : visuelle, tactile et auditive.

## 2.3 La perception

La perception est le phénomène physio-psychologique qui relie le vivant aux mondes et à l'environnement par l'intermédiaire des sens et des idéologies individuels ou collectifs. Chez l'espèce humaine, la perception est aussi liée aux mécanismes de cognition par l'abstraction inhérente à l'idée et aux notions dans la pensée. En psychologie cognitive, le mot perception désigne donc l'opération psychologique complexe par laquelle l'esprit, en organisant les données sensorielles, se forme une représentation des objets extérieurs et prend connaissance du réel (Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL), 2010). Les activités perceptives sont à la base de tous les autres comportements. Sans perception préalable, il ne serait pas possible d'apprendre, de parler, de mémoriser, de communiquer. Percevoir est donc une situation essentiellement active, qui fait intervenir plusieurs processus dans l'enchaînement de la stimulation à l'identification de l'objet. La perception nous permet de construire des représentations du monde environnant. Elle implique des traitements complexes de l'information, du décodage sensoriel à la formation d'images mentales. L'image finale prend sens en fonction du stimulus, du contexte et des connaissances du sujet. La perception se fait donc en quatre étapes :

- 1- la perception : un processus actif ;
- 2- le décodage physiologique de l'information ;

- 3- la création de représentations mentales ;
- 4- l'image prend enfin sens quand ces traitements ont été effectués.

Nous nous intéressons en particulier à la perception visuelle, tactile et auditive, pour savoir comment une personne se constitue une image mentale à partir de ses sens.

### 2.3.1 La perception visuelle et la théorie de la Gestalt

La perception visuelle ou oculaire est l'ensemble des transformations par lesquelles une portion du monde spatial tridimensionnel est perçue par la surface bidimensionnelle et courbe de l'œil, indépendamment des propriétés stéréoscopiques de la vision binoculaire frontale. Du point de vue mathématique, elle est une projection par laquelle la dimension métrique des objets se trouve convertie en dimension angulaire.

La perception des messages visuels dépend de l'acuité visuelle du sujet, c'est-à-dire sa capacité à percevoir des objets selon le rapport entre la grandeur de l'objet et la distance entre l'œil et l'objet. Pour décrire les dimensions d'un objet indépendamment de la distance œil-objet, on précise l'amplitude de l'angle visuel.

Nos perceptions obéissent à un certain nombre de lois : une totalité (par exemple, un visage humain) ne peut se réduire à la simple somme des stimuli perçus ; de même, l'eau est autre chose que de l'oxygène et de l'hydrogène, une symphonie est autre chose qu'une succession de notes. On constate ainsi que le tout est différent de la somme de ses parties, un des principes phares de la théorie de la Gestalt(Köhler, W., 1929).

Les fondateurs de l'école de la Gestalt (Wertheimer, Koffka et Köhler(Köhler, W., 1929), (Gurwitsch, A., 1935), (Guillaume, P., 1937)) affirment qu'une partie dans un tout est autre chose que cette même partie isolée ou incluse dans un autre tout, puisqu'elle tire des propriétés particulières de sa place et de sa fonction dans chacun d'entre eux : ainsi, un cri au cours d'un jeu est autre chose qu'un cri dans une rue déserte ; être nu sous la douche n'a pas le même sens que de se promener nu sur les Champs-Élysées. Ils posent ainsi la question de

l'organisation perceptive, en considérant que percevoir est autre chose qu'additionner purement et simplement les informations. La « forme globale » (Gestalt) l'emporte sur les éléments qui la composent. Elle est perçue d'emblée, et différenciée du fond sur lequel elle s'imprime. Les lois de la gestalt décrivent les principes de ségrégation figure/fond qui s'applique tant en vision qu'en audition.

Pour comprendre un comportement ou une situation, il importe donc, non seulement de les analyser, mais surtout, d'en avoir une vue synthétique, de les percevoir dans l'ensemble plus vaste du contexte global, avoir un regard non pas plus « pointu » mais plus large : le « contexte » est souvent plus signifiant que le « texte ». « Com-prendre » c'est prendre ensemble. Le tout est perçu avant les parties le formant. La structuration des formes ne se fait pas au hasard, mais selon certaines lois dites "naturelles" et qui s'imposent au sujet lorsqu'il perçoit. Nous citons ci-dessous les principales lois de la Gestalt :

– **La Loi de la bonne forme** : la structure perçue est toujours la plus simple. La bonne forme est le principe selon lequel les éléments s'organisent en une forme plutôt qu'en une autre, en fonction des attentes perceptives. Par exemple, étant habitués aux figures géométriques, nous aurons tendances à regrouper sous une même forme plusieurs objets disparates s'ils sont placés de manière suffisamment évocatrices. Cet effet nous permet par exemple de voir un peu partout dans les étoiles, des triangles, des trapèzes, etc. Nous avons alors tendance à percevoir d'abord une forme simple, symétrique, stable, en somme, une bonne forme.

– **La loi de bonne continuité** : des éléments sont perçus comme appartenant à un ensemble cohérent et continu plutôt qu'à un autre impliquant une rupture dans la continuité. Cette loi permet de distinguer un trait coupé comme ne l'étant pas. Ainsi avons nous l'impression d'un carré continu en regardant l'image suivante (Figure 2-1):

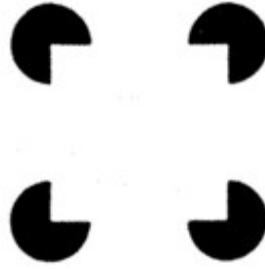


Figure 2-1 : La loi de bonne continuité.

– **La loi de la proximité** : les éléments sont regroupés en fonction de leurs distances respectives. Nous regroupons d'abord les points les plus proches les uns des autres. Cette loi permet alors au cerveau de regrouper des éléments qui vont ensemble, proche dans une scène perceptive, Figure 2-2. Ce principe permet par exemple de considérer comme un tout, les lettres de chaque mot que nous lisons. Perceptivement, cette scène contient de nombreuses lettres, nous regroupons inconsciemment celles qui sont proches afin de rendre de petits ensembles de lettres cohérents.

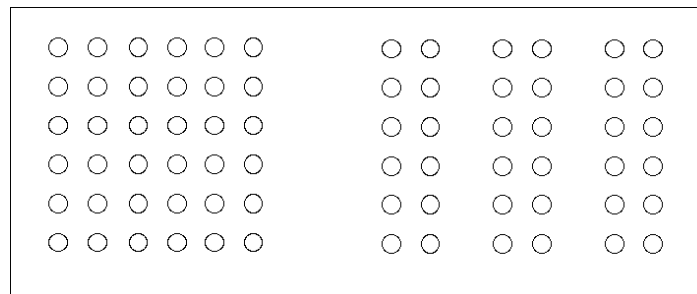


Figure 2-2 : La loi de proximité.

– **La loi de similitude** : qui se rassemble s'assemble : on regroupe les éléments semblables. Si la distance ne permet pas de regrouper les points, nous nous attacherons ensuite à repérer les plus similaires entre eux. Par exemple, les chiffres et les lettres de la figure ci-dessous (Figure 2-3) nous apparaissent ainsi davantage disposés en colonnes qu'en lignes.

1A4D  
2B5E  
3C6F

Figure 2-3 : La loi de similitude.

– **La loi de destin commun :** Lorsque des parties sont en mouvement, nous regroupons ceux qui ont la même trajectoire ou ceux pour lesquels une cohérence de déplacement apparaît.

– **La loi de clôture :** une forme fermée est plus facilement identifiée comme une figure (ou comme une forme) qu'une forme ouverte. Pour qu'une figure se détache du fond, elle doit être délimitée. Or parfois, cette délimitation n'est pas perceptivement distincte. Un objet placé devant un autre en cachera une partie. Dans ce cas, le système perceptif va créer les contours manquants afin de rendre compte de la figure. Ainsi, l'image ci-dessous (Figure 2-4) nous évoque un visage, bien que perceptivement, l'image soit incomplète. Ces figures illusoires constituent de bons révélateurs du principe de fermeture : le système perceptif crée les contours virtuels qui vont s'ajouter aux contours réels afin de rendre cohérente la scène perceptive, et permettre d'en détacher des éléments par rapport au fond.



Figure 2-4 : La loi de clôture.

Nous abordons la théorie de la Gestalt dans la présente thèse, pour s'y référer dans la suite lorsque nous allons parler des éléments qui constituent une page web. L'information donnée

par tout élément dépendra de sa place et de son rôle dans la page web, et va obéir à des lois similaires aux lois de la Gestalt, (chapitre 3).

### 2.3.2 La perception tactile

La perception tactile est la perception de sensations par le toucher transmise par l'intermédiaire de la peau. Elle inclut non seulement la perception tactile au sens étroit (reconnaissance de textures, d'élasticité, lecture en braille, etc.) mais aussi la perception thermique (sensation de chaud ou de froid), et même des perceptions émotionnelles, telles la douleur ou la sensualité.

La perception visuelle et la perception tactile sont des processus sensoriels complètement différents. Il est impossible de pouvoir reproduire, sous forme tactile, des représentations visuelles sans les retoucher pour les rendre lisibles tactilement, c'est-à-dire pour qu'ils respectent les caractéristiques du toucher. En effet, la capacité à discriminer deux traces distinctes est dans le meilleur des cas de 2,33mm, valeur indicative proche des espacements du Braille. De cette capacité découlent également des propriétés géométriques des entités graphiques qui doivent être conçues sous les contraintes discriminatives du tactile (texture, motif et épaisseur du trait, angle, distance de séparation entre les motifs graphiques, etc.). Une bonne évaluation de la complexité et de la lisibilité des contours peut être opérée en utilisant une grille fondée sur l'encombrement de la lettre braille ; la complexité graphique à l'intérieur de chaque cellule ne doit pas excéder celle d'une lettre braille.

Une autre différence entre la perception visuelle et la perception tactile concerne la forme et l'étendu du champ perceptif. En tactile, ce champ perceptif dépend surtout de la configuration des doigts et de la collaboration des deux mains pendant la lecture. En lecture globale le champ est plus étendu mais peut être discontinu ; en mode déchiffrage le champ peut être réduit à la surface des deux index. Cette discontinuité et cette limitation de la surface du champ conduisent à une lecture séquentielle qui est marquée par la durée de l'exploration et un effort permanent de mémorisation et de mise en relation des informations. Ainsi, il faut adapter la taille, l'orientation des formats et la densité d'information, de façon à réduire le coût de la lecture. Egalement, il faut faciliter le parcours

de lecture à l'aide d'une mise en page explicite fondée sur des alignements simples et une relation fonctionnelle entre le texte et l'image. Dans la section 2.4, nous présentons les principales contraintes à respecter lors de la reproduction en tactile.

### 2.3.3 La perception auditive

La perception auditive est la reconnaissance des sons et l'analyse des scènes auditives. Le rôle du cerveau dans la perception auditive est particulièrement important parce qu'il fournit un gros travail d'analyse pour distinguer, reconnaître et évaluer les sons, selon leur hauteur, mais surtout selon leur évolution au cours du temps (le terme émotion dérive étymologiquement de ce sens du mouvement). Le cerveau permet aussi la corrélation entre les deux oreilles afin de situer le son dans l'espace (différence d'intensité, de phase et de filtrage). C'est aussi lui qui nous permet de reconnaître un instrument de musique ou une personne précise. L'oreille, elle, ne fait que transmettre des informations brutes.

Ainsi, la perception du timbre, et même de la justesse peut varier d'une personne à une autre, indépendamment de ses goûts personnels, non seulement à cause de la dégradation de son système auditif, mais également en raison d'une altération de ses facultés neurologiques. Une autre raison de cette différence de perception tient au filtrage effectué par un système auditif vieillissant. Ainsi, de même qu'un filtre optique masque ou met en évidence des éléments d'une image, l'oreille peut masquer ou mettre en évidence les éléments constitutifs du son, faisant varier d'autant sa perception.

Les études portant sur la psycho-acoustique (Botte, M.-C.; Cavenet, G.; Demany, L.; Sorin, C., 1990) influencent beaucoup les techniques de restitution de scènes sonores virtuelles. L'auditeur est plongé dans un environnement sonore souvent associé à un environnement visuel. L'homme a appris à comprendre les phénomènes de diffraction de l'onde sonore autour du visage de l'auditeur, phénomènes qui permettent à l'homme de localiser la source sonore sans la voir.

Les personnes non voyantes vivent avec des représentations ou images mentales qui se construisent en général plus lentement que celles des voyants (World Health Organization,

2009). Chez les non voyants, ce sont les perceptions tactiles, liées au toucher et les perceptions kinesthésiques, liées aux mouvements du corps dans l'espace, qui prédominent dans l'appropriation de l'espace et la reconnaissance des objets. Les perceptions auditives viennent compenser les informations visuelles dans l'appréciation des distances et des orientations. Notamment, lorsque les non voyants utilisent les ordinateurs, ils accèdent à l'information en utilisant la reproduction tactile et la reproduction sonore, à l'aide des lecteurs d'écrans et des Text to Speech, section 2.5.

### 2.3.4 La transmodalité

Le terme transmodalité recouvre, à l'instar du terme mapping (Edwards, A.D.N., 2002), la conversion d'une modalité de communication vers un canal de communication lié à un des cinq sens du récepteur. La littérature nous indique que cette notion a été pour l'instant principalement appliquée à la réalisation d'outil d'aide aux personnes ayant un canal de communication déficient pour, par exemple, la représentation tactile ou orale pour les non voyants ; Plus concrètement, il s'agit de permettre l'accès à une information et à une phénoménologie propre à une modalité perceptive par la voie d'organes sensoriels non spécifiques à cette modalité. Par exemple, le plus ancien dispositif de ce type, le TVSS créée par P. Bach-y-Rita (Bach-y-Rita, P.; Collins, C.C.; Saunders, F.A.; White, B.; Scadden, L., 1969), avait pour but de permettre à des aveugles de voir par l'intermédiaire du touché.

Dans la présente thèse, nous concentrons notre étude sur l'utilisation du tactile, chapitre 4. Dans la partie suivante, nous discutons alors des limitations de la reproduction tactile des informations.

## 2.4 La reproduction en tactile

Reproduire en tactile consiste à réduire la densité d'informations sur une surface donnée. On cherche alors à utiliser des représentations schématiques, tout en utilisant une répartition différente de ces informations.



Nous présentons par la suite, les recommandations à respecter, associées à la perception des textures lors de la transcription tactile. Nous allons discuter des paramètres qu'on utilise dans cette thèse pour produire la sortie tactile. Il s'agit essentiellement des paramètres correspondant à la représentation des traits, des surfaces et des vides de séparation.

– **Les traits** : ils représentent souvent des objets concrets linéaires, comme les routes dans une carte, ou des objets abstraits linéaires, comme les liens dans un organigramme, ou encore le contour (le cadre) d'objets visuels bi-dimensionnels. Dans ce dernier cas, le trait n'est que le support matériel des propriétés géométriques du contour. La hauteur du trait en relief, et l'épaisseur perçue par les doigts ne doivent pas être inférieures à 0,4mm. La meilleure forme du trait est celle proche d'un trapèze aux sommets arrondis ( $r = 0,1\text{mm}$ ). Cette forme peut être obtenue par le gaufrage, le thermoformage ou le moulage, Figure 2-5.

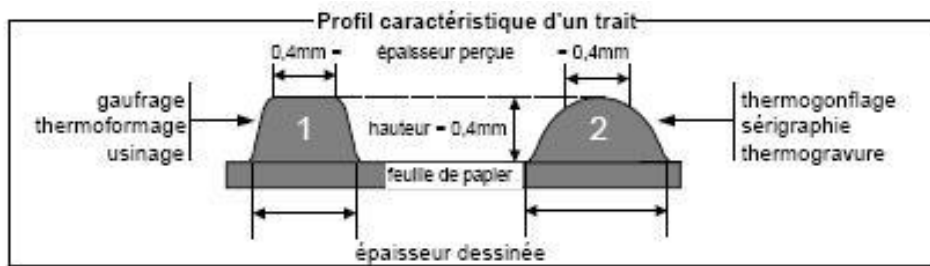


Figure 2-5 : Profil caractéristique d'un trait en relief, emprunté à (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000).

Pour représenter plusieurs niveaux d'objets visuels, nous avons recours à produire des traits interrompus (pointillés). L'espacement entre deux éléments doit alors être compris entre 0,5mm et 4mm, valeur au-delà de laquelle la notion de trait n'est plus perçue, Figure 2-6.

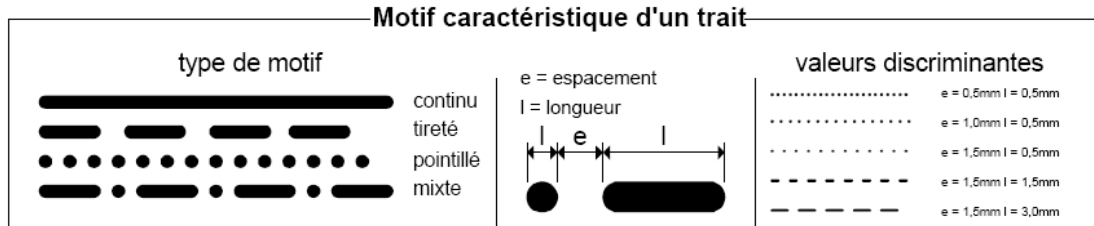


Figure 2-6 : Motif caractéristique d'un trait en relief emprunté à (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000).

D'autres motifs plus complexes peuvent être définis dans certains cas en utilisant des symboles. Dans ce cas, il faut donner sa signification dans une légende, comme nous le ferons dans notre système, chapitre 4.

– **Les surfaces** : Elles codent souvent les propriétés de voisinage entre les objets. Elles sont utilisées particulièrement lors des procédures perceptives visant à discriminer l'intérieur de l'extérieur d'un objet, la continuité de cet objet, la séparation de deux objets, les niveaux différents. Elles se caractérisent essentiellement par la couleur, le contraste, la valeur (la quantité de noir et de blanc), la forme, l'étendue. Lors d'une représentation tactile, les composants de la texture (motif, orientation, grain) permettent de discriminer les surfaces, mais sont soumis à certaines contraintes. Le motif peut avoir une forme simple (point, trait, tiret) ou plus complexe, et une structure régulière (parallèle, croisée) ou en quinconce. La reconnaissance de ces paramètres est très difficile pour les déficients visuels et les personnes non voyantes car la discrimination du motif peut faire appel à une grande acuité. Il faut alors choisir des motifs très différents (par exemple : points, traits) et très simples car la taille et la forme des surfaces à remplir peut conduire à des troncatures de ces motifs conduisant à une identification impossible.

Egalement, une limite consiste en la taille relative du pas et la graisse : si la graisse est trop forte, le motif est trop fort et la surface sera prise pour un dessin d'objet. Si le pas est trop grand, la sensation de trame disparaît. De plus, l'orientation de la trame peut entraîner des pertes de sensation suivant certaines directions.

– **Vides de séparation des traces en relief** : Les bons lecteurs de braille repèrent autant les points brailles que la forme des « blancs » qui séparent les lettres. Ces surfaces particulières qui sont constitués par les espaces qui séparent les traces en relief ont donc une très grande importance dans les processus de discrimination des éléments graphiques.

Nous présentons sur la Figure 2-7 une image et un tableau tirés de (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000) regroupant les différents cas où un vide de séparation doit être disposé entre deux éléments, les éléments pouvant être un texte, un trait ou une surface. Les valeurs indiquées dans le tableau correspondent à un système de mise en relief de qualité moyenne utilisant le papier thermo-gonflable.

En outre, dans le cas de l'intersection de 2 traits, il faut séparer les deux éléments par un vide de 1 à 2 mm. Le sommet d'un angle très aigu (inférieur à 30°) est perçu comme un tas. Il faut alors interrompre les tracés avant l'intersection et à disposer un point au sommet. Dans ce même contexte de perception tactile des angles, au-delà d'un angle de 120°, le changement de direction d'un angle obtus n'est plus perçu. Le sommet disparaît tactilement et la ligne brisée devient une courbe. Si le sommet doit être perceptible, on devra opérer de façon identique au cas précédent.

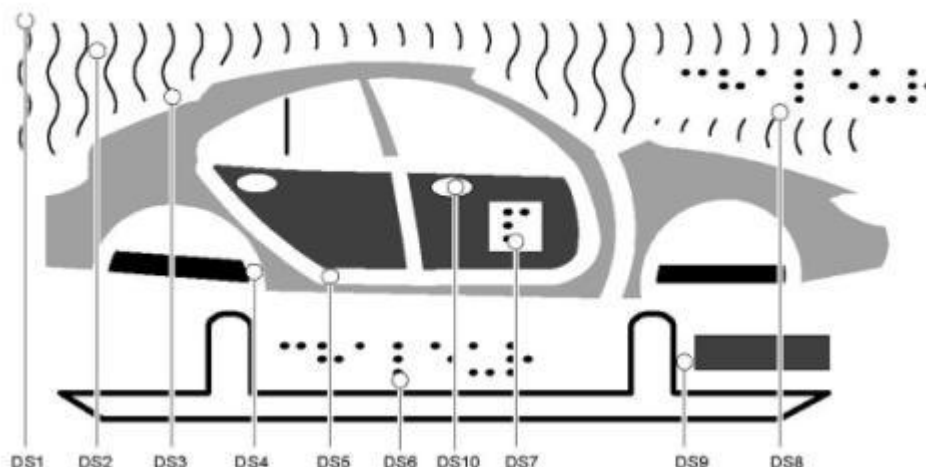
D'un autre côté, les éléments textuels doivent également respecter certaines règles quand ils sont reproduits en tactile. La discrimination noir/blanc localise la lettre, et les contours sont à l'origine du décodage. Les propriétés de forme et de dimension des contours doivent alors respecter certaines règles. La norme AFNOR (NF Q 67-006) de février 1985 établit les normes de dimensions d'une lettre Braille. Les conventions d'écriture de l'alphabet, du braille abrégé, et des notations particulières (mathématiques, musique, etc.) sont décrites dans le fascicule : « Code de Transcription en Braille des Textes Imprimés » (Association Valentin Haüy, 2001) réalisé par la Commission Évolution du Braille Français.

Le dessin des lettres doit mener à une nette différenciation de la forme des signes de graphies voisines (h et b ou bien a, c, e et o par exemple). Il est donc important de choisir des caractères dont le dessin contribue à limiter les risques de déformation due aux aberrations visuelles.

En ce qui concerne les familles/polices de caractères à utiliser, l'AFNOR (NF Q 67-004, Janvier 1983, NF Q 60-007, Décembre 1977) recommande les Linéales, Mécanes, Incises et Humanes de la classification de Maximilien Vox. Dans les logiciels actuels, les polices de caractères qui semblent les plus lisibles sont : Helvética, Roman, Palatino, Century, Univers et Moderne. Il convient d'éviter les caractères étroits ou larges. Il est préférable alors de retenir une police normalisée pas trop grasse. Elle sera sans plein ni délié, sans empattement, d'un corps compris entre 16 et 20.

Les recommandations suivantes doivent aider à améliorer la lisibilité. Il s'agit d'établir le meilleur rapport entre hauteur et largeur des majuscules, entre celles-ci et celles des minuscules, des espacements, permettant de lire chaque lettre le mieux possible. On peut donc proposer, comme illustré sur la Figure 2-8 que :

- le rapport hauteur/largeur des majuscules soit de  $3/2$  ;
- les hauteurs des majuscules par rapport à celles des minuscules soit de  $3/2$  ;
- la largeur des majuscules et des minuscules corresponde aux  $2/3$  de leur hauteur ;
- l'épaisseur du trait soit égale environ à  $1/6$  de la hauteur de la lettre ;
- l'espacement des lettres dans les mots doit garantir une bonne lisibilité des mots. D'une façon générale, on peut lui donner  $1/4$  à  $1/5$  de la hauteur des caractères ;
- l'espacement des mots doit garantir une bonne lisibilité du texte. D'une façon générale, on peut lui donner une largeur égale au moins au  $1/3$  du corps du caractère.



Situation	Description	Distance minimale
DS2	Deux traits fins (0,4mm) parallèles	D = 3 à 4 mm
DS1	Intersection de deux traits fins	D = 1 à 2 mm
DS3	Intersection d'un trait fin avec une surface	D = 4 à 5 mm
DS4/DS5	Surfaces en vis à vis	D = 5 à 6 mm
DS6/DS7/DS8	Texte vis à vis d'un élément trait ou surface	D = 4 à 5 mm
DS9	Trait fin parallèle à une surface	D = 4 à 5 mm
DS10	Vide minimal	D = 6 à 8 mm

Figure 2-7 : Exemple de dessin regroupant les principaux cas de distances de séparation, emprunté à (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000).

Ces paramètres indiquent de quelle façon rendre un texte plus lisible. Cependant, le texte est souvent en relation avec des figures. Les positions relatives texte/figure induisent les inférences que le non voyant est conduit à opérer. La relation topologique texte/figure doit faciliter le travail d'étiquetage linguistique. La séquence de lecture efficace est donc : lecture du libellé texte ; identification de la relation texte/élément ; lecture de l'élément graphique.

Les situations classiques rencontrées du rapport texte/image sont schématisées sur la Figure 2-9.

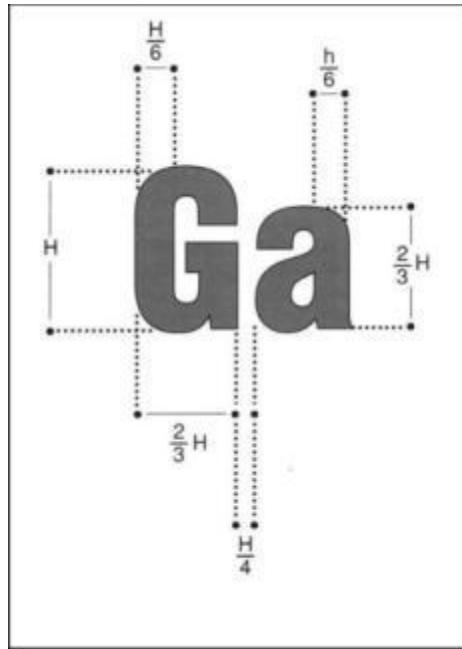


Figure 2-8 : Règles d'accessibilité du texte reproduit en tactile, emprunté à (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000).

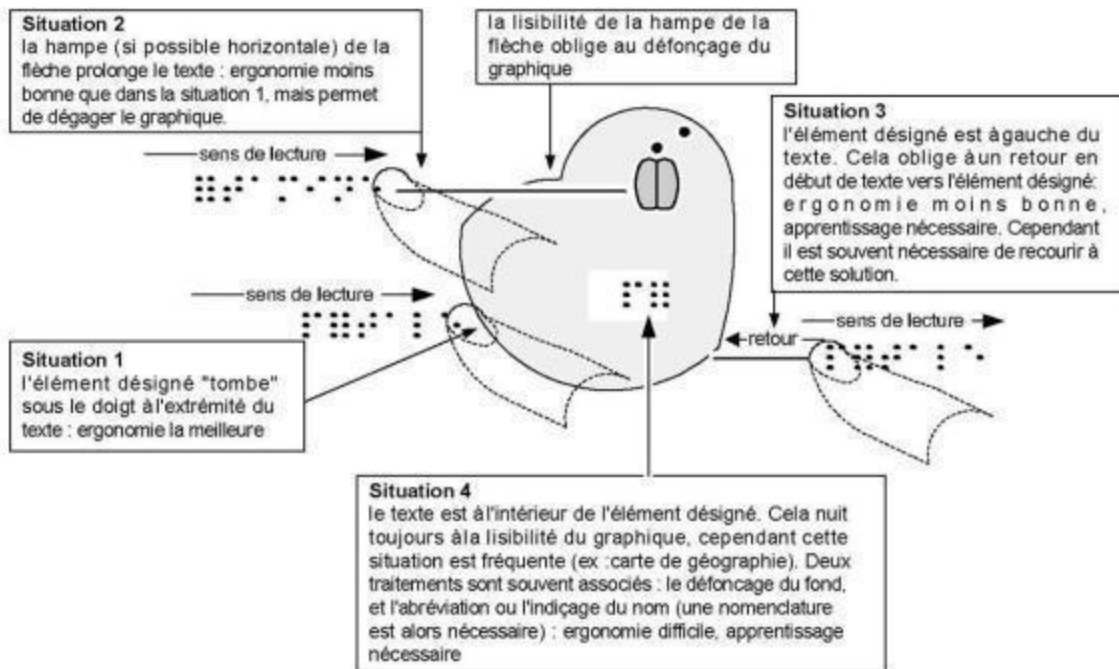


Figure 2-9 : Situations classiques du rapport texte/image dans une reproduction tactile, emprunté à (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000).

En ce qui concerne la transcription tactile des images, celles-ci doivent être reproduites par des schémas. Les codes graphiques qui reproduisent l'image doivent respecter certains critères : respect de similitude géométrique (conservation des angles et échelle des mesures), conservation des propriétés de l'objet en donnant les informations nécessaires et suffisantes pour la compréhension de l'image.

Concernant la mise en page, La norme AFNOR (NF Q 60-502, Technologie graphique) définit les règles générales de la typographie applicables aux produits graphiques destinés à des personnes non-voyantes en ce qui concerne l'organisation et la fluidité du document. Cependant la recherche d'un confort lié à la lisibilité de lecture tactile conduit à des mises en forme spécifiques. Les particularités de la lecture globale du document (durée et séquentialité de l'exploration, capacités de discrimination) doivent conduire à être attentifs à trois éléments particuliers de la mise en page : Le format (taille et orientation), la grille de mise en page (séquence de lecture, blocs titres, répartition texte/image), et les blancs entre les blocs de composition.

– **Le format** : le choix du format est dépendant d'un ensemble de paramètres, tels que les contraintes économiques, techniques et environnementales. Le format peut également dépendre de la densité de l'information recherchée, ainsi que des contraintes ergonomiques de la lecture tactile. On peut tomber sur des contraintes contradictoires, par exemple : disposer du maximum d'informations afin de préserver la validité du contenu, adapter les rendus à la lecture tactile ce qui conduit notamment à agrandir les dessins, et adapter le coût de la lecture (temps et complexité) ce qui conduit à limiter la taille du format. De façon idéale il faut réaliser un compromis entre ces derniers critères, avant d'appliquer les contraintes économiques et environnementales.

– **La composition de la page** : la représentation globale d'une page n'est pas une donnée permanente comme pour la vision, elle est construite après une exploration beaucoup plus lente. A partir du moment où cette représentation est mémorisée, la mise en relation des différents blocs d'information peut se faire, dans une certaine mesure, de la même façon que pour la lecture visuelle. Dès lors les objectifs de la composition de la page sont, d'une part de réduire le temps d'exploration nécessaire à la construction mentale de l'organisation de la page au cours de la lecture globale, d'autre part de faciliter l'interprétation

des relations entre les blocs pendant la lecture suivie. Plus encore que pour la vision, les stratégies de lecture tactile sont fondées sur des repères corporels (l'axe du corps, trois plans corporels), et sur l'économie du geste (parcours de gauche à droite, du haut en bas). Les axes de la page sont positionnés dans ce repère corporel au cours de la lecture. C'est donc selon ces deux directions que l'information devra être organisée : cela vaut pour l'organisation générale de la page comme pour le positionnement des éléments du message graphique à l'intérieur de la page (par exemple une annotation doit être si possible placée à gauche ou au dessus de l'élément désigné). La logique de la composition sera perçue d'autant plus vite si celle-ci est fondée sur des alignements verticaux et horizontaux correspondant à des gestes facilement mémorisables. La composition classique en lignes colonne fondée sur une grille modulaire est donc l'architecture la plus lisible. Selon l'orientation du format la composition se fera prioritairement en bandes (format vertical) ou en colonnes (format horizontal).

– **L'ordre de lecture et blocs de composition** : la grille de composition est un guide qui permet le placement des différents blocs d'information. Elle n'apparaît pratiquement jamais dans le rendu graphique (sauf pour les planches composées de séries de vignettes). Elle soutend la structure de la planche et garantit l'unité entre plusieurs planches dans un ensemble. Dans ce cas la grille doit pouvoir convenir pour toutes les planches. Sa définition s'appuie sur une analyse précise du contenu en fonction de plusieurs paramètres :

- 1- Quantité de texte/ quantité d'images : Si le texte domine la grille sera grande et conçue dans un format vertical, à l'inverse si l'image domine on choisira un format horizontal et une grille qui dépendra de la relation texte image.
- 2- Relation entre le texte et l'image : trois cas se présentent : le texte et l'image peuvent être lus séparément : l'image est par exemple une illustration du texte ; ou bien le texte renvoie à l'image ou inversement, par exemple : le texte se sert des données de l'image dans une explication ou à l'inverse commente l'image. Cette situation conduit à des compositions complexes où un texte relativement long cohabite avec des images dans une même planche. Pour le troisième cas, le texte est intégré à l'image, par exemple : les annotations.
- 3- Taille et complexité des images.
- 4- Intégration des données d'encombrement d'un texte braille ou agrandi : Une contrainte identique existe pour le texte en braille (ou en caractère agrandi) qui oblige



une largeur importante des blocs de textes (une ligne de format A4 vertical contient 30 caractères).

Si un titre existe, il doit être repéré facilement. Il peut occuper la partie supérieure gauche de la planche ou page, l'angle supérieur droit étant réservé à la pagination.

– **Les marges** : elles jouent un rôle primordial dans le guidage de la lecture. L'adaptation de leurs dimensions à la lecture tactile détermine la réalisation des fonctions qu'elles assurent. Ces dimensions sont généralement plus grandes que pour les marges utilisées dans une composition visuelle.

– **Les séquences d'images** : les images en séquences sont utilisées quand il faut représenter une évolution (phénomène, système, narration, etc.), mettre en relation des représentations (agrandissement, un point de vue différent).

Quand la densité et le format le permettent ces images doivent être placées de façon proche pour permettre ces mises en relation. Les paramètres de lecture suivie donnent la taille minimale d'une image. On utilise alors la grille au pas de 6mm pour évaluer la densité et la taille des éléments graphiques de chaque vignette. Les dessins doivent être conçus de façon à faciliter l'identification des évolutions : conserver le plus possible d'éléments de la vignette précédente et marquer les transformations d'un minimum d'objets. La lecture de la nouvelle vignette se limite alors au repérage de ces modifications dans un contexte invariant. Chaque image peut être circonscrite par un cadre en pointillé (différent des tracés internes).

– **La correspondance d'images**, vue agrandie du détail d'une première planche : ce cas est très fréquent puisque les contraintes de la lecture tactile conduisent à simplifier le dessin à une échelle donnée (par exemple, une vue globale de façade). Il est alors utile de représenter des détails de la vue globale à une échelle adaptée (par exemple, le linteau d'une fenêtre). Il s'agit donc d'une série d'images qui doit répondre aux contraintes suivantes :

- 1- Ordre de lecture : vue générale vers vue détaillée ;
- 2- Correspondance explicite ;
- 3- Respect des entités dans la vue détaillée.

– **Vues simultanées dans le système de projection orthogonale** : La position relative des différentes vues est normalisée (Cf. Norme NF EN ISO 5456-2 Août 1999). Cependant le nombre et la nature de ces vues dépend de l'objet représenté et des habitudes du domaine (par exemple : le plan ou vue de dessus et l'élévation ou vue de face pour l'architecture).

Le principe de cette représentation suppose une mise en correspondance des différentes vues par le lecteur. Le symbole de changement de vue doit être placé dans le dessin à l'intersection des plans de projection rabattus, une lettre peut rappeler le nom de la vue dans le symbole. D'autre part la distance entre les différentes vues doit être définie de façon telle que chaque vue soit distincte de sa voisine et en même temps suffisamment proche pour faciliter la mise en correspondance (la distance se situe entre 1cm et 1,5 cm).

En respectant les recommandations qu'on vient d'évoquer, nous pensons qu'il est possible d'utiliser la transcription tactile pour reproduire la page web d'une manière accessible au non voyant. Dans la présente thèse, nous proposons une sortie tactile des informations des pages web. De nos jours, les non voyants accèdent à ces pages web et aux ordinateurs en utilisant plusieurs outils d'assistance informatiques, que nous présentons ci-après.

## 2.5 Outils d'assistance informatique pour les non voyants

*« J'ai un logiciel appelé 'lecteur d'écran' qui me permet de lire toute information affichée à l'écran. Il sert d'interface entre l'ordinateur et deux outils précieux : une synthèse vocale qui restitue vocalement l'information affichée à l'écran, et un terminal Braille qui me permet de lire en Braille ce qui se passe à l'écran. » Sylvie.*

*« J'utilise ce qu'on appelle une 'revue d'écran', c'est-à-dire un logiciel qui fait la lecture de ce qui est affiché à l'écran, et me le transmet par synthèse vocale. J'utilise des fonctions claviers, notamment ce que l'on appelle des 'raccourcis clavier' que la plupart du temps les utilisateurs d'un ordinateur ne connaissent pas parce qu'ils utilisent la souris, mais c'est bien pratique. » Julien.*

« J'utilise un ordinateur classique du marché sur lequel j'installe un logiciel qui me restitue, soit par une voix synthétique, soit en Braille, l'information qui s'affiche à l'écran. Ce type de logiciel est nommé 'lecteur d'écran'. ...A mon ordinateur, je peux également brancher un boîtier qui me permet de lire l'information affichée à l'écran sous forme d'écriture Braille. » Tanguy.

Plage Braille, synthèse vocale, lecteur d'écran sont les principaux dispositifs utilisés par les non-voyants comme noté dans les témoignages précédents. Ce paragraphe décrit brièvement les principaux outils d'assistance informatique, outils matériels visuo-tactiles ou visuo-auditifs, et outils logiciels.

### 2.5.1 Plage Braille

Une plage Braille est un dispositif électromécanique qui sert à afficher en temps réel des caractères Braille, Figure 2-10. Connecté sur l'ordinateur, cet outil transcrit le texte des pages Web en Braille à l'aide de picots rétractables mécaniques. La plage Braille transforme le code binaire de chaque caractère en un signal électrique qui fait bouger des aiguilles lesquelles, en se soulevant ou pas à travers une plaque percée, composent 'l'image tactile' des caractères Braille.

Pour faire correspondre à chaque caractère ASCII un seul caractère Braille, on a introduit un nouveau type d'alphabet Braille à 8 points au lieu de 6 points pour le Braille classique. Ces points sont alors reliés à un des deux points d'appui d'un levier, l'autre point d'appui est relié à un cristal piézoélectrique, ce qui représente 320 cristaux pour une plage de 40 caractères par exemple.



Figure 2-10 : Clavier d'ordinateur avec une plage Braille.

Une plage Braille est un dispositif assez complexe et onéreux qui coûte entre 5 000 et 10 000 Euros. Il en existe différents modèles qui présentent entre 40 et 80 caractères Braille. D'autres modèles sont dotés de seulement 18 à 40 caractères pour être plus facilement transportables. L'utilisation de la plage Braille est parfois couplée à la synthèse vocale. Sur certains modèles, la position du curseur est représentée par des points vibrants ou clignotants. Il est fréquent qu'un switch soit associé à chaque caractère pour placer directement le curseur sur l'un d'eux.

Les plages Braille sont également fréquemment utilisées pour vérifier les données entrées dans les formulaires et pour les saisies de texte plus importantes, notamment pour la vérification de l'orthographe ; c'est ainsi un support supplémentaire de lecture tactile pour compléter et suivre la synthèse vocale.

### 2.5.2 Synthétiseurs vocaux

La synthèse vocale à partir du texte est une technique qui permet de transformer n'importe quel texte en une parole artificielle. Grâce à du traitement linguistique, le texte est transcrit en une version phonétique (phonèmes), transformée à l'aide des techniques de traitement de signal en son numérisé.

Les principaux avantages de la voix synthétique résident dans son coût modeste, voire même que certains synthétiseurs sont gratuits, dans la simplicité de son usage, et dans la possibilité d'avoir les mains libres pour se servir du clavier par exemple. On peut citer à titre d'exemples les logiciels libres : espeak (Linux), FreeTTS (Java), SayZMe (windows), Mbrola (logiciel gratuit).

### 2.5.3 Lecteurs d'écrans

Un lecteur d'écran est un support technique qui interprète ce qui s'affiche à l'écran par synthèse vocale et/ou en braille. Plusieurs lecteurs d'écrans existent, du plus simple

(transcription du texte) au plus sophistiqué, permettant l'interprétation des tableaux, des cadres, et de plusieurs fonctionnalités d'ergonomie HTML (Hyper Text Markup Language), ainsi que l'interaction avec le système d'exploitation et les logiciels.

Ces logiciels ont l'inconvénient d'être coûteux ; ils nécessitent un temps d'apprentissage assez long, et doivent être mis à jour régulièrement.

La lecture à l'aide de ces dispositifs se fait ligne par ligne. Ainsi, à l'affichage d'une nouvelle page, la lecture commence généralement par les différents liens de navigation qu'on trouve à l'entête ou à gauche de la page, alors que l'utilisateur souhaiterait atteindre directement le contenu qui l'intéresse.

Les lecteurs d'écrans commerciaux les plus connus sont Jaws de la société Freedom Scientific (74% d'internautes non-voyants l'utilisent), et Windows-Eyes de la société GW Micro (23%), d'après un sondage de WebAIM en février 2009. Egalement, 6% des internautes utilisent Voicover (sous Mac). Par ailleurs, le lecteur d'écrans Narrator est fourni avec windows 2000 et XP. Il est utilisable avec Internet Explorer, l'explorateur de Windows, Wordpad, Notepad, le panneau de configuration, etc. Il lit aussi les boîtes de dialogue des applications Windows, mais n'est pas utilisable avec Office.

#### 2.5.4 Navigateurs parlants

En plus des différents outils d'assistance cités précédemment, les non-voyants peuvent surfer en utilisant des navigateurs spécifiques, permettant une lecture simplifiée des informations disponibles sur la page Web. On peut citer Braille-Surf ou plus récemment MozBraille de BrailleNet, et Home Page Reader d'IBM.

Le code source des pages HTML est traité de façon à ne garder que l'information essentielle, et d'effectuer une mise en forme optimale. Les objets graphiques sont filtrés et la page est reconstruite de façon textuelle. L'information peut alors être affichée sur un terminal Braille ou bien prononcée par synthèse vocale.

Opera Software a développé depuis 2005 une version de navigateur Internet permettant de lire les textes sélectionnés. Le navigateur Firefox offre une extension vocale : le FireVox ; il annonce le titre de la page pendant son chargement et lit automatiquement le contenu de la page. Plusieurs raccourcis permettent d'effectuer les commandes de la lecture de base de FireVox, avec la possibilité en option de changer la langue de lecture.

À noter que, quel que soit le choix du navigateur, le non-voyant n'aura jamais une vision globale de la page. Il ne la perçoit que par des fragments qu'il doit manipuler mentalement pour reconstituer l'information.

Ces outils que nous venons de présenter sont donc les plus utilisés par les internautes non voyants. Cependant, ils ne sont efficaces que si les pages web sont développées correctement, en accord avec les normes et les recommandations spécifiques qui permettent de rendre accessibles les pages web. L'objectif de la section suivante est de fournir une idée générale des principales recommandations pour qu'une page web soit accessible aux non voyants.

## 2.6 Normes et règles d'accessibilité aux pages web

Un site Web accessible est un site auquel il est possible d'accéder de façon équivalente, quels que soient les dispositifs techniques et les logiciels de lecture utilisés. Images non commentées, liens trop long ne tenant pas en entier sur une plage Braille (72 caractères maximum), pages inaudibles via les navigateurs parlants, Java Scripts empêchant la lecture du contenu, informations textuelles sous forme d'images, etc., tous ces éléments contribuent à rendre les sites Web de plus en plus complexes et non accessibles. L'existence d'outils d'assistance comme ceux précités, doit être précédée par la réalisation des sites Web accessibles, notamment en respectant des recommandations et des règles, qui ont fait l'objet de plusieurs législations en France, et dans le monde entier.

### 2.6.1 Législations françaises et mondiales

En France, la circulaire du 7 octobre 1999 relative aux sites Internet des services et établissements publics de l'État, exige dans le cadre de l'accessibilité des sites Web (2.1.2), que les données et documents soient « *disponibles selon des formats gratuits et accessibles par tous les internautes. Les responsables des sites veilleront tout particulièrement à favoriser l'accessibilité de l'information à tous les internautes, notamment les personnes handicapées, non voyantes, mal voyantes ou mal entendantes... Ils pourront utilement se référer aux recommandations du World Wide Web Consortium* ».

Le Comité Interministériel pour la Société de l'Information (CISI) en 2003, annonce dans la mesure 2.6 : « *L'accessibilité de l'information numérique publique aux handicapés sera rendue obligatoire dans le cadre de la révision de la loi 1975 sur le handicap ; un partenariat entre les sites Web et l'association Braille Net, a permis de créer un Label Accessiweb qui est attribué aux sites Web accessibles* ».

Dans ce même contexte, la loi numéro 2005-102 du 11 février 2005, exige l'accessibilité aux informations sur le Web dans le cadre de « l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées ». Par ailleurs, plusieurs normes sont présentées à cet égard par l'AFNOR.

Plus généralement, plusieurs pays ont établi des législations sur l'accessibilité du Web (Standards Shmandards, 2010). Ces législations fournissent des instructions et des recommandations techniques pour le développement et la publication de pages web accessibles. Le projet Support-EAM (Support EAM, 2010) a mené en 2005 la première étude comparative sur les différentes législations nationales en Europe, portant sur l'accessibilité du Web. Les principaux objectifs du projet Support-EAM étaient de développer une méthodologie de réalisation de sites web accessibles, et de fournir pour ce but une liste de recommandations unifiées en Europe. Ce projet a également développé une méthodologie unifiée d'évaluation des pages web (UWEM Unified Web Evaluation Methodology). Une liste très complète de 14 législations nationales en Europe a été publiée en ligne. Aux États Unis, la Section 508 exige que tous les sites fédéraux et ressources électroniques du gouvernement américain soient accessibles aux personnes handicapées (Section 508, 2010).

Les normes mondiales sont celles de l'initiative WAI, créée en 1996 par le W3C, connues comme les WCAG, Web Content Accessibility Guidelines. Ces recommandations représentent le minimum à respecter pour aboutir à un site accessible.

## 2.6.2 Les directives WCAG du W3C

Le texte suivant est extrait de la version 5.1 du 25 février 2009, version française validée des WCAG 2.0. Il présente les quatre principes fondamentaux pour l'accessibilité des contenus Web.

### 2.6.2.1 *Perceptible*

L'information et les composants de l'interface utilisateur doivent être présentés à l'utilisateur de façon à ce qu'il puisse les percevoir. Pour cela, il s'agit de :

- Proposer des équivalents textuels à tout contenu non textuel, qui pourra alors être présenté sous d'autres formes selon les besoins de l'utilisateur : grands caractères, Braille, synthèse vocale, symboles ou langage simplifié.
- Proposer des versions de remplacement aux médias temporels (description audio, sous-titres synchronisés ...).
- Créer un contenu qui puisse être présenté de différentes manières sans perte d'information ni de structure.
- Faciliter la perception visuelle et auditive du contenu par l'utilisateur, notamment en séparant le premier plan de l'arrière plan.

### 2.6.2.2 *Utilisable*

Les composants de l'interface utilisateur et de navigation doivent être utilisables. Il faut alors :

- Rendre toutes les fonctionnalités accessibles au clavier.
- Laisser à l'utilisateur suffisamment de temps pour lire et utiliser le contenu.
- Ne pas percevoir de contenu susceptible de provoquer des crises.



- Fournir des éléments d'orientation pour naviguer, trouver le contenu et se situer dans le site.

### *2.6.2.3 Compréhensible*

Les informations et l'utilisation de l'interface utilisateur doivent être compréhensibles. Ainsi, il faut :

- Rendre le contenu lisible et compréhensible.
- Faire en sorte que les pages apparaissent et fonctionnent de manière prévisible.
- Aider l'utilisateur à éviter et à corriger les erreurs de saisie.

### *2.6.2.4 Robuste*

Le contenu doit être suffisamment robuste pour qu'il soit compatible, c'est à dire pour être interprété de manière fiable, par une large variété d'agents utilisateurs actuels et futurs, y compris les technologies d'assistance.

Plusieurs travaux ont traité la vérification des sites web par rapport à ces règles d'accessibilité et ont abouti au développement de plusieurs outils de vérification. En particulier, nous citons WAVE, OCAWA et BOBBY, dont les dernières versions datent de 2010. En plus, (Colas, S., 2008) a travaillé sur l'adaptation des sites web afin qu'ils respectent également ces normes. Dans sa thèse, Colas a cherché à améliorer l'accessibilité du web aux personnes handicapées, d'une part en contribuant à compenser les problèmes liés directement à la non-conformité des pages web et d'autre part en augmentant les performances des interfaces Homme-Machine. Elle a conçu, développé et évalué un système d'adaptation du contenu des pages selon les précédentes règles d'accessibilité.

## 2.7 Les recherches sur l'accessibilité des pages web pour les non voyants

S'informer, communiquer, acheter, réserver et travailler en utilisant l'internet sont associés, pour les internautes non voyants, à certaines contraintes dues à la nature de plus en plus visuelle, donc à la présence d'objets multimédias, et à l'interaction de ces objets à l'intérieur de la page web. Ce paragraphe dresse les principaux problèmes dans ce contexte, et les principales règles permettant de les surmonter.

### 2.7.1 Accessibilité des pages dynamiques DHTML et AJAX

HTML dynamique est un concept d'ensemble, regroupant différentes stratégies, permettant au concepteur d'une page web de modifier de façon dynamique des éléments pendant la consultation de la page, que ce soit automatiquement ou suite à une action de l'utilisateur. Les éléments de la page et leurs propriétés (couleur, taille, position, etc.) peuvent alors être modifiés, déplacés, créés ou supprimés, jusqu'à pouvoir créer une animation. La page inclut initialement du HTML et des feuilles de style. Les modifications sont décrites suite à une programmation en langage de script comme Java Script, qui accède à la représentation interne à travers l'interface de programmation Document Object Model (DOM).

A l'image du DHTML, les applications AJAX, Asynchronous JavaScript and XML, peuvent être utilisées pour le développement d'applications web. Cet aspect dynamique du DHTML et d'AJAX pose de nombreuses questions d'accessibilité, puisque le contexte de navigation peut être modifié sans que l'utilisateur n'en soit averti, comme c'est le cas notamment des utilisateurs de lecteurs d'écran. Les non voyants préfèrent alors ne pas utiliser les pages web dynamiques, (Bingham, J.; Cavender, A.; Brudvik, J.; Wobbrack, J., 2007).

Dans ce contexte, (Miyashita, H.; Sato, D.; Takagi, H., Asakawa, C., 2007) ont développé le « IBM Accessibility Browser for Multimedia » **AiBrowser**, qui est un navigateur spécial pour les internautes à déficience visuelle. Il fournit un contrôle des objets multimédias et offre une interface alternative avec des métadatas externes. Lorsqu'une page web contient un objet audio ou vidéo par exemple, le son est souvent déclenché automatiquement, et il y aura ainsi

une interférence avec le lecteur d'écran. Aibrowser permet alors, grâce à des raccourcis clavier, de contrôler le son.

Egalement, Aibrowser offre la possibilité aux utilisateurs de fournir des annotations et des descriptions sous forme de texte pour le contenu multimédia, sans modifier les objets. En outre, Aibrowser utilise une nouvelle technologie, Fennec, qui permet d'ajouter de l'accessibilité aux pages web, en réorganisant le contenu et les alternatives textuelles. Cette technologie permet en plus d'ajouter des informations externes décrites en XML, fournissant une interface accessible même pour le contenu largement inaccessible comme les couleurs, la taille du texte et la police, les images et les animations.

(Shelly, C.; Young, G., 2007) proposent des techniques pour la création du HTML dynamique dans les pages web en utilisant les technologies d'assistance existantes. Les auteurs ont différencié trois niveaux de complexité des HTML Dynamiques :

- les pages web dont le contenu ne se modifie qu'après une demande de l'utilisateur (côté client) auprès du serveur. L'opération de submit est un exemple ;
- les pages dont le contenu se modifie du côté client (javascript) ; c'est le cas des menus dynamiques et des interfaces qui se modifient sans aucune demande auprès du serveur ;
- les pages web dont le contenu se modifie automatiquement avec le serveur mais sans une demande de l'utilisateur ; c'est le type dont le contenu est modifié par des requêtes (AJAX).

Le premier type d'HTML dynamique est déjà traité et les lecteurs d'écrans le prennent en considération. Concernant le cas des menus et des autres interfaces arborescentes, les auteurs ont proposé de créer des liens hypertextes dans des listes imbriquées, de façon à ce que l'accessibilité soit réalisée et la structure arborescente soit préservée. Concernant le contenu mis-à-jour asynchronement, le problème apparaît quand les lecteurs d'écrans demandent une page web, ils prennent alors une "snapshot" ou capture d'écran de cette page, la mettent dans une mémoire tampon et traitent son contenu. Alors les lecteurs d'écrans ne changent de contenu que s'il y a un événement de modification ou de navigation qui se réalise. Dans ce contexte, la technique proposée est de mettre ce contenu destiné à être modifié asynchronement dans des conteneurs iframe ou frame pour lesquels le lecteur d'écran

détecte qu'il y a un événement de navigation et qu'il doit changer le contenu mis dans la mémoire tampon. Les auteurs proposent alors des consignes pour créer des contenus modifiables dynamiquement et accessibles mais ne traitent pas le cas des pages existantes et qui contiennent ce type de données.

(Borodin, Y.; Bigham, J.; Raman, R.; Ramakrishnan, I.V., 2008) ont également étudié le problème des pages DHTML. Leur objectif est d'identifier rapidement les parties de la page qui sont modifiées et d'en informer l'utilisateur. Ils proposent une interface unifiée pour rendre le contenu dynamique accessible aux non voyants.

L'ARIA (Accessible Rich Internet Applications) du W3C aborde le problème de l'accessibilité au contenu dynamique en utilisant le contenu des balises. Il fournit une méthode standard pour l'attribution de rôles et des états des éléments DHTML, et pour décrire la mise à jour de ces éléments dynamiques. Néanmoins, les auteurs ont remarqué que la plupart du contenu dynamique de nos jours n'implémentent pas les normes de l'ARIA, et par la suite, les non voyant ont tendance à éviter complètement les pages web dynamiques. La méthode proposée permet à l'utilisateur d'interagir avec la plupart des types du contenu dynamique, même celui qui n'a pas été annoté en fonction des spécifications de l'ARIA. La méthode consiste à appliquer un algorithme de différence pour filtrer le contenu invariant suite à des mises à jour dynamiques, y compris le rafraîchissement de la page, et la navigation page-to-page, et à fournir une interface en utilisant un navigateur non visuel (HearSay).

Plus récemment, (Hailpern, J.; Guarino-Reid, L.; Boardman, R.; Annam, S., 2009) proposent des modèles d'interaction aux utilisateurs des lecteurs d'écran pour les sites web traditionnels (statiques) et les sites dynamiques. Ils donnent un ensemble de règles de développement des pages web facilitant l'accessibilité des pages dynamiques. Il s'agit notamment de prévenir l'utilisateur de lecteur d'écran lors d'un changement du contenu et d'offrir des solutions de synchronisation quant au contenu audio. Les développeurs de pages web doivent fournir des fonctionnalités de contrôle lors des changements qui constituent souvent une difficulté pour les lecteurs d'écrans. Egalement, il faut utiliser un minimum de raccourcis clavier qui facilitent la tâche d'un non voyant.

## 2.7.2 Accessibilité des formulaires

HTML permet d'interagir avec l'internaute via des formulaires. Ceux-ci permettent, entre autre, de récupérer des informations, de procéder à des authentifications, de permettre à l'utilisateur de contribuer à un site via des forums par exemple, ou encore d'opérer des recherches sur le site, etc. Cependant, les formulaires sont souvent utilisés de manière peu accessible.

*« Il m'arrive parfois de passer une demi-heure à remplir un formulaire par le simple fait qu'il ne respecte pas les règles élémentaires d'accessibilité, ou même d'ergonomie. Par exemple, l'ordre de remplissage des champs n'est pas logique. Ou encore, le bouton de validation se trouve en plein milieu alors qu'il reste des champs à remplir obligatoirement. Ce qui fait que je valide, pour m'apercevoir ensuite, non seulement que j'ai oublié de renseigner des champs, mais que ceux que j'avais déjà remplis sont effacés. C'est suprêmement énervant », témoignage de Tanguy.*

Ci-dessous sont présentées quelques règles simples pour rendre les formulaires plus accessibles :

- Structurer le contenu :
  - identifier les champs et relier chaque zone éditable à sa description d'une manière linéaire accessible à la lecture séquentielle. La désignation des champs doit donc se trouver à proximité directe, de préférence à gauche de chaque champ d'entrée ;
  - regrouper les champs d'un même contexte ;
  
- Faciliter l'accès :
  - prévoir des accès clavier et un ordre de parcours le plus simple possible ;
  - permettre un accès sans scripts et éviter les automatismes ;
  
- Renseigner le visiteur sur l'utilisation du formulaire et ses erreurs :
  - indiquer si un champ est obligatoire ;
  - lors d'une erreur, pointer précisément la donnée manquante ou erronée ;
  - renvoyer le message d'erreur sur la même page que le formulaire, en conservant les données valides, et ne demander que les manquantes ou erronées.

### 2.7.3 Accessibilité des images dans une page web

Les non voyants manipulent mentalement des images non plus à partir des coordinations visuelles, mais à partir de coordinations tactiles et auditives. Il est indispensable pour un non voyant d'accéder à des informations imagées : dessin, schéma, plan, carte, photos entre autres. Cependant, une image n'est parfaitement visible que pour une personne ne souffrant pas d'un handicap visuel. Dès lors, des méthodes de substitution doivent être prévues.

En premier lieu, chaque image significative de la page web doit contenir un équivalent textuel. Les descriptions doivent être concises et complètes, tout en faisant attention à la longueur du texte. Les termes les plus importants seront placés au début du texte.

Les images concernées sont les images significatives :

- Images porteuses de sens et apportant une information pertinente pour la compréhension de la page ;
- Images-liens essentielles à la navigation et dotées impérativement d'un attribut « alt » indiquant précisément et brièvement la cible du lien ;
- Textes en images tels que titres de pages transformés en graphiques, ou par exemple drapeau à la place du pays.

Il ne faut pas par ailleurs s'occuper des images strictement décoratives ou des images typographiques comme les puces et les boulets.

En outre, une des solutions d'accessibilité des images consiste en leur transcription tactile sous les contraintes de limitations du tactile que nous avons vu si-haut, en utilisant des plans en relief avec des symboles indiquant les relations entre les différents éléments graphiques (partie 4.2.4.4 de la thèse : symboles associés aux objets). Cependant, les propriétés géométriques des entités graphiques (longueur, angle ...) doivent respecter les contraintes discriminatives du tactile. Ces paramètres concernent surtout la charte des traits (motif, épaisseur, nombre ...), la charte des trames (texture, nombre ...), les valeurs des distances de séparation entre les motifs graphiques. On est alors obligé de donner une représentation simplifiée, voire même schématique de l'image, induisant une diminution de la densité d'information (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000).

Une autre limitation de l'acquisition tactile est reliée aux caractéristiques du champ perceptif. Le champ tactile est réduit à la surface des deux index. Cette limitation de la surface du champ conduit à une lecture séquentielle marquée par la durée de l'exploration, et un effort permanent de mémorisation et de mise en relation des informations. Il faut alors adapter la taille, l'orientation des formats et la densité d'information de façon à réduire le coût de lecture.

#### 2.7.4 Accessibilité des animations Flash et des vidéos

Flash est une technologie de plus en plus utilisée lors du développement des pages web. Elle permet de gérer les textes, les sons et les vidéos dans une même interface. Récemment, Macromedia a veillé à donner aux dernières versions de Flash la possibilité de rendre le contenu des animations accessible aux non voyants, et ceci en respectant certaines règles :

- S'assurer qu'on peut naviguer dans l'animation grâce aux raccourcis clavier ;
- Offrir la possibilité de contrôler la vitesse de l'animation, de revenir en arrière ou de faire une pause ;
- S'assurer qu'un lecteur d'écran pourra lire le contenu, sinon proposer une alternative textuelle ;
- Vérifier que la navigation clavier n'utilise pas de commandes spécifiques à un synthétiseur vocal ou à un navigateur ;
- Fournir une alternative textuelle synchronisée à toute animation Flash pour tout élément graphique porteur de sens ;
- Définir un ordre de lecture et de tabulation le plus naturel possible ;
- Éviter les boucles et les éléments en mouvement permanent, et s'assurer que le contenu important de la page web soit souvent sur des pages statiques ;
- Signaler au navigateur qu'il faut ignorer toute animation Flash décorative non porteuse de sens.

Ces différents conseils sont détaillés sur le site webAIM, Web Accessibility in Mind (Webaim, 2010).

Quant aux vidéos, il faut proposer une description textuelle des éléments les plus significatifs, en assurant une synchronisation entre les éléments textuels et audios. Egalement, il faut prévoir un contrôle accessible (lecture, pause, arrêt, volume, avance/retour rapide).

### 2.7.5 Accessibilité des formules et des graphiques mathématiques

Les expressions mathématiques possèdent des caractéristiques qui les rendent plus difficilement accessibles que les expressions verbales. En effet, alors que le texte est de nature linéaire, les formules mathématiques sont bi-dimensionnelles, par exemple :

$$x = \sqrt{\frac{a^2 + 1}{b}}$$

qui contient un exposant et une fraction de nature bi-dimensionnelle.

Un premier moyen est d'écrire la formule de manière linéaire à l'aide d'une écriture LaTeX (Latex Project, 2010) ou MathML (W3, MathML, 2010). En LaTeX, l'équation devient :  $x = \sqrt{\frac{a^2+1}{b}}$ . Même à partir de ce simple exemple, on remarque la complexité du travail à réaliser. Egalement, la précision est indispensable, puisqu'une erreur d'un caractère dans une expression mathématique peut modifier complètement son sens. De plus, les mathématiques exploitent plusieurs modalités visuelles (formules, graphes, matrices, diagrammes) qui rendent particulièrement difficile pour un non voyant l'accès à ce savoir.

Concernant les techniques développées pour aider les déficients visuels à se servir des mathématiques, on cherche à donner une représentation soit tactile, soit sonore de l'expression :

– **Représentation tactile**, en Braille à partir d'un logiciel de décodage (projet Européen LAMBDA (Lambda Project, 2010) ; BRAMANET (BRAMANET, 2010) ; Projet MAVIS (Karshmer, A.I.; Gupta, G.; Weaver, C., 1999) et (Gillan, D.; Pennington, E.; Pazuchanics, S.; Karshmer, A.; Pontelli, E., 2001); Labradoor (Université de Ling-Autriche)(Miesenberger, K.;



Batusic, M.; Stoeger, B.) ) ; ou en relief (Tiger Printer (Walsh, P.; Gardner, J., 2001); (Podevin, A., 2002)) ;

– **Assistances sonores** qui utilisent les équations mathématiques (MAVIS (Gillan, D.; Pennington, E.; Pazuchanics, S.; Karshmer, A.; Pontelli, E., 2001); (Nemeth, A., 1996); ASTER (Raman, T.V., 1994) ; Talking Emacs (York, B.W.; Karshmer A.I., 1991)) ; ou encore représentations sonores avec des tonalités musicales notamment pour représenter la forme d'un objet graphique (Mansur, D.L., 1975), (Kennel, A.R., 1996)).

Dans ce contexte, la NASA a mis au point un logiciel d'enseignement scientifique pour les mal et les non voyants : MathTrax. Ce logiciel transforme les graphes et les équations en temps réel en une description textuelle qu'un lecteur d'écran peut lire, avec un complément audio du graphe, composé de sons qui se rapportent à l'image visuelle (NASA, MathTrax, 2006).

### 2.7.6 Accessibilité des tableaux de données

Les tableaux et les structures textuelles hiérarchiques sont une grande barrière pour les non voyants. Ces données ne sont pas identifiées par les lecteurs d'écrans qui lisent le texte à afficher de haut en bas, ligne par ligne, caractère par caractère.

Oogane & Asakawa (1998) (Oogane, T.; Asakawa, C., 1998) proposent une méthode de conversion de représentations visuelles, et particulièrement les tableaux, en des représentations non visuelles.

	<b>Or</b>	<b>Argent</b>	<b>Bronze</b>
<b>France</b>	32	25	15
<b>Allemagne</b>	26	26	9
<b>Espagne</b>	20	3	2

Figure 2-11 : Exemple de tableau à deux dimensions

La Figure 2-11 représente un exemple de tableau à deux dimensions. En lisant ce tableau, les lecteurs d'écrans affichent la séquence or, argent, bronze, France, 32, 25, 15, Allemagne, 26, 26, 9, Espagne, 20, 3, 2. En général, le non voyant devra associer lui-même les lignes aux colonnes, ce qui constitue une tâche extrêmement difficile à effectuer quand la dimension du tableau est très grande.

Ainsi, la méthode proposée par les auteurs consiste en une conversion de ces données afin de permettre une lecture facile par les lecteurs d'écrans. Un tableau est alors divisé en cellules. Chaque cellule devient un fichier HTML que le lecteur d'écran peut lire correctement. Chaque fichier HTML d'une cellule contient 8 liens correspondant aux cellules : au-dessus ; au-dessous, à droite, à gauche, la première et la dernière de la ligne, la première et la dernière de la colonne. Avec ces fichiers de navigation des cellules, les utilisateurs peuvent naviguer à travers toutes les cellules du tableau. Les auteurs ont créé également un fichier d'index du tableau utilisé pour accéder à chaque cellule séparément. L'opération de déplacement entre les cellules est alors divisée en deux parties : la première consiste à naviguer dans un tableau en utilisant le tableau d'index, et la deuxième utilise les liens de navigation à huit cellules. Ce prototype a été évalué par des non voyants qui sont des experts d'ordinateurs. Ils ont été capables de comprendre eux-mêmes les tables, en utilisant l'index du tableau et les huit liens de navigation.

Nous constatons que ce travail traite la représentation d'un tableau à deux dimensions mais ne convient pas pour les tableaux non cartésiens qui ont une représentation différente comportant des cellules fusionnées.

Dans le même contexte, (Filepp, R.; Challenger, J.; Rosu, D., 2001) proposent le TTPML (Table To Prose Markup Language), un langage de balises compatible avec XML. Ce langage facilite la génération des descriptions discursives des tableaux HTML. La méthode consiste à transformer les données dans un tableau en des phrases explicitant les relations entre les lignes et les colonnes. Cette opération de transformation est réalisée en associant des règles de transformations des tableaux pour permettre aux lecteurs d'écrans de lire correctement les éléments du tableau. Il s'agit d'explicitier les relations entre les éléments à l'aide de tableaux

supplémentaires composés d'éléments externes facilitant la liaison. Des ornements grammaticales comme les articles (définis, indéfinis), prépositions, et pronoms, sont ajoutées pour clarifier les phrases produites. Les modèles TTPML peuvent être définis dans des fichiers séparés, et seront associés aux fichiers et tableaux HTML à travers des balises TTPML spéciales. La Figure 2-12 traduit le procédé de génération de texte à partir de modèle TTPML associé au tableau HTML. En utilisant le modèle TTPML basé sur les transformations discursives, chaque tableau HTML est analysé et son contenu est combiné avec une chaîne de caractères en sortie selon le modèle TTPML. Le texte en sortie est composé alors du texte des cellules d'un tableau, des alternatives textuelles attribuées aux images des cellules du tableau, et des segments de texte externes (ornementations).

En outre, nous avons testé le lecteur d'écran JAWS concernant sa capacité de lecture des tableaux de données. La solution proposée par JAWS repose sur le déplacement entre les différentes cellules du tableau. Néanmoins, cette solution n'est pas efficace dans le cas des tableaux de mise en page. JAWS ne permet pas d'identifier l'emplacement d'une image par rapport à un texte. Egaleme nt, JAWS ne peut identifier un titre caractérisé par une couleur de fond et une police de caractère spécifiques. En effet, la structure du tableau n'est pas identifiée ni celle d'une cellule constituante.

A cause de cette difficulté d'accessibilité des tableaux, il faut éviter de se servir des tableaux pour la mise en page, puisque la synthèse vocale ou les lecteurs d'écran vont essayer de décrypter la page en lisant séquentiellement chaque colonne les unes après les autres.

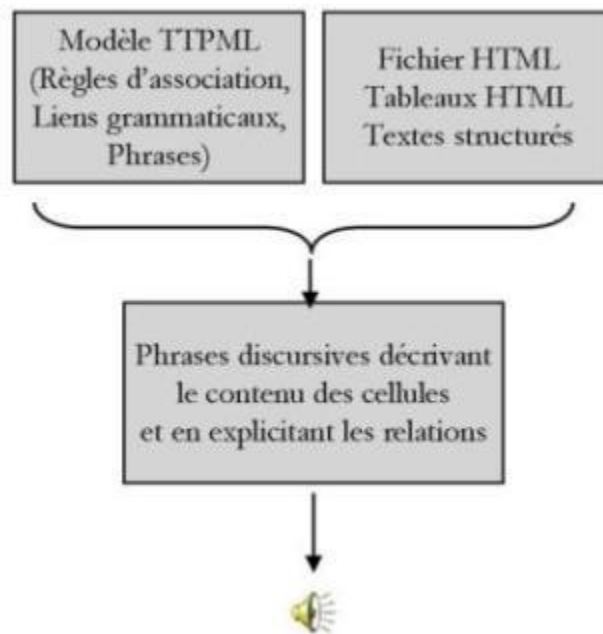


Figure 2-12 : Génération de texte à partir des modèles TTPML

Les tableaux ne doivent ainsi servir qu'à présenter des données, qu'il faut subdiviser en colonnes et en lignes, en évitant les tableaux imbriqués. Ces tableaux de données sont déjà assez complexes puisqu'un non voyant ne peut pas en avoir une vision globale qui lui permettrait d'en comprendre rapidement l'organisation. Certaines règles d'accessibilité prévoient alors différentes manières d'ajouter de l'information de navigation qui les rendent plus accessibles :

- Pour un tableau simple, il suffit de distinguer les cellules d'entête des cellules de données. Le titre du tableau ne doit pas y être inclus (mais présenté avec l'élément <caption>) ;
- Pour les tableaux complexes, il faut associer explicitement les cellules de données avec toutes les cellules d'entête correspondantes ;

Il faut donner un résumé descriptif et si c'est possible, une légende dans le but de compenser le manque de lecture globale, en donnant une brève description de l'organisation du tableau. Le résumé doit décrire les grandes catégories d'information présentées par colonnes et par lignes, tout en notant les irrégularités lorsqu'elles sont présentes, dans le nombre de lignes ou de colonnes.

### 2.7.7 Accessibilité des textes

Comme nous l'avons déjà évoqué, de nos jours, l'internet permet, entre autres, de consulter les actualités, de communiquer à travers la lecture et l'écriture des emails, et d'accéder à des documents tels que des articles et des livres, notamment avec l'expansion du domaine des documents électroniques.

Pour un lecteur voyant, le passage d'un support papier à un support numérique est accompagné d'une perte de propriétés physiques des documents, et d'une facilité d'accès qu'elle sous-tend : rapidité de navigation, flexibilité dans la disposition spatiale, possibilité d'annotation sans perturbation de la lecture(O'Hara, K.; Sellen, A., 1997).

Pour un lecteur non voyant, on peut parler de la différence entre le support en relief ou en Braille, et le texte électronique. Alors qu'un livre en Braille pourrait être encombrant pour un non voyant vu sa taille et son poids, l'internet offre la possibilité de consulter tout genre de texte, des dictionnaires et des encyclopédies, des journaux, des livres numériques de tout genre, avec la possibilité d'ouvrir - au lieu de porter - plusieurs documents à la fois. Cependant, les lecteurs d'écran et les synthétiseurs vocaux (Text To Speech) permettent de lire le texte tel qu'il est affiché à l'écran. Il faut alors s'assurer que l'architecture d'un texte puisse être accessible en utilisant des balises convenables. Par exemple, il faut pouvoir distinguer entre les différents objets textuels tels que le titre et le texte correspondant. Egalement, la lecture du texte doit tenir compte des paramètres typographiques et dispositionnels (liste, énumération, ponctuation, police) constituant la structure interne d'un texte.

L'architecture du texte et la disposition des objets textuels dans un document électronique ont été étudiées par (Virbel, J., 1985) ( Virbel, J., 1989), et (Pascual, E., 1991) à partir de la méthode du métadiscours. Cette méthode consiste à définir un ensemble de schémas syntaxiques mettant en jeu les « acteurs textuels » (notamment l'auteur, le lecteur, parfois aussi l'éditeur, le correcteur), un verbe exprimant une action accomplie sur le texte et correspondant à une certaine intension textuelle, les objets textuels à définir, et enfin, divers mots-outils reliant les catégories précédentes. Le métadiscours permet alors de décrire

formellement et précisément la structure d'un texte donné, ainsi que les différents objets textuels qui la composent.

Une autre méthode permettant l'accessibilité à la structure d'un texte est l'Image de Page (IdP), développée initialement par (Pascual, E., 1991), et enrichie par (Luc, C.; Mojahid, M.; Virbel, J., 2001) quant à l'énumération dans un texte. L'intérêt d'une image de page est de pouvoir représenter de manière économique, schématiquement, la structure d'un texte examiné.

L'architecture du texte, et plus particulièrement l'énumération ont également été traitées par (Al Faraj, K., 2006) dans le cadre de la reconnaissance du type de structures textuelles énumératives.

Dans ce qui suit, nous présentons en détails le modèle d'architecture textuel et d'autres travaux concernant la représentation des structures visuels des objets textuels.

#### *2.7.7.1 La notion de mise en forme matérielle (MFM)*

La mise en forme matérielle (abréviation usuelle MFM) (Virbel, J., 1985) est un sous-ensemble des propriétés morfo-dispositionnelles des objets textuels. Ces propriétés sont de nature typographique (caractères, polices, corps, styles, couleurs), dispositionnelle (justification, colonnage, marges horizontales et verticales, sauts de lignes, sauts de pages), et aussi lexico-syntaxique (nominalisation, numérisations, interrogation, exclamation).

Pour illustrer la définition de la mise en forme matérielle, nous reprenons l'exemple présenté par (Luc, C., 2000), concernant les différentes réalisations possibles d'une définition :

1. (On donne / On pose / Soit ...) la définition suivante : A est B
2. On définit A comme B
3. La définition de A est la suivante : B
4. Définition de A : B
5. DÉFINITION : **A est B**

- 6. DÉFINITION : A = B
- 7. A : B
- 8. A est B
- 9. A : -----  
-----  
-----
- 10. La DÉFINITION de **A** est : -----  
-----

Nous remarquons que toutes ces formulations présentent le même objet qui est la définition de A. Cependant, les marques permettant de localiser cette définition sont diverses. Il s'agit de marques lexico-syntaxiques (On donne, Soit, comme des formulations 1. et 2.), de marques typographiques (majuscules, deux points, le symbole =, le gras), de marques dispositionnelles (retour à la ligne par exemple) ou bien combinaison de ces trois marques (dernier exemple). Ainsi, l'examen des structures de textes suggère que ces formulations ne sont pas signalées seulement avec une combinaison de marques typographiques et dispositionnelles, mais qu'elles peuvent être aussi repérées sous des formes lexicales et syntaxiques. Ainsi, l'approche de la mise en forme matérielle suggère l'existence d'une équivalence fonctionnelle entre des formes discursives et des formes typo-dispositionnelles, et donc que les phénomènes visuels des textes sont indissociables des structures syntaxiques et lexicales. La mise en forme matérielle a permis de définir une composante spécifique du texte appelée architecture de texte, paragraphe 2.7.7.2.

#### ***2.7.7.2 Le modèle d'architecture textuelle (MAT)***

L'architecture de texte est une composante abstraite du texte qui prend source dans la notion de Mise en Forme Matérielle qu'on vient de présenter. Un objet textuel est d'ores et déjà perceptible par le jeu de contraste de la MFM, et l'architecture de texte est l'ensemble des objets textuels, leurs propriétés ainsi que les relations qu'ils entretiennent entre eux.

L'approche générale de l'architecture textuelle a été introduite par les travaux sur le métalangage de (Harris, Z., 1971). Harris décrit en termes de système mathématique les propriétés et les relations du langage naturel. Il suppose que la langue peut être décrite par elle-même, c'est à dire que l'on peut exhiber des phrases à portée méta-textuelle explicitant le fonctionnement de la langue, et obéissant aux mêmes lois de constructions grammaticales que les phrases de la langue. L'ensemble de ces phrases forme le méta-langage. Par exemple, à la phrase « *Max mange une pomme* » on peut associer plusieurs phrases méta-linguistiques ou méta-phrases formant son méta-langage, par exemple :

- Max est le sujet de mange dans la phrase *Max mange une pomme*.
- Mange est le verbe dans la phrase *Max mange une pomme*.
- La phrase *Max mange une pomme* comporte 4 mots.

Harris pose qu'en règle générale ce méta-langage est réduit mais que cette réduction laisse des traces dans la langue.

Ce principe a été appliqué aux propriétés morpho-dispositionnelles du texte : ces propriétés peuvent être décrites à l'aide de phrases méta-textuelles (par exemple : *je segmente mon texte en trois parties, je commence par une introduction consacrée à la linguistique*) et la réduction de ces phrases laisse des traces dans le texte qui sont des propriétés typographiques et dispositionnelles. L'ensemble des phrases décrivant les propriétés morpho-dispositionnelles et lexicosyntaxiques forment le métalangage architectural. (Pascual, E., 1991) a élaboré dans ce contexte un modèle de représentation de l'architecture textuelle. Ce modèle permet de représenter les différents objets textuels à l'aide de méta-phrases et formalise les propriétés entre ces objets textuels. L'architecture d'un texte est alors représentée par un ensemble de méta-phrases respectant certaines propriétés de cohérence et de cohésion et regroupées dans un méta-discours.

Cette approche a pour conséquence l'existence d'un continuum entre des formes de MFM entièrement discursives et des formes visuelles : on passe d'une extrémité à l'autre de ce continuum en effaçant (au profit de marques visuelles) ou en reconstruisant (par interprétation) le métalangage architectural. L'intérêt d'utiliser cette approche dans l'étude de l'oralisation des structures textuelles est qu'elle fournit un cadre général d'interprétation et de



reformulation des phénomènes typo-dispositionnelles qui ne sont pas directement transposables à l'oral. Elle permet aussi la prise en compte de structures de textes assez complexes (non hiérarchiques).

### *2.7.7.3 La théorie des structures rhétoriques (RST)*

La RST (Rhetorical Structure Theory) a initialement été conçue dans le cadre des études sur la génération automatique de texte. Une équipe de l'Institut des Sciences de l'Information de l'Université de Californie du Sud travaillait sur la rédaction assistée par ordinateur (computer-based authoring). Vers 1983, certains membres de l'équipe (Mann, Thompson et Matthiessen) ont constaté qu'aucune théorie de la structure ou de la fonction du discours ne fournissait suffisamment de détails pour guider la programmation d'un système de génération. En réponse à cette lacune, la RST a été construite à partir d'études de textes élaborés avec soin.

La RST (Mann, W.C.; Thompson, S.A., 1988) est alors définie comme étant une théorie descriptive et fonctionnelle du texte, mêlant des aspects sémantiques et intentionnels. La RTS fournit des relations entre les segments de texte de types et de grandeurs variables. Ces relations sont définies par des conditions sur les effets qu'elles produisent sur le lecteur. Mann & Thompson ont identifié deux classes principales de relations :

- *des relations de présentation* : elles sont destinées à produire des effets sur l'état mental des lecteurs (et ne sont donc pas destinées à être reconnues par le lecteur) ; elles sont considérées comme des relations intentionnelles ;
- *des relations de thème* : elles sont destinées à être reconnues par le lecteur et sont basées sur le contenu informatif des segments de texte ; elles sont considérées comme des relations sémantiques.

Les auteurs posent ainsi une vingtaine de relations rhétoriques permettant de lier deux segments de texte adjacents entre eux, dont l'un possède le statut de noyau - segment de texte primordial pour la cohérence - et l'autre celui de satellite - segment optionnel. Ces

segments peuvent être de deux types : segment minimal (Text Unit) ou segment composé (Text Span). Les relations rhétoriques sont définies par deux types de champs :

- des **contraintes** : contraintes sur le noyau, sur le satellite, et sur la combinaison noyau+satellite ;
- des **effets** : les effets attendus par l'auteur sur le lecteur par l'utilisation de la relation.

( Mann, W.C.; Thompson, S.A., 1988) affirment clairement que les relations rhétoriques sont indépendantes de toute marque spécifique (morphologique ou syntaxique) : la reconnaissance d'une relation repose sur une interprétation sémantico-pragmatique du contenu. La définition des relations ne reposent donc pas sur des marques linguistiques spécifiques. Le tableau suivant représente les relations rhétoriques proposées par Mann & Thompson.

Tableau 2-1 : Relations rhétoriques proposées par ( Mann, W.C.; Thompson, S.A., 1988)

	Relations de thème	Relations de présentation
Relations entre 1 noyau et 1 satellite	<i>Elaboration</i> (Elaboration) <i>Circonstance</i> (circumstance) <i>Solution</i> (solutionwood) <i>Cause délibérée</i> (Volitional Cause) <i>Cause non-délibérée</i> (Non-Volitional Cause) <i>Résultat délibéré</i> (volitional Result) <i>Résultat non délibéré</i> (non volitional Result) <i>But</i> (purpose) <i>Condition</i> (Condition) <i>Anti-condition</i> (otherwise) <i>Interprétations</i> (interpretation) <i>Evaluation</i> (Evaluation)	<i>Arriere-Plan</i> (Background) : Accroît la capacité <i>Facilitation</i> (Enablement) : accroît la capacité <i>Motivation</i> (Motivation) : Accroît le désir <i>Démonstration</i> (Evidence) : Accroît la croyance <i>Justification</i> (Justify) : Accroît l'acceptation <i>Antithèse</i> (Antithesis) : accroît la considération positive <i>Concession</i> (concession) : accroît la considération positive

	Reformulation (Restatement)	
	Résumé (summary)	
Relations multi	Séquence (Sequence)	
noyaux	Contraste (Contrast)	

Par exemple, les relations *But* et *Arrière-plan* sont définies de la manière suivante :

### **But**

*Contrainte sur N* : N présente une activité.

*Contrainte sur S* : S présente une situation qui n'a pas été réalisée.

*Contrainte sur N+S* : S présente une situation qui peut être réalisée grâce à l'activité de N.

*Effets* : le lecteur reconnaît que l'activité dans N est effectuée pour réaliser S.

### **Arrière-plan**

*Contrainte sur N* : Le lecteur ne pourra pas comprendre totalement N avant de lire S.

*Contrainte sur S* : aucune.

*Contrainte sur N+S* : S augmente les capacités du lecteur à comprendre un élément dans N.

*Effets* : Augmentation des capacités du lecteur à comprendre N.

Les relations rhétoriques sont représentées sous forme schématique. Il existe 5 schémas de base représentés sur la Figure 2-13. Ces schémas rhétoriques décrivant l'organisation structurelle d'un texte, quelque soit le niveau hiérarchique de ce dernier, permettent de lier un noyau et un satellite, deux ou plusieurs noyaux entre eux, et un noyau avec plusieurs satellites. La structure du texte est donc définie en termes de compositions d'applications de schémas, et de manière réitérative. La structure rhétorique finale d'un texte est strictement hiérarchique et se présente sous la forme d'un arbre RST.

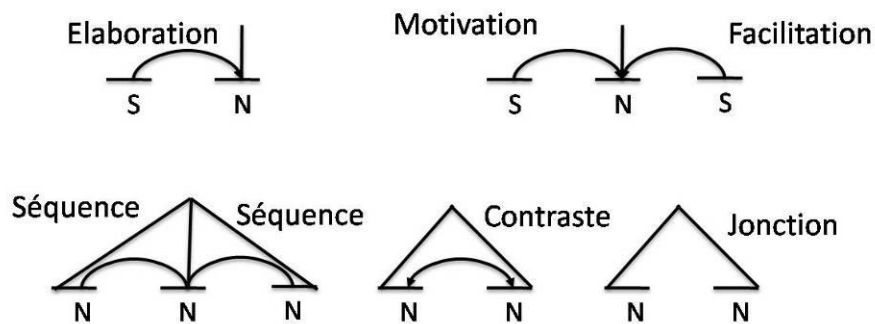


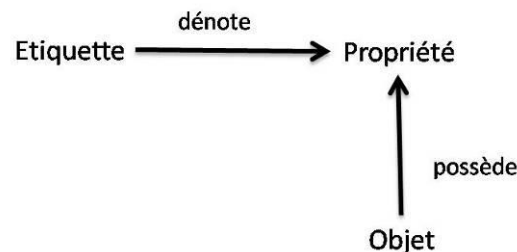
Figure 2-13 : Les différents schémas rhétoriques.

En se basant sur les théories de MFM, MAT et RST, (Maurel, F., 2004) a modélisé et partiellement réalisé un module spécifique aux stratégies d'oralisation d'objets textuels, afin de rendre « articulables » certaines parties significantes des textes, souvent « oubliées » par les systèmes classiques de synthèse de parole. Maurel a étudié l'impact sur la mémorisation/compréhension de deux stratégies (discursive et prosodique) issues de son Modèle d'Oralisation par Reformulation des Textes Écrits pour être Lus Silencieusement (MORTELS). Son travail a permis de montrer que certaines fonctions cognitives de la morpho-disposition des textes semblent perdues. Des prototypes, exploitant la notion d'Image de Page (IdP) présentée par la suite, ont été imaginés à travers des interfaces dans lesquelles la multimodalité a pour rôle de combler cette lacune.

#### *2.7.7.4 La théorie de notation de Goodman*

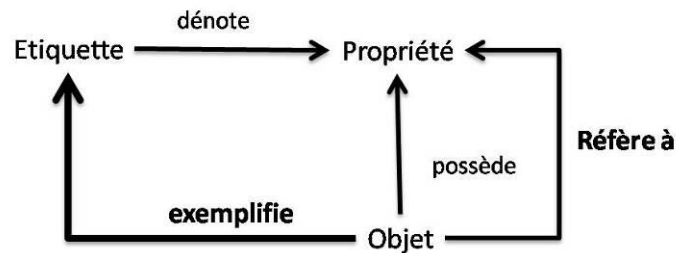
Dans cette partie, nous rappelons la théorie de la notation et de la notationnalité de Goodman (Goodman, 1990). Cette théorie se situe dans un cadre logique entièrement extensionnel, et repose sur un approfondissement de la théorie de la référence et de celle de l'identité. Elle possède alors un caractère universel, et englobe tous les cas de notation, artistiques ou non : écriture, cartographie, partitions, plans d'architecture, maquettes 2 et 3D, modèles réduits, etc. Cette théorie est assez complexe à exposer, et elle a de plus reçu des approfondissements et des reformulations importants (entre autres, (Morizot, J., 1996)). Nous rapportons ci-dessous les points les plus significatifs de cette référence :

1. Du point de vue cognitif, Goodman reconnaît trois fractions fondamentales à un système notational :
  - (a) la mémorisation, par la pérennisation ;
  - (b) la facilitation du travail collectif quand plusieurs, voire de nombreux acteurs ou agents interviennent ;
  - (c) un accès cognitif privilégié à l'objet noté à travers sa notation, qui autorise des formes médianes d'études et d'analyses, et sert de modèle pour la simulation par exemple.
  
2. Du point de vue Sémio-logique, une notation ne peut pas noter exhaustivement toutes les propriétés d'un objet, et au contraire, la notation de celles de ces propriétés qui sont notées assure deux fonctions :
  - (a) leur choix indique les invariants nécessaires par rapport à des variations non pertinentes pour garantir l'identité de l'objet noté ;
  - (b) l'identité de deux notations ne dépend pas d'une ressemblance sémiotique, mais d'une relation de répliation qui dépend de propriétés purement formelles, de l'ordre de la consistance et de la complétude, selon le caractère articulé ou dense de leur syntaxe et de leur sémantique.
  
3. Sur le plan logique, une relation référentielle non-dénotationnelle joue un rôle fondamental : la relation d'exemplification. Celle-ci peut se définir ainsi : Si un objet possède une propriété à laquelle une étiquette s'applique, cette dernière dénote la propriété en question :



Une étiquette recouvre et généralise tout symbole susceptible de s'appliquer dans un schéma symbolique : prédicat, image, dessin, photo, partition, etc. Si de plus, l'objet

fait référence à la propriété qu'il possède, alors cet objet exemplifie l'étiquette qui dénote cette propriété :



Pour un objet, référer à une propriété qu'il possède (en se rappelant que la relation de possession n'est pas référentielle en elle-même), et donc, par le fait, exemplifier l'étiquette qui s'y applique (qui le dénote), c'est attirer l'attention, et susciter un intérêt cognitif distingué sur cette propriété de l'objet via sa sélection. La relation d'exemplification constitue ainsi une sous-partie (par le choix des seules propriétés auxquelles il est référé) de la converse de la relation de dénotation. Ainsi, l'ensemble des étiquettes exemplifiées dans un schéma symbolique peut constituer les éléments d'un langage notationnel.

4. Sur le plan métalogue, les systèmes notationnels se classent en trois cas de relation entre la notation et l'objet noté :
- (a) les dépicions (dont les images) où la notation ne définit pas, mais au contraire l'objet lui-même ;
  - (b) les partitions (par exemple les partitions musicales classiques) où la notation définit mais n'est pas l'objet ;
  - (c) les scripts (dont les textes en langage naturel.) où la notation est à la fois la définition de l'objet et l'objet

On peut clairement exprimer les propriétés dont nous souhaitons douer le système notationnel visé en référence à ces points :

- 1- conservation et utilisation des acteurs différents, et manipulation réglée des objets représentés à travers leur notation ;
- 2- normalisation de la représentation de phénomènes fonctionnellement équivalents mais superficiellement divers ;

- 3- identification de la sélection des traits pertinents de la notation à l'exemplification.  
Sur ce point, il faut relever que ce qui est visé est une notation formalisée de ce qui est déjà une notation (un système d'écriture) : cette situation peut s'apparenter et se justifier analogiquement à celle de l'alphabet phonétique international utilisé pour des notations phonologiques, à côté de l'existence de diverses écritures ;
- 4- mise au clair des fonctions propres des éléments alphanumériques et graphiques.

#### *2.7.7.5 Le langage notationnel des images de pages (IdP)*

Le travail de (Luc, C.; Mojahid, M.; Virbel, J., 2001) Consiste à donner une représentation de l'architecture textuelle, à travers un langage visuel, ayant pour objectifs d'être expressif, appréhendable et de plusieurs niveaux de granularité.

Ils travaillent en particulier sur l'objet textuel énumération, en présentant le processus incrémental qui conduit d'une représentation sous forme d'image de texte « minimale » à une représentation sous forme d'image de texte « augmentée » contenant l'ensemble des propriétés visées par le langage de notation proposé.

Nous présentons sur la Figure 2-14 la démarche que les auteurs ont suivie pour illustrer leur langage notationnel. A partir d'un texte (a), ils présentent une image minimale (b) : les caractères sont représentés par un trait horizontal ; les marques typographiques conservées concernent la casse du début de phrase (majuscule : M, ou minuscule : m), les ponctuations et les marques de début d'item (- ;,.). Cette image minimale est ensuite augmentée (c) en représentant les différents éléments architecturaux (indentation, marges, blancs entre items, entre l'amorce et le premier item ...). Ces éléments sont représentés à l'aide de flèches en utilisant la notion de longueurs et de hauteurs relatives.

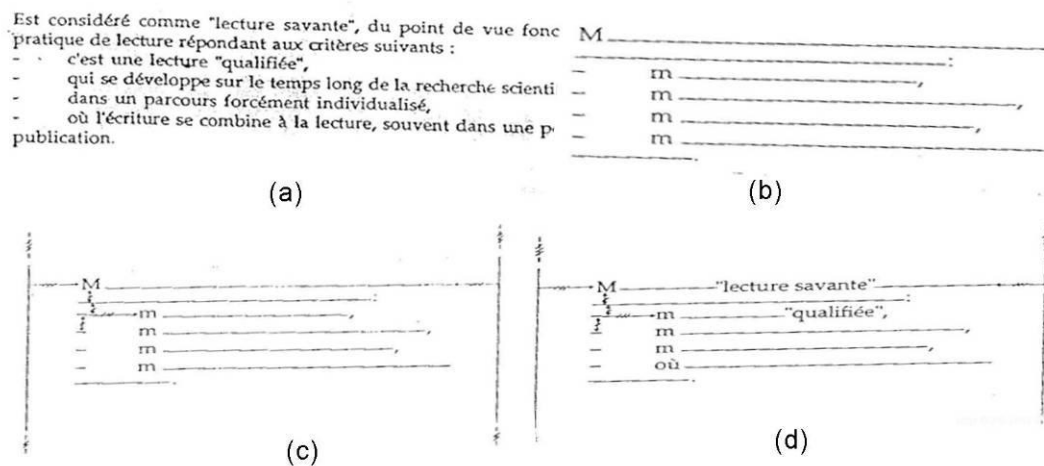


Figure 2-14 : Représentation du langage d'image de page textuelle : a) objet textuel ; b) image minimale ; c) image augmentée (1) ; d) image augmentée (2), (Luc, C.; Mojahid, M.; Virbel, J., 2001).

Une image augmentée 2 (d) est ensuite proposée par les auteurs en considérant les autres contrastes, dans ce cas les guillemets, mais qui concernent par exemple le gras et l'italique par exemple. Egalement, ils présentent les diverses marques lexico-syntaxiques : classifieurs lexicaux, organisateurs textuels ainsi que les différents connecteurs. Les auteurs « augmentent » ensuite l'image en fonction des relations rhétoriques et syntaxiques entre les différents segments de texte, et ceci dans le cadre d'un objet textuel énumération.

Dans la suite de cette thèse, nous nous basons sur les modèles que nous venons de présenter concernant les structures visuelles des textes pour élaborer un modèle concernant la représentation des informations visuelles dans les pages web.



### 2.7.8 Accessibilité de la structure visuelle d'une page web

Dans cette section, nous présentons les travaux qui traitent l'accessibilité à l'information visuelle notamment liée à la structure de la page web et au contenu informationnel organisé visuellement.

(Asakawa, C.; Takagi, H., 2000) ont travaillé sur l'accessibilité de la structure de la page aux non voyants. Ils ont proposé un système de transformation basé sur l'annotation de la structure afin de distinguer les groupements visuels d'une page. Ces groupements ayant différents rôles (menu principal, sous-menu, publicité, liens) sont souvent identifiables par des indices visuels (couleur, forme, disposition des éléments). La séquence de balises HTML lue par les lecteurs d'écrans ne reflète pas cette structure et n'explique pas les relations liant les objets. Pour illustrer ce propos, nous allons considérer le menu principal de la page d'accueil du site [www.visitbritain.com](http://www.visitbritain.com), détaillé par la suite dans la partie 3.3.2 de cette thèse, Figure 2-15. Le menu principal est caractérisé par une couleur de fond de texte rouge. Le sous-menu associé à un item du menu principal est sur fond bleu avec des caractères plus petits. Ces deux groupements sont facilement distingués visuellement, le lecteur pourra identifier que la rubrique « *Où aller?* » comporte trois sous-rubriques : « *Rechercher une destination* », « *Notre sélection* » et « *Guide des villes* ». Cependant, pour un utilisateur non voyant, les lecteurs d'écrans affichent séquentiellement la première ligne : « *Home, A savoir, Visiter, se divertir, Où aller?, Où dormir, Transport, Acheter, Mon espace* », puis la deuxième ligne : « *Rechercher une destination, Notre sélection, Guide des villes* ». Cette stratégie de lecture ne rend pas compte de la structure hiérarchique délimitée par des indices visuels de mise en forme (couleurs, bordures ...).



Figure 2-15 : Menu et sous-menu distingués visuellement par des couleurs et des tailles de caractères différentes (capture d'écran du site [visitbritain](http://www.visitbritain.com)).

Dans leur système, les auteurs distinguent deux annotations : celle de la structure et celle du contenu textuel. Les annotations de la structure sont utilisées pour reconnaître les

groupements visuellement fragmentés, et par conséquent pour montrer l'importance sémantique de chaque groupe. Les annotations du contenu textuel ont pour rôle de décrire les objets multimédias inaccessibles par le non voyant. Le système associe les annotations à la page en question et produit une page reformulée. Cette nouvelle page représente une réorganisation des groupes suivant leur rôle et leur importance.

### 2.7.9 Accessibilité des documents de présentation

(Ishihara,T.; Takagi, H.; Itoh, T.; Asakawa, C., 2006) ont travaillé sur l'accessibilité des diagrammes dans les documents de présentation (les diapositives). Un diagramme est formé d'objets ou de groupes d'objets qui sont visuellement reliés par des flèches. Dans la Figure 2-16, il existe plusieurs relations entre les objets : le rectangle « Traitement », contient deux autres rectangles « Extraction » et « Transformation » en constituant avec eux une relation hiérarchique. Cette relation est identifiée à partir de leurs couleurs et leurs alignements. De même pour le texte « Modalités de Sortie » qui constitue une légende pour les images en dessus. Les lecteurs d'écrans ne peuvent pas identifier ces relations visuelles puisqu'elles ne sont pas explicitées. En effet, les applications de création des documents de présentation (PowerPoint ou Open Office Impress) ne disposent pas de fonctions pour inclure "explicitement" ces relations entre les objets. Par conséquent, la méthode de navigation par les lecteurs d'écrans est limitée à l'extraction de texte à partir de chaque objet et à la lecture de ces textes séquentiellement. Cette présentation séquentielle est insuffisante pour appréhender la structure visuelle, car un document de présentation fournit très souvent l'information en deux dimensions. Par conséquent, ces documents sont difficiles à comprendre pour les personnes non voyantes. Pour compenser le manque de relations entre les objets, les concepteurs des lecteurs d'écrans décident de lire les objets suivant l'ordre de leur chevauchement dans la diapositive. Néanmoins, cet ordre ne reflète pas nécessairement la structure du document.

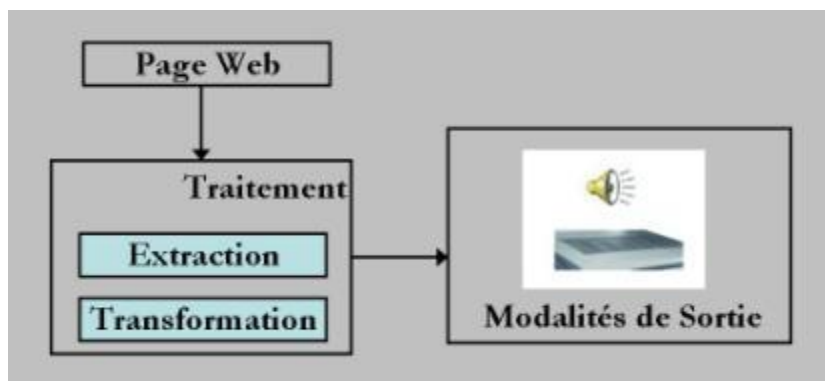


Figure 2-16 : Groupements et relations visuelles d'un diagramme dans une diapositive.

Des directives pour la création de documents de présentation Powerpoint (IBM, Human Ability and Accessibility Center, 2009) et Open Office (OASIS, 2010) sont proposées. Ces directives pour la création de documents Powerpoint comportent trois points principaux : les auteurs doivent :

- donner l'ordre de lecture approprié pour les objets ;
- fournir des alternatives textuelles aux objets non textuels ;
- grouper des objets graphiques en un seul objet afin de rendre la navigation plus facile.

De même, des spécifications d'accessibilité pour les graphiques vectoriels SVG (Scalable Vector Graphics) (W3C, 2010) et pour les documents de présentation de Open Office (ODF) (OASIS, 2010) ont été définies ; trois types de métadonnées d'accessibilités ont été déterminées :

- les groupements (<svg : g>) ;
- le titre pour les groupements (<svg : title>) ;
- l'ordre de lecture.

Nous postulons qu'en suivant ces directives, le contenu des documents de présentation est accessible alors que la structure visuelle du document qui est une dimension importante reste oubliée par les directives d'accessibilité.

(Ishihara,T.; Takagi, H.; Itoh, T.; Asakawa, C., 2006) ont alors proposé une méthode pour créer un modèle de description concernant trois types de relations entre les objets :

- 1- un objet visuellement inclu dans un autre ;
- 2- plusieurs objets localisés et alignés par rapport aux autres objets de la même diapositive ;
- 3- un objet ou un groupe d'objets lié à un autre par une flèche.

En appliquant ce modèle aux différents objets et relations détectés, la méthode consiste à transformer le document en une organisation arborescente qui contient la structure visuelle du document et l'ordre d'apparition des objets. Cette méthode a été ainsi implémentée en développant DocExplorer qui permet de naviguer entre les différents objets et relations. L'ordre de chevauchement des objets dans la diapositive sera par conséquent l'ordre de navigation.

## 2.8 Synthèse des travaux d'accessibilité

Dans ce qui précède, nous avons exploité les différentes études concernant l'accessibilité des pages web aux non voyants. Après avoir discuté des principaux problèmes de navigation que rencontrent les internautes non voyants, nous avons décrits les différents outils d'assistance techniques, notamment la reproduction en tactile et en oral. Nous avons évoqué les différentes normes et directives mondiales que doivent respecter les développeurs des sites web. Nous avons également présenté les études traitant les informations visuelles dans les documents informatiques.

Le point fort des directives WCAG 2.0 du W3C est qu'elles imposent des descriptions au contenu graphique des pages web en fournissant des alternatives textuelles de tout le contenu des pages web. Cependant, le non voyant n'aura aucune description de la structure visuelle de la page web.

La plateforme ARIA issue du WAI du W3C permet de décrire partiellement la structure visuelle de la page. Ainsi le non voyant aura des descriptions textuelles concernant la composition de la page, mais il n'a toujours pas une représentation réelle bidimensionnelle de la page, Figure 2-17.



Figure 2-17 : Description textuelle des pages web par la plateforme ARIA

Dans ce même contexte, les travaux de IBM Accessibility (IBM, Human Ability and Accessibility Center, 2009) traitent la même problématique. Ils proposent une réorganisation de la page suivant les différents groupements et leurs rôles. Ceci altère à la structure initiale de la page, et produit une structure modifiée qui reste toutefois non bidimensionnelle.

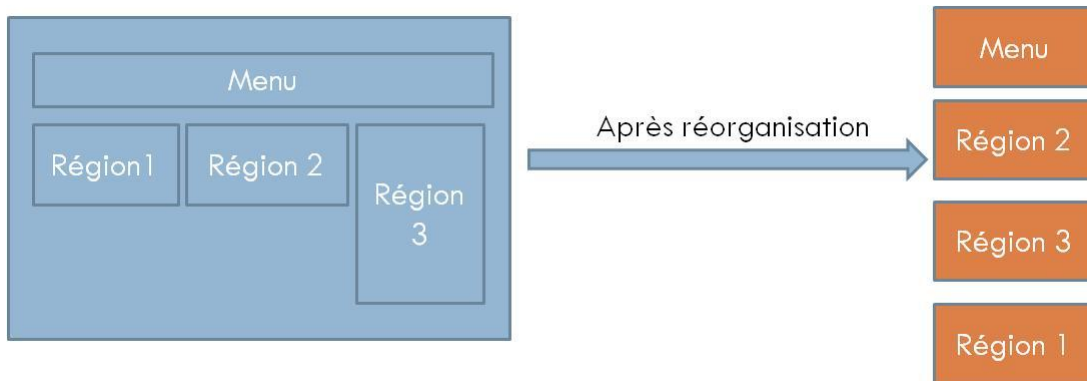


Figure 2-18 Représentation restructurée de la page web par IBM Accessibility

Le tableau suivant résume les principaux avantages et inconvénients de ces travaux.

Tableau 2-2 : Avantages et Inconvénients des travaux d'accessibilité.

	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<b>WCAG</b>	Description du contenu	Aucune description de la structure visuelle
<b>ARIA</b>	Description partielle de la structure visuelle	Pas de Vue en 2D
<b>IBM Accessibility</b>	Description partielle de la structure visuelle	Réorganisation de la page web et pas de vue en 2D.

Dans la présente thèse, vue l'insuffisance des travaux antérieurs, et dans l'objectif de rester fidèle à la structure visuelle initiale de la page web, et de fournir les informations essentielles des pages web, nous avons retenu la nécessité de définir un nouveau concept d'accessibilité que nous avons appelé « accessibilité augmentée ».

Dans le prochain chapitre, nous analysons l'accessibilité des éléments constituant une page web à partir d'une étude détaillée d'un corpus de sites web bien sélectionnés. Nous définissons les éléments de base d'une page web et les groupements qu'ils constituent selon leur emplacement et leur rôle dans la page, afin de pouvoir par la suite les modéliser pour produire une sortie accessible aux non voyants.

# Chapitre 3 : Analyse des Informations Visuelles dans un Corpus de Pages Web

---

*Dans ce chapitre, nous analysons le contenu visuel d'un corpus de pages web de sites touristiques afin d'identifier les éléments visuels qui restent inaccessibles avec les outils d'assistance usuels. Ils sont constitués principalement par les objets visuels, leurs propriétés et leurs relations qu'ils entretiennent. Une observation auprès de non voyants experts en informatique et en utilisation quotidienne de ces outils, nous a permis de valider l'hypothèse d'inaccessibilité à ces informations. Nous appelons alors « Accessibilité Augmentée », l'accès à ces informations visuelles identifiées dans le corpus étudié.*

---





### 3.1 Introduction

Nous avons présenté dans le chapitre précédent les différents outils utilisés par les non-voyants pour accéder à l'information, ainsi que les différents travaux sur l'accessibilité des pages web y compris les recommandations indispensables pour le développement d'une page web accessible. Dans ce chapitre, nous montrons que même si la page web respecte les recommandations du W3C, le non voyant aurait besoin d'informations visuelles supplémentaires pour pouvoir déterminer les groupements visuels et les relations entre ces groupements. Pour cela, nous analysons en un premier lieu un corpus de pages web afin d'identifier ces différents indices, objets et relations qui restent cachés au non voyant même si les directives du W3C sont respectées. Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous définissons et explicitons les concepts d'objets visuels élémentaires et de groupements d'objets que nous avons rencontrés lors de l'analyse des pages web. Nous avons ensuite procédé à l'expérimentation de la capacité des non voyants à capter ces objets et ces groupements. Grâce à cette expérimentation, nous pourrions voir quels sont les indices visuels qui sont captés par le non voyant en utilisant des outils usuels comme le lecteur d'écran Jaws. Ainsi, nous pourrions identifier les objets visuels qui restent cachés aux utilisateurs non voyants même si les pages web sont conformes aux normes. La compréhension globale de la page (compréhension de l'organisation visuelle et sémantique de la page), nécessitera alors la prise en considération de ces éléments qui constitueront un second niveau d'accessibilité que nous appelons «Accessibilité Augmentée».

### 3.2 Corpus des sites web à analyser

Dans notre étude, nous nous intéressons à l'accessibilité des informations visuelles et indices visuels que nous jugeons indispensables à la compréhension de la structure de la page. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons analysé un corpus de sites web afin de :

- 1- identifier les objets et leurs indices visuels induits par leurs propriétés typographiques;
- 2- déterminer parmi ces éléments ceux qui pourraient rester cachés au non voyant, et dont l'absence affecte l'accessibilité globale de la page ;

- 3- valider notre hypothèse par une expérimentation pour voir comment ces indices visuels captés ou non par les outils usuels touchent à la compréhension globale de la page.

### 3.2.1 Choix du corpus des sites web

C'est devenu une obligation dans tous les pays de l'Union Européenne de développer des sites web gouvernementaux accessibles à tout le monde, en particulier aux personnes souffrantes d'une déficience visuelle (voir partie 2.6). Par conséquent, il est donc indispensable que les concepteurs évaluent et testent l'accessibilité de leurs pages web, essentiellement pour vérifier si le site web respecte les directives du W3C.

Dans la présente thèse, nous avons choisi d'analyser des sites web touristiques<sup>1</sup>. Le choix est basé d'une part sur la loi européenne qui consiste à rendre tous les sites officiels publics de l'Union Européenne accessibles et compréhensibles par tous les internautes, sans discrimination, en suivant les recommandations présentées au premier chapitre de ce manuscrit. D'autre part, le choix des sites web repose sur l'étude psychologique de (Etcheverry, I., 2007) (Etcheverry, I.; Terrier, P.; Marquie, J.C., 2007), concernant la difficulté de localisation visuelle des informations dans une page web par les utilisateurs âgés. (Etcheverry, I., 2007) a étudié les exigences cognitives de la recherche d'information sur internet pour les personnes âgées. Elle a utilisé des pages web pour réaliser des expériences auprès de personnes de différents âges (18-81 ans), pour évaluer plusieurs composantes de la recherche d'information, notamment la localisation de l'information et le traitement du contenu, et ceci en tenant compte du déficit du souvenir épisodique lié à l'avancée en âge. Elle explique que les sites web ont été choisis selon plusieurs critères : « *les pages devaient avoir une organisation standard, être semblables en termes de nombre de mots et d'images, concerner des sites généraux (information, tourisme, encyclopédie), et avoir une taille de police suffisante pour être aisément lisibles* », (Bernard, M.L.; Chaparro, B.S.; Mills, M.M.; Halcomb, C.G., 2003).

---

<sup>1</sup> Ces sites peuvent à tout moment être modifiés ; les analyses de ce chapitre ont été vérifiées courant juillet 2009. Toute modification des sites web après cette date n'est pas prise en considération.

Nous avons choisi de conserver les mêmes sites web touristiques sur lesquelles Etcheverry a travaillé. Ces sites web déclarent qu'ils respectent les règles du W3C conformément aux lois européennes. A titre d'exemple, le site web de la Grande Bretagne dédie une page à l'accessibilité<sup>2</sup>. Ils déclarent que le site est développé « *afin de servir un public aussi large que possible* », en apportant « *une attention toute particulière aux besoins des moins valides, en créant un site compatible aux programmes spécifiques qui leurs sont destinés* ». Le site se dit conforme à la 'Web Accessibility Initiative' du 'World Wide Web Consortium', et dit respecter les standards définis par les UK Government Web Accessibility Guidelines”.

Nous avons alors travaillé sur un corpus de huit sites web, vérifiant les critères suivants :

- 1- Ils s'inscrivent dans un même champ applicatif : il s'agit de sites web touristiques de pays et villes européennes ;
- 2- Ils ont été sujet d'une étude en psychologie cognitive concernant les informations visuelles des pages web ;
- 3- Ils sont conformes aux normes et aux lois européennes d'accessibilité.

Ce choix permet alors d'une part de tenir compte de différentes façons et cultures de conception de sites web. D'autre part, ce choix assure une meilleure couverture des éléments visuels concernés. Les sites choisis sont alors :

- <http://www.nicetourisme.com/>
- <http://www.biarriz.fr/>
- <http://www.parisinfo.com/>
- <http://www.bordeaux-tourisme.com/>
- <http://www.allemagne-tourisme.com/>
- <http://www.visitbritain.fr/>
- <http://www.visitportugal.com/>
- <http://www.holland.com/fr/>

---

<sup>2</sup> <http://www.visitbritain.fr/corporate/accessibility.aspx>.

Nous présentons dans le paragraphe suivant la vérification de l'accessibilité de ces sites afin de valider qu'ils respectent les règles du W3C conformément aux lois européennes. Nous pourrions alors par la suite analyser le contenu visuel de ses sites web.

### 3.2.2 Vérification de l'accessibilité des sites web choisis par rapport aux normes du W3C

Ayant sélectionné les sites web précédemment cités, nous avons, en un premier lieu, vérifié leur accessibilité en utilisant l'outil WAVE du Webaim (WAVE: web accessibility evaluation tool, 2010). Il s'agit d'un outil gratuit, permettant l'évaluation de l'accessibilité d'une page web. Il permet d'afficher la page web choisie avec des icônes et des indications permettant d'évaluer le niveau d'accessibilité, et de détecter les erreurs.

WAVE aide à évaluer la page web, en se référant aux recommandations des WCAG et de la Section 508 (Etats Unis) (Section 508, 2010) en indiquant s'il y a une erreur, **sans toutefois pouvoir vérifier automatiquement l'accessibilité**. A titre d'exemple, WAVE ne peut pas dire si l'alternative textuelle est appropriée, il se contente de pointer sur le manque d'alternative textuelle. Nous avons utilisé la toute dernière version du 31 mars 2009, WAVE4.0, pour nous aider à évaluer les pages web.

L'évaluation avec WAVE a été réalisée sur les 8 sites précités. Nous avons rejeté le site web de Bordeaux parce que nous avons constaté que sa page d'accueil est constituée d'objet flash avec une animation audio-visuelle qui n'est pas accessible. L'évaluation par WAVE des sites web est présentée en annexe 2-A-.

Cette évaluation a permis de vérifier que le corpus des sites web choisi est conforme aux normes WCAG ; cela représente le point de départ pour tester un autre niveau d'accessibilité : celui de l'accessibilité augmentée. Les mêmes sites touristiques ont été analysés par des non-voyants avec le lecteur d'écran Jaws. Cette analyse est indispensable dans notre étude, dans le but d'identifier les objets visuels et les relations visuelles non pris en compte par Jaws. D'une façon générale, Jaws, comme tous les lecteurs d'écran, lit linéairement le contenu textuel et ne fournit pas d'information concernant la disposition et

l'emplacement des objets dans la page web. Cependant Jaws fournit à la demande les couleurs, les couleurs de fond et le contraste entre les couleurs, les propriétés typographiques d'italique, de gras et de soulignement sous forme textuelle et par conséquent, la lecture entraîne une énorme surcharge cognitive pour le non voyant.

### 3.3 Identification des indices visuels dans les pages web

L'accessibilité à la structure de la page et aux informations et indices visuels n'est pas prise en compte dans les règles du W3C, (Bou Issa, Y.;Mojahid, M.; Oriola, B.; Vigouroux, N., 2009).

On cherche alors dans cette partie à définir et identifier les objets et les indices visuels indispensables à la compréhension globale de la page. L'expérience qui a suivi cette analyse et qui sera présentée dans la section suivante a été réalisée pour valider notre hypothèse.

Dans notre observation des sites web nous avons pu identifier des groupements d'objets visuels que nous définissons par « menus », « rubriques », « bandeaux », « agendas » et « formulaires » dont les caractéristiques sont détaillés ci-dessous . Ces groupements visuels sont formés à partir d'objets visuels élémentaires présentés dans la section suivante.

#### 3.3.1 Les objets visuels élémentaires

Nous définissons les objets visuels élémentaires en tant qu'objets visuels de base qui constituent une page web. Ces objets possèdent des propriétés visuelles ou discursives qui permettent de les identifier isolément. Il s'agit notamment de :

1- **blocs de texte** : un texte est une succession de caractères organisés selon un langage. Il en résulte que le texte est exprimé par plusieurs phrases en différentes langues. Le texte peut alors être constitué d'un ou de plusieurs mots, formant une ou plusieurs lignes. Il a des

propriétés typographiques d'habillage comme la taille et la police de caractère, (gras, italique, souligné, la couleur et la couleur de fond);

2- **titres** : ce sont des unités lexicales qui sont distinguées à la fois à partir d'indices discursifs, et visuels (Ho-Dac, L.M.; Jacques, M.P.; Rebeyrolle, J., 2005) et (Cauchard, F., 2008). La composante visuelle du titre renvoie aux procédés de mise en page utilisés (caractères gras, indentations, majuscules). Le titre peut être signalés au moyen d'un système de numérotation (e.g. 1.1, 1.2.a ...) et/ou des variations typographiques (e.g. titres de plus hauts niveaux mis en gras ou soulignés) ou dispositionnelles (e.g. titres de plus bas niveaux d'avantage indentés), (Cauchard, F., 2008). La composante discursive renvoie au contenu sémantique du titre, (Ho-Dac, L.M.; Jacques, M.P.; Rebeyrolle, J., 2005) et (Virbel, J., 2002), et notamment aux trois métafonctions discursives suivantes :

- La métafonction textuelle, concernée par toutes les marques d'organisation du texte qui permettent de segmenter, regrouper, hiérarchiser, comme les marques du type Chapitre , Section, Paragraphe, ... ;
- La métafonction idéationnelle, concernée par la représentation du monde en tant que « qui – quoi – où – quand – comment etc. ». Un exemple du corpus est présenté sur la Figure 3-1 ;



Figure 3-1 : Métafonction idéationnelle de titre, exemple tiré du site de Biarritz.

- La métafonction interpersonnelle, incarnée dans le fait que certains titres ont vocation à accrocher le lecteur, à l'inciter à évaluer positivement le texte, à lui accorder plus d'attention qu'il ne l'aurait fait spontanément. Nous citons entre autres, l'exemple du titre : « l'Allemagne, une destination idéale pour les familles », et l'exemple : « Les secrets de la Grandes Bretagne »,

3- **liens hypertextes** : un lien hypertexte ou simplement lien, est une référence dans un système hypertexte permettant de passer automatiquement d'un document consulté à un document lié. Un hyperlien a une source (ou origine) et une destination (ou cible). La source d'un hyperlien est généralement un élément (texte, images) de la page web. La destination peut être un autre élément de la même page ou bien une autre page web du même site, ou encore un autre site web. Les liens hypertextes sont identifiés à partir des balises HTML (codages des pages web), et généralement, ils sont différenciés visuellement par un habillage de texte différent des blocs textuels ;

**L'Allemagne, une destination idéale pour les familles**



L'Allemagne est une destination de choix pour des vacances en famille : des enfants en bas-âge aux grands parents, tout le monde s'y sent à merveille ! En quête de sensations fortes ?

Les parcs de loisirs et d'attractions sont faits pour vous, notamment dans les montagnes russes les plus abruptes du monde. Mais la nature aussi sait y faire en matière de frissons, que vous optiez pour une descente de rivière en canoë ou un cours d'escalade dans le Grand Canyon de la Saxe.

## Les secrets de la Grande-Bretagne



Niché au coeur de Londres derrière de hauts murs et sur les berges de la Tamise, le Chelsea Physic Garden est un jardin caché de Londres fort apprécié des londoniens.

Le Minack Theatre présente sa saison estivale de 18 pièces dans un décor des plus original.

Les célébrations traditionnelles farfelues font partie intégrante de la vie britannique. Certaines coulent de source, d'autres sont tout simplement complètement excentriques.

Figure 3-2 : Exemple de titres ayant pour vocation d'accrocher le lecteur.

4- **images** : Une image est une représentation visuelle voir mentale de quelque chose (objet, être vivant et/ou concept). Elles peuvent avoir plusieurs rôles : images de fond, images-liens, logos, images informationnelles du contenu. Elles se caractérisent notamment par leurs dimensions, leurs formes et leurs couleurs ;

5- **Champs d'entrée** : il peut s'agir d'un champ à remplir telle que dans un formulaire ou une zone de recherche, ou encore un bouton. A titre d'exemples, un champ d'entrée peut jouer l'un des rôles suivant : zone d'édition, case à cocher, liste déroulante, bouton radio. Les champs d'entrée sont identifiés à partir des balises HTML et généralement, ils sont différenciés visuellement par des cadrages et habillages visuels spécifiques selon les fonctions.

La Figure 3-3 illustre ces objets élémentaires sur la page d'accueil du site de l'Allemagne. Le titre « coup de cœur » peut être identifié à partir d'indices visuels (caractère gras sur fond gris, séparé du texte par un espace) et à partir d'indices discursifs et notamment la métafonction interpersonnelle qui a vocation à accrocher l'internaute. Le titre « L'Allemagne donne un coup de pouce à votre pouvoir d'achat » peut être également identifié à partir d'indices visuels (caractères gras, placé à l'entête d'un groupement d'objets élémentaires (image et bloc textuel), séparé de ces derniers par un espace et une ligne), et à partir des fonctionnalités discursives accomplies : métafonctions interpersonnelle, idéationnelle et textuelle. Dans cette même Figure 3-3, nous pouvons distinguer un lien hypertexte « Nos coups de cœur » en bas du groupement constitué par une image et un bloc textuel. Ce lien se caractérise par une taille de caractère plus petite que le bloc textuel ainsi que d'une couleur grise. Le bloc textuel explique l'objectif de cette partie de la page web : « **une hôtellerie et des produits de consommation à des prix très attractifs** » ; il est accompagné par une image informationnelle quant au contenu : il s'agit de l'image d'une chambre d'hôtel.

La figure montre également un champ d'entrée : un textbox et un bouton, placés dans un cadre à l'entête de la page.

Après l'observation du corpus des pages web citées précédemment, nous avons remarqué que ces objets visuels élémentaires peuvent être organisés de façon à former des groupements visuels qui peuvent être caractérisés en appliquant le principe de ressemblance et de différence, (Virbel, J., 1989), et les lois de la théorie de la Gestalt (Köhler, W., 1929), en utilisant des indices visuels (relations typo-dispositionnelles) et discursifs. Ces groupes d'objets dénotent et sont la manifestation de relations contextuelles intra ou inter objets.





Figure 3-3 : Illustration des différents objets visuels élémentaires.

Dans le paragraphe suivant, nous présentons les groupements visuels que nous avons pu identifier dans les pages web et les relations entre ces groupements. Nous présentons également les problèmes liés à l'accessibilité de ces groupements et leurs relations par le non voyant.

### 3.3.2 Les groupements visuels

#### 3.3.2.1 Les menus

##### 3.3.2.1.1 Définition

Nous définissons un menu par un ensemble d'objets élémentaires *liens hypertextes*, groupés visuellement par une *même typographie* et qui sont *adjacents*. Les liens hypertextes des menus sont formés à partir d'un *groupe de mots* ou d'*images labellisées*. Il peut s'agir en particulier du menu principal de la page ou d'un sous-menu :

- Le menu principal est un **menu** disposé *horizontalement*, dans la *première moitié* de la page et occupant une *largeur supérieur à 50%* de la largeur de la page. Si deux menus sont disposés horizontalement et que chaque menu occupe plus que 50% de la largeur de la première moitié de la page alors les *attributs typographiques de*

**saillance** tels que la différence de gras et la taille des caractères ou bien le gras et la couleur de fond du menu, permettent de caractériser le menu principal mis en saillance.

La Figure 3-4 illustre un exemple de ce cas. Le menu principal du site de l'Allemagne est mis en saillance par rapport à l'autre menu en haut de la page par des caractères gras, sur fond gris, à la différence de cet autre menu qui est constitué de texte non gras sur fond blanc.



Figure 3-4 : Distinction entre menu et menu principal à l'aide des attributs typographiques de saillance.

- Le sous-menu est une combinaison d'un objet élémentaire **titre** et d'un groupement de type **menu**. Un sous-menu peut être disposé horizontalement ou verticalement. Il est un sous-menu d'un autre menu. Le titre est un lien du menu père. Le sous-menu est caché visuellement et n'apparaît que suite au déclenchement d'un événement souris dans un menu. Cet événement va entraîner l'affichage d'un autre menu imbriqué dans le menu sollicité. Cette arborescence est réalisée avec des propriétés visuelles telles que la couleur qui présentent un effet d'imbrication des éléments dans d'autres. A titre d'exemple, dans la Figure 3-5, le sous menu « où aller » en rouge, est apparu quand on a cliqué sur le lien « où aller » du menu principal. Les liens du sous-menu, et le lien « où aller » du menu principal, possèdent la même couleur bleue. Par conséquent, ils présentent visuellement un effet d'imbrication dans le menu principal.



Figure 3-5 : Menu principal ; texte blanc sur fond rouge ; Sous-menu : texte blanc sur fond bleu ; Sous-menu : texte blanc sur fond bleu.

### 3.3.2.1.2 Accessibilité aux menus

Dans cette partie nous présentons les problèmes d'accessibilité liés aux menus. A titre d'exemple, dans le site de la Grande Bretagne<sup>3</sup>, le menu situé à droite a une **forme arborescente** qui n'est pas détectée par un lecteur d'écran à moins d'utiliser des puces imbriquées. En effet, d'après la règle 4.1 des directives WCAG, si le contenu n'est pas structuré syntaxiquement via le langage de balisage, alors il n'est pas accessible. Par exemple, la distinction entre « *boutique en ligne* » et « *transports* » est purement visuelle : différentes couleurs de texte et de fond, et différentes tailles et polices, Figure 3-6. Ainsi, un utilisateur non voyant percevrait ces deux liens sous un même niveau, alors que visuellement, ils sont de niveaux différents. Ceci altérerait la compréhension globale de la page.



Figure 3-6 : Menu placé à droite dans la page d'accueil du site visitbritain.

<sup>3</sup> <http://www.visitbritain.fr/>

Pour le même site web, à titre indicatif, en passant à une page de ce site : <http://www.visitbritain.fr/destinations/>, le menu principal présente une arborescence de liens. Cette imbrication visuelle n'est pas détectée par un lecteur d'écran tel que Jaws. L'internaute non voyant ne pourrait pas savoir par exemple que « *Guides des villes* » est un sous-item de « *Où aller?* ». Remarquons aussi que la page sélectionnée « *Où aller?* » est distinguée des autres items du menu par une **couleur de fond** différente, une propriété purement visuelle, Figure 3-5.

Egalement, nous retrouvons dans le site web de l'Allemagne<sup>4</sup>, le **menu principal** formé d'items disposés **horizontalement** dont la couleur du fond est la même mais le côté inférieur du lien a une couleur différente des autres. C'est cette même couleur, mais avec un **contraste** plus faible, qui indique que le curseur est placé sur une case donnée, Figure 3-7.



Figure 3-7 : Menu principal du site de l'Allemagne.

Quant au **sous-menu** situé à **gauche** de la page, le titre est en gras sur fond gris, la liste des items est sur fond blanc. Là aussi, cette distinction visuelle n'est pas accessible via un lecteur d'écran. Les items de ce menu n'ont pas la même mise en forme.

A remarquer que, lors de la navigation dans le site, nous observons dans le menu trois **niveaux** de bleu différents, Figure 3-9. L'**arborescence** est réalisée par des effets de contraste de couleur, d'indentation et de soulignement vertical, effets qui ne sont pas perçus par un lecteur d'écran. Il s'agit là d'un problème commun à la plupart des sites : incapacité du non voyant de capter les différents niveaux du menu, chacun ayant une fonctionnalité précise. Se situer dans la page n'est donc pas évident pour un utilisateur non voyant.

---

<sup>4</sup> <http://www.allemagne-tourisme.com>



Figure 3-8 : Menu secondaire situé à gauche, site de l'Allemagne.



Figure 3-9 : Menu arborescent, contrastes de couleurs non distingués.

De même, le problème d'accessibilité des menus avec l'arborescence visuelle se retrouve dans le site de Biarritz<sup>5</sup>. Le menu principal est un menu déroulant qui est complètement inaccessible par le non voyant via un lecteur d'écran. Quand nous cliquons sur un item, une liste (sous-menu) apparaît avec un changement de couleur non perçu par les lecteurs d'écrans, et donc l'arborescence n'est pas distinguée. Le choix d'un item est perçu visuellement par un changement de couleur et une ligne au dessous du titre. Nous remarquons aussi la présence de **puces** et de **boulets** à côté de chaque item, ce qui ne serait pas non plus distingué par les lecteurs d'écrans comme Jaws. Ceci apparaît aussi sur le menu à gauche. Ce menu ne possède pas une mise en page unique (Figure 3-10) et plusieurs procédés sont utilisés : puce, texte noir sur fond gris, logo ou texte noir sur fond blanc.



Figure 3-10 : Structure des menus du site web de Biarritz.

Ainsi, le problème des menus se répète pour tous les sites web choisis: la sélection est perçue visuellement par un changement de couleur et de contraste, effet qui ne serait pas capté par un lecteur d'écran.

<sup>5</sup> <http://www.biarritz.fr/>

### 3.3.2.2 Les rubriques

#### 3.3.2.2.1 Définition

Une rubrique est un groupement visuel qui est constitué d'un titre et d'une image et d'au moins un bloc textuel et un lien hypertexte. Des attributs typographiques de groupements permettent d'identifier une rubrique à partir de ces objets élémentaires (même couleur de fond, emplacement dans un même cadre qui peut avoir plusieurs formes).

Dans une rubrique ces objets visuels élémentaires peuvent être disposés selon l'une des manières suivantes :

- Un titre, une image illustrative, un bloc textuel explicatif à côté ou en dessous de l'image et un lien au début ou à la fin du texte ; dans ce cas, la dimension de l'image est limitée par la taille du bloc textuel. Nous appellerons ce type de rubriques une **rubrique informationnelle**. La Figure 3-11 illustre un exemple de rubrique informationnelle du site web de l'Allemagne. Certaines rubriques contiennent plusieurs liens hypertextes adjacents. La rubrique est alors différenciée d'un menu grâce à la présence du bloc textuel dans cette rubrique, Figure 3-12.



Figure 3-11 : Rubrique informationnelle du site web de l'Allemagne.



Figure 3-12 : Deux liens hyper textes d'une même rubrique informationnelle du site de l'Allemagne.

- Un ou plusieurs blocs textuels placés à l'intérieur d'une image, ce qui est souvent le cas d'une brochure ou d'une publicité. L'image inclut également un titre et un lien hypertexte ; nous appellerons ce type de rubriques une **rubrique publicitaire**. La Figure 3-13 illustre ce type de rubrique à partir d'un exemple du site web de l'Allemagne.

A remarquer qu'une même rubrique peut être constituée de plusieurs autres rubriques informationnelles ou publicitaires, comme dans l'exemple illustré par la Figure 3-14 du site web de Paris.



Figure 3-13 : Rubrique publicitaire du site web de l'Allemagne.





Figure 3-14 : Deux rubriques publicitaires et une troisième rubrique informationnelle à l'intérieur d'une même rubrique.

### 3.3.2.2 Accessibilité aux rubriques

Dans une rubrique, les objets élémentaires sont regroupés visuellement, grâce à des propriétés communes telles que la couleur, le fond, la forme. Une rubrique peut être ainsi identifiée à partir des lois de la théorie de la Gestalt et donc cette identification suit une démarche uniquement visuelle. A titre d'exemples, la Figure 3-15 illustre deux rubriques de la page d'accueil du site web de l'Allemagne. Un titre, une figure, un bloc textuel et un lien sont groupés dans un cadre, et visuellement, nous pouvons distinguer alors deux rubriques informationnelles différentes :

- 1- Camping – l'alternative peu chère
- 2- Un été plein d'évènements.

Cependant, un non voyant serait amené à lire les textes, sans tenir compte qu'il s'agit de deux rubriques différentes. Il lira le titre « *Camping – l'alternative peu chère* » ensuite « *Plus de 2000 camping...* », puis « *Plus d'infos sur le camping en Allemagne un été plein d'événements* ».



Figure 3-15 : Rubriques informationnelles du site web de l'Allemagne.

Par conséquent, le non voyant ne peut pas déterminer le groupement d'objets visuels formant une rubrique, ni les propriétés et indices visuels qui servent à définir ce groupement visuel. Puisque toutes les informations obtenues sont présentées séquentiellement, le non voyant n'aura pas la **disposition** des rubriques ni leurs **coordonnées** bidimensionnelles dans la page. Par suite, une page qui est divisée en plusieurs rubriques disposées en deux dimensions n'est vue par le non voyant que comme une série de texte et de liens.

### 3.3.2.3 Le bandeau

#### 3.3.2.3.1 Définition

Nous définissons le bandeau d'une page web par le groupement visuel situé à l'entête de la page, constitué d'une séquence d'objets visuels élémentaires *images* occupant plus de 75% de la largeur de la page et plus de 30% de sa hauteur. A la différence des rubriques, l'image du bandeau se caractérise par ses importantes dimensions. Le bandeau peut contenir des objets supplémentaires tels que titre, images de type logo, entre autres, mais ces objets ne sont pas essentiels pour l'identification du bandeau.

Le bandeau se retrouve sur toutes les pages web traitées. C'est pour cela que nous le considérons comme un groupement visuel d'étude essentiel.

Le bandeau contient souvent des informations concernant la météo, la date, et des liens vers la page en d'autres langues, ou vers une webcam ou encore des annonces publicitaires.

A titre d'exemple, le bandeau de la page web de la Grande Bretagne contient :

- le titre de la page comme lien précédé d'une image-logo ;
- une image ;
- une zone de recherche (textbox et bouton) ;



Figure 3-16 : Bandeau de la page d'accueil du site de la Grande Bretagne.

Le bandeau de la page web de l'Allemagne contient également une image, un logo, des textes, et des liens, tel qu'illustré par la Figure 3-17.



Figure 3-17 : Bandeau de la page d'accueil du site de l'Allemagne

Dans tous les sites web étudiés, le bandeau contient une animation d'images qui changent continuellement (Nice, Portugal, Biarritz, etc.).

### 3.3.2.3.2 Accessibilité au bandeau

L'accessibilité au bandeau subit les mêmes problèmes d'accès aux menus et aux rubriques. En plus, les bandeaux présentent parfois un contenu visuel animé. Par exemple, le bandeau du site de Nice se caractérise par une animation d'images, dont quelques unes sont illustrées sur la Figure 3-18. Ces images ont pour principal objectif d'attirer l'attention des internautes sur les éléments essentiels de Nice, mais le non voyant en est privé, puisque l'accès aux animations est une tâche d'accessibilité très difficile pour le non voyant. Avec les outils actuels, le non voyant aura accès au texte qui est animé, mais il n'aura pas l'effet d'animation présenté ni aux images qui sont animées.



Figure 3-18 : Bandeau animé du site de Nice.

### *3.3.2.4 Autres groupements visuels*

Dans notre analyse du corpus, nous avons mis en évidence d'autres groupements visuels qui peuvent exister dans la page. Dans cette thèse nous nous contentons de mentionner ces autres groupements. A ce stade nous ne travaillons pas sur leur accessibilité augmentée. Parmi ces autres groupements visuels, nous pouvons citer :

#### 3.3.2.4.1 Les agendas

L'observation des pages web nous a permis de distinguer un groupement visuel fréquemment utilisé : l'agenda, servant à présenter les dates des événements.

Les agendas que nous avons rencontrés dans les pages web sont notamment constitués des objets visuels élémentaires suivants : blocs de textes (date ou nombre ou description) et liens hypertextes. Les agendas présents dans les sites web traités sont principalement de deux types :

– **agenda déroulant**, montrant les activités à venir sous forme de liens. Les lecteurs d'écran vont alors lire toute la liste des activités sans tenir compte de la partie affichée, ce qui risquerait d'ajouter une surcharge au lecteur. Citons l'exemple de l'agenda ou de la liste d'événements à venir dans le site web de Biarritz. Cet agenda est un groupement visuel constitué à son tour de groupements visuels formés d'un bloc textuel, comprenant : une date (abrégée, en bleu clair), un lieu (en noir), un thème (plus petit en noir placé entre crochets), et une brève description de l'événement (en noir gras) Ce bloc textuel est un lien vers une page détaillant l'événement. Ces événements sont séparés par des lignes Horizontales. (Figure 3-19).



Figure 3-19 : Agenda déroulant du site de Biarritz.

– **agenda fixe**, Les jours du mois en cours sont disposés dans un tableau dont chaque cellule est un lien vers une série d'activités ou d'événements du jour sélectionné. Cet agenda repose sur plusieurs caractéristiques visuelles qui facilitent la navigation, telles que la couleur, la nature du texte, l'encadrement de la date choisie. Tel est le cas de l'agenda du site de Paris, Figure 3-20. La cellule (date) correspondante à 'aujourd'hui' est sur fond bleu ; les jours du week-end sont en rouge. Grâce à des petites flèches (<<, <, >, >>), On peut avancer ou reculer par mois et par année. Beaucoup d'effets visuels interactifs inaccessibles par un internaute non voyant.



Figure 3-20 : Agenda fixe du site de Paris.

### 3.3.2.4.2 Les formulaires

Les formulaires sont constitués essentiellement d’objets visuels élémentaires de type champs d’entrée et boutons. Les formulaires les plus rencontrés correspondent à des formulaires de recherche. Ils sont souvent disposés en haut de la page à droite. Les non-voyants sont souvent capables d’accéder et d’interagir avec les formulaires s’ils sont conçus selon les règles précisées dans le paragraphe 2.7.2 de cette thèse. Il faut surtout que le texte (légende) et le champ d’entrée correspondant soient clairement liés pour pouvoir associer chaque texte au champ correspondant.

Un autre problème d’accessibilité apparaît dans la zone de recherche du site de l’Allemagne : l’existence d’un cadre contenant des blocs de texte qui correspond à des options de recherche. Le non voyant le percevrait comme un texte inclus dans la page, alors que visuellement, on ne les voit que si on clique dans la zone de recherche, Figure 3-21.



Figure 3-21 : Zone de recherche de la page d'accueil du site de l'Allemagne : détection d'un texte html dynamique visuellement inaperçu.

### 3.3.3 Les relations entre les groupements

Les objets visuels élémentaires et les groupements d'objets visuels que nous venons de présenter peuvent être associés entre eux, et peuvent entretenir des relations. Dans cette partie, nous présentons les principales relations qui se manifestent entre les groupements d'objets visuels dans le corpus des sites web étudiés. Ces relations sont cachées au non voyant. Nous avons donc observé particulièrement deux types de relations : des relations de nature visuelle, et des relations qui sont en rapport avec le contexte du site web. Nous appellerons alors ces relations : relations visuelles et relations contextuelles.

Nous décrivons dans ce qui suit les relations visuelles et contextuelles entre les groupements. Ces relations présentent des problèmes d'accessibilité augmentée, et constituent un défi à surmonter afin de comprendre la page web et de capter sa structure.

#### 3.3.3.1 Les relations visuelles

##### 3.3.3.1.1 Définition

Dans le corpus analysé, nous avons remarqué que les groupements visuels entretiennent différents types de relations visuelles :

- Relations géométriques : comme nous l'avons remarqué, le positionnement d'un objet dans la page web peut être un facteur important pour la compréhension du contenu et pour la navigation. Chaque groupement possède des relations de voisinage avec



d'autres objets (à gauche, à droite, en haut, en bas). A titre d'exemple, la Figure 3-22 montre que le menu principal du site d'Allemagne est situé en dessus de la rubrique informationnelle, puisque le menu renvoie vers la totalité du contenu, et donc l'intention de l'auteur de la page est de le mettre au-dessus des rubriques pour accorder un niveau d'importance supérieur à celui de la rubrique informationnelle. Pour les mêmes raisons d'importance, le menu secondaire est en dessous du menu principal et à gauche de la rubrique informationnelle.

- Relations typographiques : L'analyse nous a permis également d'observer que certains objets élémentaires possèdent des propriétés visuelles communes telles que la couleur, le style de police, ou la couleur de fond. Ces propriétés visuelles montrent que les objets sont visuellement reliés : même couleur, même police, même couleur de fond. Ces relations reflètent l'intention de l'auteur d'une page web pour montrer que deux objets reliés par la même typographie ont des fonctionnalités similaires.

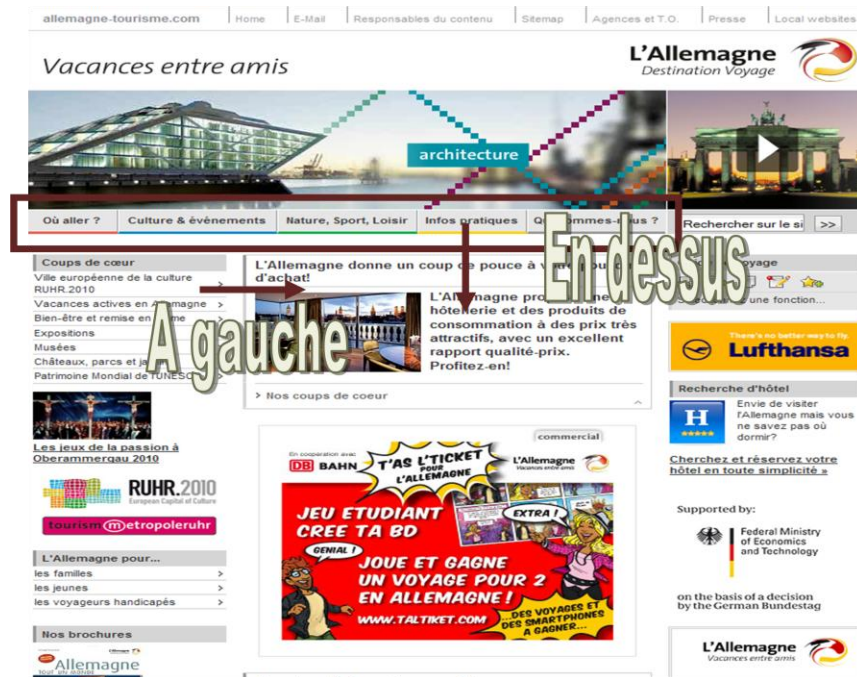


Figure 3-22 : Illustration des relations visuelles entre deux groupements.

### 3.3.3.1.2 Accessibilité aux relations visuelles

Les relations géométriques ne sont pas perçues par le non voyant. La notion de l'espace n'existe pas dans l'affichage présenté par les lecteurs d'écran. Par exemple, dans la Figure

3-22, le non voyant ne pourrait pas savoir que la rubrique « l'Allemagne donne un coup de pouce à votre pouvoir d'achat » est placée à droite du menu « coup de cœur », et en dessous du menu principal. Les relations visuelles qui sont pourtant d'une grande importance pour la compréhension globale de la page web ne sont pas perçues par les non voyants. Par contre, pour les relations typographiques, le non voyant pourra obtenir de l'information textuelle qui le renseigne sur l'habillage des caractères des textes. Il pourra savoir que deux blocs textuels ont les mêmes habillages, mais il ne pourra extraire de ces informations textuelles des relations typographiques. Par exemple, dans la Figure 3-23 le non voyant ne pourra pas savoir que la même couleur de fond du titre « guide de voyage » et « recherche d'hôtel » dénote une relation typographique qui relie les deux sections.

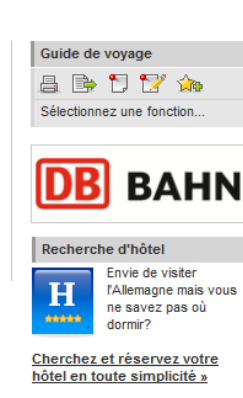


Figure 3-23 : Illustration de la relation visuelle typographique.

### ***3.3.3.2 Les relations contextuelles***

#### **3.3.3.2.1 Définition**

Nous appelons contexte du site web l'environnement, les circonstances, ou les caractéristiques qui déterminent, précisent ou clarifient le contenu des pages web. Nous définissons une relation contextuelle entre groupements tout ce qui est en relation avec le contexte de la page. Nous distinguons particulièrement deux types de relations contextuelles :

- Relation thématique associée à un champ lexical commun : Lors de l'analyse des sites web présentée précédemment, nous avons observé que certains groupements se rapportent à un même thème ou illustrent un même sujet. A titre d'exemple dans la

Figure 3-24 l'élément « où aller » du menu principal se rapporte au thème du voyage, de même que la rubrique « Guide de voyage » et la rubrique « Réservation d'hôtel ».

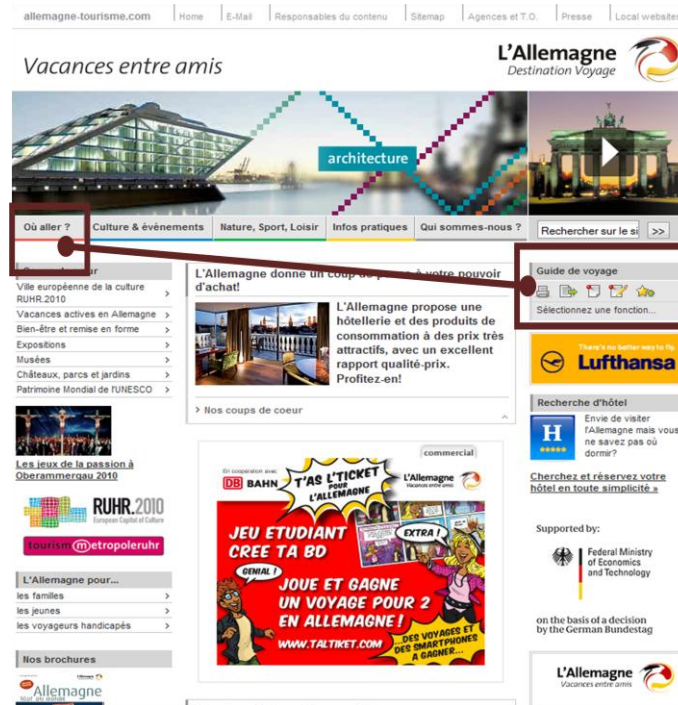


Figure 3-24 : Illustration d'une relation contextuelle « thématique » entre deux groupements.

- Relation de développement qui associe un objet et un groupement le détaillant : il s'agit du cas où un groupement visuel est détaillé dans un autre. Dans la Figure 3-25 l'élément « où aller » du menu principal est détaillé dans la rubrique informationnelle dont le titre est « où aller ». Une relation contextuelle « détail » est donc dénotée entre les deux groupements visuels en question.

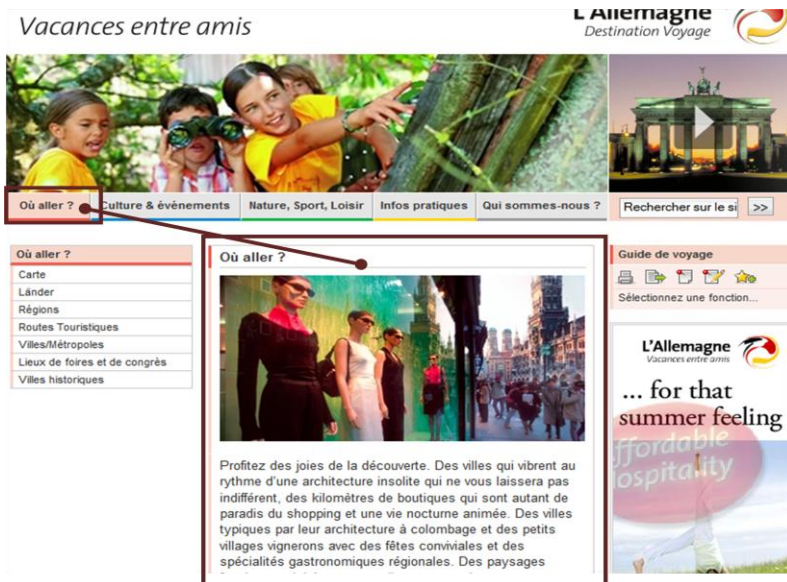


Figure 3-25 Illustration d'une relation contextuelle « détail » entre deux groupements.

### 3.3.3.2 Accessibilité des relations contextuelles

De la même manière que les relations visuelles, les relations contextuelles présentent des problèmes d'accessibilité pour les non voyants. Même si deux groupements présentent un champ lexical qui permet de les relier, « Guide de Voyage » et « où aller » à titre d'exemple dans la Figure 3-24, assimiler l'existence d'un groupement visuel, puis la relation contextuelle impliquée n'est pas à la portée du non voyant avec les lecteurs d'écrans actuels et demande un temps et un effort de mémorisation importants.

### 3.3.4 Vérification des définitions par des experts

Afin de vérifier que les définitions que nous venons de proposer sont valides, nous avons réalisé une expérimentation auprès de 12 experts dans la conception des sites web. Nous leurs avons envoyé les définitions et les adresses des sites web du corpus que nous étudions. Ils ont été chargés d'identifier les groupements selon les définitions fournies, et de nous envoyer des captures d'écrans annotées avec les groupements existants, comme illustré dans un exemple de la Figure 3-26.



Figure 3-26 : Exemple d'annotation des groupements d'une page web.

L'ensemble des résultats est montré sur le tableau suivant. Pour chaque site web, et pour chaque groupement, nous donnons le nombre total d'experts qui ont pu noter l'existence de certains (ou la totalité) de ces groupements sous la forme  $N(X/T)$  où :

$N$  = le nombre total d'experts qui ont identifié les groupements,

$T$  = le nombre total de groupements de ce type dans la page,

$X$  = le nombre de groupements identifiés parmi les  $T$  groupements.

La ligne « Groupements non identifiés » résume le nombre total de groupements non identifiés parmi le nombre total existant.

Tableau 3-1 : Identification des groupements visuels des pages web étudiées par des experts

Sites Groupement	Hollande	Biarritz	Paris	Grande Bretagne	Nice	Portugal	Allemagne
<b>Menus</b>	10 (4/7)	10 (3/4)	12 (3/3)	12 (3/5)	12(2/2)	12 (4/6)	12 (2/2)
<b>Menu principal</b>	12 (1/1)	12 (1/1)	12 (1/1)	12 (1/1)	12 (1/1)	12 (1/1)	12 (1/1)
<b>Sous-menu</b>	12 (5/5)	12 (7/7)	12 (9/9)	9(6/6)	8(3/3)	10 (2/3)	12 (5/5)
<b>Rubriques informationnelles</b>	12(5/7)	12 (15/16)	12 (8/9)	12 (36/37)	11 (7/8)	12 (2/2)	12 (12/12)
<b>Rubriques publicitaires</b>	12 (0/0)	12 (11/11)	12 (10/10)	12 (2/3)	12 (2/2)	12 (2/2)	12(5/5)
<b>Bandeau</b>	12 (1/1)	12 (1/1)	12 (1/1)	12 (1/1)	12 (1/1)	12 (1/1)	12 (1/1)
<b>Groupements non identifiés</b>	<b>(5/21)</b>	<b>(2/40)</b>	<b>(1/33)</b>	<b>(4/52)</b>	<b>(1/17)</b>	<b>(3/15)</b>	<b>(0/26)</b>
<b>Evaluation</b>	<b>86.5</b>	<b>92.7</b>	<b>98.1</b>	<b>83.2</b>	<b>91.1</b>	<b>87.0</b>	<b>100</b>
						<b>Note</b>	<b>91.2</b>

Comme nous pouvons le remarquer sur le tableau précédent, tous les experts ont pu identifier le menu principal et le bandeau, ainsi que la majorité des rubriques publicitaires et informationnelles. Ce sont les menus et les sous-menus qui représentent le plus de difficulté, surtout lorsqu'ils ne sont pas présentés sous les formes classiques de liste horizontale ou verticale.

Une note d'évaluation pour chaque site est donnée également dans le tableau précédent en calculant<sup>6</sup> les sommes de  $N \times \frac{X}{T}$  pour tous les groupements, puis en multipliant le résultat obtenu par  $\frac{100}{72}$  pour évaluer le pourcentage.

<sup>6</sup> Le nombre  $N \times \frac{X}{T}$  correspond à la moyenne des groupements identifiés par les 12 experts. Si  $X = T = 0$ ,  $N \times \frac{X}{T} = N$ .

La note d'évaluation finale de nos définitions est donnée par la moyenne des pourcentages selon les sites. Cette note est de 91.2 % , un pourcentage qui nous permet de considérer que les définitions que nous avons proposées sont valides pour la suite de notre travail.

### 3.3.5 Conclusion de l'analyse

Notre analyse des différents objets élémentaires et groupements visuels présents dans les différentes pages web nous a permis de déceler les problèmes auxquels un non-voyant risque d'être confronté. Il s'agit particulièrement de l'information indispensable à la compréhension globale de la page : l'organisation des groupements visuels à l'intérieur de la page, ainsi que le rôle de chaque groupement souvent distingué par un caractère visuel.

Ainsi, chaque page web possède une structure et une disposition des objets (objets élémentaires et groupements d'objets) particulières qui participent à la compréhension du contenu, les objets étant reliés par des relations visuelles ou contextuelles.

Le développeur de la page web utilise des effets visuels pour certains objectifs de mise en valeur, d'attraction visuelle. Cependant, nous allons montrer dans la partie suivante, qu'une page écrite suivant les normes d'accessibilité du W3C ne permet pas d'explicitier ces informations visuelles à un internaute non-voyant.

Ainsi, la compréhension globale de la page exige la perception des différents indices visuels et des relations entre les objets élémentaires et les groupements visuels, ce qui constituerait pour une personne non voyante une carence quant à l'accès à la totalité de l'information.

Afin de valider cette hypothèse et proposer notre solution pour une accessibilité augmentée, nous avons choisi quatre groupements d'objets parmi ceux qui ont été analysés ci-dessus, pour les étudier avec des non voyants : les menus, les sous-menus, les rubriques et le bandeau. Ces groupements sont communs à tous les sites traités, et leur accessibilité pourrait être très importante pour la compréhension globale de la page. Suite à cette analyse, nous avons réalisé une expérience auprès de non-voyants concernant l'accessibilité de ces groupements.

## 3.4 Observation de l'accessibilité des groupements identifiés par des utilisateurs non voyants

Les pages web que nous venons de présenter sont constituées de plusieurs objets élémentaires disposés dans des groupements visuels. L'organisation de ces objets et leur mise en relation sont indispensables pour la compréhension du contenu. Nous avons alors voulu étudier la capacité ou non de l'utilisateur non voyant à capter les indices visuels qui sont proposées par l'auteur d'un site web et qui aident à la compréhension globale de la page. Nous avons cherché également à tester si le non voyant peut identifier les relations visuelles ou contextuelles entre ces objets, et dans ce cas à partir de quels critères.

### 3.4.1 Etapes d'élaboration

L'élaboration des tâches à réaliser par le non voyant a nécessité plusieurs étapes avant de parvenir au questionnaire final.

#### 3.4.1.1 Etape 1 : Co-Exploration

Cette première étape a été réalisée avec un non-voyant assisté par un voyant. L'assistant présentait oralement au non-voyant le contenu visuel de la page web sélectionnée, en explicitant les groupements visuels et textuels qui composent la page, ainsi qu'en précisant leur disposition. Si un niveau de détails supérieur ou une explication étaient exigés, l'assistant voyant présentait la page web en décrivant avec plus de détails le contenu visuel de la page web : le voyant explicitait alors les relations qui associent les différents objets visuels de la page : relations visuelles (dispositionnelles : à gauche, à droite, à l'intérieur, etc.) et relations contextuelles (même sujet, même thème, etc.). Suite à cette présentation introductive par l'assistant voyant, le non voyant utilisait le lecteur d'écran Jaws et la synthèse vocale pour lire le contenu de la page sans l'intervention de l'assistant voyant. Il essayait alors d'analyser et de comparer le contenu qu'il lisait à ce qui lui avait été présenté oralement par le voyant. L'objectif était de savoir si le contenu lu par Jaws correspondait bien à la description orale, et surtout, de voir si le non-voyant pouvait repérer les groupements qui lui avaient été



présentés, notamment les menus et les rubriques, ainsi que les relations entre les différents groupements visuels.

La réalisation de cette manipulation avec un non voyant a nécessité un temps considérable de mémorisation et d'association des propriétés aux objets. En effet, elle ne fournit pas de résultats précis quant à la perception des groupements par le non voyant. Cette étape nous a permis d'orienter notre expérience vers des tâches précises à réaliser, ne nécessitant pas de mémorisation.

Il s'agit de proposer à des sujets non-voyants une série de tâches à réaliser sur les sites web. L'objectif est aussi de voir les lacunes de Jaws dans la prise en compte de la présentation visuelle qui clarifie ou accélère l'accès selon l'intention de l'auteur du site.

Un dernier objectif consiste à envisager les possibilités et fonctionnalités à intégrer dans notre système afin de mieux prendre en compte la présentation visuelle d'un site web.

Nous avons alors réalisé un questionnaire pour les sujets, pour voir s'ils peuvent repérer les informations visuelles du site web avec Jaws. Il fallait que les questions et les tâches soient en rapport direct avec le contenu du site en question, stimulant ainsi les sujets à réaliser les tâches demandées. Il s'agit surtout de voir si :

- 1- Le site est navigable ou pas ;
- 2- La lecture par Jaws est suffisante ou pas assez pour identifier les groupements visuels de la page ;
- 3- Le non voyant a pu repérer des objets qui lui ont été demandés ; si oui, lesquels; et quelles stratégies a-t-il utilisé?

#### *3.4.1.2 Etape 2 : Pré-test, cas d'étude*

Nous avons choisi l'un des sites touristiques définis plus haut (celui de la ville de Nice) et une première série de tâches a été proposée à un expert non-voyant. Celui-ci prenait le temps nécessaire pour explorer la page, puis on lui posait plusieurs questions concernant surtout :

- 1- Les groupements visuels : Combien de groupements visuels percevait-il ? Lesquels ?
- 2- Les relations visuelles et contextuelles : quelles types de relations avait-il perçus ?

Nous avons réalisé le pré-test, cependant, nous avons remarqué qu'il était difficile au non voyant de distinguer les menus dans les pages web, puisqu'il n'y avait pas de critères qui lui permettaient de dire qu'un ensemble de liens constituaient un même menu. En outre, le non voyant ne connaissait pas les notions de groupements ni de relations. Donc il fallait éviter cette terminologie, et adapter les termes et utiliser un lexique qui soit facilement compréhensible par le non-voyant.

#### *3.4.1.3 Etape 3 : Nouvelle série de tâches*

La deuxième série de tâches concernait le contenu et la disposition des menus et des rubriques. L'objectif était de vérifier l'accessibilité des relations contextuelles et des relations visuelles entre les divers groupements visuels de la page web. A titre d'exemple, on demandait au non-voyant de donner l'ensemble de liens constituant le menu à gauche et de citer ses items. Cependant, nous avons remarqué que le non-voyant ne pouvait pas se servir de l'orientation, parce qu'il lit séquentiellement les informations et donc n'a pas une représentation bidimensionnelle de la page donc il fallait éliminer les termes de connexion géométrique (à gauche, à droite,...), et utiliser plutôt des termes liés au contexte de la page. Nous avons alors proposé une nouvelle série de tâches au non-voyant. Nous avons remarqué que ses réponses reposaient souvent sur une recherche par mot clé sur la page web, et parfois, il faisait une étude du champ lexical du contenu de la page pour trouver un texte par exemple, et pour proposer une réponse pas toujours correcte à nos questions. En fonction de ses réponses et en correspondance avec nos besoins d'expérience et d'hypothèse, nous avons modifié les tâches pour qu'elles soient plus précises, notamment en ajoutant des indications discursives pour spécifier une rubrique, comme par exemple, « *boutique en ligne* ».

#### *3.4.1.4 Etape 4 : Série de tâches finales*

L'expérimentation a été proposée à 4 sujets non-voyants dont trois jeunes et une personne de 59 ans. Ils sont experts quant à l'utilisation de l'ordinateur, ce sont des personnes qui utilisent l'internet pour réaliser des tâches quotidiennes (consultation des emails, achats en ligne, réservation, consultation des comptes bancaires, consultations de factures téléphoniques ...). Ils sont également experts dans l'utilisation de Jaws et de ses différentes fonctionnalités. Ces sujets sont donc les plus à même de participer à notre expérience. Nous pensons que le nombre de 4 sujets est suffisant puisque les réponses convergeaient comme nous le verrons dans la section suivante. En effet, comme le montre les deux études de (Nielsen, J., 1994), réaliser l'étude de cas avec un sujet permet d'aborder entre 28 et 30 % des problèmes. Si on refait le test avec des sujets supplémentaires, on arrive à augmenter le nombre de problèmes rencontrés. A cinq sujets, on pourrait arriver à prendre en compte 85% des problèmes. Avec nos quatre sujets, on peut dire que 80% des problèmes seront abordés.

Suite aux différentes étapes qu'on vient de décrire, nous avons proposé une dernière version de tâches, en évitant celles qui nécessitent un temps de mémorisation et en éliminant la terminologie non comprise par les non-voyants. Nous avons focalisé nos questions sur nos objets d'étude : le menu principal, ses items, les rubriques et le bandeau principal. Nous avons proposé alors les trois questionnaires suivants, se rapportant aux trois sites touristiques : Grande Bretagne, Allemagne et Biarritz.

Tableau 3-2 : Questionnaire Visitbritain

<b>Visitbritain</b>	
<b>Groupements visuels</b>	<b>Identification des relations</b>
1- Quels sont les items du menu principal?	Comment avez-vous procédé pour identifier ces items?
2- Quels sont les items de la rubrique boutiques en lignes ?	Comment avez-vous procédé pour identifier les boutiques en ligne?
3- Quels sont les items de la rubrique « les essentiels »	Comment avez-vous procédé pour les identifier?
4- Quels sont les partenaires du site visitbritain?	Comment avez-vous pu procédé pour les identifier?
5- Accéder à la rubrique à savoir ; Quels sont les éléments proposés dans cette rubrique?	Comment avez-vous procédé pour les identifier?
6- Est-ce que vous êtes en mesure de déterminer les éléments du bandeau principal? Quels sont les éléments du bandeau principal?	Comment avez-vous procédé pour les identifier?

Tableau 3-3 : Questionnaire Allemagne

Allemagne	
Groupements visuels	Identification des relations
1- Quels sont les items du menu principal?	Comment avez-vous procédé pour identifier ces items?
2- Quels sont les items de la rubrique "coups de cœur"?	Comment avez-vous procédé pour identifier ces items?
3- Accéder à la page culture et événements ; Dans cette page, il y a une rubrique « top événements », pouvez vous citer les événements qui y figurent?	Comment avez-vous procédé pour les identifier?
Quels sont les types d'événements musicaux proposés?	Comment avez-vous procédé pour les identifier?
4- Est-ce que vous êtes en mesure de déterminer les éléments du bandeau principal?	
Quels sont les éléments du bandeau principal?	Comment avez-vous procédé pour les identifier?

Tableau 3-4 : Questionnaire Biarritz

<b>Biarritz</b>	
<b>Groupes/Sous-Groupes</b>	<b>Identification des relations</b>
1- Quels sont les items du menu principal?	Comment avez-vous procédé pour identifier ces items?
2- Quels sont les items de la rubrique « Accès directe »?	Comment avez-vous procédé pour identifier ces items ?
3- Quels sont les items de la rubrique « informations pratiques »?	Comment avez-vous procédé pour les identifier?
4- Accéder à l'item culture dans le menu principal ; Quels sont les activités proposées dans cette rubrique?	Comment avez-vous procédé pour les identifier?
5- Accéder à l'item sport dans le menu principal ; Quels sont les activités sportives proposées dans cette rubrique?	Comment avez-vous procédé pour les identifier?
6- Est-ce que vous êtes en mesure de déterminer les éléments du bandeau principal? Quels sont les éléments du bandeau principal?	Comment avez-vous procédé pour les identifier?

Les tâches à réaliser ont été mises en ligne sous forme de formulaires dans une page web. Cela a permis aux participants d'accéder à distance aux différents sites web à explorer et de remplir en toute autonomie les formulaires depuis leur configuration habituelle, voir annexe 2-B-. Nous avons ensuite récupéré et analysé les différentes réponses. L'expérimentation pour chaque site s'est donc déroulée en deux phases :

- 1- La phase de découverte du site : dans cette phase, le sujet prenait le temps nécessaire pour explorer et découvrir le site ;

- 2- La phase de questions : le sujet prenait le temps qu'il faut pour naviguer dans le site et pour répondre aux questions.

Les réponses aux questionnaires sont également présentées en annexe 2-B-. Le but des questionnaires est de savoir si le sujet a pu capter le menu principal et ces différents items. Le sujet devait naviguer sur le site pour voir comment il perçoit l'information, comment il distingue les différentes rubriques, est-ce qu'il arrive à déterminer les éléments du bandeau principal, et comment il identifie les groupements et relations entre les différents groupements visuels de la page web.

### 3.4.2 Résultats de l'expérimentation

La première question pour les trois sites web consistait à vérifier si le non-voquant peut identifier le menu principal de la page et ses items. Un seul sujet parmi les quatre qui ont réalisé le test a pu le faire sur le menu principal de la page web de la Grande Bretagne, mais avec un peu de difficulté puisque ce menu n'apparaît qu'à la fin de la page lors de la lecture par Jaws, bien qu'il soit situé en haut de la page. Il a perçu une liste de lien, et il a supposé qu'il pourrait s'agir du menu principal : *J'ai parcouru toute la page, qui comporte effectivement plusieurs listes pouvant s'analyser comme des menus. Une de ces listes comportant l'item "home", j'en ai déduit qu'il devait s'agir du menu principal. Je suppose qu'en changeant de page, on retrouve ce menu mais je ne l'ai pas fait, voulant jouer le jeu de la navigation sur une seule page.* Le sujet s'est basé sur un critère discursif (« Home ») pour déduire qu'il s'agit du menu principal.

Quant au site de l'Allemagne, aucun sujet n'a pu capter le menu principal. Certains ont cité une liste mais qui ne correspond pas au menu principal.

Pour le site de Biarritz, les sujets ont supposé que le menu principal est la première liste de liens qui apparaît sur la page. Cette supposition est valable pour le site de Biarritz, mais pas pour les autres sites.

Dans une deuxième étape, les sujets devaient donner les items du menu principal ou des rubriques. Tous les sujets ont pu les identifier en se basant sur des « critères discursifs ». Dans le

site Visitbritain, les éléments sont organisés dans une liste faisant suite à un titre de niveau 3. C'est grâce à ce critère que les rubriques ont été identifiées, et aucun sujet n'a pu proposer un autre critère de mise en forme.

De même, pour le site de l'Allemagne, tous les sujets ont perçu les rubriques puisque la question comportait une indication discursive et que l'intitulé de la rubrique était un titre, ce qui a facilité la tâche aux sujets : « *J'ai tapé la lettre T* », (qui est le raccourci clavier de Jaws qui permet de se déplacer au titre suivant dans la page ) « *et j'ai donc trouvé le titre « coup de cœur » sous lequel il y a une liste avec des éléments* » ... Il s'agissait donc d'une *liste d'item précédée par le titre correspondant*.

Tous les sujets ont pu identifier les différentes rubriques lorsque les indications discursives sont suffisantes. Pour la rubrique « *informations pratiques* », la question comportait un indice discursif mais qui n'apparaît pas dans la page. Ainsi, personne n'a pu accéder à cette rubrique.

Concernant l'accès aux sous-menus, tous les sujets ont pu percevoir les sous-menus grâce à des indications discursives. C'est en cherchant les mots clés tels que « *A savoir* » dans la page web que le sujet a pu trouver la liste des sous-menus de l'item du menu principal : « *A savoir* ».

Finalement, pour les trois sites web, aucun sujet n'a pu identifier les éléments du bandeau principal. Un des sujets a expliqué que pour lui « *les éléments du bandeau principal ce sont les premiers éléments qui apparaissent* ».

A partir de ces observations, on peut dire que, d'une façon générale, si les questions ne se rapportaient pas à des indications discursives existant dans la page, les sujets avaient des difficultés pour repérer les groupements visuels et ne pouvaient pas accéder aux différents items et éléments de ces groupements. Ainsi, nous avons constaté que les non voyants ne pouvaient répondre correctement que par des critères discursifs, et non par des critères visuelles ou de mise en forme.

Les résultats de l'expérience sont résumés dans les tableaux récapitulatifs suivants :



Tableau 3-5 : Résultats de l'expérience auprès des non voyants pour l'identification des groupements visuels

<b>Groupe ment Visuel</b>	<b>nombre de sujets auxquels le groupement est accessible totalement</b>	<b>nombre de sujets auxquels le groupement est accessible partiellement</b>
menu principal	3	2
sous-menu	2	0
Rubriques	0	0
bandeau principal	0	0

Tableau 3-6 : Résultats de l'expérience auprès des non voyants pour l'identification des relations

<b>Relation</b>	<b>nombre de sujets qui l'ont trouvée</b>
Relation contextuelle (même thème)	4
Relation contextuelle (développement)	0
Relation visuelle	0

L'objectif de cette observation était de valider le problème d'accessibilité augmentée : Il s'agissait de vérifier d'une part que le non voyant ne pouvait pas accéder aux groupements visuels et aux relations contextuelles les associant, et d'autre part que les aides techniques traditionnelles et les règles d'accessibilité actuelles ne peuvent pas donner accès à ces informations visuelles parce qu'ils ne prennent pas en compte ce niveau d'accessibilité. En effet, à partir de l'observation réalisée nous avons constaté qu'il est difficile pour les non voyants d'identifier les groupements visuels. Par conséquent, Ils ne peuvent pas déterminer les relations visuelles entre ces groupements non identifiés. Cependant concernant les relations contextuelles, nous avons montré qu'ils pouvaient grouper des éléments ayant un même champ lexical. Une approche qui aide à identifier les liens et les blocs textuels liés au même contexte. Par contre, puisqu'ils non pas identifié les groupements, il n'était pas possible de déterminer les relations contextuelles entre ces groupements. Enfin, ces résultats

nous permettent de conclure, que même si la page web est conforme aux règles du W3C, l'accessibilité aux groupements visuels n'est pas évidente. En plus des recommandations du W3C, il faut tenir compte d'un second niveau d'accessibilité que nous avons appelé «Accessibilité Augmentée». Ce second niveau doit prendre en considération l'information visuelle des objets et leur organisation dans la page web, ce qui est essentiel, comme on l'a vu, pour la compréhension de la page web (Bou Issa, Y.; Mojahid, M.; Oriola, B.; Vigouroux, N., 2010) .

Nous proposons dans ce qui suit un langage de formalisation des objets visuels élémentaire ainsi que des groupements visuels. Il s'agit de modéliser les groupements visuels, leurs propriétés et les relations qui les associent. L'objectif est de préparer les données pour un affichage dans la modalité tactile.

## Chapitre 4 : La représentation des groupements visuels et des relations identifiés, et leurs propriétés dans les pages web

---

*L'analyse des sites web et l'expérience menée auprès des non voyants présentées au chapitre précédent ont permis d'identifier les objets élémentaires et les groupements visuels ainsi que les relations qui les associent. Dans ce chapitre, nous présentons la modélisation de ces informations visuelles en se référant au modèle MAT (Modèle d'Architecture Textuelle) et au modèle de description web RDF (Resource Description Framework) pour élaborer notre modèle que nous appelons MAP-RDF (Modèle d'Architecture de la Page) relativement aux deux modèles MAT et RDF.*

---



## 4.1 Introduction : du texte aux pages web

Les différentes études que nous avons présentées dans le chapitre 2 concernant la représentation des structures visuelles des objets textuels discutent des travaux concernant la modélisation des propriétés typo-dispositionnelles et lexicales du texte (mise en forme matérielle (MFM)), ainsi que les travaux de représentation de ces propriétés qui concernent les objets textuels et la représentation des phénomènes linguistiques inter et intra ces objets. Egalement, nous avons exposé les études sur le Modèle d'Architecture Textuelle qui représente les phénomènes visuels du texte, et produit des équivalents langagiers de ces phénomènes.

Dans la partie suivante, nous étudions la représentation de ces mêmes propriétés typo-dispositionnelles, leur variation et leur devenir dans les pages web. Nous déterminons les nouveaux aspects visuels qui n'existaient pas avant la page web et qui ne sont pas pris en compte par les études de Luc, Virbel, Mojahid et Maurel (Luc, C.; Mojahid, M.; Virbel, J., 2001) (Maurel, F., 2004) (Virbel, J., 1989). Nous avons démontré dans le chapitre précédent que ces aspects ou phénomènes visuels restent inaccessibles aux non voyants. Nous nous intéressons donc par la suite à l'accessibilité de ces propriétés visuelles **pour les non voyants**.

## 4.2 Notre démarche de représentation des objets visuels des pages web

Dans le chapitre précédant nous avons défini les objets visuels élémentaires et les groupements visuels présents dans les pages web analysées. Après avoir détaillé leurs propriétés, ainsi que les relations qui les associent, nous allons étudier l'application des concepts de MFM<sup>7</sup>, MAT<sup>8</sup> et d'IdP<sup>9</sup> aux pages web. Pour cela, nous procédons de la manière suivante :

---

<sup>7</sup> Mise en Forme Matérielle.

<sup>8</sup> Modèle d'architecture textuelle

- 1- Nous réalisons une comparaison entre les phénomènes visuels du texte et les phénomènes visuels des pages web, pour cerner les limitations des concepts MFM, MAT et IdP dans les pages web ;
- 2- Nous examinons les modèles de description des pages web existants, pour profiter de leurs avantages ;
- 3- En se basant sur les modèles de description des textes et ceux des pages web, nous proposons notre modèle de description des objets visuels des pages web.

#### 4.2.1 Comparaison entre les phénomènes visuels du texte et les phénomènes visuels des pages web

Les modèles MFM, MAT et IdP traitent les phénomènes visuels du texte : typographiques, dispositionnels et lexico-synthaxiques. Une page web possède à son tour ces mêmes phénomènes visuels, mais également, l'analyse et l'expérience réalisée sur le corpus des sites web présentées dans le chapitre précédent, font ressortir des phénomènes visuels propres aux pages web.

Nous procédons à l'analyse de l'aspect visuel des pages web et nous le comparons avec les propriétés de mise en forme matérielle du texte déjà définies par (Luc, C.; Mojahid, M.; Virbel, J., 2001). Ils ont élaboré un modèle visuel de représentation des aspects visuels du texte, et ceci en créant un langage d'annotation visuelle. Leur modèle, nommé IdP (Image de Page) concerne uniquement la représentation de la dimension visuelle des objets textuels (voir paragraphe 2.7.7.5). Son importance réside dans le fait qu'il est expressif, appréhendable de plusieurs niveaux de granularité dans la représentation d'un objet textuel, pouvant fournir une vue globale et d'un coup d'un ou plusieurs objets textuels. D'où notre intérêt à étendre ce concept pour prendre en compte les différents objets visuels de nos jours. Cependant, étendre l'image de page au delà du texte n'est suffisant et efficace que si l'on adapte le système aux besoins des non voyants, c'est à dire en rendant le contenu ou l'information visuelle plus accessible, et en accompagnant le langage visuel d'image de page d'une adaptation vers une sortie tactile. Ceci nécessite la création de nouveaux symboles

---

<sup>9</sup> Image de Page

tactiles par analogie aux annotations visuelles proposées par .(Luc, C.; Mojahid, M.; Virbel, J., 2001). Ces symboles sont exposés dans le paragraphe 4.2.4.4 de ce chapitre.

Afin cerner les limites des modèles textuels existants, nous comparons dans le tableau (Tableau 4-1) les différents phénomènes visuels relatifs aux textes et aux pages web.

Par opposition au caractère fixe des propriétés typographiques classiques d'un document textuel (taille, police, couleur et couleur de fond, style), ces propriétés peuvent être dynamiques quand il s'agit de blocs textuels dans une page web. Par exemple, la couleur, le style, l'habillage d'un texte peut changer suite à un événement de souris (mouseover, click, doubleclick, etc.) ; ou encore, la couleur d'un lien hypertexte est différente avant et après la visite du lien. Egalement, le clignotement du texte n'existe pas dans un document textuel. En outre, dans les pages web il faut étudier les propriétés d'un texte placé dans un champ d'entrée (boîte d'édition, mot de passe, champ d'édition, liste déroulante, bouton radio, case à cocher, bouton, etc.). Egalement, les pages web sont caractérisées par l'habillage des paragraphes ou des blocs textuels placés dans des cadres sous des formes différentes (nuages, bulles, etc.).

Quelques exemples de changements dynamiques des propriétés visuelles dans une page web sont illustrés par la Figure 4-1. Il s'agit de la page d'accueil du site web de l'Allemagne. Dès que le curseur touche un item du menu principal, ici « *Infos pratiques* », la couleur du fond change du gris au jaune. Egalement, lorsque le curseur passe sur le lien « *Nos coups de cœur* » de la rubrique affichée, ce lien est souligné. A droite de la figure, sur la rubrique « *guide de voyage* », le texte affiché est : « *sélectionnez une fonction* ». Dès que le curseur se place sur une des fonctions, le texte est modifié selon la fonction choisie. Il y a alors 5 textes possibles en plus du texte initial (« *sélectionnez une fonction* »).



(a) Page d'accueil de l'Allemagne



(b) Modifications dynamiques suite à des événements de souris

Figure 4-1 : Changements dynamiques des propriétés visuelles de la page d'accueil du site de l'Allemagne.

Concernant les phénomènes dispositionnels, nous retrouvons les propriétés de justification, de colonage, de marges horizontales et verticales, de sauts de lignes et d'indentation. Puisque la page peut être décomposée en plusieurs cadres, le colonage et les marges sont variables dans la même page.

Dans une page web, nous parlons en plus de coordonnées cartésiennes des objets visuels dans un repère à deux dimensions dont l'unité est le pixel. Alors qu'un document textuel est



placé dans une page (A4, A3 ou autre format), une page web est lue sur un écran de résolution variable (768 × 576 pixels, 1280 × 720 pixels...), par conséquent, l’affichage varie d’un ordinateur à l’autre.

De même, les dimensions des images sont fixes dans un document textuel, mais dans une page web, la dimension de l’image peut être modifiée quand le curseur de la souris touche cette image. De là, les dimensions des objets élémentaires dans une page web, leurs dispositions dans des cadres et leurs formes possèdent un caractère dynamique propre aux pages web.

Quant aux propriétés lexico-syntaxiques, les objets visuels de la page web tout comme la page textuelle possèdent des propriétés d’énumération, de nominalisation et de titrage. Cependant, les pages web sont distinguées par des propriétés propres qui n’existaient pas dans les documents textuels, telles que les propriétés des champs d’entrées, responsables de l’interaction homme-machine.

Tableau 4-1 : Phénomènes visuels relatifs aux textes et aux pages web

Propriétés		texte	page web
<b>Typographiques</b>	taille des caractères	x	x
	Police	x	x
	Corps	x	x
	Style	x	x
	Couleur	x	x
	couleur de fond	x	x
	dimensions des images	x	x
	taille des caractères dynamique*		x
	police dynamique*		x
	corps dynamique*		x
	style dynamique*		x
	couleur dynamique*		x

	clignotement du texte		x
	lien textuel, lien image.		x
	couleur de fond dynamique*		x
	forme des cadres		x
	champs d'entrées ( textbox, password, textarea, listbox, radio button, checkbox, button...)		x
<b>Dispositionnelles</b>	Justification	x	x
	Colonnage	x	x
	marges horizontales et verticales	x	x
	saut de lignes	x	x
	saut de pages	x	
	Indentation	x	x
	pages (a4,a3,...)	x	
	dimensions des images	x	x
	Indentation	x	x
	Cadres		x
	cartésienne (coordonnées dans un repère à deux dimensions dont l'unité est le pixel)		x
	déroulement animé		x
écrans (résolution 768 × 576 pixels, 1280 × 720 pixels)		x	
<b>discursives</b>	énumération	x	x
	Titrage	x	x
<b>Fonctionnelles</b>	Lien		x
	champs d'entrée		x

## 4.2.2 Les modèles de description des pages web

### 4.2.2.1 Historique

(Virbel, J., 1989) et (Luc, C.; Mojahid, M.; Virbel, J., 2001), dans leur modèle d'architecture textuelle présenté dans le chapitre 2, se sont basés sur la théorie de (Harris, Z., 1971). Harris pose que la langue peut être entièrement décrite par elle-même, et ainsi il n'est pas nécessaire d'avoir recours à un autre système notationnel que la langue. Harris parle alors du métalangage. La théorie transformationnelle de Harris fournit un cadre pour la représentation du langage : *Représenter la langue par elle-même*. Virbel considère donc que les formes typographiques et dispositionnelles possèdent des équivalents langagiers qui permettent d'exprimer sous forme discursive ces phénomènes. Pour lui, il était alors plus aisé d'analyser un équivalent discursif du texte, à savoir sa version étendue et donc une version étendue explicite du texte pourra le ramener à une analyse linguistique.

De même, nous nous intéressons à la description des phénomènes visuels des pages web. Dans le modèle MAT, les objets textuels ( $OT_i^{10}$ ) et les relations les associant ( $R_i^{11}$ ) sont décrits par des phrases discursives appelées méta-phrases, puisque l'objectif est d'aboutir à une analyse linguistique du texte, et de donner des équivalents langagiers aux propriétés visuelles. Dans le contexte de notre étude concernant les pages web, les objets textuels et leurs relations sont remplacés par les groupements d'objets visuels et leurs relations. Nous pouvons alors s'inspirer du MAT pour réaliser un modèle qui concerne les pages web. Cependant, dans le cas d'une page web, nous avons vu précédemment qu'il existe de nouvelles propriétés visuelles et fonctionnelles et ainsi les méta-phrases ne sont plus suffisantes pour les représenter selon différentes modalités. Les méta-phrases seront remplacées par des méta-données : une méta-donnée est une donnée servant à définir ou décrire une autre donnée quel que soit son support (papier ou électronique). La notion de méta-données utilisables par les machines fut proposée assez tôt dans l'histoire du Web, dès 1994 par son inventeur Tim Berners-Lee, lors de la conférence WWW en 1994 où fut annoncée la création du W3C. Le développement de cette idée aboutit à la publication en 1999 de la première version de RDF (Resource Description Framework) (Resource

---

<sup>10</sup> OT=Objet Textuel, i= un entier naturel numérotant les objets textuels.

<sup>11</sup> R=Relation, i= un entier naturel numérotant les relations entre les objets textuels.

Description Framework, 1999), langage qui définit un cadre général pour la standardisation des méta-données des ressources Web. Sur la base de RDF se sont ensuite développés des vocabulaires spécifiques destinés à des applications particulières, comme FOAF (Friend of a Friend) (FOAF Vocabulary specification 0.97, 2010) destiné à décrire les relations entre personnes, puis des langages destinés à structurer ces vocabulaires, comme RDFS (RDF Schema) (RDF-Schema, 2004) et le langage d'ontologie OWL (Web Ontology Language OWL, 2004) , publiés dans leur forme finale en février 2004. Au cours de cette évolution, la notion de ressource s'étend de son sens original de "document publié sur le Web" à des sens plus généraux et plus abstraits. Dans les langages d'ontologie ou le langage SKOS (Simple Knowledge Organisation System), en cours de développement (W3, Skos, 2010), les ressources décrites sont des concepts comme des classes, des propriétés, ou des concepts utilisés pour l'indexation. À ce titre, les langages et technologies du web sémantique sont parfois présentés comme des outils de représentation des connaissances adaptées à l'environnement web, permettant de transformer automatiquement les données en information, et les informations en savoir. Le web sémantique est entièrement fondé sur le web et ne remet pas en cause ce dernier. Le web sémantique s'appuie donc sur la fonction primaire du web « classique » : un moyen de publier et consulter des documents. Mais les documents traités par le Web sémantique contiennent non pas des textes en langage naturel (français, espagnol, chinois, etc.) mais des informations formalisées pour être traitées automatiquement. Ces documents sont générés, traités, échangés par des logiciels.

Nous décrivons dans le paragraphe suivant les principes du RDF.

#### ***4.2.2.2 RDF***

Resource Description Framework (RDF) est un modèle de graphe destiné à décrire de façon formelle les ressources Web et leurs méta-données, de façon à permettre le traitement automatique de telles descriptions. Développé par le W3C, RDF est le langage de base du web sémantique. Une des syntaxes (sérialisation) de ce langage est RDF/XML (RDF/XML Syntax Specification, 2010). D'autres sérialisations de RDF sont apparues ensuite, cherchant à rendre la lecture plus compréhensible : c'est le cas par exemple de Notation3 (ou N3) (The Notation3 Language, 2010).

En annotant des documents non structurés et en servant d'interface pour des applications et des documents structurés, RDF permet une certaine interopérabilité entre des applications échangeant de l'information non formalisée et non structurée sur le Web.

### **Principes de base :**

Un document structuré en RDF est un ensemble de triplets. Un triplet RDF est une association : Sujet, prédicat, objet :

- Le **Sujet** représente les ressources à décrire ;
- Le **Prédicat** représente un type de propriété applicable à cette ressource ;
- L'**Objet** représente une donnée ou une autre ressource : c'est la valeur de la propriété.

Le sujet, et l'objet dans le cas où c'est une ressource, peuvent être identifiés par une URI (Uniform Resource Identifier) ou être des nœuds anonymes. Le prédicat est nécessairement identifié par une URI.

Les documents RDF peuvent être écrits en différentes syntaxes, y compris en XML. Mais RDF en soi n'est pas un dialecte XML. Il est possible d'avoir recours à d'autres syntaxes pour exprimer les triplets. RDF est simplement une structure de données constituée de nœuds et organisée en graphe. Bien que RDF/XML - sa version XML proposée par le W3C(RDF/XML Syntax Specification, 2010)- ne soit qu'une sérialisation du modèle, elle est souvent appelée RDF. Un abus de langage désigne à la fois le graphe de triplets et la présentation XML qui lui est associée.

Un document RDF ainsi formé correspond à un multigraphe orienté étiqueté. Chaque triplet correspond alors à un arc orienté dont le label est le prédicat, le nœud source est le sujet et le nœud cible est l'objet, Figure 4-2.

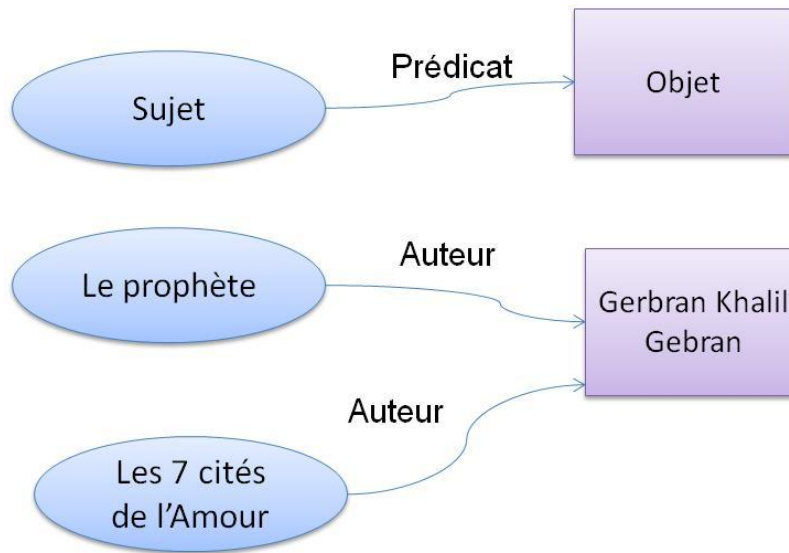


Figure 4-2 : exemple de schéma RDF.

La sémantique d'un document RDF peut être exprimée en théorie des ensembles et en théorie des modèles. RDF hérite alors de la généralité et de l'universalité de la notion d'ensemble. Cette sémantique peut être aussi traduite en formule de logique du premier ordre, positive, conjonctive et existentielle :

sujet, objet, prédicat  $\Leftrightarrow$  prédicat(objet, sujet)

ce qui est équivalent à :  $\exists$  objet,  $\exists$  sujet tel que prédicat(objet, sujet)

Le W3C a prévu un mécanisme d'inférence pour la sémantique de RDF déduisant exclusivement et intégralement les conséquences des prédicats, sans que ce mécanisme ne fasse l'objet d'une recommandation.

### 4.2.3 Synthèse sur les travaux de représentation

Dans ce qui précède, nous avons décrit le modèle MAT (Modèle d'Architecture Textuelle) qui permet de :

- 1- Représenter exhaustivement la dimension visuelle du texte ;
- 2- Représenter les relations rhétoriques et syntaxiques entre les différentes parties du texte ;

- 3- Fournir des équivalents langagiers des phénomènes visuels du texte (métalangage) ;

Fondé sur le modèle MAT, le modèle IdP (Image de Page), permet de représenter visuellement, à travers un langage notationnel visuel basé sur la théorie de notation de Goodman, la dimension visuelle du texte. Les principaux avantages de ce modèle se résument par :

- 1- Son expressivité : il offre une représentation facilement compréhensible des propriétés visuelles du texte ;
- 2- La représentation bidimensionnelle de ces propriétés, ce qui permet une vue globale de la structure du texte ;
- 3- La possibilité de fournir des descriptions selon plusieurs niveaux de granularité.

Ces modèles permettent donc une représentation des objets textuels. En ce qui concerne la problématique de cette thèse, nous nous intéressons à cette méthodologie mais dans le contexte de représentation des propriétés visuelles des objets constituant une page web. Nous allons par la suite se baser sur ces modèles tout en tenant compte des différences entre les propriétés visuelles des pages web et des textes comme présenté dans le Tableau 4-1.

En outre, nous avons présenté le modèle RDF (Resource Description Framework) qui permet de décrire les propriétés des pages web. Les avantages de ce modèle se résument par :

- 1- La possibilité de créer nos propres ontologies pour décrire les métadonnées de la page web ;
- 2- La facilité de son implémentation ;
- 3- La compatibilité avec les navigateurs ;

Néanmoins, le modèle RDF ne permet pas de décrire les informations particulières des pages web, notamment, en ce qui nous intéresse, il ne décrit pas à priori les informations visuelles des pages web.

Dans ce qui suit, nous nous appuyons sur les modèles MAT-IDP-RDF pour représenter les différents groupements visuels et relations visuelles et contextuelles identifiés dans le corpus des pages web analysées au chapitre précédent.

#### 4.2.4 Notre modèle de description des objets visuels dans les pages web: MAP-RDF

En se basant sur le principe du modèle RDF et sur le MAT, nous avons proposé un modèle permettant de décrire les groupements visuels de la page web que nous avons définis précédemment, ainsi que les relations entre ces groupements. La page web peut alors être structurée suivant le modèle RDF en un ensemble de triplets :

1. Le **Sujet** ou la **ressource** : qui peut être un groupement visuel ou bien une relation entre deux groupements ;
2. Le **Prédicat** : qui représente l'ensemble des propriétés visuelles et lexicales applicables à cette ressource. Nous distinguons trois types de prédicats qui sont détaillés ci-dessous : prédicats de mise en forme, prédicats de caractérisation et prédicats de présentation ;
3. L'**Objet** : qui correspond à la valeur du prédicat concerné.

Dans ce qui suit, nous présentons les triplets décrivant toutes les ressources (groupements visuels et relations) qui constituent notre objet d'étude.

##### 4.2.4.1 Les ressources « groupements visuels »

Nous présentons dans ce qui suit les ressources « groupements visuels » que nous allons modéliser. Nous limitons notre étude aux trois groupements : menus, rubriques et bandeaux. Nous reprenons les définitions du chapitre précédent, nous détaillons les prédicats correspondant à chaque ressource, et nous précisons les valeurs possibles pour ces prédicats.

**a- Les menus : un menu est un ensemble d'objets élémentaires liens hypertextes, groupés visuellement par une même typographie et qui sont adjacents. Les liens hypertextes des menus sont formés à partir d'un groupe de mots ou d'images labellisées.**



**Prédicat de caractérisation :**

1. *Caractère* : Un menu peut être déroulant ou fixe.

Caractère  $\in$  {déroulant ; fixe}

2. *Rôle* : Il peut s'agir d'un menu principal ou pas.

Rôle  $\in$  {menu principal ; menu secondaire}

3. *Descendance* : Il peut s'agir d'un menu (père) ou d'un sous-menu.

Descendance  $\in$  {menu ; sous-menu}

4. *Type des liens* : Un item d'un menu peut être soit un texte, soit un texte imagé, soit une image labellisée.

Type-lien  $\in$  {texte, texte imagé, image labellisé}

**Prédicat de mise en forme :**

1. *Disposition* : Un menu peut-être disposé horizontalement ou bien verticalement dans la page web.

Disposition  $\in$  {horizontale ; verticale}

2. Couleur *originale du texte* : qui peut être extraite automatiquement. La couleur d'un menu (et de tous les groupements visuels étudiés) est donc une couleur du système RGB<sup>12</sup>.

Couleur texte  $\in$  {RGB}

---

<sup>12</sup> De l'anglais: Red-Green-Blue: c'est un format de codage des couleurs, représentant 256 couleurs.

3. *Couleur du texte avec événement souris* : Comme nous l'avons dit si-haut, si nous plaçons la souris sur le texte, il est possible que sa couleur change. Nous redéfinissons alors la couleur du texte.

$$\boxed{\text{Couleur texte événement souris} \in \{\text{RGB}\}}$$

4. *Couleur du texte après visite* : La couleur peut être différente avant et après la visite du lien. Cette couleur est également prise dans le système RGB:

$$\boxed{\text{Couleur texte après visite} \in \{\text{RGB}\}}$$

5. *Couleur du fond* : De même que le texte, le fond de chaque item d'un menu est caractérisé par une couleur.

$$\boxed{\text{Couleur fond} \in \{\text{RGB}\}}$$

6. *Couleur du fond avec événement souris* : Egalement, la couleur du fond peut changer en plaçant la souris comme c'est illustré sur la Figure 4-1.

$$\boxed{\text{Couleur fond événement souris} \in \{\text{RGB}\}}$$

7. *Taille des caractères* : La taille caractérise le niveau du menu, et permet souvent de distinguer les items d'un menu de ceux d'un sous-menu. La taille peut prendre comme valeur un nombre réel positif.

$$\boxed{\text{Taille des caractères} \in \mathbb{R}^{+*}}$$

8. *Taille des caractères avec événement souris* : De la même manière, la taille peut changer suite à un événement souris.

$$\boxed{\text{Taille des caractères événement souris} \in \mathbb{R}^{+*}}$$

9. *Habillage* : Le texte dans un menu peut être en gras, en italique et/ou souligné. La valeur du prédicat « style » peut être alors une combinaison de l'ensemble suivant :

Habillage  $\in$  {normal ; gras ; italique ; souligné}

10. *Habillage avec événement souris* :

Habillage événement souris  $\in$  {normal ; gras ; italique ; souligné}

11. *Habillage après visite* :

Habillage après visite  $\in$  {normal ; gras ; italique ; souligné}

12. *Forme* : La majorité des menus que nous avons rencontrés sont de forme rectangulaire, mais il se peut qu'un menu admette d'autre forme géométrique.

Forme  $\in$  à l'ensemble des formes géométriques

13. *Dimensions* : Il s'agit des dimensions principales en fonction de la forme ; par exemple, un rectangle est caractérisé par sa largeur et sa longueur, alors qu'un cercle est décrit par son rayon ou son diamètre..

Dimension  $\in \mathbb{R}^{+*}$

14. *Coordonnées* : Ou l'emplacement du menu dans la page ; il s'agit de donner l'abscisse  $x$  et l'ordonnée  $y$  de l'origine du menu (point en haut à gauche).

Abscisse  $x \in \mathbb{R}^{+*}$       Ordonnée  $x \in \mathbb{R}^{+*}$

### **Prédicats de présentation :**

1. *Niveau d'affichage* : En accord avec le concept d'Images de Pages présenté précédemment, les éléments apparaissent selon plusieurs niveaux de granularité (niveau 1 d'IdP, niveau 2 d'IdP, ..., niveau  $n$  d'IdP). Ensuite, nous mettons en jeu le prédicat « niveau d'affichage » pour distribuer les objets selon les différents niveaux de granularité. La valeur de ce prédicat est soumise à plusieurs critères que nous expliquons en détails au paragraphe 4.2.4.5. Concernant les menus, la

valeur du prédicat « niveau d’affichage » est un entier naturel compris entre 1 et  $n$ .

$$\boxed{\text{Niveau d'affichage} \in \{1; 2; \dots; n\} \subseteq \mathbb{N}}$$

2. *Pertinence* : nous avons vu que dans une page web, certains objets sont mis en évidence et conçus par les auteurs des pages web pour être plus importants que d’autres. Cette importance est distinguée par plusieurs indications (espace occupé, attraction, ...) que nous détaillerons ultérieurement. Nous mettons en jeu le prédicat « pertinence » pour classier les objets selon leur pertinence. Les classes de A à Z caractérisent les objets des plus importants au moins importants. En particulier, les menus seront classifiés selon leurs pertinences.

$$\boxed{\text{Pertinence} \in \{A; B; \dots; Z\}}$$

3. *Modalité de sortie* : les menus seront affichés selon la modalité tactile<sup>13</sup>.

$$\boxed{\text{Modalité de sortie} \in \{\text{tactile}\}}$$

4. *Identificateur* : pour chaque groupement visuel, nous introduisons le prédicat identificateur qui va nous permettre d’attribuer à chaque groupement un numéro d’identification, ce qui nous servira par la suite à associer une relation aux deux groupements correspondants.

$$\boxed{\text{Identificateur} \in \{G1; G2; \dots; Gn\}; n \in \mathbb{N}}$$

**b- Les rubriques : Une rubrique est un groupement visuel qui est constitué d’un titre et d’une image et d’au moins un bloc textuel et un lien hypertexte. Des attributs typographiques de groupements permettent d’identifier une rubrique**

---

<sup>13</sup> Même si ce predicat à l’état actuel n’admet qu’une seule valeur, mais nous l’avons gardé pour que notre modèle puisse accepter d’autres modalités (orale, visuelle).

à partir de ces objets élémentaires (même couleur de fond, emplacement dans un même cadre qui peut avoir plusieurs formes).

**Prédicat de caractérisation :**

1. *Rôle* : Il peut s'agir d'une rubrique informationnelle ou d'une rubrique publicitaire.

$\text{Rôle} \in \{\text{rubrique informationnelle, rubrique publicitaire}\}$

**Prédicat de mise en forme :**

1. *Couleur originale du titre* : Comme dans le cas des menus, la couleur du titre appartient au système RDG.

$\text{Couleur titre} \in \{\text{RGB}\}$

2. *Couleur du titre avec événement souris* :

$\text{Couleur titre événement souris} \in \{\text{RGB}\}$

3. *Couleur du texte* :

$\text{Couleur texte} \in \{\text{RGB}\}$

4. *Couleur du lien hypertexte* :

$\text{Couleur lien} \in \{\text{RGB}\}$

5. *Couleur du lien hypertexte avec événement souris* :

$\text{Couleur lien événement souris} \in \{\text{RGB}\}$

6. *Couleur du lien hypertexte après visite*:

$\text{Couleur lien après visite} \in \{\text{RGB}\}$

7. *Forme* : Que ça soit une rubrique informationnelle ou une rubrique publicitaire, toute rubrique possède une forme géométrique particulière.

$\text{Forme} \in \text{à l'ensemble des formes géométriques}$

8. *Forme de l'image* :

Forme de l'image  $\in$  à l'ensemble des formes géométriques

9. *Couleur du fond* : Toute rubrique informationnelle est placée dans un cadre dont la couleur de fond est considérée parmi les 256 couleurs du système RGB.

Couleur fond  $\in$  {RGB}

10. *Couleur du fond avec événement souris* : La couleur du fond peut changer en plaçant la souris.

Couleur fond événement souris  $\in$  {RGB}

11. *Taille des caractères du titre* : Le titre est différencié du contenu ou du bloc textuel de la rubrique.

Taille des caractères du titre  $\in \mathbb{R}^{+*}$

12. *Taille des caractères du titre avec événement souris* : De la même manière, la taille peut changer suite à un événement souris.

Taille des caractères du titre événement souris  $\in \mathbb{R}^{+*}$

13. *Habillage du titre* : Le titre dans une rubrique, comme c'est le cas du texte des menus, peut être en gras, en italique et/ou souligné. La valeur du prédicat « habillage » peut être alors une combinaison de l'ensemble suivant :

Habillage du titre  $\in$  {normal ; gras ; italique ; souligné}

14. *Habillage du titre avec événement souris* :

Habillage du titre événement souris  $\in$  {normal ; gras ; italique ; souligné}

15. *Habillage du titre après visite :*

Habillage du titre après visite  $\in \{\text{normal ; gras ; italique ; souligné}\}$

16. *Taille des caractères du contenu textuel :*

Taille des caractères du texte  $\in \mathbb{R}^{+*}$

17. *Taille des caractères du contenu textuel avec événement souris :* De la même manière, la taille peut changer suite à un événement souris.

Taille des caractères du texte événement souris  $\in \mathbb{R}^{+*}$

18. *Habillage du contenu textuel :*

Habillage du texte  $\in \{\text{normal ; gras ; italique ; souligné}\}$

19. *Habillage du contenu textuel avec événement souris :*

Habillage du texte événement souris  $\in \{\text{normal ; gras ; italique ; souligné}\}$

20. *Habillage du contenu textuel après visite :*

Habillage du texte après visite  $\in \{\text{normal ; gras ; italique ; souligné}\}$

21. *Dimensions de la rubrique :* Il s'agit des dimensions principales de la rubrique en fonction de sa forme ; par exemple, une rubrique rectangulaire est caractérisée par sa largeur et sa longueur, alors qu'une rubrique à forme circulaire est décrite par son rayon ou son diamètre.

Dimensions  $\in \mathbb{R}^{+*}$

22. *Dimensions de l'image* : il s'agit des dimensions principales de l'image qui est présente dans une rubrique informationnelle.

Dimensions  $\in \mathbb{R}^{+*}$

23. *Dimensions de l'image avec événement souris* : Souvent l'image est agrandie quand on y place la souris. Pour cela, nous allons redéfinir ses dimensions principales.

Dimensions événement souris  $\in \mathbb{R}^{+*}$

24. *Coordonnées* : Ou l'emplacement de la rubrique dans la page ; il s'agit de donner l'abscisse  $x$  et l'ordonnée  $y$  de l'origine (point en haut à gauche).

Abscisse  $x \in \mathbb{R}^{+*}$       Ordonnée  $x \in \mathbb{R}^{+*}$

25. *Disposition interne* : Nous avons rencontré plusieurs dispositions possibles dans une rubrique, en fonction de l'existence d'un lien hypertexte séparé, ou bien c'est le titre, (réciproquement l'image et le texte) qui joue le rôle d'un lien. Nous distinguons alors pour les rubriques informationnelles les 5 cas suivants :

- a. Titre, image, texte, lien hypertexte ;
- b. Titre/lién, image, texte ;
- c. Titre, image/lién, texte ;
- d. Titre, image, texte/lién ;
- e. Titre/lién, image, texte, lien hypertexte.

Pour les rubriques publicitaires où le texte et/ou le lien sont à l'intérieur de l'image, on distingue deux cas :

- f. Image, texte, lien ;
- g. Image/lién, texte.

Disposition interne  $\in \{a, b, c, d, e, f, g\}$

Ces différentes dispositions internes sont illustrées sur la Figure 4-3 suivante.



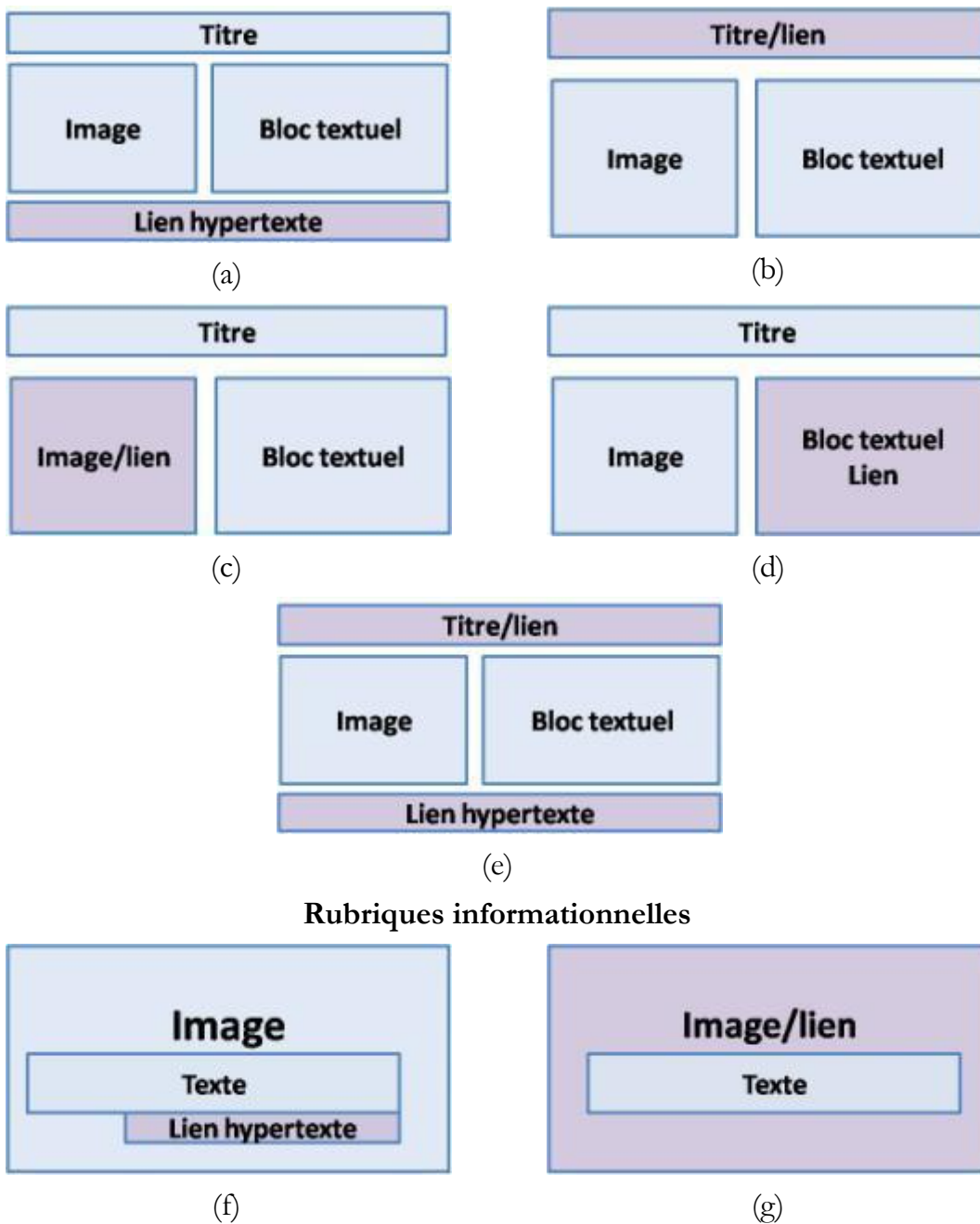


Figure 4-3 : Différentes dispositions internes des objets élémentaires dans une rubrique.

**Prédicats de présentation :**

Par analogie aux menus, nous retrouvons les prédicats de présentation suivants :

1. Niveau d'affichage :

$$\boxed{\text{Niveau d'affichage} \in \{1; 2; \dots; n\} \subseteq \mathbb{N}}$$

2. *Pertinence* :

$$\text{Pertinence} \in \{A; B; \dots; D\}$$

3. *Modalité de sortie* :

$$\text{Modalité de sortie} \in \{\text{tactile}\}$$

4. *Identificateur* :

$$\text{Identificateur} \in \{G1; G2; \dots; Gn\}; n \in \mathbb{N}$$

**c- Le bandeau** : le bandeau d'une page web est le groupement visuel situé à l'entête de la page, constitué d'une séquence d'objets visuels élémentaires images occupant plus de 75% de la largeur de la page et plus que 30% de sa hauteur.

**Prédicat de caractérisation** :

1. *Caractère* : Le bandeau peut être fixe ou à animé.

$$\text{Caractère} \in \{\text{animé}, \text{fixe}\}$$

**Prédicat de mise en forme** :

1. *Couleur du titre* : Comme dans les cas précédents, la couleur du titre appartient au système RDG.

$$\text{Couleur titre} \in \{\text{RGB}\}$$

2. *Couleur du texte* :

$$\text{Couleur texte} \in \{\text{RGB}\}$$

3. *Couleur du fond* :

$$\text{Couleur fond} \in \{\text{RGB}\}$$

4. *Taille des caractères du titre* :

Taille des caractères du titre  $\in \mathbb{R}^{+*}$

5. *Habillage du titre* :

Habillage du titre  $\in \{\text{normal ; gras ; italique ; souligné}\}$

6. *Forme* :

Forme  $\in$  à l'ensemble des formes géométriques

7. *Forme de l'image* :

Forme de l'image  $\in$  à l'ensemble des formes géométriques

8. *Dimension principale* : Il s'agit de la hauteur du bandeau.

Dimension  $\in \mathbb{R}^{+*}$

9. *Dimensions de l'image* : Il s'agit des dimensions principales de ou des images présentes dans le bandeau.

Dimensions-Images  $\in \mathbb{R}^{+*}$

10. *Coordonnées* :

Abscisse  $x \in \mathbb{R}^{+*}$       Ordonnée  $x \in \mathbb{R}^{+*}$

### **Prédicats de présentation :**

Par analogie aux menus et aux rubriques, nous retrouvons les prédicats de présentation suivants :

1. *Niveau d'affichage* :

Niveau d'affichage  $\in \{1; 2; \dots; n\} \subseteq \mathbb{N}$

2. *Pertinence* :

$$\boxed{\text{Pertinence} \in \{A; B; \dots; Z\}}$$

3. *Modalité de sortie* :

$$\boxed{\text{Modalité de sortie} \in \{\text{tactile}\}}$$

4. *Identificateur* : Le bandeau sera identifié par G0.

$$\boxed{\text{Identificateur} \in \{G0\}}$$

#### 4.2.4.2 Les ressources « Relation »

Il s'agit de représenter les relations identifiées dans la partie précédente qui peuvent exister entre les différents objets visuels :

**d- Relations visuelles** : ce type de relations permet de situer un groupement visuel par rapport à un autre. Il s'agit donc de relations dispositionnelles, de relations géométriques et de relations de mise en forme.

**Prédicats de caractérisation** :

1. *Groupements impliqués* : Il s'agit de dire quels sont les deux groupements visuels reliés par la relation.

$$\boxed{\text{Groupements impliqués} \in \{G0; G1; G2; \dots; Gn\}; n \in \mathbb{N}}$$

2. *Type* : Une relation peut être dispositionnelle ou typographique.

$$\boxed{\text{Type} \in \{\text{Dispositionnelle}, \text{typographique}\}}$$

3. *Caractère* : Pour chaque type nous définissons un prédicat caractère. Concernant le type typographique, comme nous avons vu au chapitre précédent, deux groupements peuvent par exemple être de même couleur, avoir le même style de caractère, avoir une mise en forme semblable.

Caractère typographique  $\in$  {même mise en forme matérielle}

Pour le type dispositionnel, il faut préciser l'emplacement géométrique d'un groupement par rapport à l'autre.

Caractère dispositionnel  $\in$  {A gauche de ; A droite de ; au-dessous de ; au-dessus de ; inclus dans}

### Prédicats de présentation :

1. *Niveau d'affichage* :

Niveau d'affichage  $\in$  {1; 2; ...; n}  $\subseteq$   $\mathbb{N}$

2. *Pertinence* :

Pertinence  $\in$  {A; B; ...; Z}

3. *Modalité de sortie* :

Modalité de sortie  $\in$  {tactile ; orale}

**e- Relations contextuelles : deux groupements peuvent être associés par une relation contextuelle (même thème, même sujet, développement).**

### Prédicats de caractérisation :

1. *Groupements impliqués* :

Groupements impliqués  $\in$  {G0 ; G1 ; G2; ...; Gn} ; n  $\in$   $\mathbb{N}$

2. *Caractère* :

Type  $\in$  {même thème, père-fils, extrait, zoom}

### Prédicats de présentation :

1. *Niveau d'affichage* :

Niveau d'affichage  $\in$  {1; 2; ...; n}  $\subseteq$   $\mathbb{N}$

2. *Pertinence* :

Pertinence  $\in \{A; B; \dots; Z\}$

3. *Modalité de sortie* :

Modalité de sortie  $\in \{\text{tactile ; orale}\}$

#### *4.2.4.3 Reproduction du modèle en modalité tactile : Image de page web tactile*

Comme nous avons mentionné dans le chapitre 2, la perception visuelle est complètement différente de la perception tactile (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000). Par suite il est nécessaire de retoucher les représentations visuelles afin de les reproduire en tactile. Nous nous référons alors aux travaux de (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000) où les auteurs définissent les consignes à suivre lors de la production d'un document tactile.

La Figure 4-4 indique les distances minimales perçues par le non voyant. « e » et « l » représentent respectivement l'espacement et la longueur minimaux reconnus entre deux points d'une ligne pointillée pour que le non voyant perçoit le motif du pointillé d'une ligne.

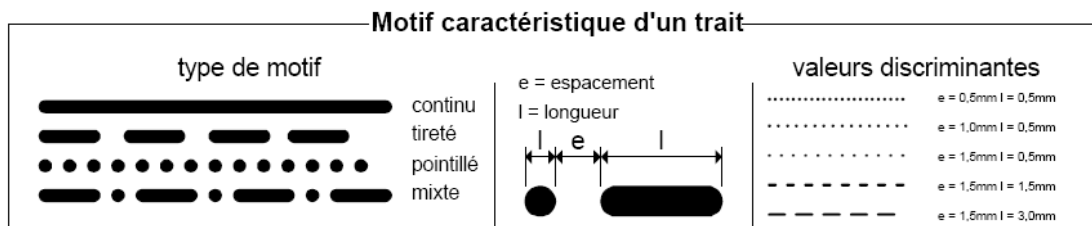


Figure 4-4 : Motif caractéristique d'un trait, emprunté à (SOCRATE-COMENIUS, Project, 1999-2000).

Pour les mêmes auteurs, le nombre maximal de modèles de traits différents (toutes les variables étant utilisées) est compris entre 3 et 5. En plus, La variation de l'épaisseur du trait (du plus fin au plus épais) doit être définie avec une raison géométrique de 2, par exemple : 0,4mm ; 0,8mm ; 1,6mm. Cela correspond à une règle générale de discrimination

perceptive : plus l'élément est grand, plus la variation pertinente sera grande. Nous reproduisons la figure du rapport technique qui montre le profil d'un trait et l'épaisseur minimale perçue, selon différentes méthodes de production tactile.

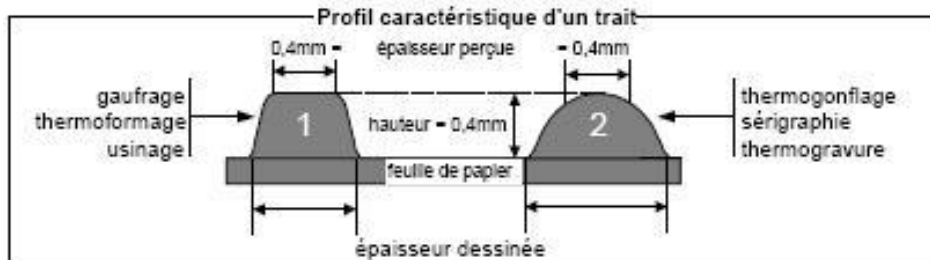


Figure 4-5 : Profil caractéristique d'un trait en relief.

En outre, les traits interrompus doivent être réservés aux contours simples, voire aux seuls segments de droite, puisque le suivi de contour peut ne pas être continu, notamment pour les sommets des formes. Enfin, l'épaisseur des traits interrompus doit se situer dans les valeurs moyennes de 0,5mm à 0,8mm. Trop fins, ils peuvent ne pas être perceptibles et ne pas être réalisables par le procédé technique ou trop fragiles.

Par ailleurs, la couleur a une définition physique : elle correspond aux longueurs d'onde de la lumière qui sont réfléchies par un objet éclairé. Une rose est rouge parce qu'éclairée en lumière blanche (ou lumière solaire), elle réfléchit les rayons rouges et absorbe les rayons verts et bleus. On appelle couleurs fondamentales les trois couleurs monochromatiques (bleu – violet, vert et rouge) qui, en se combinant dans des proportions bien définies donnent la lumière blanche. On obtient aussi de la lumière blanche en associant à chacune de ces couleurs fondamentales sa couleur complémentaire : au bleu - violet, le jaune ; au vert, le pourpre (ou magenta) ; au rouge, le bleu - vert (ou cyan). Ces trois couleurs, jaune, magenta et cyan sont dits couleurs primaires et sont les couleurs de base pour l'impression sur papier de documents colorés. Or, La perception physiologique de la couleur ne coïncide pas avec la définition physique. En particulier, elle ne permet pas d'utiliser la longueur d'onde pour ordonner l'ensemble des couleurs. En effet, L'œil perçoit, non pas un, mais deux ordres de couleur dans le spectre. En fonction des accroissements de l'intensité des couleurs, de part et d'autre du jaune : une gamme ordonnée dans les tons dits «chauds» (du jaune au rouge), et

une gamme ordonnée dans les tons dits « froids » (du jaune au bleu-violet). Ainsi, dans notre reproduction tactile des pages web, nous allons classifier les couleurs selon ces deux tonalités, couleurs chaudes et couleurs froides, en utilisant des symboles particuliers qui seront présentés par la suite.

En tenant compte des consignes que nous venons d'évoquer et des limitations du tactile, nous avons attribué des symboles pour représenter les triplets de notre modèle MAT-RDF.

Dans ce qui suit, nous présentons notre démarche de migration du langage notationnel des images de pages textuelles (IdP) vers un langage notationnel tactile des images de pages web. Cette partie est divisée en deux étapes :

- 1- Les symboles tactiles conçus pour représenter les groupements visuels et les relations (visuelles et contextuelles).
- 2- La répartition des groupements visuels dans des niveaux d'affichage par correspondance aux niveaux de granularité des IdP textuelles.

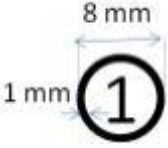
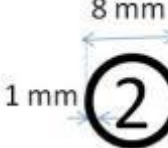

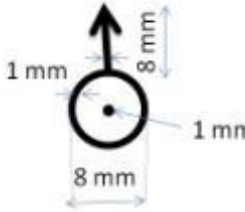




#### *4.2.4.4 Les symboles de représentation tactile*


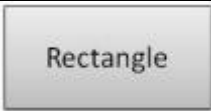






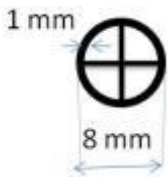
Le tableau suivant présente les symboles que nous allons attribuer aux ressources (groupements visuels et relations) selon les valeurs des prédicats correspondants.




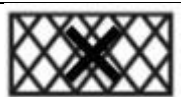

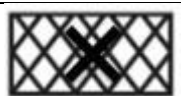

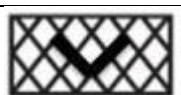

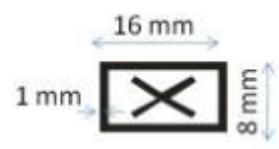
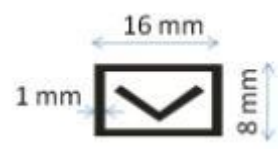
Tableau 4-2 : Symboles associés aux groupements visuels et aux relations







Ressource	Prédicat	Valeur	Symbole associé
Menu	caractère	Déroulant	
		Fixe	





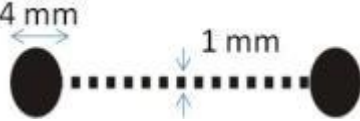
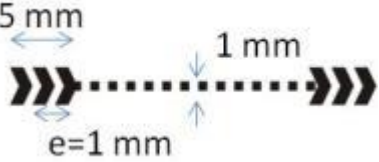
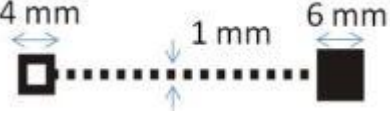
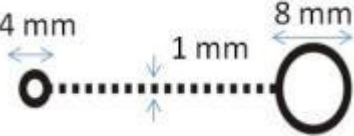


rôle	Principal	
	Secondaire	
descendance	Menu	
	sous-menu	
disposition	Horizontal	Ce prédicat peut être perçu tactilement si l'objet est placé horizontalement ou verticalement (ref rapport technique).
	Vertical	
couleur de texte	Couleur froide	
	Couleur chaude	
couleur texte souris	Couleur froide	
	Couleur chaude	
Forme	Restrictions aux 5 formes suivantes	

		Carré	
		Rectangle	
		Cercle	
		Ellipse	
		Etoile	
	Dimension	translation de pixels en mm	
	Pertinence	1, 2, 3	Contour avec 3 épaisseurs  4 mm  2 mm  1 mm
	coordonnées	translation des coordonnées écran vers coordonnées sur papier A4 note de bas de page pour expliquer comment cette traduction est faite.	
Rubrique	Rôle	rubrique informationnelle	

		rubrique publicitaire		
	couleur titre	Couleur froide		
		Couleur chaude		
	couleur texte	Couleur froide		
		Couleur chaude		
	couleur lien	Couleur froide		
		Couleur chaude		
	couleur lien souris	Couleur froide		
		Couleur chaude		
	Bandeau	caractère	Fixe	
			Animé	

	couleur titre	Couleur froide	
		Couleur chaude	
	couleur texte	restriction en trois variantes selon la tonalité	
		Couleur froide	
		Couleur chaude	
	couleur lien	Couleur froide	
		Couleur chaude	
	couleur lien souris	Couleur froide	
		Couleur chaude	

Ressource	Prédicat	Valeur	Symbole
Visuelle			 1 mm
	Type	Typographique(même mise en forme matérielle)	 1 mm 
		Dispositionnelle	(emplacement dans la page A4)
	groupements impliqués		ligne de liaison entre les groupements
Contextuelle			 1 mm
	Caractère	même thème	
		père-fils	
		Extrait	
		Zoom	
	groupements impliqués		ligne de liaison entre les groupements

#### 4.2.4.5 Définition des niveaux de granularité

Dans cette partie, nous cherchons à organiser l’affichage des images de pages web de façon à présenter au non voyant, en un premier temps les informations les plus importantes et les plus attirantes, et en deuxième temps, les informations les moins importantes.

Dans notre étude bibliographique du chapitre 2, nous avons discuté les limites d’affichage dans la perception tactile, section 2.4. A cause de ces limitations, nous ne pouvons pas afficher en même temps toutes les informations. Pour cela, nous cherchons à identifier et classer les informations suivant un ordre d’importance.

Plusieurs travaux ont traité le problème des limites d’affichage des pages web sur des champs de perception limités, comme les problèmes rencontrés lors de l’affichage sur les petits écrans des PDA ou des téléphones portables. L’affichage sur les petits écrans est soumis à une réduction de la résolution et une minimisation de la quantité d’information. Pour résoudre ce problème, plusieurs méthodes ont été mises au point. Gomes *et al.* (P., S., D., & J., 2001) ont proposé des approches de zoom sémantiques en affichant les titres en un premier niveau, puis les détails dans un deuxième niveau. Virpi Roto *et al.* (Roto & Kaikkonen, 2003) ont travaillé sur une méthode de visualisation du contenu des pages web sur le PDA. Dans leur étude, ils ont considéré que les informations les plus importantes sur la plupart des sites sont le logo et la liste de liens de navigation.

Utilisant le balayage rapide et la représentation multiforme du web (images, textes, etc.), les utilisateurs voyants peuvent obtenir une compréhension instantanée du web, selon les lois de la théorie de la Gestalt (section 2.3.1) (Gurwitsch, A., 1935)(Guillaume, P., 1937)(Köhler, W., 1929). En se basant sur ce point de vue Gestalt de la page web, les utilisateurs sont en mesure de décider quel objet visualiser, et ainsi accéder directement à cet objet.

Par ailleurs, les utilisateurs non voyants doivent se limiter à voir séquentiellement la page web pour se former une compréhension de tout le contenu de la page web. Dans le processus de compréhension en lecture séquentielle, l’encombrement des informations devient un obstacle sérieux, ce qui n’est pas le cas dans la lecture d’accès directe. Les utilisateurs voyants peuvent facilement ignorer ces obstacles, et aller directement à la

solution voulue dans la page web, alors que les non voyants doivent se confronter à chaque obstacle, et passer d'une section à une autre avant d'aborder la section visée.

Ainsi l'objectif est de fournir au non voyant certains des indices visuels naturellement disponibles pour les utilisateurs voyants.

(Chen, MA, & Zhang, 2003) ont travaillé sur la simplification de ces indices visuels et sur la notion de sommaire ou résumé pour les non voyants. La simplification est obtenue en conservant les sections de la page web qui sont considérées comme importantes, tout en supprimant l'encombrement et les sections qui sont considérées sans importance.

Le but du résumé est de fournir aux utilisateurs un aperçu de la page web. Cet aperçu aidera les utilisateurs aveugles dans le développement de la compréhension gestalt semblable à celle qui est facilement atteinte par les utilisateurs voyants.

Leur modèle qui détermine les informations les plus importantes dans une page web est basé sur la reconnaissance des caractéristiques des pages, et notamment le genre des sites web, et sur les modèles des pages.

Pour classifier les informations visuelles, et les répartir suivant un ordre d'importance, nous avons réalisé un questionnaire avec des concepteurs graphiques qui ont une expérience de plus de deux ans dans la conception graphique des sites web.

Le questionnaire consistait à donner une note de 0 à 10 évaluant selon eux l'importance qu'ils donnent aux différents groupements et indices visuels et aux relations contextuelles/visuelles entre les différents objets de leurs propres pages.

L'enquête est menée avec 12 personnes. Les questionnaires et la moyenne des notes sont présentés dans les tableaux suivants.

Tableau 4-3 : Note d'évaluation de l'importance des objets visuels

<b>Les objets visuels</b>	<b>Note</b>
Le menu principal	8.5
Le bandeau	8.25
La rubrique informationnelle	7.5
La rubrique publicitaire	5.5

Tableau 4-4 : Note d'évaluation de l'importance des indices visuels

<b>Les indices visuels</b>	<b>Note</b>
Contraste Couleur	7
Style de couleur des menus	3.25
Disposition des objets	7.5
Distinction du menu principal des autres menus	8
Forme des groupements	7.25
Effets souris du menu	3.5
Caractère visuel du menu (fixe, déroulant)	5
Caractère visuel du bandeau	6
Composition de la rubrique informationnelle	4.25
Composition rubrique publicitaire	4.2

Tableau 4-5 : Note d'évaluation de l'importance des relations

<b>Les relations</b>	<b>Note</b>
Même mise en forme des rubriques informationnelles	5.5
Même thème entre les différentes rubriques	4

A partir des réponses des experts en web, et à partir de la répartition des groupements visuels, nous sommes arrivés aux mêmes conclusions que les travaux qui ont étudié les limitations des champs perceptifs, tant pour les utilisateurs d'écrans à taille limitée que pour ceux qui ont travaillé sur l'affichage pour les non voyants. Cette conclusion affirme que l'information doit être affichée en plusieurs temps selon l'ordre d'importance de ces objets.



Pour cela, et d'après les résultats précédents, nous divisons l'affichage pour les non voyants en trois niveaux selon la répartition des notes des experts :

Le niveau I contiendra (les notes supérieures à 6) :

- Les menus et leurs rôles ;
- Les rubriques et leurs rôles ;
- Le bandeau, son caractère visuel, formes visuelles des objets ;

Le niveau II contiendra en plus des informations du niveau I (les notes comprises entre 4 et 6) :

- Le caractère visuel des menus ;
- Descendance des menus ;
- Le caractère visuel du bandeau ;
- Le caractère visuel des rubriques ;
- Les titres des rubriques ;
- Les relations contextuelles entre ces groupements.

Le niveau III contiendra en plus des informations précédentes les notes inférieures à 4:

- La disposition interne des groupements visuels ;
- Les styles et les polices de caractères avec et sans effet souris ;
- La couleur principale des groupements.

Ainsi, nous représentons ci-dessous les trois niveaux d'une image de page web tactile de la page d'accueil du site de l'Allemagne.

#### *4.2.4.6 Présentation d'un exemple d'Image de Page Web*

Dans la figure ci-dessous nous présentons un exemple implémenté des images de pages web du site d'Allemagne avec les trois niveaux de granularité exposés :

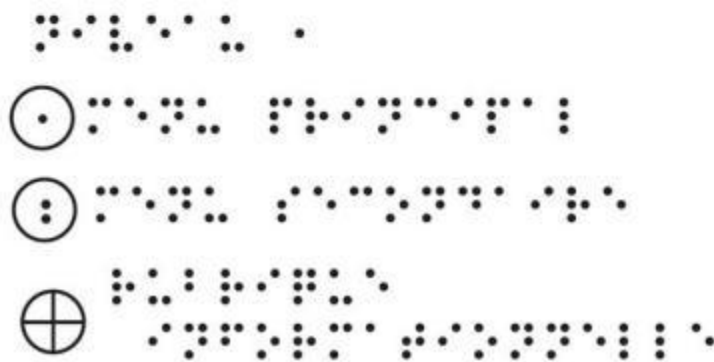
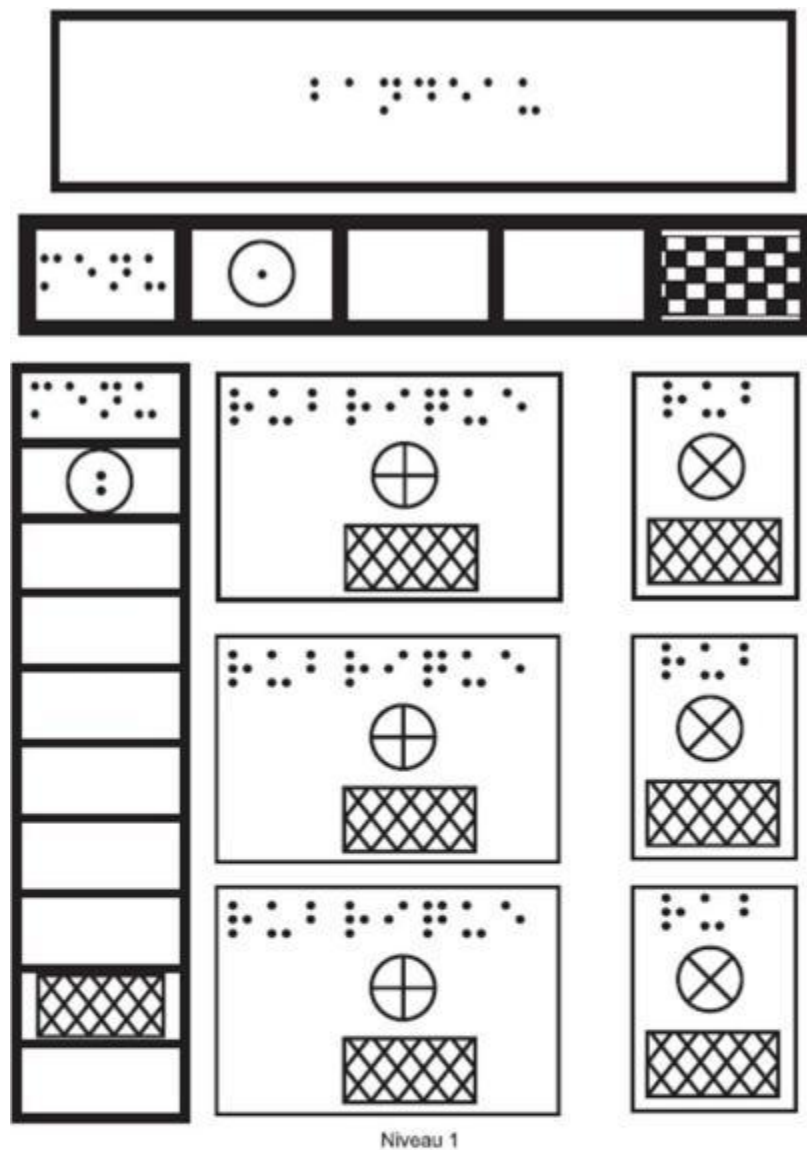
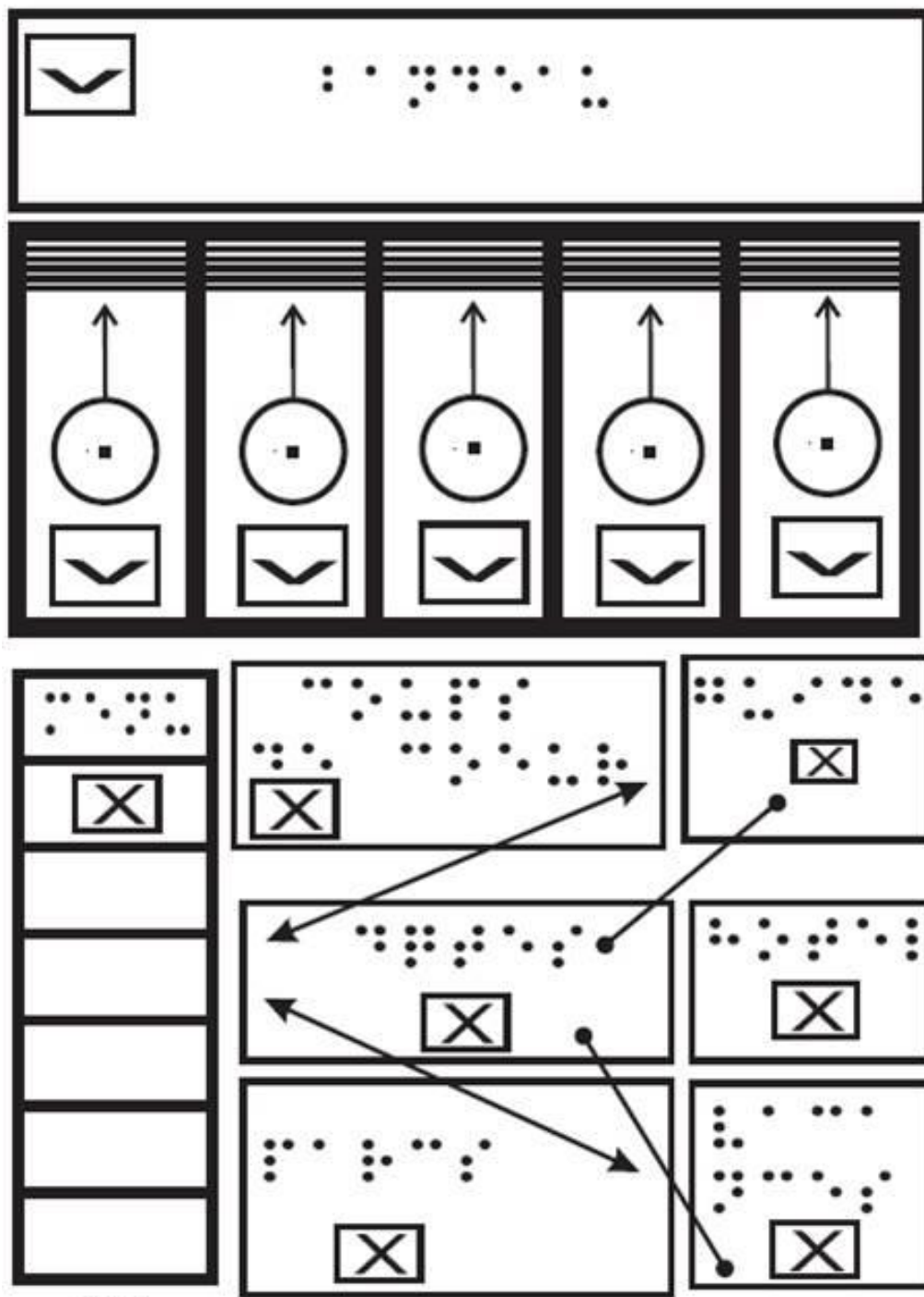


Figure 4-6 : Premier niveau d'affichage d'une Image de Page Web et sa légende.



Niveau 2

Figure 4-7 : Second niveau d'affichage d'une Image de Page Web.

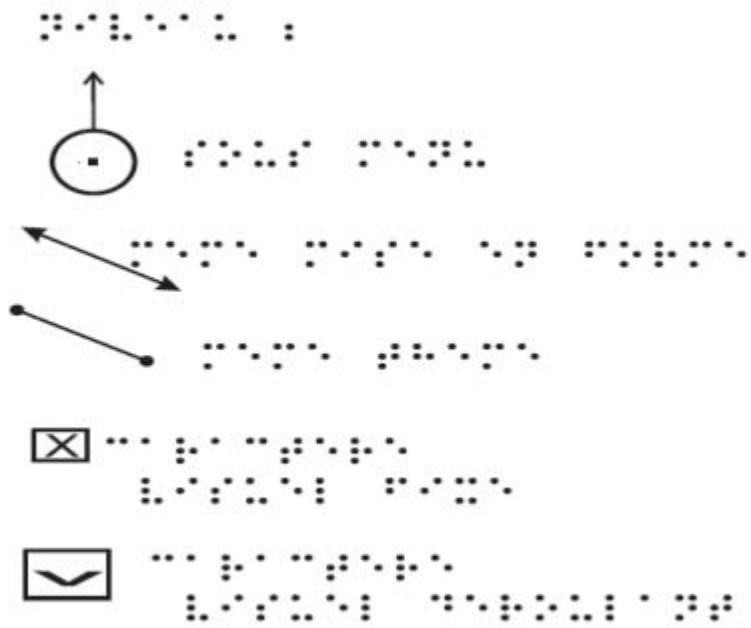
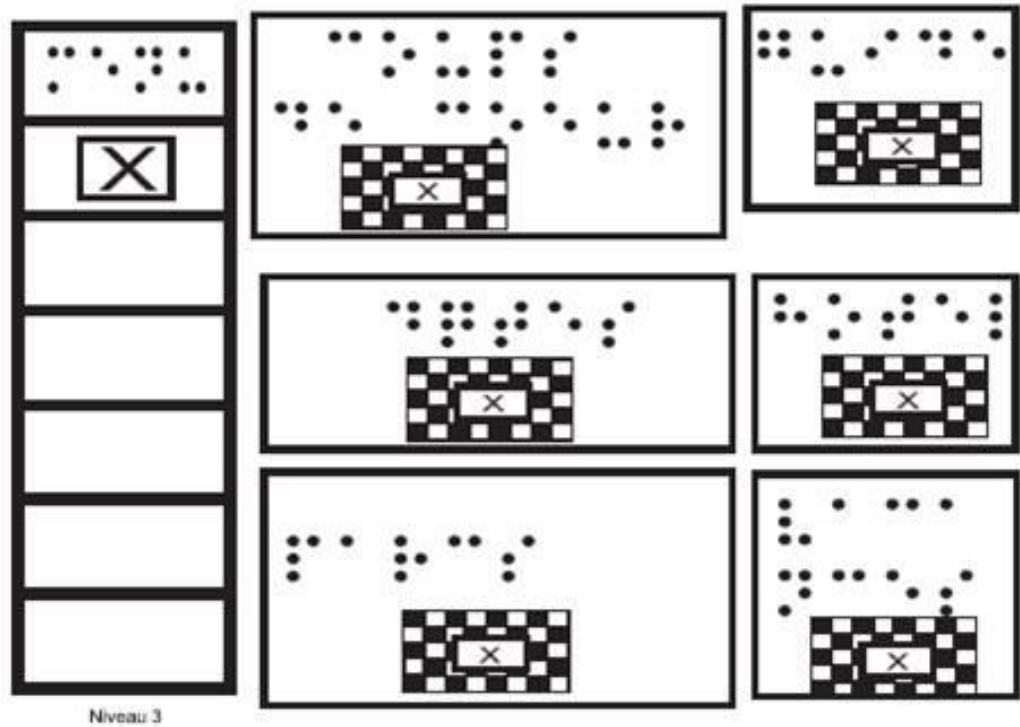
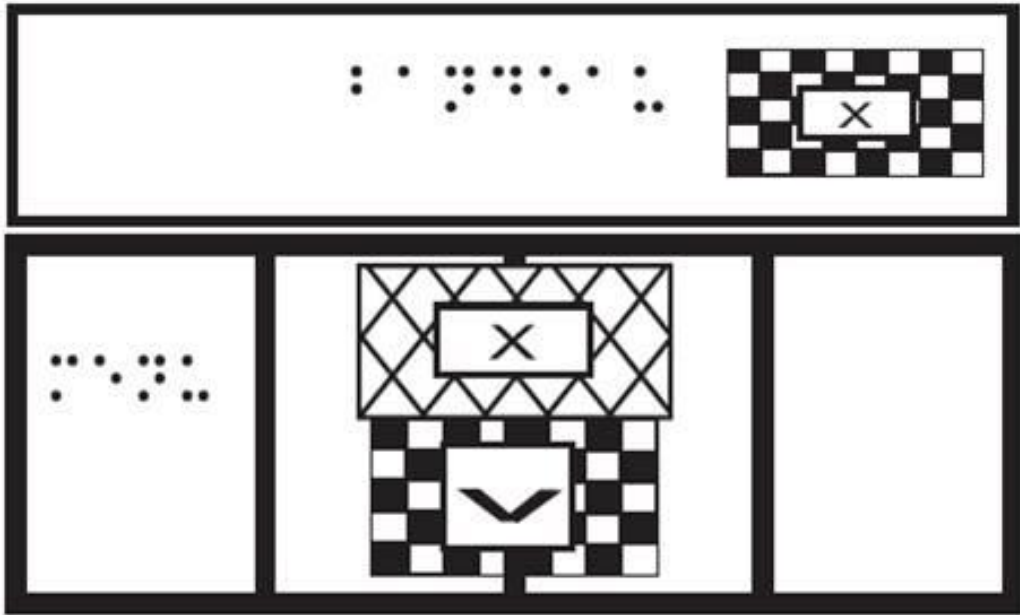


Figure 4-8 : Légende du niveau 2.



Niveau 3

Figure 4-9 : Troisième niveau d'affichage d'une Image de Page Web.

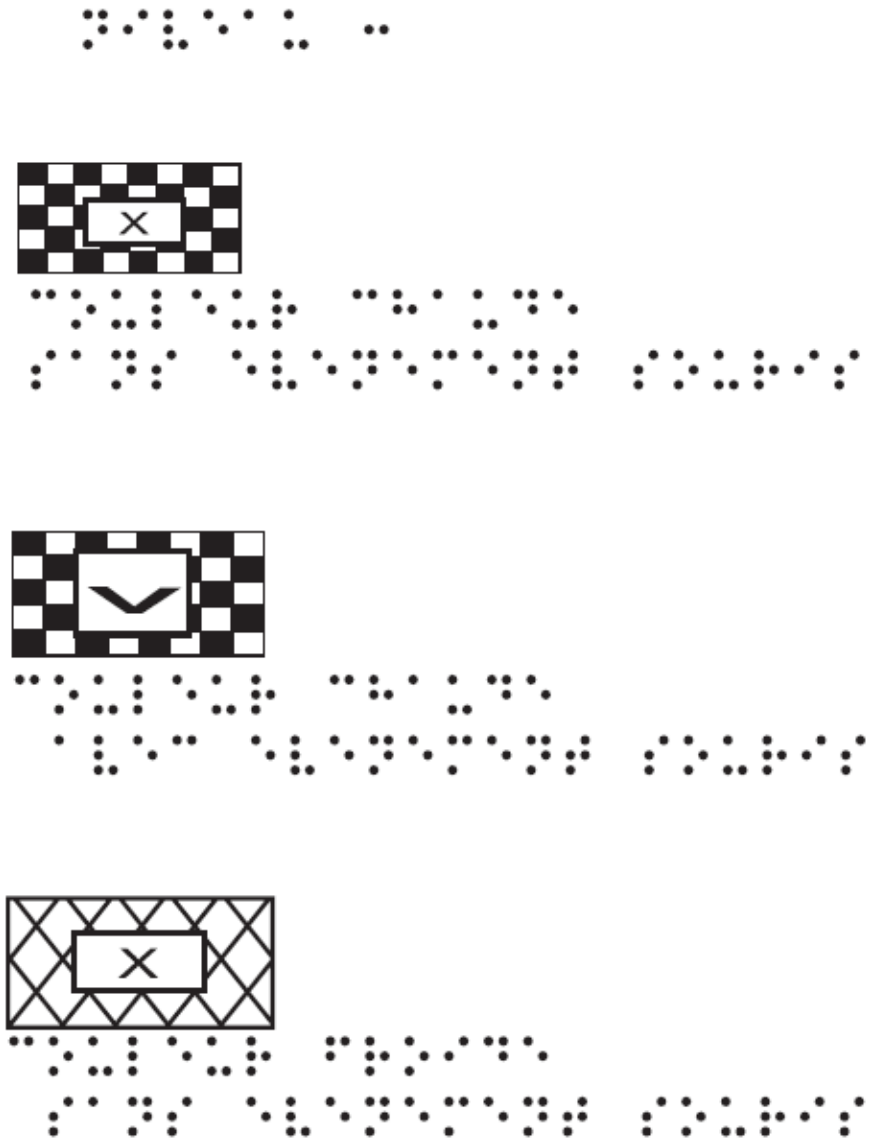


Figure 4-10 : Légende du niveau 3.

### 4.3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons traité la représentation des informations visuelles dans les pages web en exploitant les modèles de représentation existants. En effet, nous avons démarré en se basant sur les travaux antérieurs de notre équipe qui traitent la représentation visuelle des objets textuels. En fait, plusieurs travaux se sont inspirés du modèle d'architecture textuelle élaboré par (Virbel, J., 1985), comme illustré dans la Figure 4-11. Tout d'abord, (Luc, C.; Mojahid, M.; Virbel, J., 2001) ont créé un langage d'annotation visuelle pour la représentation des objets textuels et leurs relations. Ensuite, (Maurel, F., 2004) s'est intéressé à transposer à l'oral la dimension visuelle d'un objet textuel particulier l'énumération en créant plusieurs types de formes discursives et en jouant sur la prosodie des mots. Enfin, dans mon travail, je me suis intéressé à l'accessibilité des non voyants aux pages web, et donc à la représentation des nouvelles propriétés de mise en forme matérielle du texte et des groupements visuels que nous avons identifiés dans le web. En addition, comme démontré dans la partie précédente, la représentation en tactile des objets est différente de la représentation visuelle. Pour cela, nous avons exploité les règles de la réalisation de documents tactiles pour construire notre IdP web tactile afin de représenter les propriétés visuelles des pages web et en s'adressant aux non voyants. Au contraire l'IdP visuelle élaborée par Luc et al, traite la dimension visuelle du texte et s'adresse aux personnes voyantes.

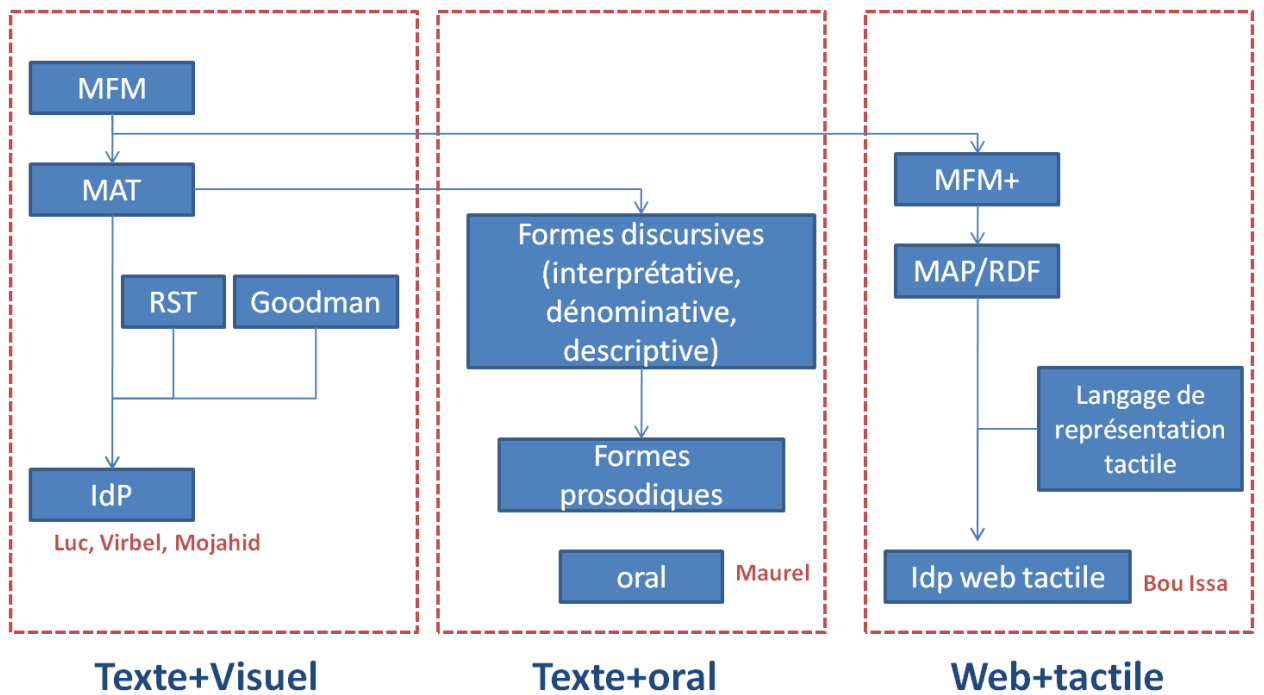


Figure 4-11 Travaux s'inspirant du modèle d'architecture textuelle



# Chapitre 5 : Système de Gestion des Informations Visuelle en vue de les Rendre Accessibles : Vers un nouveau standard d'accessibilité

---

*Dans ce chapitre, nous présentons le système GIVRA : Gestion des Informations Visuelles des pages web en vue de les Rendre Accessibles. Ce système fournit d'une part aux concepteurs de pages web un outil d'annotation de leurs pages web suivant le modèle MAP-RDF et d'autre part aux utilisateurs non voyants du web un système de production des images de pages.*

---



## 5.1 Système de gestion des informations visuelles d'une page web

Après avoir introduit au chapitre précédent notre modèle MAP-RDF, nous présentons dans ce chapitre notre proposition d'implémentation et d'intégration de ce modèle dans toutes les pages web.

Le but est de donner aux concepteurs web la possibilité d'intégrer la description des informations visuelles des pages web dans leurs propres pages. Ainsi, la page qui suit notre modèle de description fournira aux non voyants la possibilité d'accéder à ces informations visuelles, en plusieurs modalités.

Dans cet objectif, nous proposons alors un système de Gestion des Informations Visuelles des pages web en vue de les Rendre Accessibles (GIVRA). Ce système permettra :

- D'annoter les pages web selon le modèle MAP-RDF ;
- De fournir aux utilisateurs non voyants du web une interface de lecture des images de pages.

Nous présentons dans les parties suivantes les différentes fonctionnalités de chaque module du système GIVRA.

## 5.2 Architecture du système

La Figure 5-1 montre les fonctionnalités de notre système GIVRA. Tout d'abord, le système extrait automatiquement certaines propriétés des groupements telles que leurs coordonnées, leurs couleurs dominantes. Ensuite, cette extraction automatique est complétée par une annotation manuelle pour une description plus adéquate des propriétés essentielles. L'ensemble de ces propriétés des groupements a été présenté en détails dans le chapitre précédent. Enfin, le système sauvegarde les propriétés ainsi annotées suivant le modèle MAP-RDF. Il pourra ainsi fournir une reformulation de ces propriétés selon les trois niveaux d'affichage que nous avons présentés au chapitre 4.

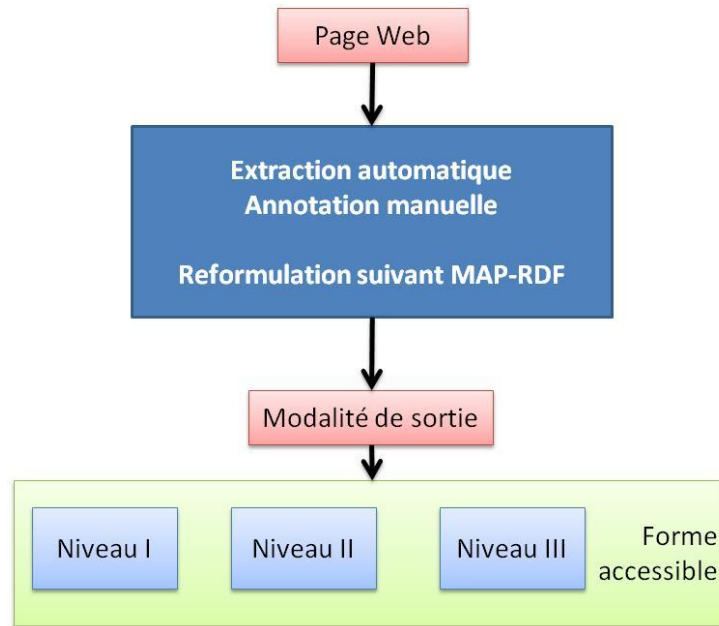


Figure 5-1 : Fonctionnalités du système GIVRA

Notre système comprend trois modules indispensables pour obtenir comme résultat une image de page web, Figure 5-2 :

- 1- **Le module d'annotation** : son objectif est d'identifier manuellement les informations visuelles dans une page web, en se basant sur notre modèle MAP-RDF déjà défini précédemment. On ajoute ainsi des éléments sur la base qu'on a créée.
- 2- **Le module de génération** : son rôle est de représenter les divers niveaux d'IdP définis dans le chapitre 4 afin d'augmenter l'accessibilité des pages Web aux utilisateurs non voyants. Ces représentations pourront être présentées ensuite selon les modalités orale et/ou tactile.
- 3- **Le module de configuration** : il est responsable de la répartition des objets sur les différents niveaux et les différentes modalités d'affichage.

Dans ce qui suit, nous allons présenter la modélisation logicielle de l'interface à partir de ces trois modules.

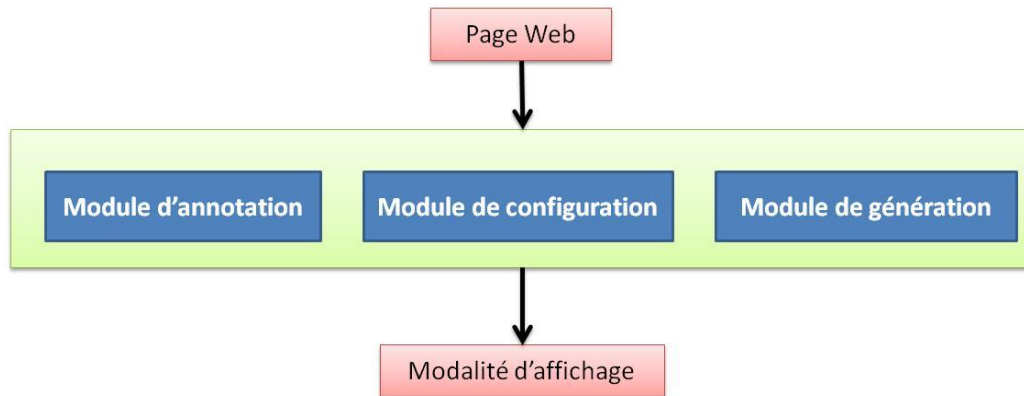


Figure 5-2 : Architecture de GIVRA

### 5.3 Module d'annotation des pages web

Ce module a pour objectif d'annoter le contenu visuel de la page web dans le but de le sauvegarder suivant notre modèle MAP-RDF. Nous avons alors créé une interface graphique pour que la personne qui va annoter puisse repérer et définir les différents objets ainsi que les différentes relations visuelles et contextuelles. Nous présentons dans ce qui suit, les diagrammes de modélisation UML qui représentent les différentes fonctionnalités proposées et intégrées dans l'interface graphique. La Figure 5-3 représente le diagramme de classes correspondant.

Les différentes fonctionnalités se résument par :

- 1- **L'affichage du site web visuellement** pour que l'annotateur puisse voir son environnement de travail, et annoter directement dessus.
- 2- **L'ajout des groupements et de leurs propriétés.**
- 3- **L'ajout des relations entre ces groupements** : pour chaque groupement, il s'agit d'ajouter les relations qui l'associent aux autres groupements. On précise le type de la relation : visuelle ou contextuelle.
- 4- **La sauvegarde de l'annotation suivant le modèle de MAP-RDF.**

La Figure 5-4 représente un exemple de la procédure d'ajout de groupements.

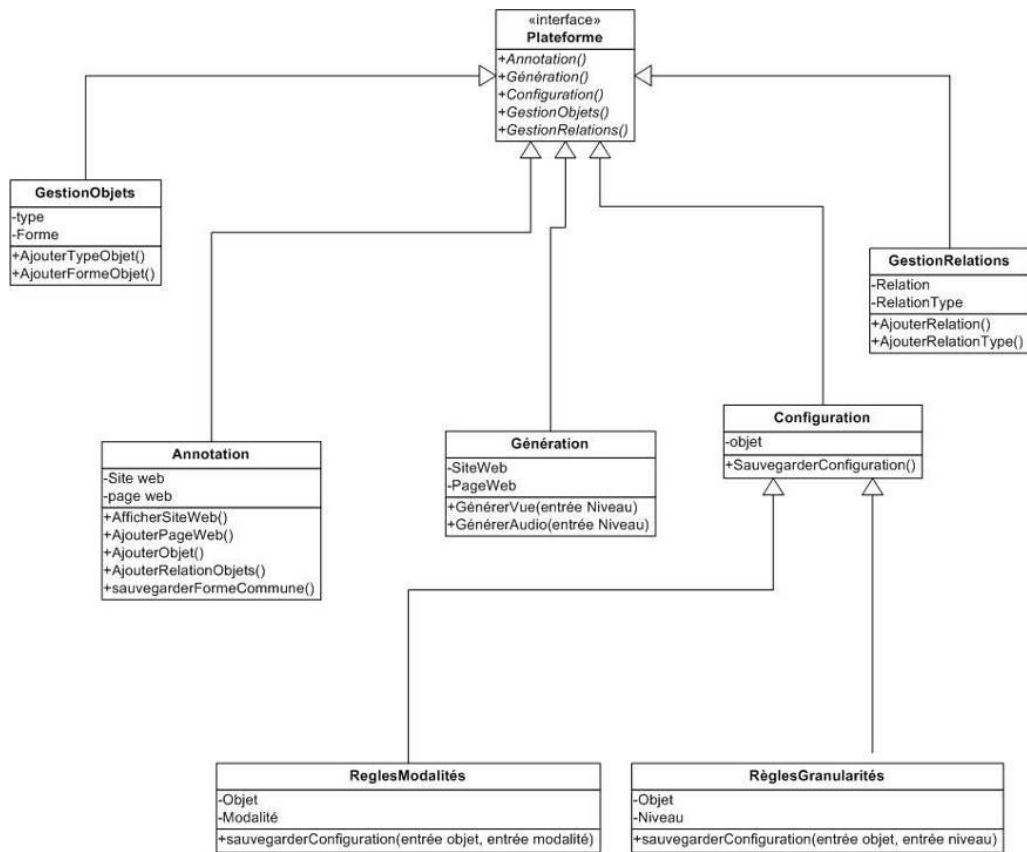


Figure 5-3 : Le diagramme de classes de GIVRA.

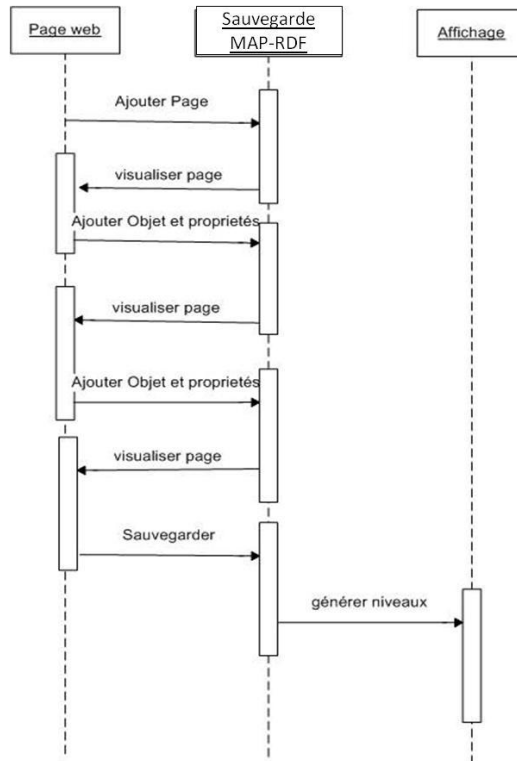


Figure 5-4 : Diagramme de séquences UML de la procédure d'ajout de groupements

## 5.4 Module de génération des images de pages

Suite à l'annotation des différents groupements, propriétés et relations de la page web, le système génère l'image de Page Web conformément au modèle élaboré dans la partie précédente, plus précisément, en ce qui concerne la représentation des groupements, de leurs propriétés visuelles à partir des symboles déjà définis. La génération de l'image de page se réalise par la **génération graphique** visuelle de la page en utilisant une base de symboles visuels qui seront arrangés selon l'occurrence de leur disposition dans la page pour former les différents niveaux de granularités des IdP Web tactiles. Les principales fonctionnalités de ce module de génération pourront être décrites comme suit :

- 1- En un premier lieu, le système assure la **génération d'une image visuelle** des trois niveaux en se basant sur l'information sauvegardée dans le modèle :
- 2- Une deuxième étape consiste à **transformer** cette génération visuelle **en tactile**, à l'aide de technologies existantes actuellement : le thermo-gonflage.

- 3- En plus de la génération tactile, certaines informations et/ou propriétés peuvent être **transformées en oral** pour accompagner la lecture tactile. Cette fonctionnalité concerne alors la génération en TTS (Text To Speech) des informations complémentaires à la génération tactile, telles que le titre, ou la description textuelle de l'objet.

## 5.5 Module de configuration

Il s'agit de la configuration des objets et des propriétés, du choix du niveau de chaque objet/propriété, et de la définition de la modalité correspondante (tactile, orale ou la combinaison des deux modalités). Le module de configuration offre également la possibilité d'effectuer des modifications concernant ces informations.

La configuration est principalement utilisée selon les préférences de l'utilisateur non voyant. Elle lui permet soit d'affirmer soit de tendre vers d'autres choix d'affichage (niveau et modalité) des objets et des propriétés.

## 5.6 Implémentation de GIVRA

Dans cette partie, nous décrivons l'implémentation des différents modules du système GIVRA. Nous avons utilisé le langage de programmation C#.net pour produire les interfaces graphiques, et les Images de Page web tactiles. Les différentes propriétés des groupements et des relations sont sauvegardées dans une base de données centralisée MS Access. Pour générer les graphiques, nous avons eu recours à la librairie de MS Visio.

### 5.6.1 Implémentation du module d'annotation

Comme proposé précédemment, un concepteur web effectue l'annotation de la page web. Il décompose la page web selon les groupements visuels, en utilisant une interface graphique



développée pour cet objectif. Cette interface (Figure 5-5) permet à l'utilisateur d'annoter les propriétés de la page suivant les étapes suivantes :

- 1- Ajouter les objets : Après avoir cliqué sur le bouton « **Ajouter Objet** », et après avoir spécifié l'objet à décrire, une autre interface apparaît, permettant à l'annotateur d'ajouter les propriétés relatives à l'objet en question. Cette étape se répète autant de fois qu'il y a d'objets dans la page.
- 2- Ajouter les relations : Après avoir spécifié les objets et groupements de la page web, l'annotateur doit cliquer sur le bouton « **Ajouter Relation** », où il peut définir les groupements mis en relation ainsi que le type de cette relation.

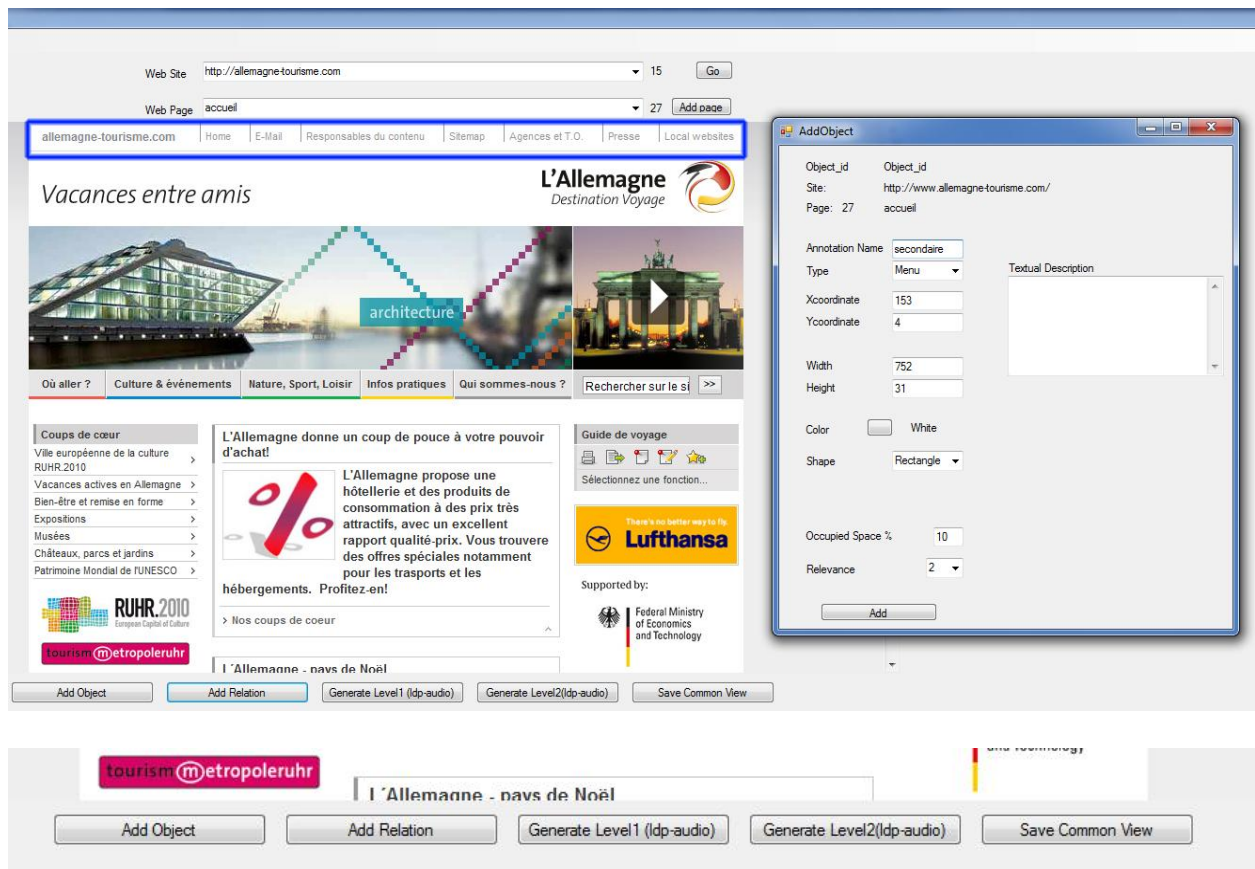


Figure 5-5 Interface graphique correspondant au module d'annotation du système GIVRA

## 5.6.2 Implémentation du module de génération

Après avoir annoté les groupements et les relations dans une page web, il s'agit de transformer les différentes propriétés en tactile. Cette opération est réalisée en plusieurs étapes :

- 1- **Création de la base de symboles visuels** : nous avons développé sous Visio une base de symboles visuels représentant chacune des propriétés des objets. Cette base correspond aux mêmes symboles élaborés au chapitre 4.
- 2- **L'arrangement des symboles et la génération de l'Image de Page** : Ayant toutes les propriétés qui décrivent tous les éléments de la page web, nous faisons une requête auprès de la base de données pour extraire les différentes propriétés afin d'arranger les symboles et de produire l'image correspondante de la page web, selon le niveau de granularité souhaité, .

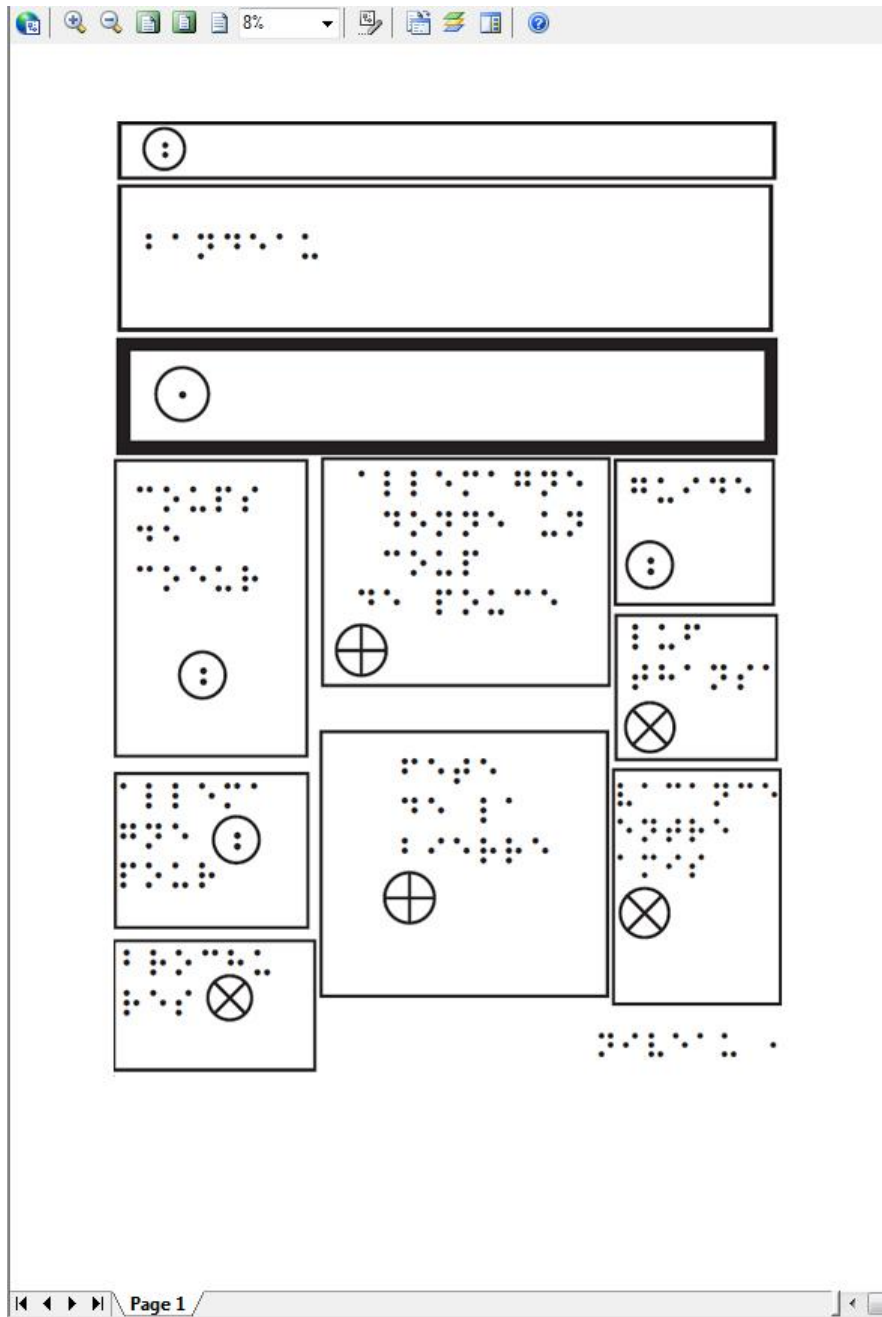


Figure 5-6 Génération de l'Image de Page Web à l'aide de l'API Visio

- 3- **L'impression** : l'image de page ainsi produite sera imprimée, puis passée dans un four du type « ZY-Fuse » pour avoir une reproduction tactile de la page.



# Chapitre 6 : Evaluation de l'Accessibilité Augmentée des Images de Pages Web

---

*Dans ce chapitre nous proposons une expérimentation pour évaluer le modèle MAP/RDF associé à une présentation tactile d'informations visuelles auprès de sujets non voyants : l'objectif de cette évaluation est de tester si le non voyant avec le support tactile que nous proposons aura une meilleure accessibilité aux informations visuelles des pages web. Pour ce faire, nous procéderons par une méthode de type « questions » pour connaître l'identification des groupements visuels perçus par les sujets lors de l'exploration de la page Web au travers de deux niveaux d'Images de Pages Web.*

---



## 6.1 Evaluation de la contribution du modèle MAP/RDF pour une meilleure accessibilité.

Afin de vérifier l'utilité et l'apport de notre modèle MAP/RDF présenté au chapitre 5, nous avons effectué une évaluation de ce modèle auprès de personnes non voyantes. Dans cette section nous décrivons successivement toutes les étapes de notre expérience, les hypothèses avancées, la méthode d'évaluation et les résultats obtenus. Notre objectif était alors de produire une interface tactile des pages web permettant une accessibilité augmentée : l'accès aux groupements visuels au moyen de leurs propriétés et des relations les associant.

Dans l'observation décrite au chapitre 3, nous avons démontré que le fait que les non voyants ne puissent pas accéder aux indices visuels de la page web pose des problèmes au niveau de la compréhension globale de la page. Avant d'évaluer l'apport de notre modèle MAP-RDF, en termes d'augmentation de l'accessibilité aux groupements visuels des pages, nous avons conduit un protocole expérimental. Nous procédons d'abord à la vérification de de notre système et de l'expressivité de présentation tactile que nous proposons, c'est-à-dire si, après l'application de notre modèle à une page web, ce système génère bien une représentation de la page dont les informations visuelles sont perçues par les non voyants. Nous réalisons ensuite l'expérimentation sur le site « <http://allemagne-tourisme.com> » qui est l'un des sites du corpus que nous avons étudié. Comme nous l'avons montré au chapitre 2, tous ces sites sont équivalents en termes de représentation des niveaux d'images de pages Web tactiles. La seule différence réside dans la disposition des groupements et leurs propriétés dans la page.

### 6.1.1 Hypothèses

Notre hypothèse générale est : « **l'Image de Page web représentée dans une modalité tactile améliore l'accessibilité des informations visuelles dans les pages web pour les non voyants** ». Cette hypothèse est composée de quatre sous-hypothèses dont nous voulons tester la validité :

1. L'image de page web tactile permet l'accès aux **groupements visuels** de la page ;

2. L'image de page web tactile permet l'accès aux **propriétés visuelles** des constituants de la page ;
3. L'image de page web tactile permet l'accès aux **relations visuelles et contextuelles** entre les constituants de la page ;
4. L'image de page web tactile fournit **un accès global et non séquentiel** à la page.

## 6.1.2 Les variables

Les variables représentent les caractéristiques que nous voulons étudier dans l'expérience. Il en existe deux types, les variables indépendantes et les variables dépendantes.

### 6.1.2.1 Les variables indépendantes :

Une variable indépendante est une caractéristique que l'on décide de faire varier pour étudier son effet. Il s'agit de la caractéristique dont la valeur est contrôlée par la personne qui expérimente. Dans notre expérimentation, il s'agit des niveaux d'IdP de la représentation de la page d'accueil du site web de l'Allemagne ;

- L'IdP (Image de Page) web tactile de la page d'accueil du site de l'Allemagne :
  - Le niveau 1 de l'IdP : Il représente les menus et leurs rôles, les rubriques et leurs rôles, le bandeau, son caractère visuel, les formes visuelles des objets et la couleur principale des groupements ;



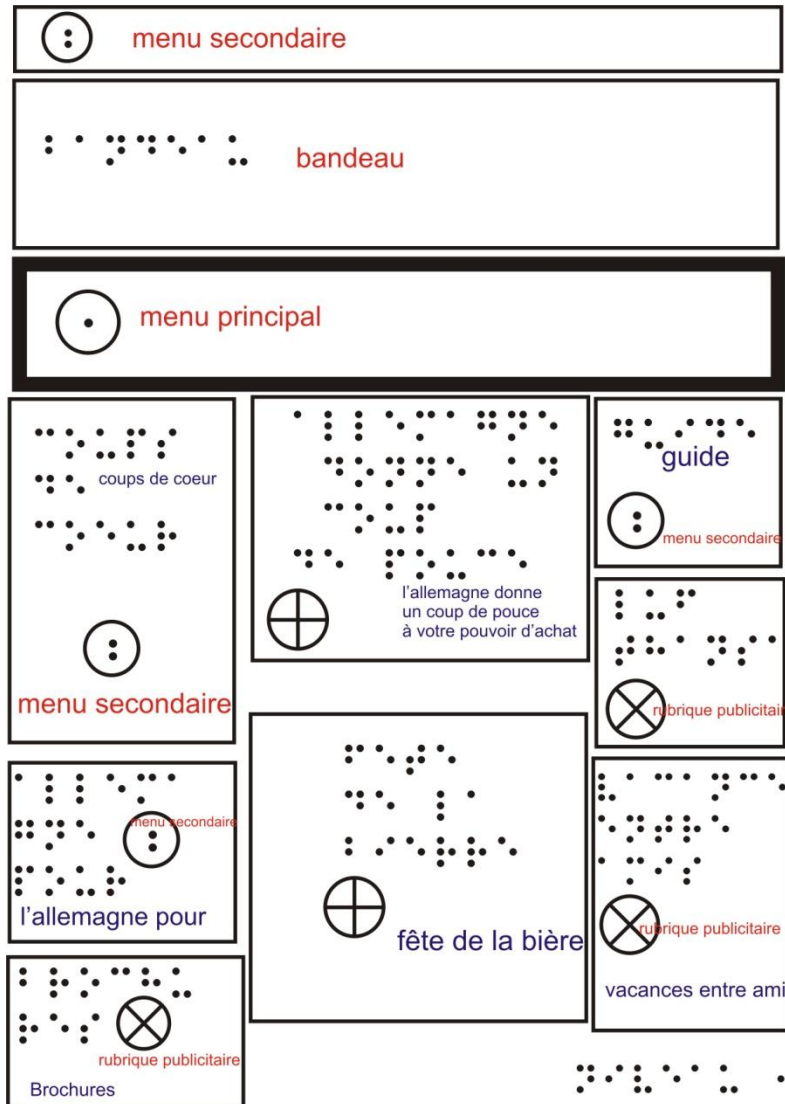


Figure 6-1 : Niveau 1 d'IdP de la page d'accueil du site web de l'Allemagne

- Le niveau 2 de l'IdP : Il contient la descendance des menus, le caractère visuel du bandeau et des rubriques (présence d'animation), et les relations entre ces groupements.

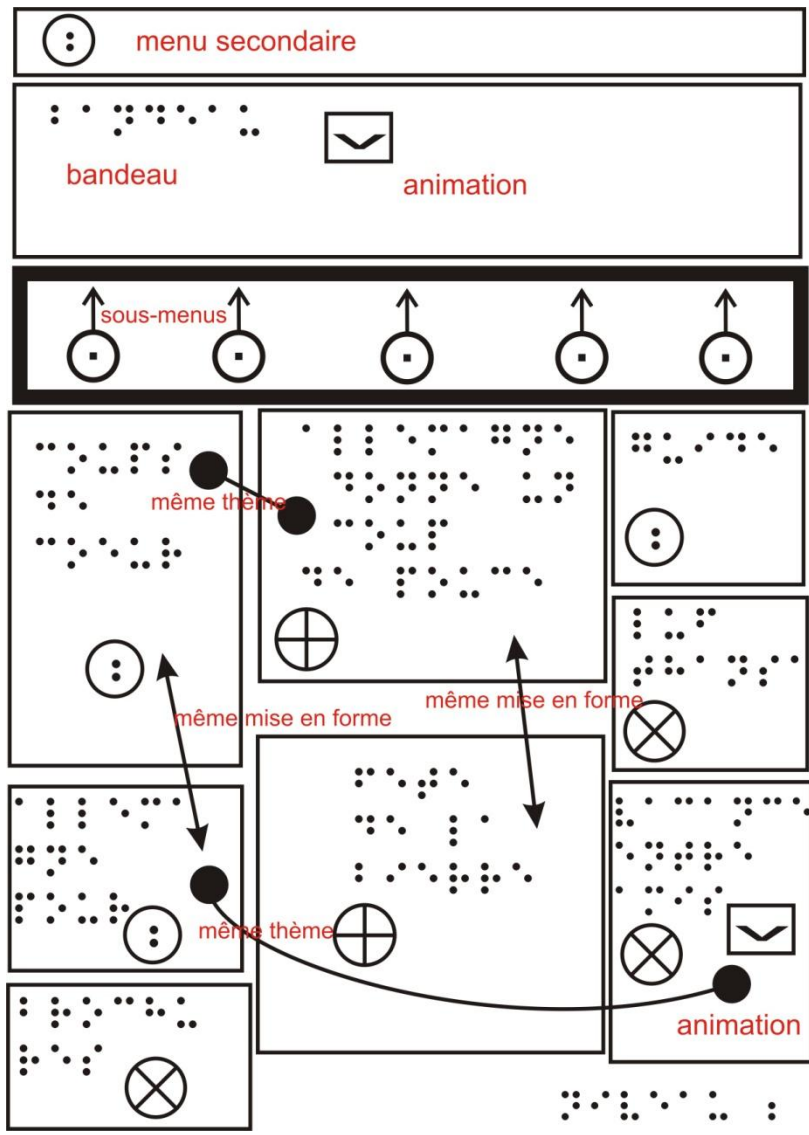


Figure 6-2 : Niveau 2 d'IdP de la page d'accueil du site web de l'Allemagne

- Le niveau 3 de l'IdP : Il contient la disposition interne des groupements visuels, les styles et les polices de caractères avec et sans effet souris.

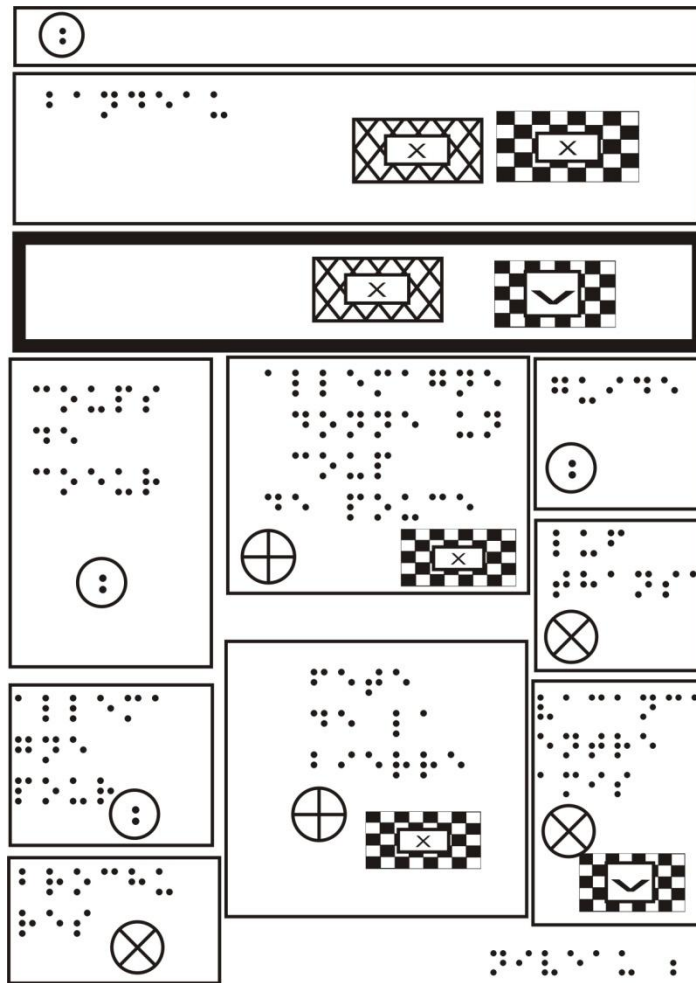


Figure 6-3 : Niveau 3 d'IdP de la page d'accueil du site web de l'Allemagne

### 6.1.2.2 Les variables dépendantes

Une variable dépendante est une caractéristique qui peut varier en réaction à une variable indépendante. On peut dire qu'elle subit l'influence de la variable indépendante et donc qu'elle en dépend. Les variables dépendantes correspondent aux caractéristiques qui seront mesurées à la suite des variations des variables indépendantes. Dans cette expérimentation nous définissons les variables dépendantes suivantes :

- Variables binaires ayant seulement deux valeurs (Accès ou pas à l'information correspondante)<sup>14</sup>
  - Accès aux groupements visuels de la page :
    - Composition de la page ;
    - Arborescence des groupements ;
  - Accès aux propriétés visuelles :
    - Position d'un groupement dans la page ;
    - Dimensions d'un groupement dans la page ;
  - Accès aux relations visuelles;
    - Relation 1 ;
    - Relation 2 ;
  - Accès aux relations contextuelles ;
    - Relation 1 ;
    - Relation 2 ;
  - Perception des symboles tactiles proposés ;
    - Symbole du menu ;
    - Symbole du menu secondaire ;
    - Symbole de la rubrique informationnelle ;
    - Symbole de la rubrique publicitaire ;
    - Symbole de l'animation ;
    - Symbole de la relation de même thème ;
    - Symbole de la relation de même mise en forme ;
    - Symbole du sous menu ;
- Temps mis pour réaliser la tâche, variable obtenue grâce à la durée enregistrée par la caméra qui a filmé l'ensemble des expérimentations.

---

<sup>14</sup> Les valeurs de ces variables sont extraites à partir de l'analyse du discours des sujets qui réalisent l'expérience.

### 6.1.3 Pré-test

Nous avons réalisé un pré-test auprès d'un utilisateur non voyant ingénieur récemment retraité à l'IRIT. Cela nous a permis d'affiner les scénarios et les questionnaires proposés. Nous avons également pu nous rendre compte que le niveau 3 d'Image de Pages contenant des informations sur les couleurs, les effets suite aux évènements souris, apportent des concepts nouveaux pour les non voyants. Aussi, à ce stade nous nous limiterons à évaluer les deux premiers niveaux d'Images de Pages tactiles. Comme nous l'avons montré dans l'étude du chapitre 4 auprès des concepteurs graphiques, ces deux niveaux contiennent les informations les plus importantes. Ce travail devra être poursuivi par une évaluation du troisième niveau d'IdP apportant des informations sur les animations, les couleurs, les effets souris, les dispositions internes des groupements. Cela nécessitera une phase d'explicitation de ces concepts moins familiers aux non voyants, afin qu'ils puissent prendre pleinement conscience de leur intérêt.

### 6.1.4 Préparation de l'expérimentation

#### 6.1.4.1 *Le matériel*

Le matériel utilisé dans l'expérimentation est :

- Un ordinateur de bureau fonctionnant sous Windows XP ;
- Une plage Braille qui affiche les textes en caractères Braille ;
- Le lecteur d'écran Jaws (6) et le navigateur Internet explorer (6) ;
- Du papier tactile thermo-gonflé par le four « ZY-Fuse » reproduisant l'impression des documents en tactile ;
- Un Caméscope pour enregistrer les séances d'expérimentations avec les utilisateurs.

#### 6.1.4.2 *La population d'étude*

Six personnes ont participé à cette évaluation. Ils sont tous non voyants, experts quant à l'utilisation de l'ordinateur. Ils utilisent l'internet pour réaliser des tâches quotidiennes (consultation des courriels, achats en ligne, réservation, consultation des comptes bancaires, consultations de factures téléphoniques ...). Ils sont également experts dans l'utilisation du

lecteur d'écran Jaws et de ses différentes fonctionnalités. Le tableau ci-dessous résume les profils des utilisateurs.

Tableau 6-1 : Profils des utilisateurs non voyants qui ont testé notre modèle

	Sexe	Déficiência visuelle	Age	Profession	Utilisation internet	Braille
Sujet 1	Masculin	Aveugle	Entre 30 et 40	Chercheur	Quotidienne	Expert
Sujet2	Masculin	Aveugle	Entre 60 et 70	Ingénieur	Quotidienne	Expert
Sujet 3	Masculin	Aveugle	Entre 30 et 40	Professeur de Braille	Quotidienne	Expert
Sujet 4	Masculin	Aveugle	Entre 30 et 40	Expert de dessins en relief	Quotidienne	Expert
Sujet 5	Masculin	Aveugle	Entre 20 et 30	Ingénieur	Quotidienne	Expert
Sujet 6	Féminin	Aveugle	Entre 40 et 50	Assistante médicale	Quotidienne	Experte

### 6.1.5 Scénarios de l'expérience :

Nous procédons en réalisant deux scénarios de test :

- 1- **Scénario 1 (Sans IdP) :** Nous testons l'accessibilité aux informations visuelles de la page d'accueil du site web de l'Allemagne par le non voyant en utilisant les outils usuels (lecteur d'écran Jaws couplé à un afficheur braille) sans notre représentation des Images de Pages web tactiles.
- 2- **Scénario 2 (Avec IdP) :** Nous testons l'accessibilité aux informations visuelles de la page d'accueil du site web de l'Allemagne par le non voyant en utilisant notre

nouvelle représentation des Images de Pages web tactiles. Le déroulement des deux scénarios de l'expérimentation est détaillé dans la suite.

### *6.1.5.1 Scénario 1 (Sans IdP)*

Le but de ce scénario est double :

- D'une part, valider notre hypothèse que le non voyant, avec les outils usuels ne peut pas accéder aux informations visuelles (à l'organisation de la page, aux propriétés visuelles des constituants et aux relations entre les groupements de la page) ;
- Et d'autre part, sensibiliser le sujet à la représentation tactile qui lui sera présentée de la même page.

Ce scénario reprend en partie l'observation réalisée au chapitre 3 . Il a pour objectif de permettre de valider l'apport de notre modèle de représentation tactile lors de la consultation d'un site donné. Cette première étape de l'expérimentation se déroule alors en réalisant la série de tâches suivante :

**Tâche 1** : Exploration de la page d'accueil du site web <http://allemagne-tourisme.com> :

Objectif : Découvrir et explorer la page web.

Déroulement :

1. Ouvrir le navigateur Internet Explorer ;
2. Ouvrir l'adresse URL : <http://allemagne-tourisme.com> ;

Consigne : Explorer la page du haut en bas en utilisant le lecteur d'écran Jaws, l'afficheur braille et la synthèse vocale. La lecture séquentielle proposée par les lecteurs d'écrans nous assure que les utilisateurs liront bien la totalité de la page.

Paramètres recueillis :

- Temps mis pour explorer la page (depuis le chargement de la page jusqu'à sa lecture complète)

**Tâche 2** : Repérage des groupements visuels de la page :

Objectif : Tester l'accessibilité à l'organisation visuelle de la page.

Déroulement : Questionnaire conditionnel :

1. Quels sont les items du menu principal du site web de l'Allemagne ?
  - a. S'il répond, il lui est demandé de préciser comment il a procédé pour les identifier ?
2. Quels sont les items de la rubrique « coups de cœur » ?
  - a. S'il répond, il lui est demandé de préciser comment il a procédé pour les identifier ?
3. Est-ce que vous êtes en mesure de déterminer les éléments du bandeau ?
  - a. S'il répond, il lui est demandé de préciser comment il a procédé pour les identifier ?

Consigne : Demander au non voyant de ré-explore si c'est nécessaire la page avant de répondre aux questions.

Variables recueillies : A partir des réponses verbales du sujet, nous souhaitons recueillir les variables suivantes :

- Composition de la page ;
- Position des groupements dans la page ;
- Dimensions des groupements ;
- Titres des groupements.

**Tâche 3** : Identification des sous-menus et des relations contextuelles :

Objectif : Tester l'accessibilité à l'arborescence des menus et aux relations contextuelles.

Déroulement : Questionnaire conditionnel :

1. Accéder à la page culture et événements. Dans cette page, il y a un menu « top événements », pouvez vous citer les événements qui y figurent ?
2. Pouvez-vous identifier une relation entre le menu « coup de cœur » et la rubrique « L'Allemagne donne un coup de pouce à votre pouvoir d'achat » ? Si oui laquelle ? Comment avez-vous procédé pour l'identifier ;



Consigne : Ré-explorer attentivement la page pour essayer de trouver des relations entre les groupements en question.

Variables recueillies : A partir des réponses verbales du sujet, nous souhaitons recueillir les variables suivantes :

- Indices permettant de déterminer l'arborescence des menus ;
- Indices permettant de déterminer les relations contextuelles.

### *6.1.5.2 Scénario 2 (Avec IdP)*

Le but de ce scénario est de valider notre hypothèse que le non voyant, à l'aide des niveaux de IdP, pourra accéder aux informations visuelles (à l'organisation de la page, aux propriétés visuelles des constituants des pages et aux relations entre les groupements de la page).

Cette deuxième étape de l'expérimentation se déroule alors en réalisant une série de tâches. La première tâche permet au sujet de se sensibiliser au concept de l'Idp et de s'appropriier les représentations tactiles associées. Les tâches suivantes correspondent à la consultation de la page associée respectivement aux représentations associées à la page des niveaux d'IdP1 et 2.

**Tâche 1** : Découverte de l'IdP tactile :

Objectif : Comprendre l'environnement de l'expérimentation, les concepts en question et le fonctionnement des IdPs ;

Déroulement : Tout d'abord nous présentons au non voyant l'environnement de l'expérimentation, le matériel utilisé et le déroulement de l'expérimentation :

1. Le matériel: Chaque papier thermoformé contient des graphiques mis en relief ;

2. Les concepts : selon notre observation des pages web, nous considérons qu'une page web est composée de plusieurs groupements visuels (menus, rubriques bandeaux, entre autres,...), leurs propriétés propres et les relations les associant.
3. Le fonctionnement présenté au sujet: Nous leur expliquons que nous représentons ces groupements visuels et les relations les associant en tactile et que nous appelons cette représentation (image de page web). Par contre nous ne représentons pas toutes ces informations d'un seul coup à cause des problèmes liées à la limitation du tactile d'une part et à la grande quantité d'information qui génère une surcharge cognitive d'autre part. Pour cela nous avons réparti ces informations en 2 niveaux ; Chaque niveau est représenté en tactile par deux pages : la première contient les symboles tactiles et leur signification : on appelle cette page la légende ; la deuxième page contient la représentation en tactile des informations du niveau en question contenant les symboles correspondants. Nous précisons au non voyant que chaque groupement visuel est représenté par un cadre délimité par un trait en relief (épaisseur de 4 mm pour le menu principal et 2 mm pour les autres groupements). Les propriétés de chaque groupement sont matérialisées par des symboles tactiles placés à l'intérieur d'un cadre et s'appliquant à la totalité du groupement visuel en question. A titre d'exemple nous leur expliquons, que nous avons prévu un symbole pour le rôle d'un groupement visuel ; un autre pour dire qu'un menu peut avoir un ou plusieurs sous menus ; des flèches de plusieurs types entre les groupements pour représenter les relations et d'autres symboles que nous verrons dans la suite.
4. A ce stade, nous procédons par un exemple de démonstration pour vérifier l'assimilation du fonctionnement et la perception des symboles tactiles : Nous présentons dans un premier temps une page tactile contenant un ensemble de symboles et leurs significations textuelles en écriture Braille (voir Figure 6-4). Le non voyant va tout d'abord explorer tactilement et en verbalisant cette page en essayant de comprendre les symboles et de les mémoriser. Dans un deuxième temps nous lui présentons une autre page contenant un sous ensemble de ces symboles sans leurs significations, et il

lui est demandé de les identifier (voir Figure 6-5). S'il ne les a pas encore mémorisés, il pourra se référer à la première page avec signification textuelle afin de faire correspondre chaque symbole à sa signification.

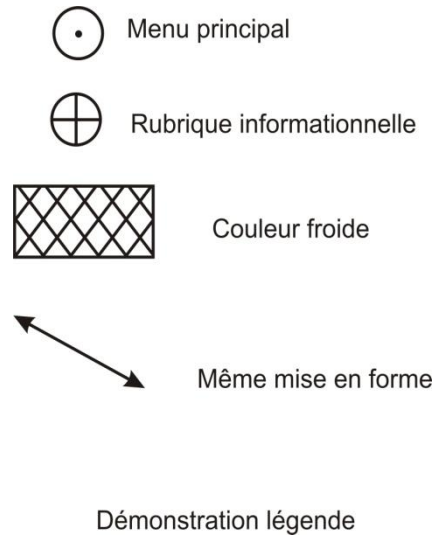


Figure 6-4 : Exemple de démonstration des symboles tactiles avec leur description textuelle.

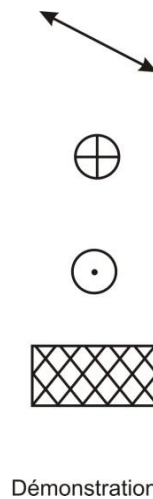


Figure 6-5 : Exemple de démonstration des symboles tactiles sans leur description textuelle.

Consigne : Prendre le temps nécessaire pour comprendre l'environnement de l'expérimentation ;

Paramètres recueillis :

- Perception des caractères Braille ;
- Perception des symboles tactiles.

**Tâche 2** : Exploration du niveau 1 de l'IdP web tactile de la page d'accueil du site <http://allemagne-tourisme.com> :

Objectif : Découverte du niveau 1 de l'IdP web tactile.

Déroulement :

1. Explorer la légende du niveau 1 et comprendre la signification de chaque symbole ;
2. Explorer le niveau 1 d'Image de Page contenant les symboles présentés en légende ;

Consigne : Prendre le temps nécessaire pour explorer avec les deux mains en verbalisant la totalité de la page.

Variables recueillies : A partir de cette tâche nous souhaitons recueillir les variables suivantes :

- Temps nécessaire pour découvrir la page ;

**Tâche 3** : Identification des groupements visuels dans la page :

Objectif : Tester l'accessibilité à l'organisation visuelle de la page.

Déroulement : Questionnaire :

1. Quel est le nombre de menus dans la page ?
2. Quel est le nombre de menus secondaires dans la page ?
3. Quelle est la position de chaque menu secondaire ?
4. Quelle est la largeur du menu principal par rapport au menu secondaire situé à gauche ?

5. Quelle est la hauteur du menu secondaire situé à gauche de la page par rapport au menu principal ?
6. Quel est le groupement qui est à gauche de la rubrique « l'Allemagne donne un coup de pouce » ?
7. Quelle est la position du menu principal par rapport au bandeau ?
8. Quel est le nombre de rubriques informationnelles ?
9. Quel est le nombre de rubriques publicitaires ?
10. Quels sont les titres des rubriques ?

Consigne : Si c'est nécessaire prendre le temps pour explorer de nouveau le niveau 1 de l'Image de Page web tactile pour répondre aux questions.

Variables recueillies : A partir des réponses du sujet et de la phase de verbalisation préalable, nous souhaitons recueillir les variables suivantes :

- Composition de la page ;
- Position des groupements dans la page ;
- Dimensions des groupements les uns par rapport aux autres ;
- Titre des groupements.

**Tâche 4** : Exploration du niveau 2 de l'IdP web tactile de la page de l'Allemagne :

Objectif : Découverte du niveau 2 de l'IdP web tactile.

Déroulement :

1. Explorer la légende du niveau 2 et comprendre la signification de chaque symbole ;
2. Explorer le niveau 2 d'Image de Page contenant les symboles présentés en légende ;

Consigne : Prendre le temps nécessaire pour explorer avec les deux mains en verbalisant la totalité de la page.

Variables recueillies : A partir de cette tâche nous souhaitons recueillir les variables suivantes :

- Temps nécessaire pour découvrir la page

**Tâche 5** : Identification des sous-menus et des relations contextuelles et visuelles :

Objectif : Tester l'accessibilité à l'arborescence des menus et aux relations contextuelles et visuelles.

Déroulement : Questionnaire :

1. Combien de sous menus que le menu principal pourra avoir ?
2. Quelles sont les rubriques qui ont le même thème ?
3. Quelles sont les groupements visuels qui ont la même mise en forme ?
4. Quels sont les groupements qui sont animés ?

Consigne : Si c'est nécessaire prendre le temps pour explorer de nouveau le niveau 2 d'image de page tactile pour répondre aux questions.

Variables recueillies : A partir des réponses du sujet et de la phase de verbalisation préalable, nous souhaitons recueillir les variables suivantes :

- Accès à l'arborescence des menus ;
- Accès aux relations contextuelles et visuelles.

## 6.2 Résultats de l'évaluation

L'expérience a été faite en réalisant les deux scénarios successivement par chaque sujet. La durée moyenne de toute l'expérimentation (scénario1+scénario 2) est de 42 minutes. La durée moyenne du premier scénario est de 17 min, la durée moyenne du deuxième scénario est de 25 minutes. Nous présentons ci-dessous les résultats correspondants.

### 6.2.1 Scénario 1

Pour le scénario 1, dont l'objectif est de valider l'hypothèse que le non voyant, avec les outils actuels d'accessibilité ne peut pas accéder aux groupements visuels, à leurs propriétés et aux relations entre ces groupements. Les résultats trouvés sont conformes à ceux de l'observation préliminaire présentée au chapitre 3 pour laquelle les non voyants n'ont pas pu identifier les items du menu principal, des rubriques, des bandeaux ni les relations visuelles. Par ailleurs, de même que pour l'observation rapportée dans le chapitre 3, des relations contextuelles ont été identifiées à l'aide d'indices discursifs communs aux groupements en question ; Par exemple la présence d'une expression dans les deux groupements « coup de cœur » ce qui dénote pour les non voyants une relation contextuelle entre les deux groupements. Le Tableau 6-2 et le Tableau 6-3 ci-dessous illustrent les résultats de l'évaluation de l'accessibilité aux groupements visuels et aux relations lors du premier scénario sur le site de l'Allemagne.

Tableau 6-2 : Résultats de l'évaluation de l'accessibilité aux groupements visuels : scénario 1

<b>Groupement Visuel</b>	<b>Nombre de sujets pour lesquels le groupement est accessible</b>
Menu principal	1/6
Sous-menu	4/6
Rubriques	0
Bandeau	0

Tableau 6-3 : Résultats de l'évaluation de l'accessibilité aux relations entre les groupements visuels : scénario 1

<b>Relation</b>	<b>Nombre de sujets qui l'ont trouvée</b>
Relation contextuelle (même thème)	4/6
Relation contextuelle (développement)	0
Relations visuelles	0

Nous avons donc pu confirmer notre hypothèse d'inaccessibilité à l'organisation de la page et à la plupart des groupements visuels, à leurs propriétés et ainsi qu'aux relations entre ces groupements.

### 6.2.2 Scénario 2

Nous rappelons que le deuxième scénario a pour objectif d'étudier l'augmentation de l'accessibilité des images de pages web tactiles. Le temps moyen de ce deuxième scénario a été réparti sur les tâches comme illustré dans le tableau suivant :

Tableau 6-4 : temps mis par chaque utilisateur lors du deuxième scénario

Tâche	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3	Sujet 4	Sujet 5	Sujet 6	Temps moyen en minutes
Tâche 1 : Découverte de l'environnement+démonstration	5 min	9 min	9 min	11 min	6 min	8 min	8 min
Tâche 2 : Lecture du niveau 1 (légende+niveau)	2 min	4 min	5 min	5 min	4 min	4 min	4 min
Tâche 3 : Questionnaire d'évaluation du niveau 1	3 min	4 min	4 min	5 min	3 min	6 min	4 min
Tâche 4 : Lecture du niveau 2 (légende+niveau)	3 min	5 min	6 min	6 min	4 min	6 min	5 min
Tâche 5 : Questionnaire d'évaluation du niveau 2	3 min	4 min	4 min	5 min	3 min	4 min	4 min
Temps total par sujet :	16 min	26 min	28 min	32 min	20 min	28 min	25 min

Le graphe de la Figure 6-6 montre la répartition du temps sur les cinq tâches du niveau 2. Nous pouvons noter que la tâche de découverte de l'environnement est la tâche la plus longue. Nous formulons l'hypothèse suivante, à savoir que les utilisateurs ont pris le temps de bien s'approprier l'ensemble des symboles tactiles et leurs significations avant d'aborder les étapes suivantes. La Figure 6-7 illustre le temps pris par chaque utilisateur pour le



deuxième scénario. Nous notons que c'est le sujet 4 qui a mis le plus de temps pour réaliser ce deuxième scénario.

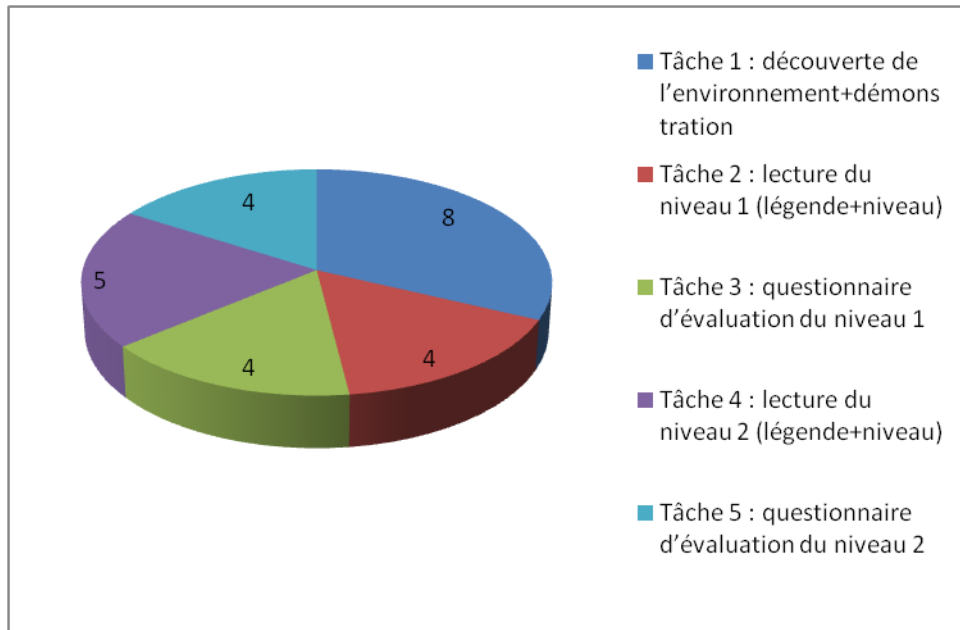


Figure 6-6 : Temps moyen réparti sur la réalisation de chaque tâche.

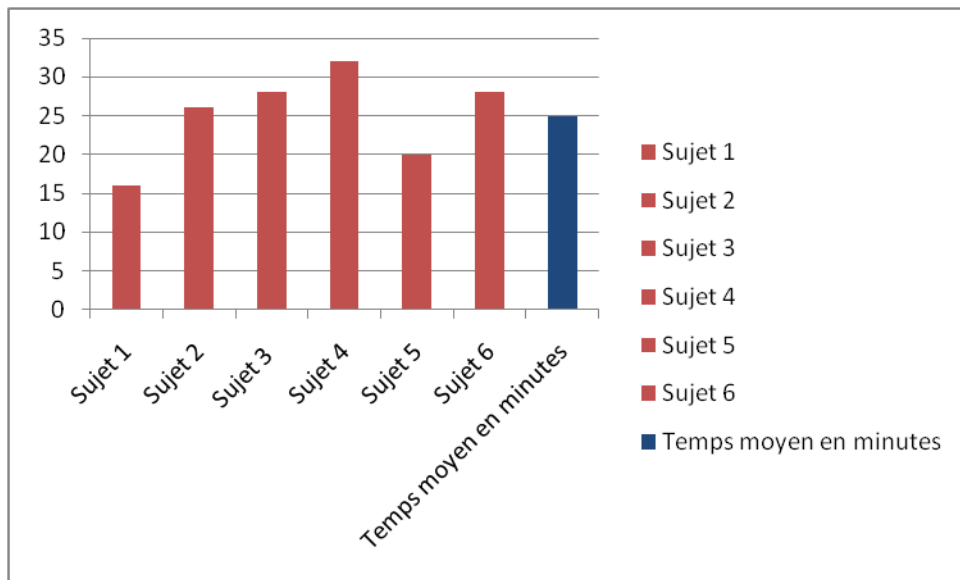


Figure 6-7 : Temps mis par chaque utilisateur lors du deuxième scénario.

### *6.2.2.1 La perception des symboles tactiles*

L'objectif de la première tâche était de valider que les symboles tactiles proposés au non voyants sont bien perçus. En effet, l'analyse du discours des non voyant au moment de l'exploration nous a permis de recueillir la description des symboles par chaque utilisateur :

- Pour le menu principal : tous les sujets ont considéré qu'il s'agissait d'un « point à l'intérieur d'un cercle » ;
- Pour le menu secondaire : de la même manière, tous les utilisateurs ont décrit le symbole correspondant par « deux points à l'intérieur d'un cercle ».
- Pour la rubrique informationnelle, cinq des six sujets ont considéré que le symbole était une croix à l'intérieur d'un cercle, alors qu'un seul sujet l'a considéré comme « un signe d'addition à l'intérieur d'un cercle ».
- Pour la rubrique publicitaire : trois sujets ont dit que c'était la croix de saint André à l'intérieur d'un cercle, deux sujets l'ont considéré comme une « croix un peu tournée », alors qu'un sujet l'a considéré comme le « signe de multiplication ». A noter qu'un des six sujet a eu des difficultés à bien différencier les symboles correspondant aux deux types de rubriques, il a dû prendre un peu plus de temps pour bien assimiler ces symboles.
- Pour le symbole du sous-menu : les six utilisateurs l'ont considéré comme étant un « cercle avec un point à l'intérieur lié à une flèche tournée vers le haut ».
- Pour les relations : tous les sujets ont reconnu les « deux bouts de flèche liés » pour la relation de même mise en forme et « les deux disques liés » de la relation de même thème.

En conclusion, tous les utilisateurs sont en mesure de comprendre et de mémoriser tous les symboles proposés. Nous pouvons alors nous affranchir de la bonne lecture des symboles tactiles avant de passer à l'analyse des phases suivantes. Il faut noter que, pour cette évaluation que nous avons présentée, nous sommes contents à ne représenter que quelques groupements visuels présents dans les pages web. Il serait souhaitable de refaire cette expérience avec davantage de groupements visuels, et cela impliquerait autant de

symboles tactiles correspondants, ce qui aura nécessairement un effet qui reste à mesurer sur la perception, l'identification et la mémorisation de ces symboles.

#### *6.2.2.2 Résultats de la lecture du niveau I d'IdP web tactile*

L'objectif du niveau 1 d'IdP tactile était de permettre au non voyant d'avoir une représentation tactile de la disposition des groupements dans la page et de distinguer leurs rôles. Les questions posées dans la tâche 3 ont pour rôle de vérifier si cet objectif est atteint. Pour cela, nous avons créé une fiche par sujet pour les réponses aux questions correspondantes. Le **Tableau 6-5** et le **Tableau 6-6** contiennent les réponses recueillies au questionnaire relatif au niveau 1 et d'IdP.

Tableau 6-5 : les réponses des sujets au questionnaire du niveau 1

	Nombre de menus	Nombre de menus secondaires	Position de chaque menu secondaire				Largeur du menu principal par rapport au menu à gauche	Hauteur du menu secondaire qui est à gauche par rapport au menu principal (B)
			A	B	C	D		
Bonne Réponse	5	4	En haut de la page	à gauche sous le menu principal	à gauche Sous le menu secondaire « coup de cœur »	à droite sous le menu principal	Supérieure	Supérieure
Sujet 1	5	4	En haut de la page au début	à gauche sous le menu principal	à gauche Sous le menu secondaire « coup de cœur »	à droite sous le menu principal	Supérieure, menu à gauche 1/3 du menu principal	Supérieure 1/3
Sujet 2	4	3	-	à gauche sous le menu principal	à gauche Sous le menu secondaire « coup de cœur »	à droite sous le menu principal	Menu à gauche 1/3 du menu principal	Supérieure

Sujet 3	4	4	-	à gauche sous le menu principal	à gauche Sous le menu secondaire « coup de cœur »	à droite sous le menu principal	Menu à gauche 1/3 du menu principal	Supérieure, plus que le tiers du menu secondaire
Sujet 4	4	3	En haut de la page au début	à gauche sous le menu principal	à gauche Sous le menu secondaire « coup de cœur »	à droite sous le menu principal	Menu à gauche 1/3 du menu principal	Supérieure, plus que le tiers du menu secondaire
Sujet 5	5	4	En haut de la page au début	à gauche sous le menu principal	à gauche Sous le menu secondaire « coup de cœur »	à droite sous le menu principal	Supérieure, toute la largeur, menu à gauche 1/3 du menu principal	Supérieure, plus que le tiers du menu secondaire
Sujet 6	5	4	-	à gauche sous le menu principal		à droite sous le menu principal	Le triple	Supérieure, plus que le tiers du menu secondaire



Tableau 6-6 : les réponses des sujets au questionnaire du niveau 1 (suite)

	Nombre de rubriques informationnelles	Nombre de rubriques publicitaires
Bonne Réponse	2	3
Sujet 1	2	3
Sujet 2	2	3
Sujet 3	2	3
Sujet 4	2	2
Sujet 5	2	3
Sujet 6	2	3

Au cours du déroulement de la tâche 2 de lecture du niveau 1 de l'IdP tactile, le non voyant verbalisait ce qu'il explorait avec les mains, ce qui nous a permis, avant de poser les questions, de voir ce qu'il a perçu et ce qu'il n'a pas perçu. A titre d'exemple, Pour les sujets 2 et 4, au moment de la lecture ils ont reconnu tous les menus secondaires alors que lorsque nous avons posé les questions 1 et 2 de la tâche 3 concernant le nombre de menus, et le nombre de menus secondaires dans la page, ils ont systématiquement oublié le premier menu secondaire situé tout en haut de la page avant le bandeau. Cela est sans doute dû à la position inhabituelle de ce menu secondaire, qui pose un problème de mémorisation. Il faut noter que pour répondre à la question, les utilisateurs ont pu explorer de nouveau la page, mais ils n'ont commencé l'exploration qu'à partir du bandeau.

Le tableau résume l'évaluation du premier niveau d'IdP.

Tableau 6-7 : Evaluation du niveau I d'IdP

Identification	Nombres de sujets qui ont répondu correctement (parmi 6)
Nombre de menus	3
Nombre de menus secondaires	4
Position de chaque menu secondaire A      B      C      D	4    6    5    6
Largeur du menu principal par rapport au menu à gauche	6
Hauteur du menu secondaire qui est à gauche par rapport au menu principal (B)	6
Nombre de rubriques informationnelles	6
Nombre de rubriques publicitaires	5

Les résultats obtenus nous permettent de valider que les utilisateurs ont bien perçu le rôle, le titre et la position de chaque groupement dans la page et ont pu ainsi se faire une première représentation mentale de la page web.

### *6.2.2.3 Résultats de la lecture du niveau 2 d'IdP web tactile*

L'objectif du niveau 2 d'IdP tactile était de permettre au non voyant d'avoir une représentation tactile des sous-menus, des relations visuelles et contextuelles et d'informer de la présence d'une animation dans un groupement visuel. Les questions posées dans la tâche 6 ont pour rôle de vérifier si cet objectif est atteint. Le Tableau 6-8 contient les réponses recueillies au questionnaire relatif au niveau 2 d'IdP.



Tableau 6-8 : Les réponses des sujets au questionnaire du niveau 2.

	Nombre de sous menus	Groupements qui ont le même thème		Groupements qui ont la même mise en forme 3		Groupements animés
		Relation 1	Relation 2	Relation 1	Relation 2	
Bonne Réponse	5	« Coup de cœur » et « Allemagne donne un coup de pouce »	« Allemagne pour » et « Vacances entre amis »	« coup de cœur » et « Allemagne pour »	« Allemagne donne un coup de pouce » et « fête de la bière »	Bandeau et vacances entre amis
Sujet 1	5	« Coup de cœur » et « Allemagne donne un coup de pouce »	« Allemagne pour » et « Vacances entre amis »	« coup de cœur » et « Allemagne pour »	« Allemagne donne un coup de pouce » et « fête de la bière »	Bandeau et vacances entre amis
Sujet 2	5	« Coup de cœur » et « Allemagne donne un coup de pouce »	« Allemagne pour » et « Vacances entre amis »	« coup de cœur » et « Allemagne pour »	« Allemagne donne un coup de pouce » et « fête de la bière »	Bandeau et vacances entre amis
Sujet 3	5		« Allemagne pour » et « Vacances entre amis »	« coup de cœur » et « Allemagne pour »	« Allemagne donne un coup de pouce » et « fête de la bière »	Bandeau et vacances entre amis
Sujet 4	5		« Allemagne pour » et « Vacances entre amis »		« Allemagne donne un coup de pouce » et « fête de la bière »	Bandeau et vacances entre amis

Sujet 5	5	« Coup de cœur » et « Allemagne donne un coup de pouce »	« Allemagne pour » et « Vacances entre amis »	« coup de cœur » et « Allemagne pour »	« Allemagne donne un coup de pouce » et « fête de la bière »	Bandeau et vacances entre amis
Sujet 6	5	« Coup de cœur » et « Allemagne donne un coup de pouce »	« Allemagne pour » et « Vacances entre amis »	« coup de cœur » et « Allemagne pour »	« Allemagne donne un coup de pouce » et « fête de la bière »	Bandeau et vacances entre amis

En analysant les réponses des sujets, nous avons pu recueillir les valeurs des variables correspondant à l'accès aux :

- Sous-menus : Tous les utilisateurs ont pu identifier le nombre de sous-menus du menu principal de la page ;
- Relations contextuelles : Dans la page présentée, nous avons représenté deux relations de même thème :
  - Relation 1 entre la rubrique « Coup de cœur » et la rubrique « Allemagne donne un coup de pouce » : Quatre sujets ont pu identifier cette relation. Le sujet 3 a pu identifier cette relation pendant la phase d'exploration, alors qu'il l'a oubliée à la phase des questions. Tandis que pour le sujet 4, Il l'a ne l'a jamais perçu.
  - Relation 2 entre la rubrique « Allemagne pour » et la rubrique « Vacances entre amis ». Tous les sujets ont pu identifier cette relation ;
- Relations visuelles de même mise en forme :
  - Relation 1 entre la rubrique « coup de cœur » et la rubrique « Allemagne pour » : Tous les sujets ont pu identifier cette relation sauf le sujet 4 ;
  - Relation 2 entre la rubrique « Allemagne donne un coup de pouce » et la rubrique « fête de la bière » : Tous les sujets ont pu identifier cette relation.

Les résultats d'évaluation du niveau II sont les représentés dans le

Tableau 6-9 : Résultats d'évaluation du niveau II d'IdP.

<b>Identification</b>	<b>Nombres de sujets qui ont répondu correctement (parmi 6)</b>
Nombre de sous-menus	6
Groupements qui ont le même thème	4 (2 relations) Les 2 autres (1 relation)
Groupements qui ont la même mise en forme	4 (2 relations) Les 2 autres (1 relation)
Groupements animés	6

Les résultats obtenus nous permettent de valider que les utilisateurs ont bien perçu les menus secondaires, et la présence d'animation et la plupart d'entre eux ont pu identifier les relations visuelles et contextuelles entre les groupements.

### 6.3 Questionnaire de satisfaction

À la fin de l'expérience, il était demandé aux utilisateurs de donner librement leur avis sur le concept d'image de page tactile, et l'intérêt que cela présentait pour eux, en proposant une valeur entre 1 (peu intéressant) et 5 très intéressant. Il en ressort que quatre des six utilisateurs trouvent la représentation tactile de la page web très intéressante parce que cela d'une part leur permettrait d'une part d'imaginer la page telle qu'elle apparaît réellement à l'écran et ainsi de pouvoir échanger avec des voyants concernant la position des différents groupements visuels dans la page. Le Tableau 6-10 reprend les notes émises par les différents utilisateurs et leurs appréciations.

Tableau 6-10 : Evaluation et appréciations globales du modèle par les utilisateurs non voyants

	Sujet 1	Sujet 2	Sujet 3	Sujet 4	Sujet 5	Sujet 6
Note	4/5	4/5	3/5	2/5	4/5	4/5
Commentaire	Oui c'est très intéressant, je n'imaginai pas que le menu principal occupait toute la largeur de la page	c'est très utile pour moi, il m'arrive de devoir expliquer à des collègues une marche à suivre dans une page web et on a du mal à se comprendre	pourquoi pas, il faudrait voir si c'est utilisable dans le futur	je ne crois pas que ça soit utile	hier j'ai essayé d'expliquer au téléphone à une cousine où il fallait cliquer pour télécharger un document et j'aurai bien aimé avoir ce dispositif pour comprendre comment elle voyait la page	c'est super ça me donne un accès global à la page et je suis plus à l'aise avec le tactile

## 6.4 Conclusion

Après la lecture des deux niveaux d'images de pages web tactile, nous pouvons conclure que le non voyant, a pu avoir accès à de nouvelles informations qui sont normalement présentées visuellement et qui sont cachées aux lecteurs d'écrans. A titre d'exemple, les non voyants ne savaient pas que le menu principal de l'Allemagne occupe toute la largeur de la page et qu'il se situe sous le bandeau. Au cours de cette expérimentation, nous avons remarqué également que pendant la phase d'exploration du niveau 1, les non voyants ont pu repérer tous les menus secondaires de la page. Pour les sous-menus, dans l'observation et l'analyse des informations visuelles du chapitre 3, nous avons vu que certains sous-menus sont présentés visuellement avec des effets de déroulement, ce qui fait que même si le non voyant capte les liens hypertextes, il ne pourra pas identifier l'arborescence des menus et par suite distinguer les menus des sous menus. Dans cette expérimentation, nous avons cherché à représenter les sous-menus, et leurs propriétés dans la page et tous les sujets ont pu repérer les sous menus et leurs places dans la page, ainsi que d'autres propriétés. En ce qui concerne le bandeau, les rubriques informationnelles et les rubriques publicitaires, avant la représentation tactile de la page, les non-voyants ne savaient pas qu'il y avait un groupement visuel au début de la page et occupant un grand espace visuel appelé bandeau. De plus, ne pouvant pas identifier les groupements visuels ils ne pouvaient pas identifier les rubriques publicitaires et les rubriques informationnelles.

Du fait que nous avons représenté ces groupements visuels, tous les sujets participant à cette expérimentation ont pu les repérer. Suite à cette évaluation, nous pouvons dire également que les non voyants peuvent repérer les relations visuelles et contextuelles entre les groupements mais les résultats montrent que la représentation tactile doit être encore améliorée afin que ce soit accessible à tous les utilisateurs.

Pour finir, l'enquête de satisfaction auprès des utilisateurs nous a montré qu'ils accueilleraient très favorablement un tel dispositif s'il était disponible.

# Chapitre 7 : Conclusions et perspectives





## 7.1 Conclusion

Le travail que nous avons présenté dans ce manuscrit se situe dans le cadre de l'accessibilité au web pour les personnes non voyantes. Ce sujet contribue à l'enjeu social pour le droit à l'information. L'accessibilité au web est un facteur d'intégration et d'autonomie dont toute personne doit pouvoir bénéficier. Pour les non voyants, la recherche de l'information sur le web peut leur faciliter plusieurs tâches quotidiennes, notamment la communication et l'accès à l'information. Néanmoins, un site web ne respectant pas les normes d'accessibilité peut limiter cet accès à l'information. De plus, nous avons montré dans cette thèse que même si un site web respecte les normes d'accessibilité, il reste un niveau qui n'est pas pris en compte qui est l'accessibilité aux informations visuelles des pages web.

Dans ce contexte, nous avons proposé, d'une part, un modèle qui améliore l'accessibilité aux informations les plus essentielles d'une page web en fournissant une image tactile de la page. D'autre part, nous avons présenté un système de gestion des informations visuelles qui permet aux concepteurs d'annoter les pages web de façon à bien définir les groupements d'objets visuels et les relations les associant.

Dans la première partie de la thèse, nous avons présenté une étude bibliographique en rapport avec la perception des informations à partir de l'accessibilité à l'internet pour les personnes non voyantes. L'objectif de cette partie bibliographique est, d'une part, de rappeler les principaux travaux antérieurs d'accessibilité aux pages web en particulier, et d'autre part, de valider l'insuffisance de ces travaux quant à l'accès à la structure visuelle des pages web. Cette étude nous a permis de définir un nouveau concept d'accessibilité : l'accessibilité augmentée, ce qui a impliqué la nécessité de développer un nouveau modèle d'annotation et de gestion de la structure et des informations visuelles de la page web, qui permet l'accès à ces informations sous forme d'une image tactile, tout en restant fidèle à l'organisation réelle de la page. Les différents problèmes de navigation rencontrés par les non voyants, les principaux outils d'assistance informatiques, les normes d'accessibilité que doivent vérifier les pages web, ainsi que les solutions proposées dans la littérature aux différents problèmes d'accessibilité aux pages web ont été alors exposés. Nous avons ensuite abordé les modalités de perception (visuelle, tactile, orale) à partir d'une présentation des lois de la théorie de la Gestalt, la perception de l'information dans une page web obéissant à des lois similaires. Nous avons en particulier détaillé les principes de la perception tactile, en explicitant les règles qu'il faut respecter pour une reproduction tactile accessible et compréhensible par les non voyants. Nous nous sommes référés par la suite à ces règles lors de la reproduction tactile des images de pages web que nous

avons explicitées dans cette thèse. Nous avons également présenté les principaux problèmes et les différentes études dans la littérature qui concernent l'accessibilité aux pages web et aux éléments les constituant. En particulier, nous avons discuté de l'accessibilité des objets textuels notamment les notions de mise en forme matérielle (MFM), le modèle d'architecture textuel (MAT), la théorie des structures rhétoriques (RST), la théorie de notation de Goodman, ainsi que le langage notationnel d'images de pages (IdP). Nous nous sommes basés sur ces différents concepts pour élaborer un modèle concernant la représentation des informations visuelles dans les pages web.

Dans la deuxième partie de cette thèse, nous avons analysé le contenu visuel d'un corpus de pages web touristiques dans l'objectif d'identifier les éléments visuels qui restent inaccessibles avec les outils d'assistance usuels. Nous avons alors effectué une analyse détaillée du contenu visuel d'un corpus de sites web touristiques développés selon les normes d'accessibilité. A partir de cette analyse, nous avons défini les groupements visuels constitués à partir des objets visuels élémentaires, en particulier : **les menus**, **les rubriques** et **les bandeaux**. Les définitions que nous avons proposées pour ces groupements ont été validées par des experts en informatique et notamment en développement web. Nous avons ensuite relevé les **relations visuelles et contextuelles** qui sont mises en jeu entre les groupements visuels d'une page web. Afin de valider l'hypothèse d'inaccessibilité à ces groupements visuels et à leurs relations, nous avons mené une observation auprès de non voyants experts en informatique. Ces experts utilisent quotidiennement l'internet à l'aide des outils usuels : plage Braille, lecteurs d'écrans (Jaws en particulier), et le navigateur Internet Explorer. L'observation a été réalisée en proposant aux non voyants une série de tâches à réaliser sur les sites web, pour pouvoir répondre à un questionnaire qui a été mis en ligne concernant le contenu et la structure des pages web. Notre objectif étant d'une part de mieux connaître les capacités et les lacunes de Jaws dans la prise en compte de la présentation visuelle qui clarifie ou accélère l'accès selon l'intention de l'auteur du site, et d'autre part, d'envisager les possibilités et les fonctionnalités que nous intégrerons dans notre système. Nous avons détaillé dans la présente thèse les différentes étapes d'élaboration de cette observation auprès des non voyants. Il fallait que les questions et les tâches proposées soient en rapport direct avec le contenu du site web en question, et qu'elles permettent de vérifier l'accessibilité au contenu, aux groupements visuels (menu principal, items, rubriques, bandeau) et aux relations contextuelles et visuelles de la page web, tout en évitant les tâches qui nécessitent un temps de mémorisation et en éliminant la terminologie mal comprise par les observateurs non voyants.

A partir de cette observation, nous avons constaté qu'il est difficile pour les non voyants d'identifier les groupements visuels, et par conséquent, ils ne peuvent pas déterminer les relations entre ces groupements non identifiés. Ainsi, même si la page web est conforme aux règles du W3C,

l'accessibilité aux groupements visuels et aux relations les associant n'est pas évidente avec les aides techniques traditionnelles. Ces informations relatives à la structure et au contenu visuel de la page, sont pourtant indispensables à la compréhension de la page. D'où la nécessité de tenir compte d'un second niveau d'accessibilité, que nous avons appelé le concept d' « Accessibilité Augmentée », comme l'accès à ces informations visuelles identifiées dans le corpus étudié.

Suite à l'analyse des sites web et l'expérience menée auprès des non voyants qui ont permis d'identifier les objets élémentaires et les groupements visuels ainsi que les relations qui les associent et qui restent cachés aux non voyants, nous avons proposé un langage de formalisation de ces objets visuels élémentaires ainsi que des groupements visuels de la page web. Il s'agit de modéliser ces informations visuelles dans le but de préparer les données vers un affichage dans la modalité tactile. Dans cet objectif, nous avons étudié la possibilité de l'application des concepts MFM (Mise en Forme Matérielle), MAT (Modèle d'Architecture Textuelle) et IdP (Image de Page) aux pages web. Nous avons alors réalisé une comparaison entre les phénomènes visuels du texte et les phénomènes visuels des pages web, pour cerner les limitations de ces concepts dans les pages web. Nous avons également examiné les modèles de description des pages web existants, notamment le modèle RDF (Resource Description Framework), afin de profiter de leurs avantages. En se référant au modèle MAT et au modèle de description web RDF, nous avons élaboré notre modèle que nous avons appelé MAP-RDF (Modèle d'Architecture de la Page). Nous avons défini une structuration de la page web suivant le modèle RDF en un ensemble de triplets :

- Sujet ou ressource : groupement visuel ou relation ;
- Prédicat : propriétés visuelles et lexicales applicables à cette ressource ;
- Objet ou valeur du prédicat concerné.

En tenant compte des triplets ci-dessus et des valeurs des prédicats correspondant à chaque ressource, nous avons proposé une sortie tactile des pages web que nous avons appelée Image de pages web tactiles selon trois niveaux de granularité. La classification des informations visuelles selon 3 niveaux de représentation a été réalisée suite à un questionnaire auprès de concepteurs graphiques expert dans la conception des sites web. Nous avons alors classé les informations selon 3 niveaux :

- Le niveau I contient les menus et leurs rôles, les rubriques et leurs rôles, ainsi que le bandeau, son caractère visuel, et les formes visuelles des objets ;

- Le niveau II contient en plus des informations du niveau I le caractère visuel et la descendance des menus, les caractères visuels des rubriques et du bandeau, les titres des rubriques et les relations contextuelles entre ces groupements ;
- Le niveau III contient en plus des informations précédentes, la disposition interne des groupements visuels, les styles et les polices de caractères avec et sans effet souris, ainsi que les couleurs principales des groupements.

Après avoir introduit notre modèle MAP-RDF, nous avons présenté notre proposition d'implémentation et d'intégration de ce modèle dans toutes les pages web. Le but est de donner aux concepteurs web la possibilité d'intégrer la description des informations visuelles des pages web dans leurs propres pages. Ainsi, la page qui suit notre modèle de description fournira aux non voyants la possibilité d'accéder à ces informations visuelles, en plusieurs modalités, notamment en tactile, en utilisant une base de symboles correspondants aux groupements et relations de la page web . Dans cet objectif, nous avons alors proposé un système de Gestion des Informations Visuelles des pages web en vue de les Rendre Accessibles (GIVRA). Ce système permettra :

- D'annoter les pages web selon le modèle MAP-RDF ;
- De fournir aux utilisateurs non voyants du web une interface de lecture des images de pages.

Ce système a nécessité l'implémentation de trois modules:

- **Le module d'annotation** : son objectif est d'identifier manuellement, grâce à une interface adaptée, les informations visuelles dans une page web, et d'ajouter les éléments sur une base de données d'objets visuels élémentaires, de groupements visuels et de relations ;
- **Le module de génération** : son rôle est d'extraire les différents éléments et propriétés de la base de donnée créée pour la page web afin d'arranger les symboles correspondants, et produire une image de la page selon le niveau de granularité souhaité.
- **Le module de configuration** : il est responsable du choix du niveau de granularité de chaque objet/propriété, et de la définition de la modalité d'affichage correspondante (tactile, orale ou encore la combinaison des deux)

Afin de valider notre modèle MAP-RDF et notre système proposé, nous avons mené une expérience auprès de sujets non voyants. Les étapes successives de l'élaboration de cette expérience, les hypothèses avancées, la méthode d'évaluation et les résultats obtenus ont été décrits dans le dernier chapitre de cette thèse. Nous avons réalisé deux scénarios de test :

- Scénario 1 sans Images de Page : Nous avons validé notre hypothèse que le non voyant, avec les outils usuels (lecteur d'écrans Jaws couplé à un afficheur Braille), ne peut pas accéder aux informations visuelles telles que l'organisation de la page, les groupements visuels et les relations. Ce premier test a permis de sensibiliser les sujets à la représentation tactile qui leur a été présentée dans le deuxième test.

- Scénario 2 avec Images de Page : Nous avons testé l'accessibilité aux informations visuelles d'une page web en utilisant notre nouvelle représentation des Images de Pages web tactiles. Cette étape de l'expérimentation s'est déroulée en réalisant une série de tâches. Cette deuxième étape de l'expérimentation se déroule alors en réalisant une série de tâches. La première tâche a permis au sujet de se sensibiliser au concept de l'IdP et de s'appropriier les représentations tactiles associées. Les tâches suivantes correspondaient à la consultation de la page associée respectivement aux représentations associées à la page des niveaux d'IdP1 et 2.

Suite à la lecture des deux premiers niveaux d'images de pages web tactile, les non voyants ont pu avoir accès à de nouvelles informations qui sont normalement présentées visuellement et qui sont cachées aux lecteurs d'écrans. Les sujets participants à cette évaluation ont pu repérer les groupements visuels ainsi que les relations visuelles et contextuelles entre les groupements mais les résultats ont montré que la représentation tactile doit être encore améliorée afin que ce soit accessible à tous les utilisateurs. L'enquête de satisfaction auprès des utilisateurs nous a montré qu'ils accueilleraient très favorablement le concept d'Image de Page web que nous avons proposé par notre modèle MAP-RDF et notre système GIVRA. Le support tactile que nous avons proposé permet une « accessibilité augmentée » : l'accès aux objets élémentaires et aux groupements visuels au moyen de leurs propriétés et des relations les associant.

## 7.2 Perspectives

Ce travail a permis de montrer l'importance d'un deuxième niveau d'accessibilité que nous avons appelé « Accessibilité Augmentée ». Nous avons proposé une représentation des informations visuelles de la page web selon trois niveaux d'Images de Page, ainsi qu'une génération tactile de ces niveaux en utilisant une base de symboles appropriés. Cependant de nombreuses pistes restent encore à exploiter. Il serait important dans un travail ultérieur d'élargir le corpus de sites web pour développer les concepts de groupements visuels afin de proposer un modèle encore plus

représentatif de la diversité du web (formulaires, agendas, tableaux, etc.), au-delà des groupements particuliers étudiés dans cette thèse (menus, rubriques, bandeau). Ceci impliquera la validation de la robustesse de notre modèle sur plus de groupements visuels et par conséquent l'ajout de symboles pour la représentation des nouveaux éléments. Cela pourrait conduire, après étude et évaluation, à proposer une décomposition en niveaux supplémentaires d'images de pages. De même, il serait nécessaire maintenant que nous avons démontré la pertinence de notre modèle, d'étudier ses effets sur les processus de compréhension et de mémorisation des pages web par les non voyants. Dans ce même contexte, il serait intéressant de réaliser une évaluation cognitive de l'apport de ce modèle quant à l'accès aux informations visuelles. Une étude supplémentaire permettrait de quantifier le degré d'accessibilité augmentée par notre modèle.

Nous comptons également réaliser des améliorations de l'outil GIVRA, notamment en ce qui concerne l'extraction automatique de toutes les propriétés visuelles des pages web, et par conséquent, diminuer l'intervention manuelle dans l'annotation. Une intégration d'un prototype dans les navigateurs pourrait aider pour multiplier le nombre de sujets participant aux expérimentations, de même que le nombre de personnes profitant de ses contributions. Il faudrait en tester l'utilité et l'utilisabilité à la fois auprès des développeurs web et des utilisateurs non-voyants. Le modèle serait ensuite intégré sous formes de module à ajouter pour Mozilla Firefox ou de Microsoft Internet Explorer.

Ces concepts dont nous avons pu démontrer la faisabilité au moyen des pages tactiles, ne pourront prendre tout leur sens, que lorsque seront disponibles des écrans tactiles permettant un affichage dynamique des images de pages. Un travail plus poussé consisterait à étudier quelle sera la modalité de sortie la plus adéquate pour les non voyants : tactile, orale ou multi-modalité.

D'autres pistes restent à exploiter. En particulier, on pourrait étudier l'importance du travail présenté dans cette thèse pour des personnes souffrant de déficiences visuelles (mal voyants, personnes âgées), ou même des personnes voyantes qui utilisent des dispositifs avec des limites d'affichage comme les appareils mobiles ou les PDA (Personal Digital Assistant).

# A- Annexe : Analyse des Sites Web par WAVE

Nous présentons dans cet annexe les sorties d'écrans de l'évaluation par WAVE des sites web sélectionnés dans la présente thèse. En particulier, et à titre d'exemple, nous détaillons l'évaluation pour le site de Biarritz, qui correspond au plus grand nombre d'alertes, et nous permet de montrer la majorité des types d'erreurs ou d'alertes fournies par WAVE.

## A.1 Biarritz<sup>15</sup>














Ce site touristique devrait être accessible conformément aux recommandations européennes. Cependant, à la page d'accueil, WAVE détecte 46 erreurs et alertes d'accessibilité comme indiqué sur la Figure A-1, qui montre une partie de l'évaluation de la page d'accueil. Néanmoins, ces erreurs n'étaient pas pénalisantes quant à notre étude.






Figure A-1 : Evaluation de l'accessibilité du site de Biarritz par WAVE

<sup>15</sup> <http://www.biarritz.fr/>

Comme nous pouvons le remarquer sur la Figure A-1, des icônes de couleurs et de formes différentes apparaissent. Elles indiquent les erreurs d'accessibilité (en rouge), les alertes (en jaune) pouvant causer des problèmes d'accessibilité (HTML, Script, Media), les caractéristiques d'accessibilité (en vert) qui existent mais il faut vérifier si elles sont concises et précises, ainsi que les éléments structuraux et sémantiques de la page web (en bleu clair). La forme trapézoïdale de l'icône indique qu'elle est en relation avec une image. Ainsi, le tableau suivant décrit les principales icônes de la Figure A-1 concernant le site web de Biarritz.

<b>Erreurs</b>	
	Pas d'alternative textuelle pour l'image bouton (OK)
	Pas d'alternative textuelle pour une image-lien
	Un lien vide, sans texte explicatif
	L'objet ne possède pas d'étiquette
	La présence d'un élément <marquee> non accessible
	Un gestionnaire d'évènements est présent
	Présence d'élément JavaScript
	Présence d'une applet
	Un élément <nonscript> est présent
	Un <object> ou <embed> non identifié est présent
	Une alternative textuelle est présente
	Alternative textuelle vide (image non significative)
	Heading 1



	Liste d'objets non ordonnés (début, liste, fin)
	Un tableau qui n'admet pas d'entête
	Un lien de passage à une autre location du document

Dans la suite, nous présentons les sorties d'écrans de l'analyse par WAVE des autres sites touristiques.

## A.2 Nice<sup>16</sup>



Figure A-2 : Evaluation Par WAVE su site de Nice

<sup>16</sup> <http://www.nicetourisme.com/>

## A.3 Bordeaux<sup>17</sup>

Uh oh! WAVE has detected 35 accessibility errors  
The following are present in the head section or apply to this page in general.

double styles

**BORDEAUX PATRIMOINE MONDIAL**

- Office de Tourisme
- Accès
- Pratique
- Forfait Bordeaux Découverte
- Agences réceptives
- Hébergements
- Restaurants
- Visites
- Actualités
- Shopping et adresses utiles

**BREVES**

**Idées séjours**

DÉES SÉJOURS FORFAIT BORDEAUX DÉCOUVERTE VIN & PATRIMOINE VIN & GOLF VIN & SPA

L'Office de Tourisme de Bordeaux vous propose un forfait de découverte de la ville et du vignoble assorti de nombreux avantages. Les agences bordelaises partenaires de l'Office de Tourisme vous suggèrent des idées de séjours en Bordeaux selon vos goûts et vos envies. N'hésitez plus nous vous attendons !

**Vin & Patrimoine**  
Avec trois sites inscrits au Patrimoine Mondial de l'Unesco, Bordeaux la ville; Saint-Émilion la juridiction; et Sauts la capitale, au cœur du plus célèbre vignoble du monde, des idées de séjours d'exception vous attendent !

**Vin & Golf**  
Conjuguez vos passions pour le vin et le golf... la région bordelaise vous offre avec plus de douze parcours dans le vignoble et sur la côte atlantique, les plaisirs renouvelés d'un séjour de rive à l'hôtel ou au château !

**Vin & Spa**  
Dans les paysages du prestigieux vignoble bordelais ou sur les rivages du Bassin d'Arcachon, station balnéaire de renom, découvrez les bienfaits de la vinothérapie ou de la thalassothérapie en hébergement de luxe !

**LA LETTRE D'INFORMATION n°6**  
Bordeaux tourisme

**ABONNEZ-VOUS**  
maintenant à notre lettre d'informations.

Votre nom

Votre adresse e-mail

Valider

**Idées séjours ORGANISER RÉSERVER PROFESSIONNEL**

Figure A-3 : Evaluation par WAVE du site de Bordeaux

<sup>17</sup><http://www.bordeaux-tourisme.com/fr/preparersonsejour/ideessejours/ideessejours.html>

## A.4 Paris<sup>18</sup>



Figure A-4 : Evaluation par WAVE du site de Paris

<sup>18</sup> <http://www.parisinfo.com/>

Uh oh! WAVE has detected 16 accessibility errors  
The following are present in the head section or apply to this page in general.

The screenshot shows the website interface with various accessibility error markers from WAVE. At the top, a red banner states: "Uh oh! WAVE has detected 16 accessibility errors. The following are present in the head section or apply to this page in general." Below this, the website header includes the URL "l'allemagne-tourisme.com", navigation links like "Home", "Presse", "Responsabilités du site", "Services", and "Agences et T.O.", and the "L'Allemagne Destination Voyage" logo. The main content area features a large image of people in a forest, a smaller image of a person on a horse, and a search bar. The page is filled with numerous yellow and red error icons (e.g., h1, h2, h3, h4, h5, h6, h7, h8, h9, h10, h11, h12, h13, h14, h15, h16, h17, h18, h19, h20, h21, h22, h23, h24, h25, h26, h27, h28, h29, h30, h31, h32, h33, h34, h35, h36, h37, h38, h39, h40, h41, h42, h43, h44, h45, h46, h47, h48, h49, h50, h51, h52, h53, h54, h55, h56, h57, h58, h59, h60, h61, h62, h63, h64, h65, h66, h67, h68, h69, h70, h71, h72, h73, h74, h75, h76, h77, h78, h79, h80, h81, h82, h83, h84, h85, h86, h87, h88, h89, h90, h91, h92, h93, h94, h95, h96, h97, h98, h99, h100) indicating accessibility issues throughout the page.

Figure A-5 : Evaluation par WAVE du site de l'Allemagne

<sup>19</sup> <http://www.allemagne-tourisme.com/>

## A.6 Grande Bretagne<sup>20</sup>

Uh oh! WAVE has detected 1 accessibility error

The following are present in the head section or apply to this page in general:

disable style

---

**h2** Bienvenue en Grande-Bretagne !

Nous mettons à votre disposition des idées de séjour, des informations pratiques, un service de réservation et notre [boutique en ligne](#). Bonne visite !

L'installation d'Adobe Flash version 8 et supérieure est requise pour voir tout le contenu - Téléchargez la dernière version sur [le site Adobe](#).

**h2** A voir, à faire

**h3** Britain for Less



**h3** Liens utiles

Choisir

- Attractions
- Hébergements
- Infos pratiques
- Destinations
- Offres & promotions
- Boutique en ligne

gratuites

**en ligne**

- sports
- cartes
- actions
- spectacles

**entiels**

- London Pass
- Original London Sightseeing Tour
- Visitor Oyster Card
- London Travel Card
- Gatwick Express

Avec une livre si basse, découvrez plus de Grande-Bretagne pour trois fois rien ! [En savoir plus](#).

**h3** VisitEngland

**h2** Les partenaires de Visit Britain

**h3** [VisitEngland.com](#)   **h3** [VisitScotland.com](#)   **h3** [VisitWales.com](#)   **h3** [VisitBritain.com](#)

Figure A-6 : Evaluation par WAVE du site de la Grande Bretagne

<sup>20</sup> <http://www.visitbritain.fr/>

## A.7 Portugal<sup>21</sup>

Uh oh! WAVE has detected 4 accessibility errors

The following are present in the head section or apply to this page in general:

- <no script>
- <no script>
- title
- \*Português\*
- \*English\*
- \*Castellano\*
- \*Deutsch\*
- \*Nederlands\*
- \*Русский\*
- \*日本語\*

RECHERCHE /

NOUVEAUTÉS /

AUTRES IDÉES

Depuis 1143, le Portugal possède les plus anciennes villes d'Europe. Et la mer depuis toujours a marqué son destin.

Si vous vous déplacez en Métro, ne quittez pas des yeux la décoration, parfois délirante, des "azulejos" signés de nos artistes contemporains.

Mais la mer a aussi marqué notre façon d'être. Nous nous laissons parfois envahir par une mélancolique nostalgie et nous restons à la merci d'une émotion que nous ne savons pas expliquer. C'est la "saudade". Que nous chantons dans le "fado", comme pour chanter la fin

Figure A-7 : Evaluation par WAVE du site du Portugal

<sup>21</sup> <http://www.visitportugal.com/>

## A.8 Hollande<sup>22</sup>

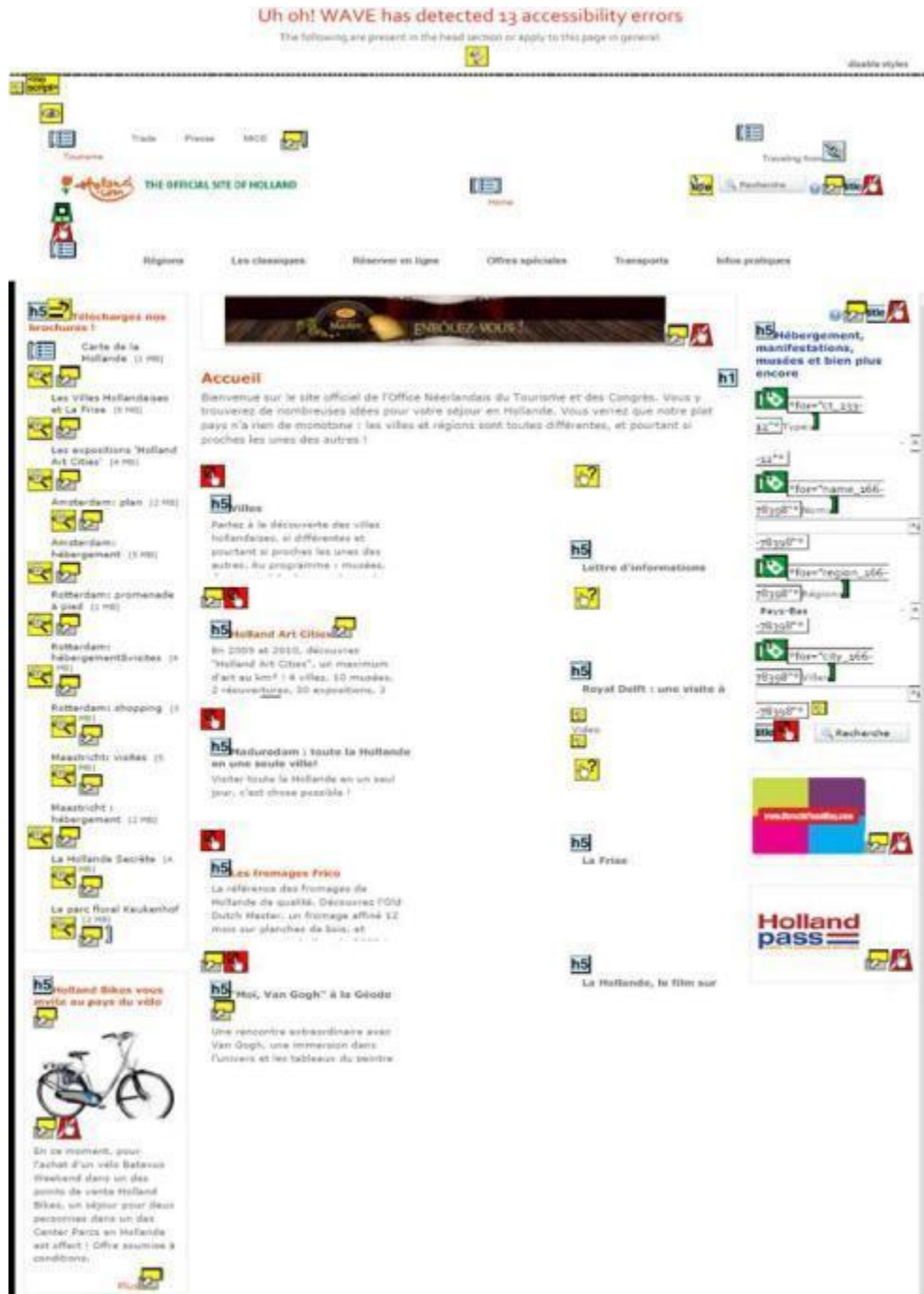


Figure A-8 : Evaluation par WAVE du site des Pays Bas

<sup>22</sup> <http://www.holland.com/>





# B- Annexe : Questionnaire de l'expérience réalisée avec Jaws

Dans cet annexe nous présentons l'expérience telle qu'elle a été proposée pour les non-voyants. Il s'agit d'étudier la capacité de Jaws à fournir l'information suffisante pour la compréhension du contenu et de l'organisation de la page web. Cette expérience a été réalisée en ligne à travers un formulaire que nous présentons ci-dessous.

## B.1 Objectif de l'Expérimentation

Le but de notre expérience est d'étudier la capacité ou non de l'utilisateur non voyant à capter les informations de nature visuelle proposées par l'auteur d'un site web. Il s'agit de proposer à l'utilisateur une série de tâches à réaliser sur trois sites web. L'objectif est aussi de voir les lacunes du lecteur d'écran Jaws dans la prise en compte de la présentation visuelle qui clarifie ou accélère l'accès selon l'intention de l'auteur du site.

Un dernier objectif consiste à envisager les possibilités et fonctionnalités à intégrer dans notre système afin de mieux prendre en compte la présentation visuelle d'un site Web.

## B.2 Informations Légales

Les informations recueillies sur l'utilisateur ont été rendues anonymes et ont fait l'objet d'un traitement informatique destiné à faire des statistiques sur la pertinence des solutions techniques retenues dans notre étude. Les destinataires des données ont été exclusivement limités au laboratoire IRIT (CNRS/Université P. Sabatier, Toulouse).

Conformément à la loi « informatique et libertés » du 6 janvier 1978 modifiée en 2004, l'utilisateur a bénéficié d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui le

concernent, qu'il peut exercer en s'adressant à youssef Bou issa (IRIT Toulouse, 05 61 55 63 15, bou@irit.fr).

### B.3 Vérification du Matériel et Logiciel Utilisé

Afin d'avoir des résultats conformes et comparables, les expérimentateurs devaient avoir installé la version Jaws 6.x au moins. Egalement, il fallait utiliser la version Internet Explorer 8.x pour la navigation dans les pages web.

En outre, il fallait vérifier que l'option "reconnaissance des graphiques par attribut souris" soit activée.

### B.4 Consigne

L'expérience a été réalisée pour tester l'accessibilité de trois sites touristiques (Grande bretagne, Allemagne et Biarritz). L'expérimentation pour chaque site s'est déroulée en deux phases :

1. La phase de découverte du site : dans cette phase, le sujet prenait le temps nécessaire pour explorer et découvrir le site ;
2. La phase de questions : le sujet prenait le temps qu'il faut pour naviguer dans le site et pour répondre aux questions.

### B.5 Les Questionnaires et les réponses correctes

#### B.5.1 Visitbritain

Phase 1 : Prenez le temps pour explorer le site : <http://www.visitbritain.com>

Phase 2 : Questions

1- Quels sont les items du menu principal?

*Home ; A savoir ; Visiter, se divertir ; Où aller ; Où dormir ; Transport ; Online Shop ; Mon espace*

a. Comment avez-vous procédé pour identifier ces items?

2- Quels sont les items de la rubrique boutiques en lignes ?

*Transports ; Guides et cartes ; Pass attractions ; Billetterie spectacles*

a. Comment avez-vous procédé pour identifier les boutiques en ligne?

3- Quels sont les items de la rubrique "les essentiels"?

*Brochures ; Attractions & événements ; Offres séjours ; London Sighting Pass ; Visitor Oyster Card ; London Travel Card*

a. Comment avez-vous procédé pour les identifier?

4- Quels sont les partenaires du site visitbritain?

*VisitEngland.com ; VisitScotland.com ; VisitWales.com ; VisitLondon.com*

a. Comment avez-vous pu procéder pour les identifier?

5- Accéder à la rubrique à savoir ; Quels sont les éléments proposés dans cette rubrique?

*Présentation; Histoire et Culture; Infos Pratiques; Galerie multimédia*

a. Comment avez-vous procédé pour les identifier?

6- Est-ce que vous êtes en mesure de déterminer les éléments du bandeau principal?

a. Quels sont les éléments du bandeau principal?

*Logo et titre/ liens ; Image ; Zone de recherche*

b. Comment avez-vous procédé pour les identifier?

## B.5.2 Allemagne

Phase 1 : Prenez le temps pour explorer le site : <http://www.allemagne-tourisme.com>

Phase 2 : Questions

1- Quels sont les items du menu principal?

*Où aller ?; Culture & événements ; Nature, Sport, Loisir ; Infos pratiques ; Qui sommes-nous ?*

a. Comment avez-vous procédé pour identifier ces items?

2- Quels sont les items de la rubrique "coups de cœur"?

*Ville européenne de la culture ; Vacances actives en Allemagne ; Bien-être et remise en forme ; Expositions ; musées ; Châteaux, parcs et jardins ; Patrimoine Mondial de l'UNESCO*

a. Comment avez-vous procédé pour identifier ces items?

3- Accéder à la page culture et événements ; Dans cette page, il y a une rubrique "top événements", pouvez vous citer les événements qui y figurent?

*Longue nuit des musées ; Festival d'opéra de Munich ; Rock am Ring ; Rubrtriennale ; Formule 1 ; Festival Bach ; Fête de la bière ; Documenta ; Anniversaire du port Hafengeburtstag ; Rhin en flammes<sup>23</sup>*

a. Comment avez-vous procédé pour les identifier?

b. Quels sont les types d'événements musicaux proposés?

c. Comment avez-vous procédé pour les identifier?

---

<sup>23</sup> Rubriques proposées par la page en juin 2010.

- 4- Est-ce que vous êtes en mesure de déterminer les éléments du bandeau principal?
- Quels sont les éléments du bandeau principal?  
*Titre ; image animée ; animations ; logo ; liens*
  - Comment avez-vous procédé pour les identifier?

### B.5.3 Biarritz

Phase 1 : Prenez le temps pour explorer le site : <http://www.biarritz.fr>

Phase 2 : Questions

- Quels sont les items du menu principal?  
*Vivre à Biarritz ; Tourisme ; Congrès ; Culture ; Environnement ; Sports ; Jeunesse*
  - Comment avez-vous procédé pour identifier ces items?
- Quels sont les items de la rubrique "Accès directe"?  
*Hôtels, séjours... ; Shopping ; Marchés Publics ; Services Mairie ; Avis, Travaux, délibérations*
  - Comment avez-vous procédé pour identifier ces items ?
- Quels sont les items de la rubrique "Actu"?  
*Rubriques qui changent d'une saison à une autre.*
  - Comment avez-vous procédé pour les identifier?
- Accéder à l'item culture dans le menu principal ; Quels sont les activités proposées dans cette rubrique?  
*Accueil-Actu ; Danse ; Musique ; Théâtre ; Festivals ; Arts plastiques ; Image ; Médiathèque ; Musées ; Histoire ; Culture Basque ; Archives Municipales*
  - Comment avez-vous pu procéder pour les identifier?
- Accéder à l'item sport dans le menu principal ; Quels sont les activités sportives proposées dans cette rubrique?  
*Accueil-Actu ; Surf ; Golf ; Rugby ; Pelote ; Equitation ; Faire du sport*
  - Comment avez-vous procédé pour les identifier?
- Est-ce que vous êtes en mesure de déterminer les éléments du bandeau principal?
  - Quels sont les éléments du bandeau principal ?  
*Image animée (succession de plusieurs images) ; animation vidéo*
  - Comment avez-vous procédé pour les identifier ?

# Références

- Mann, W.C.; Thompson, S.A. (1988). Rhetorical structure theory: toward a functional theory of text organization. *Text*, 8 (3), 243-281.
- Virbel, J. (1989). The contribution of linguistic knowledge to the interpretation of text structures. In *Structured documents* (pp. 161-180). Cambridge University Press.
- Al Faraj, K. (2006). Reconnaissance des types de structures textuelles énumératives. *Mémoire Master 2 Recherche Intelligence Artificielle: Raisonnement, Coopération, Langage*. Toulouse.
- Apple. (2010). Retrieved 11 4, 2009, from <http://www.apple.com>
- Asakawa, C.; Takagi, H. (2000). Annotation-based transcoding for nonvisual web access. *ASSETS'00 Proceedings of the fourth international ACM Conference on Assistive technologies* (pp. 172-179). Arlington, Virginia, United States: ACM.
- Association Valentin Haüy. (2001). *Code de Transcription en Braille des Textes Imprimés*. Retrieved 9 3, 2008, from [http://www.avh.asso.fr/rubriques/infos\\_braille/nouveau\\_code\\_braille.php](http://www.avh.asso.fr/rubriques/infos_braille/nouveau_code_braille.php)
- Bach-y-Rita, P.; Collins, C.C.; Saunders, F.A.; White, B.; Scadden, L. (1969). Visual substitution by tactile image projection. In *Nature*, 221 (pp. 963-964).
- Bernard, M.L.; Chaparro, B.S.; Mills, M.M.; Halcomb, C.G. (2003). Comparing the effects of text size and format on the readability of computer-displayed Times New Roman and Ariel text. *Journal of Human-Computer Studies*, 59 (6), 823-835.
- Bingham, J.; Cavender, A.; Brudvik, J.; Wobbrack, J. (2007). A comparative analysis of blind and sighted browsing behavior. *Assets'07: Proceedings of the 9th international ACM SIG ACCESS conference on Computers and Accessibility*. Tempe, Arizona, USA.
- Borodin, Y.; Bigham, J.; Raman, R.; Ramakrishnan, I.V. (2008). What's new?: making web page updates accessible. *Assets'08: Proceedings of the 10th international ACM SIG ACCESS conference on Computers and Accessibility* (pp. 145-152). Halifax, Nova Scotia, Canada: ACM.
- Botte, M.-C.; Cavenet, G.; Demany, L.; Sorin, C. (1990). *Psychoacoustique et perception auditive*. Lavoisier.

Bou Issa, Y.; Mojahid, M.; Oriola, B.; Vigouroux, N. (2010). Analysis and evaluation of the accessibility to visual information in web pages. *ICCHP, International Conference on Computers Helping People with Special Needs*. Vienna University of Technology, Austria.

Bou Issa, Y.;Mojahid, M.; Oriola, B.; Vigouroux, N. (2009). Accessibility for the blind, an automated audio/tactile description of pictures in digital documents. *IEEE International Conference on Advances in Computational Tools for Engineering Applications (ACTEA)* (pp. 591-594). Beirut, Lebanon: IEEEExplore digital library.

BRAMANET. (2010). *BRaille MATHématique sur le NEt: Logiciel de traduction des mathématiques en braille*. Retrieved 4 2010, from <http://www.handy.univ-lyon1.fr/projets/bramanet/>

Cauchard, F. (2008). Empan perceptif en lecture et en recherche d'information dans un texte: influence des signaux visuels. *Thèse de Docotorat* . Université de Toulouse II.

Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL). (2010). *Perception*. Retrieved 2010, from <http://www.cnrtl.fr/definition/perception>

Chen, Y., MA, W., & Zhang, H. (2003). Detecting web page structure for adaptive viewing on small factor devices. *Proceedings of the 12 th international conference on World Wide Web*, (p. 13). Budapest.

Colas, S. (2008). Outils d'amélioration de l'accessibilité du web pour les personnes visuellement handicapées.

Edwards, A.D.N. (2002). Multimodal Interaction and People with Disabilities. In D. H. Björn Granström (Ed.), *Multimodality in Language and Speech Systems* (pp. 73-92).

Etcheverry, I. (2007). Les Exigences cognitives de la recherche d'information sur Internet et les difficultés liées à l'âge examinées sous l'angle de la recollection. *Thèse de Doctorat* . Université de Toulouse.

Etcheverry, I.; Terrier, P.; Marquie, J.C. (2007). Recherche d'information sur Internet: influence de l'âge et des taches de navigation sur la mémorisation épisodique. *Congrès de la Société Française de Psychologie*. Ecole centrale de Nantes.

Filepp, R.; Challenger, J.; Rosu, D. (2001). Improving the accessibility of aurally rendered HTML tables. *ASSETS'02: Proceedings of the fifth international ACM conference on Assistive technologies* (pp. 9-16). Edinburgh, Scotland: ACM.

FOAF Vocabulary specification 0.97. (2010). Namespace document 1 January 2010 - 3D Edition.

Garcia-Debanc, C.; Baccino, T.; Jacquemin, C.; Luc, C.; Mojahid, M.; Pery-Woodley, M-P; Schmids, S.; Virbel, J. (1999). *Structures spacio-linguistiques du texte : traitements formels et cognitifs*. Toulouse: IRIT.

Gillan, D.; Pennington, E.; Pazuchanics, S.; Karshmer, A.; Pontelli, E. (2001). Reading complex structure. *Proceedings of the 45th Human Factors and Ergonomics Conference*. Minneapolis/St Paul.

Goodman. (1990). *Langages de l'Art*. Trad. J. Morizot, Editions Jacqueline Chambon.

Guillaume, P. (1937). *La psychologie de la forme*. Paris: Flammarion, 1979.

Gurwitsh, A. (1935). Développement historique de la Gestalt-Psychologie. *Thalès*, pp. 167-176.

Hailpern, J.; Guarino-Reid, L.; Boardman, R.; Annam, S. (2009). Web 2.0: blind to an accessible new world. *Proceedings of the 18th international conference on world wide web* (pp. 821-830). Madrid, Spain: ACM.

Harris, Z. (1971). *Structures mathématiques du langage*. Dunod.

Ho-Dac, L.M.; Jacques, M.P.; Rebeyrolle, J. (2005). *Sur la fonction discursive des titres*. in S. Porhiel & D. Klinger (eds), *l'Unité texte*, Pleyben, Perspectives.

IBM, Human Ability and Accessibility Center. (2009). Retrieved 3 1, 2010, from Creating accessible microsoft powerpoint documents: <http://www-306.ibm.com/able/guidelines/documentation/docmsppt.html>

Ishihara, T.; Takagi, H.; Itoh, T.; Asakawa, C. (2006). Analyzing visual layout for a non-visual presentation-document interface. *ASSETS'06: Proceedings of the 8th international ACM SIG ACCESS Conference on Computers and Accessibility* (pp. 165-172). Portland, Oregon, USA: ACM.

Karshmer, A.I.; Gupta, G.; Weaver, C. (1999). Reading and Writing Mathematics: the MAVIS project. *BIT (Behavior & Information Technology)*.

Kennel, A.R. (1996). AudioGraf: a Diagram Reader for the blind. *ASSETS 96 Conference*.

- Köhler, W. (1929). *Psychologie de la forme*. Paris: Gallimard.
- Lambda Project. (2010). Retrieved 11 6, 2009, from The European project Lambda, Linear Access to Mathematics for Braille Device and Audio-synthesis: <http://www.lambdaproject.org>
- Latex Project. (2010). Retrieved 3 7, 2010, from LaTeX, A document preparation system: <http://www.latex-project.org/>
- Luc, C. (2000). Représentation et composition des structures rhétoriques et visuelles du texte: Approche pour la génération de textes formatés. *Thèse de Doctorat de l'Université Paul Sabatier*. Toulouse, France.
- Luc, C.; Mojahid, M.; Virbel, J. (2001). *Système notationnel de l'architecture textuelle par image de page*. Rapport technique, MCE.
- Mansur, D.L. (1975). Graphs in Sound: a numerical data analysis method for the blind. *Master Thesis*. University of California at Davis.
- Maurel, F. (2004). Transmodalité et multimodalité écrit/oral: modélisation, traitement automatique et évaluation de stratégies de présentation des structures "visuo-architecturales" des textes. *Thèse de Doctorat de l'Université Paul Sabatier*. Toulouse, France.
- Microsoft Corporation. (2010). Retrieved 11 2, 2009, from <http://www.microsoft.com>
- Miesenberger, K.; Batusic, M.; Stoeger, B. (n.d.). *LABRADOOR: LaTeX-to-Braille-Door*. Retrieved 10 10, 2009, from <http://www.snv.jessieu.fr/inova/publi/ntevh/labrador.htm>
- Miyashita, H.; Sato, D.; Takagi, H., Asakawa, C. (2007). Aibrowser for multimedia: introducing multimedia content accessibility for visually impaired users. *Assets '07: Proceedings of the 9th international ACM SIG ACCESS conference on Computers and Accessibility*. Tempe, Arizona, USA: ACM.
- Morizot, J. (1996). *La philosophie de l'art de Nelson Goodman*. Editions Jacqueline Chambon.
- NASA, MathTrax. (2006). *MathTrax: a graphing tool for middle school and high school students to graph equations, physics simulations or plot data files*. Retrieved 6 6, 2010, from Nasa: <http://prime.jsc.nasa.gov/mathtrax/>



Nemeth, A. (1996). Teaching mathematics as a blind person. *The Mathematical Association of America*. Orlando, Florida.

Nielsen, J. (1994). Estimating the number of subjects needed for a thinking aloud test. *International Journal of Human-Computer Studies* , 41 (3), 385-397.

OASIS. (2010). Retrieved 2010, from Accessibility Guidelines for Open Documents: <http://www.oasis-open.org/committees/office/>

O'Hara, K.; Sellen, A. (1997). A comparison of reading paper and on-line documents. *CHI'97: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 335-342). Atlanta, Georgia, United States: ACM.

Oogane, T.; Asakawa, C. (1998). An interactive method for accessing tables in HTML. *ASSETS'98: Proceedings of the third international ACM conference on Assistive technologies* (pp. 126-128). Marina del Rey, California, United States: ACM.

Organisation des Nations Unies, ONU. (2006). Convention aux droits et dignité des personnes handicapées.

P., G., S., T., D., G., & J., J. (2001). Web Clipping: Compression heuristics for displaying text on a PDA. *Mobile HCI'01 (poster paper)*.

Pascual, E. (1991). Représentation de l'architecture textuelle et génération de texte. *Thèse de Doctorat de l'Université Paul Sabatier* . Toulouse.

Podevin, A. (2002). Accès aux formules mathématiques par des personnes non voyantes: étude et définition d'une méthode adaptée. *Mémoire de DEA Intelligence Artificielle et Algorithmique* . Université de Caen.

Raman, T.V. (1994). AsTeR: Audio System for Technical Readings: a computing system for rendering technical documents in audio. *PhD Thesis* .

*RDF/XML Syntax Specification*. (2010). Retrieved from <http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/>

*RDF-Schema*. (2004). *RDF Schema, language for declaring basic class and types for describing the terms used in RDF*. Retrieved from <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>

Resource Description Framework. (1999). Resource Description Framework (RDF) model and syntax specification. *W3C Recommendation* .

Roto, V., & Kaikkonen, A. (2003). Perception of narrow web pages on a mobile phone. *Proceedings of the 19th International Symposium on Human Factors in Telecommunication (HFT)*, (pp. 205-212). Berlin Germany.

Section 508. (2010). Retrieved 11 2, 2009, from Section 508: <http://www.section508.gov/>

Shelly, C.; Young, G. (2007). Accessibility for simple to moderate-complexity DHTML web sites. *W4A'07: Proceedings of the 2007 international cross-disciplinary conference on web accessibility* (pp. 65-73). Bnaff, Canada: ACM.

SOCRATE-COMENIUS, Project. (1999-2000). *Recommendations for transcribing documents. Annexe technique 1*. Documentation Michel Bris S.D.A.D.V. CNEFEI Suresnes.

Standards Shmandards. (2010). Retrieved 11 2, 2009, from World wide governments guidelines: <http://www.standards-schmandards.com/projects/government-guidelines/>

Support EAM. (2010). Retrieved 11 2, 2009, from Support EAM: <http://www.support-eam.org/>

*The Notation3 Language*. (2010). Retrieved 2010, from <http://www.w3.org/DesignIssues/Notation3.html>

Virbel, J. (2002, 1 29-30). Eléments d'analyse du titre. *Inscription Spatiale du Langage* .

Virbel, J. (1985). *Langage et méta-langage dans le texte du point de vue de l'édition en informatique textuelle. Cahiers de grammaire*.

W3, MathML. (2010). Retrieved 8 5, 2009, from Mathematical Markup Language, MathML: <http://www.w3.org/Math/>

W3, Skos. (2010). *Simple Knowledge Organisation System*. Retrieved 6 3, 2010, from <http://www.w3.org/2004/02/skos/>

W3C. (2010). *Scalabe Vector Graphics*. Retrieved 2009, from Accessibility features of SVG: <http://www.w3.org/TR/SVG-access/>

Walsh, P.; Gardner, J. (2001). TIGER, a new age of tactile text and graphics.

*WAVE: web accessibility evaluation tool.* (2010). Retrieved 8 9, 2009, from Webaim:  
<http://wave.webaim.org>

*Web Ontology Language OWL.* (2004). Retrieved from <http://www.w3.org/2004/OWL/>

Webaim. (2010). *Flash.* Retrieved 3 2, 2010, from Webaim:  
<http://www.webaim.org/techniques/flash/>

World Health Organization. (2009). *Visual impairment and blindness.* Retrieved 6 5, 2010, from  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>

York, B.W.; Karshmer A.I. (1991). *Tools to support blind programmers.* (I. C. E.P. Glinert, Ed.)