

L'ergonomie des sites web

*J. M. Christian Bastien, Corinne Leulier,
Dominique L. Scapin
INRIA Rocquencourt*

Introduction

Alors que 1 million de sites web sur Internet étaient dénombrés en avril 1997, Netcraft en recensait plus de 2 millions trois cent mille en mai 1998 (<http://www.netcraft.com/survey/>).

Cette explosion du nombre de sites s'explique en partie par les coûts relativement faibles liés au développement d'un site web, la facilité d'apprentissage du langage HTML, la facilité de mise à jour, la relative indépendance vis-à-vis des plates-formes et la possibilité d'accéder à un large public [85]. Les bénéfices attendus d'une présence sur Internet ont créé un empressement qui a bien souvent eu des effets négatifs sur la qualité des sites développés. Ces effets négatifs résultent généralement du peu de temps accordé à l'identification des besoins des utilisateurs finaux, de la prise en compte des caractéristiques de ces derniers, de l'identification et de l'analyse des tâches à réaliser et d'une méconnaissance de leurs environnements de consultation. Tout utilisateur aura fait l'expérience de la mauvaise qualité ergonomique de bon nombre de sites. Qui n'aura pas été « frustré » en raison de la difficulté, ou de l'impossibilité, à trouver l'information qu'il recherchait, du manque d'organisation des pages web, du fait que des pages soient en construction, de la présence de liens sans objets, du

manque d'aide à la navigation ? Qui n'aura pas perdu de temps en raison d'une mauvaise organisation des sites, de noms de liens trompeurs, de pages trop longues, et des temps de téléchargement interminables ?

Les effets négatifs d'une mauvaise conception ne s'observent cependant pas seulement chez les utilisateurs. Les concepteurs peuvent aussi en subir les conséquences, notamment par une consultation réduite de leurs pages, par des commentaires critiques laissés par les utilisateurs, et éventuellement par la mauvaise image que peut avoir le site.

Si les connaissances ergonomiques ne sont pas aussi répandues et utilisées que celles qui concernent les logiciels interactifs traditionnels, bien qu'à ce niveau beaucoup de choses restent encore à faire, et si certains aspects du Web posent des problèmes qui n'ont pas encore trouvé de solutions satisfaisantes, il n'en demeure pas moins que des recommandations pour la conception et l'évaluation des sites web existent. La mauvaise qualité de ces sites ne peut donc pas être attribuée au manque de connaissances ergonomiques disponibles. De plus, les dimensions qui permettent de définir la qualité ergonomique des logiciels interactifs traditionnels sont, à priori, toujours valables.

En quelques pages il était impossible d'aborder tous les aspects et domaines de recherche concernés par le Web. Une couverture exhaustive des aspects hypertextuels, hypermédias et multimédias, par exemple, aurait pu constituer à elle seule le thème d'un ouvrage. De la même manière, un état de l'art des domaines d'application spécifiques du Web comme l'éducation, la formation et le commerce, ou encore des caractéristiques des sites web destinés aux utilisateurs présentant des besoins spécifiques, bien qu'elles aient été abordées au passage ¹, était impensable dans le cadre de ce chapitre.

L'objectif de ce document est donc, d'une part, de donner au lecteur un aperçu des connaissances, méthodes, techniques et approches propres à l'ergonomie des logiciels ayant été appliquées avec succès à la conception et à l'évaluation des sites et, d'autre part, de synthétiser les études, certes encore peu nombreuses, spécifiques à l'ergonomie des sites web.

Pour ce faire, les étapes nécessaires à la conception d'un site web ergonomique sont brièvement présentées. Ces étapes sont suivies des critères ergonomiques, lesquels sont accompagnés d'explications et de recommandations spécifiques au Web. Des méthodes, techniques et outils d'évaluation sont ensuite proposés. Pour finir, des sources d'information sont fournies sur les divers thème évoqués (voir annexe en page 169).

Étapes pour la conception de sites web ergonomiques

De nombreux guides de conception ergonomique de logiciels interactifs « traditionnels » ont vu le jour au cours des dernières années [22] [27] [45] [47] [51] [61]. Bien que ces derniers soient pertinents pour la conception de sites web, quelques guides et de nombreux articles [24] [25] [85] spécifiquement dédiés à la conception de sites web ont déjà été publiés.

Bien que la présentation des étapes de conception de sites web ergonomiques varie d'un auteur à l'autre, la plupart s'entendent cependant sur le fait que cette démarche est itérative. Les étapes d'une telle démarche comprennent généralement : l'identification des objectifs du site, l'identification des utilisateurs potentiels, la description des tâches, le prototypage, l'évaluation, les modifications éventuelles du prototype, le développement du site, sa mise en service et sa maintenance [32] [66] [85]. Le nombre d'itérations préalables à la mise en

service d'un site peut grandement varier selon la nature et la complexité de ce dernier. À titre d'exemple, Nielsen [54] indique que la conception de la page d'accueil de Sun Microsystems a nécessité neuf itérations.

L'identification ou l'explicitation des objectifs du site devrait être la première étape du processus de conception. Les objectifs d'un site web peuvent être assez variés. Il peut s'agir de partager de l'information, de collaborer, de faire du commerce électronique, de présenter des produits, de proposer des démonstrations, ou une combinaison de ces objectifs. L'importance de cette étape tient au fait que l'identification des objectifs rendra plus facile la planification de la présentation générale et de l'organisation du site.

L'identification des propriétaires et des auteurs du contenu des pages web est une autre étape importante de la conception d'un site web, même s'il ne s'agit pas d'une étape « ergonomique » au sens strict du terme. Comme l'indique Vora [85], cette étape concerne les décisions qui seront prises quant à la nature des informations qui seront rendues disponibles sur le Web, et quant à la maintenance du site après sa création. Les personnes « propriétaires » et les auteurs devraient donc être impliqués dès le début du processus de conception.

Une fois les objectifs définis, l'étape suivante consiste à **identifier les utilisateurs potentiels et leur environnement matériel et logiciel d'accès au Web**. Si les équipes « marketing » sont souvent impliquées dans la définition des « clients » de sites web d'entreprises ou de sites web commerciaux, leurs définitions se basent très souvent sur la clientèle habituelle, c'est-à-dire sur celle qu'elles rencontrent dans les magasins ou entreprises « physiques ». La clientèle Internet peut cependant posséder des caractéristiques différentes. Pour décrire cette population, les concepteurs peuvent avoir recours aux enquêtes et aux questionnaires (des

exemples sont fournis par Fucella et Pizzolato [24]). On cherchera alors à connaître le profil professionnel des utilisateurs (emploi, fonction, responsabilités, etc.), leurs matériels et logiciels de navigation (type d'ordinateur, taille et résolution de l'écran, type d'accès à Internet, vitesse de transmission des données, type de logiciel de navigation, etc.), leurs habitudes (lecture de documents à l'écran ou après impression, fréquence et temps consacrés à la navigation sur le Web, etc.) de même que leurs préférences (ce qu'ils apprécient ou non sur un site, les tâches qu'ils aimeraient pouvoir réaliser, etc.). Chaque question devrait être formulée de manière que les réponses puissent guider le concepteur.

La description des tâches utilisateurs tout comme **la compréhension des besoins** de ces derniers sont primordiales pour l'organisation du contenu du site. Cette étape est essentielle car elle permet d'assurer une bonne compatibilité entre les tâches utilisateurs à réaliser (trouver un produit donné dans le cas d'un site commercial, trouver et consulter les nouveautés du site, commander un produit, récupérer des documents, rechercher des informations dans une base de données, etc.) et l'organisation et la présentation du contenu sur le site. Heller et Rivers [32] notent à ce propos que les sites d'entreprises ou institutionnels qui sont organisés en fonction de leur structure organisationnelle, et qui visent de ce fait davantage les employés que les consommateurs, ne correspondent pas forcément aux intérêts de ces derniers en termes de produits et de services.

Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour expliciter les attentes et les besoins des utilisateurs [24] :

- les *focus groups* traditionnels ou électroniques (par exemple, les forums de discussion) ;
- les questionnaires (comme dans le cas de l'identification des utilisateurs potentiels) ;

- les exercices de construction de scénarios, au cours desquels on demande aux participants de décrire les raisons qui pourraient les amener à visiter le site prévu, puis de faire une liste des objectifs de consultation, c'est-à-dire d'explicitier ce qu'ils aimeraient y faire et, finalement, comment ils aimeraient procéder ;
- l'analyse de sites concurrents, au cours de laquelle le concepteur s'attarde sur le contenu et sur les services qui peuvent constituer une valeur ajoutée.

Lorsque le contenu est défini et les tâches identifiées, ces dernières peuvent être hiérarchisées : les plus importantes devront être directement accessibles à partir de la page d'accueil et devront être accessibles quel que soit l'endroit où se trouve l'utilisateur sur le site. La technique du tri de cartes (*card sorting*) [24] [59] [71] et l'étude du caractère intuitif des icônes (*icon intuitiveness*) [59] pourront être utilisées pour structurer le site.

La première technique, le tri de cartes, est relativement simple. Elle consiste à demander à de futurs utilisateurs de trier et de regrouper des cartes sur lesquelles diverses informations sont inscrites (les services que devrait offrir un site, les informations qu'il devrait contenir, etc.), selon leur degré d'affinité ou de similitude. Généralement, les utilisateurs sont ensuite invités à nommer les groupements, c'est-à-dire à proposer des noms permettant de les désigner, et à organiser ces groupements les uns par rapport aux autres. Ces groupes peuvent ensuite être analysés et servir de base à l'organisation des informations sur le site.

L'analyse du caractère intuitif des icônes consiste à présenter aux participants des icônes (avec et/ou sans légende, selon que l'on veut tester l'icône elle-même ou l'icône et sa légende) et à leur demander ce qu'elles signifient ou représentent. Il est donc possible d'identifier les icônes pour lesquelles la signification attribuée

par les utilisateurs diffère de celle projetée par les concepteurs. On notera au passage que dès le maquettage, des tests utilisateurs peuvent être effectués. Ces derniers s'avéreront très utiles dans les cas où la description de la tâche sera incomplète ou imprécise au moment de la conception. L'organisation du site permettra aussi de faire apparaître des pages types telles que la page d'accueil, des pages d'identification, des pages d'index, des pages de recherche, des pages personnelles, etc. Puis chacune de ces pages devra être clairement identifiée, de même que son contenu et ses liens avec d'autres pages. L'organisation du site, une fois déterminée, devrait être présentée clairement à l'utilisateur de manière à bien le guider dans son exploration et à éviter qu'il se perde.

Sur la base des informations recueillies lors des étapes précédentes, on procédera à la **conception** et au **développement du site**. Lors du développement, les recommandations issues de guides de conception existants [2] [33] [43] [80], tout comme celles présentées ci-après (voir

pages 119-150) pourraient être appliquées. Une attention particulière sera portée sur des aspects tels que :

- la compression des images, afin de diminuer leur temps de téléchargement ;
- les métaphores choisies, afin qu'elles soient compréhensibles par les utilisateurs visés (voir à ce propos [75]) ;
- la conception des pages individuelles, afin que leur lecture et la recherche d'information soient facilitées [60] ;
- les prérequis technologiques des techniques choisies, afin qu'elles puissent être utilisées par un éventail large d'utilisateurs ;
- le caractère international des éventuels visiteurs, afin de minimiser les problèmes liés aux différences culturelles, linguistiques et régionales et, le cas échéant, pour leur fournir un site dans leur langue

maternelle.

En dépit de l'application des recommandations ergonomiques dans la conception et de l'intégration des informations relatives aux caractéristiques et aux tâches des utilisateurs, le développement d'un site web ne peut se passer d'**évaluation ergonomique**. Pour ce faire, l'équipe de développement pourra faire appel aux techniques et méthodes présentées en pages 150-161.

Une fois les tests réalisés et les modifications effectuées, on procédera à la **mise en service du site**, c'est-à-dire qu'il sera implémenté sur le serveur et rendu accessible aux internautes.

Les scripts CGI et les liens devront être testés à nouveau afin de s'assurer de leur bon fonctionnement. Des logiciels de maintenance pourront être utilisés afin de vérifier automatiquement l'exactitude des liens (voir pages 155-159).

Une fois le site implémenté, sa **maintenance** devra être assurée, c'est-à-dire qu'on procédera à la mise à jour régulière de son contenu tout en conservant son intégrité.

Dans le cas de mises à jour fréquentes, et plus particulièrement dans le cas d'ajout de nouvelles informations, les utilisateurs devraient être informés des nouveautés, et l'accès à ces dernières devrait être facilité.

La surveillance et l'analyse des visites du site sont deux autres activités importantes liées à la maintenance du site web. Ces activités permettent notamment d'identifier les tendances d'exploration, d'identifier les pages consultées, etc., afin de pouvoir, le cas échéant, modifier la structure du site pour satisfaire les besoins des utilisateurs.

Divers outils commerciaux permettent d'analyser les données des *log files* et de produire des rapports de fréquentation offrant des statistiques sur la provenance des visiteurs, le type de navigateur utilisé, les heures de

pointe, etc. (voir pages 159-161).

Critères ergonomiques et recommandations pour la conception et l'évaluation des sites web

Les **critères ergonomiques** développés à l'INRIA sont issus de l'examen d'environ huit cents recommandations, provenant d'études empiriques ou de pratiques courantes, pour la conception des systèmes interactifs traditionnels.

Une fois classifiées, ces recommandations ont été synthétisées à l'aide des critères ergonomiques [67] [68].

Ces critères ont ensuite été validés [6], testés dans une tâche d'évaluation [7] et comparés aux normes ISO 9241-Part 10 « Principes de dialogue » [35] [8].

La version actuelle de ces critères a été publiée par Scapin et Bastien [69].

Les recommandations à la base des critères ergonomiques concernaient essentiellement les interfaces textuelles et graphiques.

Ces critères se sont toutefois avérés utiles pour la classification de plus de trois cents recommandations ergonomiques pour la conception des sites web [39], compilées à partir d'études empiriques et de recueils divers.

Les recommandations qui accompagnent ici les critères ne constituent qu'un sous-ensemble de ce que le lecteur pourrait trouver dans le document précité.

Ajoutons que les critères ont déjà été utilisés avec succès pour l'évaluation de sites web et d'applications multimédias éducatives.

La section qui suit donne pour chaque critère (la liste des critères apparaît en page suivante), une définition,

LISTE DES CRITÈRES ERGONOMIQUES *

1. Guidage
 - 1.1. **Incitation**
 - 1.2. Groupement/distinction entre items
 - 1.2.1. **Groupement/distinction par la localisation**
 - 1.2.2. **Groupement/distinction par le format**
 - 1.3. **Feed-back immédiat**
 - 1.4. **Lisibilité**
2. Charge de travail
 - 2.1. Brièveté
 - 2.1.1. **Concision**
 - 2.1.2. **Actions minimales**
 - 2.2. **Densité informationnelle**
3. Contrôle explicite
 - 3.1. **Actions explicites**
 - 3.2. **Contrôle utilisateur**
4. Adaptabilité
 - 4.1. **Flexibilité**
 - 4.2. **Prise en compte de l'expérience de l'utilisateur**
5. Gestion des erreurs
 - 5.1. **Protection contre les erreurs**
 - 5.2. **Qualité des messages d'erreurs**
 - 5.3. **Correction des erreurs**
6. **Homogénéité/cohérence**
7. **Signifiante des codes et dénominations**
8. **Compatibilité**

* *Les critères élémentaires apparaissent en caractères gras.*

des explications et des exemples d'application aux sites

web.

Guidage

Définition : Le guidage est l'ensemble des moyens mis en œuvre pour conseiller, orienter, informer, et conduire l'utilisateur lors de ses interactions avec l'ordinateur (messages, alarmes, labels, etc.), y compris dans ses aspects lexicaux.

Quatre sous-critères participent au guidage : Incitation, Groupement/distinction entre items, Feed-back immédiat et Lisibilité.

Incitation

Définition : Le terme « incitation » a ici une définition plus large que celle qu'on lui confère généralement. Ce critère recouvre les moyens mis en œuvre pour amener les utilisateurs à effectuer des actions spécifiques, qu'il s'agisse d'entrée de données ou autre. Ce critère englobe aussi tous les mécanismes ou moyens faisant connaître aux utilisateurs les alternatives, lorsque plusieurs actions sont possibles, selon les états ou contextes dans lesquels ils se trouvent. L'incitation concerne également les informations permettant aux utilisateurs de savoir où ils en sont dans la réalisation de leur tâche, d'identifier l'état ou contexte dans lequel ils se trouvent, de même que les outils d'aide et leur accessibilité.

Application aux sites web : Ce critère est sans doute l'un des plus importants à prendre en compte lors de la conception des sites web. Il concerne la conception des pages individuelles, les liens, les mécanismes de recherche d'information, et la navigation.

Lors de la conception des pages web, certaines informations devraient apparaître sur chacune d'elles. C'est le cas notamment du mél de l'auteur ou du Webmaster, l'institution d'où émane la page, le *copyright*, la date de la dernière modification, l'adresse de la page (URL) et, éventuellement, le rythme de mise à jour des pages

(quotidien, hebdomadaire, mensuel...) [11] [30] [33].

Par ailleurs :

- Un titre devrait être donné à chaque page [19] [41].
- Les titres devraient être concis, compréhensibles et significatifs afin d'aider les utilisateurs à se repérer dans l'historique de leur navigation [19].
- Dans chaque page, veiller à ce que soient présents des pointeurs vers les sections principales contextuellement proches de la page visitée et que soient fournis des accès directs à la section d'aide, à la carte du site (si elle existe) et à la page d'accueil [19].
- Lorsque les pages sont longues, veiller à ce que des aides à la navigation soient fournies en haut et en bas de page [19] [41].

L'utilisation d'index et de tables des matières est une autre façon de guider l'utilisateur sur un site web. À ce propos, un titre et une brève table des matières de la section en cours devraient apparaître sur chaque page [41]. De plus, un index des définitions, des mots ou des concepts techniques utilisés dans le site devrait être accessible [15] [19].

La conception des liens n'est pas si simple qu'elle paraît. Bien que certaines recommandations pour leur conception existent, des recherches en cours tentent de trouver des codages qui permettraient aux utilisateurs d'avoir une idée de la nature du lien (structurel ou sémantique), de sa destination (interne ou externe au site, accès public ou privé, etc.) et du type de contenu (par exemple, média : texte, son, image, vidéo, etc.) sur lequel ils peuvent les amener (voir à ce propos [72]).

En d'autres termes, ces chercheurs souhaiteraient fournir aux utilisateurs plus d'information sur la nature des liens de manière à mieux les guider. Ceci aurait pour effet d'atténuer la désorientation et la surcharge « cognitive ». En attendant des résultats clairs sur ces aspects, les recommandations suivantes devraient être

appliquées.

- Les liens devraient être spécifiques et refléter le contenu des pages sur lesquelles ils pointent [12] (déterminer le caractère approprié d'un nom de lien nécessite des tests utilisateurs. Ce point sera abordé dans la section « Les tests utilisateurs », en pages 150-152).
- Les liens ne devraient pas comporter de termes risquant de ne pas être compris par la population visée [12].
- Les liens devraient donner accès à une page qui existe et qui soit conforme à l'information annoncée [11] [40].
- Le texte du lien devrait être redondant avec le titre de la page qu'il fait apparaître [11] [41].
- Les ancres des liens devraient être suffisamment descriptives pour faire sens, même dépourvues de leur contexte [84].
- Les ancres des liens devraient faire partie du texte et ne pas en gêner la compréhension [20] [41].
- Une carte du site devrait être fournie lorsque celui-ci contient de nombreuses sections et pages [19].

Sur certaines pages web, les utilisateurs ont la possibilité de télécharger des fichiers de natures diverses. Quand on sait le temps que peut prendre le téléchargement de fichiers volumineux et afin de réduire l'insatisfaction des utilisateurs, il est recommandé d'indiquer la taille des items à rapatrier. Ainsi, les utilisateurs peuvent choisir de rapatrier ou non le fichier en question, voire de reporter le chargement. De la même manière, une telle indication sur la taille des pages à télécharger serait, du point de vue de l'utilisateur, une information très pertinente.

L'incitation est aussi un aspect important lors de la recherche d'information sur le Web car la formulation et le traitement des requêtes varient grandement d'un moteur de recherche à un autre [73]. Compte tenu de

l'incohérence des mécanismes de recherche et du manque de compatibilité entre moteurs de recherche, l'utilisateur est souvent amené à avoir de fausses idées sur la manière dont sa requête est traitée. Que produira, par exemple, la recherche des termes « Ergonomie Cognitive » ? S'agira-t-il d'un appariement exact d'« ergonomie cognitive », d'une recherche « *case-insensitive* » sur « ergonomie cognitive », du meilleur appariement pour « Ergonomie » et « Cognitive », d'une recherche booléenne sur « Ergonomie » et « Cognitive », d'une recherche booléenne sur « Ergonomie » ou « Cognitive » ? Rares sont les systèmes qui expliquent clairement leur interprétation de la requête. Une bonne incitation devrait renseigner sur la manière exacte dont la requête sera traitée et fournir des alternatives permettant des requêtes différentes, ou encore permettant d'affiner la recherche.

Groupement/distinction entre items

Définition : Le critère Groupement/distinction entre items concerne l'organisation visuelle des informations les unes par rapport aux autres. Ce critère prend en compte la topologie (localisation) et certaines caractéristiques graphiques (format) afin d'illustrer les relations entre les informations affichées, leur appartenance ou non-appartenance à une même classe, ou encore dans le but de montrer la distinction entre différentes classes d'informations. Ce critère concerne aussi l'organisation des informations à l'intérieur d'une même classe.

Deux sous-critères participent au Groupement/distinction entre items : Groupement/distinction par la localisation et Groupement/distinction par le format.

GROUPEMENT/DISTINCTION ENTRE ITEMS PAR LA LOCALISATION

Définition : Le critère Groupement/distinction par la localisation concerne le positionnement des informa-

tions les unes par rapport aux autres dans le but d'indiquer leur appartenance ou leur non-appartenance à une même classe, ou encore dans le but de montrer la distinction entre différentes classes. Ce critère concerne aussi l'organisation des items dans une même classe.

Application aux sites web : Une page web contient généralement différents types d'informations (éléments de navigation, titres, contenu textuel, illustrations, etc.) qu'il importe d'organiser et de bien distinguer. Le langage HTML permet d'organiser ces informations par l'entremise des tableaux (*Tables*) (voir à ce propos les exemples du guide de Lynch et Horton [43]) et des cadres (*Frames*) (voir les exemples de Bricklin [13]). Ainsi par exemple, la cellule supérieure gauche d'un tableau pourra être réservée au logo du site, la cellule en dessous aux liens (par exemple, Table des matières) permettant la navigation à travers le site, une autre cellule à la présentation du contenu en tant que tel, d'autres cellules étant réservées aux en-têtes et pieds de pages. De plus, des couleurs différentes pourront être attribuées à certaines cellules afin de distinguer clairement des aires correspondant à l'affichage d'informations spécifiques. Les caractéristiques des tableaux permettront par ailleurs d'assurer une présentation cohérente des différentes pages du site. Les tableaux et les cadres n'offrent cependant pas les mêmes possibilités. Un tableau permettant, par exemple, d'organiser une page web en deux colonnes – une colonne présentant les liens vers d'autres pages et une autre colonne présentant du texte – devra être repris sur chacune des pages web d'un site donné et les liens devront être copiés sur chacune d'elles. Les cadres, quant à eux, permettent de diviser la fenêtre du navigateur en plusieurs autres fenêtres. Ainsi, les liens qui apparaissaient dans la colonne gauche du tableau précédent pourront apparaître dans un panneau vertical situé à gauche de la fenêtre de présentation du contenu. Ce faisant, ces liens – tout comme d'autres

types d'informations, d'ailleurs – pourront être affichés en permanence – ce qui assurera un bon *guidage* –, et n'auront pas à être recopiés sur chacune des pages web. Les cadres facilitent donc grandement la maintenance et présentent, sur ce point, un intérêt indéniable [3]. Ainsi, par exemple, le logo ou le titre d'une page peuvent être affichés en permanence même si le texte apparaissant dans un autre panneau doit être défilé.

Les cadres ne sont toutefois pas sans poser de problèmes d'utilisation (voir à ce propos l'article de Nielsen [56]). Le bouton de commande back des navigateurs a généralement pour effet de ramener l'utilisateur sur la page précédemment consultée. Dans le cas de sites conçus avec cadres, ce bouton n'a pas pour effet de faire afficher le contenu de la page précédemment consultée sur ce site, mais plutôt de ramener l'utilisateur sur la page d'accueil du site, celle présentant le cadre. C'est le cas aussi de l'ajout de signets qui bien souvent renvoient sur la page d'accueil du site (*frameset*) plutôt que sur la page qui a suscité l'ajout du signet, ce dernier ne comportant pas nécessairement l'état des cadres. Bien qu'une solution technique existe, notamment afin de résoudre les problèmes de l'ajout de signets et du bouton back évoqués précédemment (l'ajout de l'option TARGET=" _top" aux liens hypertextes), elle est rarement appliquée. Les cadres posent par ailleurs des problèmes de compatibilité avec les matériels et logiciels des utilisateurs, ces derniers ne disposant pas forcément des versions appropriées des navigateurs. À ces problèmes s'ajoutent des problèmes d'impression. En effet, selon la version du navigateur, la demande d'impression concernera soit le contenu de la fenêtre, soit le contenu d'un panneau du cadre selon qu'il y a ou non un panneau sélectionné. Si ce fonctionnement peut présenter quelques avantages, il crée des difficultés à certains utilisateurs novices. De plus, le contenu des

sites « cadrés » pose des problèmes d'indexation par les moteurs de recherche. Ces derniers n'indexeraient pas nécessairement les pages individuelles de ces sites. Enfin, les cadres augmentent le temps de téléchargement des pages [49].

L'importance des problèmes que posent les cadres pour la consultation des sites web et le fait que neuf utilisateurs sur dix choisissent la version sans cadre lorsqu'un site la propose [1] a amené de nombreux concepteurs à abandonner les cadres et à les remplacer par des tableaux. La décision d'utiliser ou non les cadres devra donc être motivée par des besoins spécifiques [3] [77].

GROUPEMENT/DISTINCTION ENTRE ITEMS PAR LE FORMAT

Définition : Le critère Groupement/distinction par le format concerne plus particulièrement les caractéristiques graphiques (format, couleur, etc.) permettant de faire apparaître la non-appartenance ou l'appartenance d'items à une même classe, ou encore permettant d'indiquer des distinctions entre classes ou bien encore des distinctions entre items d'une même classe.

Application aux sites web : Ce critère peut s'appliquer à différents éléments des pages web tels que les liens, les icônes et les cartes-images (*imagemap*), les aides à la navigation, etc. Le langage HTML permet d'effectuer certaines distinctions. C'est le cas, par exemple, des titres (H1, H2, etc.), des styles de polices de caractères (gras ..., italique <I>...</I>, etc.), et de l'utilisation de la couleur et du soulignement pour distinguer les liens du texte d'une page.

Exemples de recommandations :

- Afin de pouvoir distinguer rapidement, dans un menu ou dans une page, les liens qui ont déjà été parcourus [19], appliquer une couleur différente.
- Établir une distinction visuelle entre les icônes activables et celles qui ne le sont pas [19] : par exemple,

entourer d'une bordure 3D ou de couleur les icônes activables.

- Délimiter clairement les zones activables des cartes-images [19] [41].
- Dans une aide à la navigation (menu, liste, etc.), l'item correspondant à la page sur laquelle l'utilisateur se trouve devrait être présenté dans un format qui le distingue des autres [19].

Feed-back immédiat

Définition : Le feed-back immédiat concerne les réponses de l'ordinateur consécutives aux actions des utilisateurs, lesquelles peuvent être un simple appui sur une touche ou l'entrée d'une séquence de commandes. Dans tous les cas, l'ordinateur devrait répondre, dans des délais brefs, appropriés et homogènes selon les types de transactions. Dans tous les cas, une réponse aussi immédiate que possible devrait être fournie à l'utilisateur, le renseignant sur l'action accomplie et sur son résultat.

Application aux sites web : L'application de cette définition au Web concerne, par exemple, l'information fournie à l'utilisateur lors du téléchargement d'une page web ou d'un fichier via FTP. Les navigateurs actuels (par exemple, Netscape ou Microsoft Explorer) contiennent au moins deux éléments destinés à fournir un feed-back dynamique aux utilisateurs lors de connexions à des serveurs : une barre d'état qui les renseigne sur la nature du processus en cours (par exemple, « Connexion : contact de l'hôte... », « Connexion : ... attente de réponse », « 6 k lus (à 952 octets/s) », « Document : terminé ») et un logo qui s'anime lors de ces connexions et/ou téléchargements. En ce qui concerne le téléchargement de fichiers, le feed-back se doit aussi d'être dynamique. Ainsi, lorsqu'il est possible de savoir approximativement le temps nécessaire au téléchargement, on devrait présen-

ter à l'utilisateur un feed-back le renseignant sur la progression de ce dernier (par exemple, une jauge indiquant la quantité téléchargée et la quantité restante). Le feed-back dynamique aura pour effet d'informer l'utilisateur sur le fait que le processus est en cours et qu'il se déroule normalement, lui donnera une indication approximative du temps de traitement ou de téléchargement restant et finalement captera son attention [52]. De plus, des feed-back dynamiques permettent de modifier la perception de la durée de téléchargement [10]. Le temps de téléchargement paraîtra moins long en présence d'un feed-back dynamique. Lorsqu'un feed-back dynamique précis n'est pas possible, il convient tout de même d'en fournir un, que ce soit sous la forme d'une montre, d'un sablier, ou de points apparaissant ou disparaissant dans une boîte de dialogue. Ce qui importe ici est d'indiquer à l'utilisateur que l'ordinateur fonctionne « normalement », qu'il n'est pas à l'arrêt [52].

S'il importe de renseigner l'utilisateur sur les téléchargements en cours et sur leur progression, le temps d'attente acceptable est de courte durée et devrait être réduit au minimum. Bon nombre d'utilisateurs avouent à ce propos perdre patience, être agacés et frustrés lorsqu'ils se connectent au réseau et qu'ils attendent le téléchargement d'images, de vidéo, d'animations et de documents audio [70]. Cette situation provoque toutes sortes de comportements. Pour éviter l'attente passive, des utilisateurs recourent à diverses stratégies leur permettant de ne pas rester inactifs. Ainsi, certains initieront plusieurs sessions de recherche ou plusieurs connexions simultanées, en utilisant plusieurs fenêtres. D'autres rapatrieront les éléments (pages, vidéos, etc.) contenant des informations les intéressant, pour les stocker sur leur poste de travail, afin de les consulter ultérieurement, une fois hors ligne. D'autres encore augmenteront la taille de la mémoire-cache dans le but d'accéder plus rapidement à une page qui a déjà été

téléchargée. Finalement, certains choisiront de désactiver l'option de chargement automatique des images. Dans certains cas, ces stratégies pourront être néfastes à la compréhension d'une page. Ce sera le cas notamment lorsque les auteurs d'une page n'auront pas prévu de texte explicatif alternatif pour les images (texte apparaissant avec le tag alt=) [48].

Pour limiter au minimum le temps de chargement des pages web, les recommandations suivantes [48] devraient être appliquées :

- Minimiser le nombre d'images à télécharger et limiter leur densité (leur taille et leur résolution).
- Utiliser les « cadres » de manière à limiter le téléchargement et l'affichage des tables des matières et autres éléments de navigation (voir pages 124-127).
- Utiliser l'attribut alt= des images afin d'afficher le nom des boutons de navigation de manière à permettre à l'utilisateur d'activer un lien sans avoir à attendre le chargement complet de l'image correspondante.
- Spécifier la taille des images (width= et height=) afin que le navigateur leur réserve un emplacement fixe, ce qui accélère la mise en pages.

Lisibilité

Définition : Le critère Lisibilité concerne les caractéristiques lexicales de présentation des informations à l'écran pouvant entraver ou faciliter la lecture de celles-ci (luminance des caractères, contraste caractères/fond, dimension des lettres, espacement entre les mots, espacement entre les lignes, espacement entre les paragraphes, longueur des lignes, etc.).

Application aux sites web : En ce qui concerne les pages web, les recommandations liées à la lisibilité sont, pour la plupart, redondantes avec les recommandations pour

la présentation des informations que l'on trouve dans

les guides de conception des systèmes traditionnels.

Rappelons que la présentation d'informations à l'écran pose des problèmes de lecture. Lorsque l'on compare le temps moyen que prennent des lecteurs pour lire un document donné selon qu'il est présenté à l'écran ou non, on s'aperçoit que les durées de lecture sont augmentées de 25 % comparativement aux documents papier. C'est sans doute ce qui explique que les utilisateurs préfèrent encore lire les versions papier.

Sur le Web, le contrôle de la typographie est assez rudimentaire : ce qui peut être spécifié lors de la conception des pages se limite à la définition de la police de caractères, sa couleur, sa taille et son style. En ce qui concerne le choix de la police, le problème réside dans le fait que toutes les polices ne sont pas disponibles sur toutes les plates-formes.

Lorsqu'un navigateur d'une plate-forme donnée ne reconnaît pas une police, il la remplace par une autre. Ce remplacement peut éventuellement modifier la mise en pages, voire la lisibilité. Certaines polices sont « standard » et existent sur la plupart des systèmes (c'est le cas notamment des polices Arial, Arial Black, Arial Italic, Times New Roman, Impact, Comic Sans MS, et Courier New). Ces polices, qui peuvent être spécifiées au niveau du code HTML, ne poseront de problème à aucun navigateur et ce, quelle que soit la plate-forme.

Lorsque l'on utilise des polices de caractères « non standard » pour des titres, par exemple, il est recommandé de convertir ces derniers en images au format GIF afin qu'ils apparaissent de la même manière sur tous les navigateurs.

Mais cette solution n'est recommandée que pour afficher un nombre restreint de mots (titre de la page ou titres des paragraphes), car l'utilisation d'images GIF augmente le temps de téléchargement de la page [28].

Les recommandations suivantes devraient permettre d'éviter les erreurs de conception observées sur certaines pages web.

- Le style « italique » est moins lisible que le style « normal » [63].
- Un texte écrit en lettres capitales est plus difficile à lire qu'un texte en lettres minuscules. De plus, les capitales étant plus larges que les minuscules, les saccades oculaires nécessaires pour lire le même mot sont plus nombreuses [63].
- Le contraste texte/arrière-plan devrait être soutenu. On sait que le texte noir sur fond blanc est un bon compromis. Il faut éviter les couleurs complémentaires (texte vert sur fond rouge, par exemple) qui rendent le texte difficile à lire. Par ailleurs, on s'assurera que la couleur du fond ne sera en conflit ni avec la couleur des liens non encore visités, ni avec celle des liens déjà visités [28].
- La texture des fonds ne doit pas entraver la lecture des lettres [63].
- Les lignes de texte continu devraient comporter de 40 à 70 caractères [63] et de préférence au moins 50 caractères pour pouvoir être lues sans difficulté [76].
- La justification à droite des textes ne devrait être utilisée qu'avec un espacement variable, de sorte qu'un espacement proportionnel constant entre les lettres et les mots soit respecté [76].
- Les caractères clignotants doivent être évités. Mieux vaut utiliser les caractères gras ou augmenter la taille des lettres pour mettre en relief un mot ou une petite phrase [74].
- L'*underscore* est un caractère qui n'apparaît pas lorsqu'il est placé dans un mot ou une expression soulignés, il faut donc éviter de l'utiliser dans une expression qui active un lien [74].
- Les messages défilant dans la barre d'état posent des problèmes de lecture compte tenu de la vitesse souvent variable de défilement [74]. Il faut donc utiliser cette technique avec parcimonie.

Charge de travail

Définition : Ce critère concerne l'ensemble des éléments de l'interface jouant un rôle dans la réduction de la charge perceptive ou mnésique des utilisateurs, et dans l'augmentation de l'efficacité du dialogue.

Deux sous-critères participent au critère Charge de travail : Brièveté (qui inclut les critères Concision et Actions minimales), et Densité informationnelle.

Brièveté

Définition : Le critère Brièveté concerne la charge de travail au niveau perceptif et mnésique à la fois pour les éléments individuels d'entrée ou de sortie, et les séquences d'entrées (c'est-à-dire, les suites d'actions nécessaires à l'atteinte d'un but, à l'accomplissement d'une tâche). Il s'agit ici de limiter autant que possible le travail de lecture, d'entrée de données, et les étapes par lesquelles doivent passer les utilisateurs.

Deux sous-critères participent au critère Brièveté : Concision et Actions minimales.

CONCISION

Définition : Le critère Concision concerne la charge de travail au niveau perceptif et mnésique pour ce qui est des éléments individuels d'entrée ou de sortie. Par convention, la Concision ne concerne pas le feed-back ni les messages d'erreur.

Application aux sites web : Les recommandations collectées dans les guides de conception et d'évaluation de sites web sont similaires aux recommandations pour les systèmes interactifs traditionnels :

- Les listes d'items devraient être relativement courtes (7 ± 2 items) [19].
- Le libellé d'un lien (le mot ou groupe de mots

constituant l'ancre) devrait être concis [11].

ACTIONS MINIMALES

Définition : Le critère Actions minimales concerne la charge de travail quant aux actions nécessaires à l'atteinte d'un but, à l'accomplissement d'une tâche. Il s'agit ici de limiter autant que possible les étapes par lesquelles doivent passer les utilisateurs.

Application aux sites web :

- Lorsqu'une page utilise des cadres, faire en sorte que les utilisateurs n'aient pas besoin de les redimensionner pour lire les informations qu'ils contiennent [19].
- Minimiser les contraintes de défilement des pages [19].
Cette recommandation devrait être appliquée plus particulièrement à la page d'accueil, aux menus ou pages de navigation, aux documents destinés à être parcourus en ligne et aux pages contenant des images et graphiques volumineux.
- Les informations les plus importantes contenues dans le site devraient pouvoir être accédées par les utilisateurs en deux ou trois étapes maximum à partir de la page d'accueil [15].
- Chaque page du site devrait avoir un lien direct avec la page d'accueil [55].

Densité informationnelle

Définition : Ce critère concerne la charge de travail du point de vue perceptif et mnésique, pour des ensembles d'éléments et non pour des items.

Application aux sites web :

- Pour chacune des pages web, éliminer toutes les informations superflues et qui pourraient distraire l'utilisateur [41].

- Le nombre de liens présentés sur une page ne devrait pas être excessif. Le concepteur ne devrait pas céder à la tentation de sélectionner tous les mots pouvant donner lieu à un lien. Le choix des liens doit être effectué judicieusement [11] [19].
- Ne pas surcharger l'utilisateur quant aux choix de liens qu'il peut activer à partir d'une page web (d'une manière générale, ne pas présenter plus de huit liens par page) [11] [19].
- Lorsque des boutons radios sont présentés sur une page, la liste d'options proposée devrait être courte (d'une manière générale, pas plus de quatre ou cinq options) [19].

Contrôle explicite

Définition : Le critère Contrôle explicite concerne à la fois la prise en compte par le système des actions explicites des utilisateurs, et le contrôle qu'ont les utilisateurs sur le traitement de leurs actions.

Deux sous-critères participent au Contrôle explicite : Actions explicites et Contrôle utilisateur.

Actions explicites

Définition : Le critère Actions explicites concerne la relation pouvant exister entre le fonctionnement de l'application et les actions des utilisateurs. Cette relation doit être explicite, c'est-à-dire que le système doit exécuter seulement les opérations demandées par l'utilisateur et pas d'autres opérations et ce, au moment où il les demande.

Application aux sites web : Compte tenu des fonctionnalités existantes à l'heure actuelle sur les sites web, on observe peu de défauts relatifs à ce critère élémentaire.

Rappelons cependant que lorsque des formulaires sont utilisés sur une page web, il faut prévoir des boutons de validation (par exemple, Envoyer) et d'annulation (par exemple, Effacer) [19].

En effet, pour les pages web (comme pour les applications « traditionnelles »), le système doit requérir une action explicite de validation par l'utilisateur (par exemple, Entrée, Validation, OK) suite à une entrée de données. Aucun traitement (par exemple, sauvegarde d'un fichier) ne devrait être la conséquence d'une autre action (par exemple, une demande d'impression).

Contrôle utilisateur

Définition : Par Contrôle utilisateur, on entend ici le fait que l'utilisateur doit toujours avoir la main, pouvoir contrôler le déroulement (interrompre, reprendre) des traitements informatiques en cours. Ses actions devraient être anticipées, et des options appropriées devraient être fournies pour chaque cas.

Application aux sites web : En ce qui concerne le Web, la plupart des navigateurs donnent maintenant la possibilité aux utilisateurs d'interrompre le traitement en cours, de retourner aux pages visitées précédemment dans la même session, etc. Cependant, des contrôles plus fins devraient être fournis par les sites eux-mêmes. Voir ci-dessous des exemples de recommandations destinées aux pages web.

- En ce qui concerne les sons, éviter qu'ils soient téléchargés et déclenchés automatiquement après le chargement de la page, surtout si ces sons sont bruyants. Lors de l'écoute, un panneau de contrôle du son devrait être fourni à l'utilisateur [53].
- Lorsque des animations graphiques sont chargées et déclenchées automatiquement sur une page web, l'utilisateur devrait avoir la possibilité d'annuler leur chargement [34].

- L'utilisateur devrait toujours avoir la possibilité d'annuler (Undo) ou de refaire (Redo) sa dernière opération [34].
- Au moins un bouton ou un lien à la page d'accueil devrait être fourni sur chacune des pages du site [34].

Adaptabilité

Définition : L'adaptabilité d'un système concerne sa capacité à réagir selon le contexte, et selon les besoins et préférences des utilisateurs.

Deux sous-critères participent au critère Adaptabilité : Flexibilité et Prise en compte de l'expérience de l'utilisateur.

Flexibilité

Définition : Le critère Flexibilité concerne les moyens mis à la disposition des utilisateurs pour personnaliser l'interface afin de rendre compte de leurs stratégies ou habitudes de travail et des exigences de la tâche. Le critère Flexibilité correspond aussi aux différentes possibilités qu'ont les utilisateurs pour atteindre un objectif donné. Il s'agit, en d'autres termes, de la capacité de l'interface à s'adapter à des actions variées des utilisateurs.

Application aux sites web : Ce critère prend tout son sens lorsqu'il est appliqué aux sites web, l'Internet s'adressant à un public d'utilisateurs potentiels large et varié.

- L'information présentée sur un site devrait être fractionnée en plusieurs pages indépendantes les unes des autres mais liées entre elles afin de permettre des approches différentes du contenu [34].
- Lorsque des couleurs sont utilisées pour coder de l'information, les utilisateurs devraient avoir la possibilité de les personnaliser [30].

- Des liens textuels alternatifs aux images et cartes devraient être prévus de manière à permettre aux utilisateurs possédant des navigateurs *text only* l'accès aux informations correspondant aux différentes zones des images/cartes [19].

Prise en compte de l'expérience de l'utilisateur

Définition : Le critère Prise en compte de l'expérience de l'utilisateur concerne les moyens mis en œuvre pour respecter le niveau d'expérience de l'utilisateur.

Application aux sites web :

- Prendre en compte différents objectifs et niveaux d'expertise [30].
- Guider les novices pas à pas dans la réalisation de leurs objectifs/tâches (du général au particulier), mais donner la possibilité aux experts de se rendre directement à la page qui les intéresse [40].

Gestion des erreurs

Définition : Ce critère concerne tous les moyens permettant d'une part d'éviter ou de réduire les erreurs, et d'autre part de les corriger lorsqu'elles surviennent. Les erreurs sont ici considérées comme des saisies de données incorrectes, ou dans des formats inadéquats, des saisies de commandes à syntaxe incorrecte, etc.

Trois sous-critères participent à la Gestion des erreurs : Protection contre les erreurs, Qualité des messages d'erreur et Correction des erreurs.

Protection contre les erreurs

Définition : Ce critère concerne les moyens servant à détecter et prévenir les erreurs d'entrées de données ou commandes, ou les actions aux conséquences néfastes.

Application aux sites web : Sur le Web, des erreurs apparaissent fréquemment lors du remplissage de formulaires et lors de la sélection de liens. Les erreurs surviennent lorsque, par exemple, les champs obligatoires ne sont pas spécifiés (il s'agit là d'un manque de guidage) ou encore lorsque les données saisies ne sont pas valides.

Pour vérifier la nature des données, deux stratégies sont possibles. Soit la vérification s'effectue du côté serveur après que l'utilisateur ait validé et envoyé le formulaire, soit la vérification s'effectue lorsque l'utilisateur passe d'un champ de saisie à un autre (voir Instone [34], qui propose des scripts Java à cet effet). Cette dernière solution est préférable à la première, d'une part parce qu'il y a un feed-back immédiat sur la validité des données saisies, et d'autre part parce que l'utilisateur est mieux guidé quant aux modifications qu'il a à réaliser. La situation est différente dans le cas des vérifications effectuées sur le serveur où celui-ci retourne à l'utilisateur le formulaire complet sans nécessairement lui indiquer le champ contenant les données erronées.

D'après une étude récente, 6 % des liens du Web seraient obsolètes ou erronés [79]. Selon une enquête réalisée en 1997, 60 % des répondants affirmaient qu'il s'agissait là d'un des problèmes les plus importants du Web. Les erreurs relatives à la sélection de liens obsolètes ou erronés peuvent être évitées par une vérification régulière de ceux-ci. De nombreux outils et « services » informatiques permettent d'effectuer cette vérification automatiquement [29] [46].

Par ailleurs, lorsque le contenu même d'un site devient obsolète, l'URL de ce dernier devrait tout de même pointer sur une page d'information ou à défaut devrait diriger le visiteur sur une autre page. Un site ne devrait jamais être supprimé sans qu'une page web n'en tienne les visiteurs informés [57].

Qualité des messages d'erreur

Définition : Le critère Qualité des messages d'erreur concerne la pertinence, la facilité de lecture et l'exactitude de l'information donnée aux utilisateurs sur la nature des erreurs commises (syntaxe, format, etc.) et sur les actions à entreprendre pour les corriger.

De manière générale il faudrait :

- Fournir des messages d'erreur orientés-tâches (par exemple, Un problème est survenu pendant la copie du fichier sur le disque plutôt que Erreur d'exécution 159).
- Utiliser des termes aussi spécifiques que possible, éviter les termes ambigus.
- Adopter un vocabulaire neutre, non personnalisé, non réprobateur, et éviter l'humour.

Application aux sites web : La plupart des guides de conception destinés au Web mettent l'accent sur deux messages d'erreur fréquents sur le Web. Le premier, No matches found, est envoyé par les moteurs de recherche lorsqu'aucun document ne correspond à la requête de l'utilisateur. Le deuxième message est le fameux 404: Not Found, qui apparaît dans la fenêtre du navigateur lorsqu'une page n'est pas trouvée sur un serveur.

Un message d'erreur de bonne qualité devrait contenir des informations sur la nature de l'erreur, sur sa cause et sur les moyens d'y remédier. Un moteur de recherche qui ne trouve pas de réponse à une requête pourrait, par exemple, suggérer des mots ayant une orthographe proche, diriger l'utilisateur sur d'autres outils de recherche plus appropriés, ou assister ce dernier dans la modification ou la précision de sa requête. De la même manière, les messages d'erreur de type 404: Not Found pourraient être modifiés par le Webmaster. Un message comme celui qui suit est beaucoup plus informatif et offre un meilleur guidage à l'utilisateur novice : Cette page est introuvable sur le serveur ou La page que vous avez demandée n'est pas ou plus disponible. Assurez-vous que

l'adresse du site (URL) que vous avez saisie est la bonne et que le site que vous voulez voir n'est pas obsolète. Si vous avez des problèmes, n'hésitez pas à nous en faire part à l'adresse suivante : webmaster@ourhost.com.

Correction des erreurs

Définition : Le critère Correction des erreurs concerne les moyens mis à la disposition des utilisateurs pour leur permettre de corriger leurs erreurs.

Application aux sites web : Le langage HTML n'offre pas encore de moyens très sophistiqués pour aider et guider les utilisateurs dans la correction de leurs erreurs. Les scripts Java dont nous avons parlé précédemment présentent un intérêt certain. Quoi qu'il en soit, le concepteur devrait toujours essayer de fournir à l'utilisateur les moyens de corriger le plus facilement et le plus rapidement possible ses erreurs en lui permettant, par exemple, de ne corriger que la portion des données qui est erronée plutôt que le contraindre à remplir à nouveau le formulaire ou tout un champ de saisie. Dans le cas d'un lien obsolète ou d'une recherche d'information, une alternative devrait toujours être fournie aux utilisateurs sous forme de propositions d'autres liens en rapport avec les informations qu'ils recherchent, ou en leur proposant de revenir à la page précédente, etc. [33].

Homogénéité/cohérence

Définition : Le critère Homogénéité/cohérence concerne la façon avec laquelle les choix de conception de l'interface (codes, dénominations, formats, procédures, etc.) sont conservés pour des contextes identiques, et sont différents pour des contextes différents.

Application aux sites web : Les feuilles de style, les modèles et les tableaux peuvent être utiles pour assurer la cohérence de la présentation des pages web.

L'utilisation d'un modèle (*template*) sur lequel se calqueront toutes les pages d'un même site permet au concepteur de déterminer la présentation générale des différentes pages, c'est-à-dire l'emplacement des différents « blocs » de contenu sur chacune des pages (titre du site, titre des pages, boutons de navigation, liens vers la page d'accueil, liens contextuels locaux, etc.).

L'emploi de modèles de ce type permet d'établir rapidement une présentation homogène, stable et logique des pages-écrans [43].

L'utilisation de feuilles de styles (*cascading style sheets*) dans les documents HTML permet d'attacher une feuille de style (spécification de la taille, de la couleur, de la disposition du texte et des images, etc.) à des documents HTML. Séparer le contenu d'une page de sa présentation est alors possible.

Ainsi, la présentation de toutes les pages HTML d'un site (ou même de plusieurs sites si leurs pages utilisent le même modèle) pourra être modifiée à partir de la seule modification de la feuille de style à laquelle elles sont rattachées [42], qu'elle soit définie par le concepteur ou par l'utilisateur lui-même.

Mais ces feuilles de style sont « programmées » dans un langage spécifique (voir les recommandations du W3C : <<http://www.w3.org/TR/REC-CSS1.../REC-CSS1>>) et ne fonctionnent bien (du côté utilisateur) que sur les navigateurs récents (versions 4.0 et au-delà). Les feuilles de style peuvent donc poser des problèmes de compatibilité.

L'application des recommandations suivantes devrait aussi permettre d'assurer une meilleure cohérence.

- Les icônes devraient être utilisées de manière cohérente. Une même icône devrait être utilisée pour une même fonction [12].
- Toutes les pages d'un site web donné devraient avoir la même structure : l'apparence des pages devrait être

la plus homogène possible. Pour ce faire, on utilisera les mêmes formats de titres, alignements, dispositions d'images, etc. [19] [20] [30].

- Les mêmes séquences d'actions devraient avoir les mêmes effets pour toutes les pages du site [30].
- Les icônes utilisées devraient être homogènes sur tout le site : une même icône devrait toujours avoir la même fonction, la même légende, la même forme, la même taille et le même emplacement [19] [20] [30].
- Les termes employés sur le site devraient être homogènes : un même mot devrait toujours avoir la même signification [19].
- L'emplacement des menus, boutons et textes redondants devrait être le même pour toutes les pages du site [19].

Signifiante des codes et dénominations

Définition : Ce critère concerne l'adéquation entre l'objet ou l'information affichée ou entrée, et son référent. Des codes et dénominations « signifiants » disposent d'une relation sémantique forte avec leur référent.

Application aux sites web :

- Les icônes donnant accès à une autre page du site devraient avoir un trait distinctif qui doit se retrouver sur la page de destination du lien [11].
- Les liens activables devraient refléter le contenu de la page de destination (éviter les termes techniques...) [11] [41].
- L'utilisation d'icônes et d'un vocabulaire nécessitant un apprentissage particulier de la part des utilisateurs devrait être évitée [19] [30] [40].
- L'adresse d'une page web (l'URL) devrait être compréhensible par les utilisateurs [18].

Compatibilité

Définition : Le critère Compatibilité concerne l'accord pouvant exister entre les caractéristiques des utilisateurs (mémoire, perceptions, habitudes, compétences, âge, attentes, etc.) et des tâches, d'une part, et l'organisation des sorties, des entrées et du dialogue d'une application donnée, d'autre part. La compatibilité concerne également le degré de similitude entre divers environnements ou applications.

Application aux sites web : En ce qui concerne le Web, la compatibilité concerne aussi les caractéristiques des utilisateurs et de leurs tâches et, comme nous l'indiquions en pages 113 et suivantes, la compatibilité avec les matériels et logiciels de navigation.

La notion de compatibilité en matière de **caractéristiques des utilisateurs** pose des problèmes particuliers avec les sites web.

En effet, la population des utilisateurs potentiels de ces sites est très large : enfants, personnes âgées et personnes présentant des handicaps divers (visuel, auditif, moteur, etc.).

La spécificité de chacune de ces catégories d'utilisateurs pose aux concepteurs et aux développeurs des contraintes particulières que les technologies actuelles tentent, tant bien que mal, de solutionner.

Comment, par exemple, concevoir un site web de manière que les logiciels de synthèse vocale utilisés par les non-voyants puissent lire le contenu de manière satisfaisante ? Peut-on utiliser les cadres ? Doit-on utiliser les tableaux ou faut-il se passer de ces possibilités du langage HTML ? Quelles combinaisons de couleurs doit-on éviter pour ne pas léser les utilisateurs atteints d'anomalies de la vision des couleurs ? Comment tenir compte des particularités des utilisateurs internationaux ?

Selon les caractéristiques des utilisateurs auxquels on s'adressera et d'autant plus que ceux-ci ont des besoins spécifiques, la conception et le développement des sites web devront reposer sur des recommandations issues de travaux spécialisés (une source intéressante d'information sur ces thèmes est le « Usable Web » <<http://usableweb.com/items/access.html>>).

La compatibilité avec les **matériels et logiciels de navigation** est un autre aspect qu'il importe de prendre en compte lors de la conception et du développement de sites web.

Les concepteurs, tout comme les développeurs, ne devraient jamais perdre de vue le fait qu'ils travaillent généralement dans un environnement matériel incomparable à celui que pourrait se procurer le grand public, ne serait-ce qu'en termes de puissance d'ordinateur, de taille de l'écran, et de vitesse de transmission des données.

Un site web devrait donc être conçu pour le plus grand nombre d'utilisateurs, c'est-à-dire ceux qui se connectent au réseau par l'entremise de modems, à partir d'ordinateurs de puissance « grand public » munis d'écrans relativement petits.

Pour satisfaire le plus grand nombre, les concepteurs devraient donc s'astreindre à respecter les recommandations suivantes :

- Concevoir les pages web pour des écrans de 14 ou 15 pouces, soit environ 640 x 480 pixels, de manière à limiter l'utilisation des barres de défilement horizontales et verticales.
- Par ailleurs, les figures et les images ne devront pas dépasser 535 pixels de largeur et 320 pixels de hauteur, de manière qu'elles puissent être imprimées sur papier [43].
- Limiter le « poids » des images de manière à réduire le temps de téléchargement.

- Utiliser les « cartes-images » avec parcimonie, compte tenu du fait que tous les navigateurs ne peuvent les afficher [19].
- Veiller à ce que la présentation des pages du site soit correcte même avec un navigateur *text only* (c'est-à-dire, ne permettant pas d'afficher des images), ou fournir un lien vers une version textuelle de la page [19] [84].
- Tester les pages sur différents types de configurations de travail (Mac, PC, Unix) et différentes tailles d'écran afin de s'assurer que la présentation des informations ne subit pas trop de déformations [20].

La compatibilité avec la **tâche** est primordiale. Certaines tâches, habituelles, ne sont pas spécifiques ni très spécialisées. C'est le cas, par exemple, de l'impression de documents, de la sélection, etc. Ainsi :

- En ce qui concerne l'impression, lorsque le contenu d'un site web contient plusieurs sections, fournir aux utilisateurs la possibilité de le rapatrier et/ou de l'imprimer comme un seul document (fichier de type PDF ou PostScript) [19] [41].
- Si des métaphores sont utilisées pour organiser l'information, s'assurer qu'elles sont bien compatibles avec les objectifs et l'activité des utilisateurs [19].
- Lorsque des prévisualisations de graphiques ou d'images sont présentées sur des pages web, par le biais notamment de graphiques ou d'images minuscules (*thumbnails*), prévoir une option (sous forme d'un bouton, ou en cliquant sur la prévisualisation) permettant à l'utilisateur, s'il le désire, de visualiser le graphique dans sa taille normale [20].
- Lorsque la taille de l'ancre d'un lien est réduite (mot court ou petite icône), la taille de la zone activable qui lui est associée peut être plus importante que l'élément « ancre » lui-même afin d'en faciliter la sélection [30].

Si l'on considère la tâche de recherche d'information, plus complexe mais peu étudiée, on dira qu'un site est compatible s'il assiste les étapes cognitives de cette tâche. Bien que peu de données existent sur la description de cette tâche particulière, on peut identifier quatre étapes importantes, à savoir : la formulation de la requête, l'exécution de la recherche, la consultation des résultats et le raffinement de la recherche [73].

La première étape, celle de la formulation, est sans doute la plus complexe. Elle requiert l'identification des sources à interroger (le Web, les forums de discussion, etc.), le choix des champs à rechercher dans le cas de bases documentaires, le texte à rechercher et les variations acceptables de ce dernier.

L'identification des sources est un aspect important de la recherche car lorsque les utilisateurs savent où se trouve l'information pertinente, ils préfèrent généralement limiter leur recherche, l'affiner dès le départ. Dans le cas d'un centre documentaire, par exemple, l'utilisateur voudra rechercher soit dans l'ensemble de la collection, soit dans un sous-ensemble comme les monographies ou les périodiques. Sur Internet, l'utilisateur pourra être intéressé par une recherche sur le Web, ou dans les groupes de discussion. S'agissant de recherche d'articles de journaux, par exemple, l'utilisateur pourrait souhaiter préciser le quotidien ou l'hebdomadaire, voire spécifier la section de l'article (titre, paragraphe, légende, etc.) qui l'intéresse, le cas échéant (voir à ce propos NewsFinder, un exemple de prototype de Shneiderman [73]).

Le texte à rechercher et la manière dont la recherche est effectuée sont deux autres aspects importants de la recherche d'information, et ce sont sans doute ceux qui posent le plus de difficultés aux utilisateurs. Le texte à rechercher pose d'emblée le problème de la correspondance entre le vocabulaire des utilisateurs et celui des fournisseurs de service [81]. Selon le type d'information

à fournir, une meilleure compatibilité peut être assurée par la collecte des requêtes formulées par des utilisateurs dans le cadre de demandes réelles adressées aux services concernés.

À partir de ces requêtes, les termes du vocabulaire sont extraits et comparés au vocabulaire des fournisseurs de services.

Cette comparaison permet ensuite soit de modifier le vocabulaire des fournisseurs soit de fournir aux utilisateurs des aides plus précises, comme par exemple une liste de mots clés.

Bien que la plupart des moteurs de recherche acceptent le texte non structuré et le texte avec opérateurs booléens intégrés, les utilisateurs éprouvent beaucoup de difficultés avec cette dernière approche en raison du manque de cohérence de la syntaxe et de la signification des opérateurs d'un moteur de recherche à un autre [73].

La solution qui semble poser le moins de problèmes d'utilisation consiste à saisir le texte à rechercher et à spécifier par ailleurs le type d'opérateur booléen, les restrictions de proximité et autres stratégies de combinaisons de mots et ce, de manière explicite.

Selon Shneiderman, Byrd et Croft [73], l'interface de recherche à partir de texte non structuré devrait permettre à l'utilisateur de :

- spécifier son espace de recherche ;
- spécifier si la recherche doit tenir compte ou non des majuscules ;
- rechercher à partir de la racine ou du radical des mots ;
- rechercher les synonymes ;
- rechercher à partir d'abréviations et d'acronymes ;
- ne pas tenir compte des articles, etc.

La recherche en tant que telle s'effectue généralement suite à une action explicite de l'utilisateur. En cela, la

plupart des moteurs de recherche respectent le critère élémentaire d'Action explicite. Toutefois, en ce qui concerne la recherche d'information, d'autres mécanismes peuvent être envisagés dans la mesure où la technique n'entraîne pas d'autres problèmes tels que des temps d'attente trop longs. C'est le cas par exemple des requêtes dynamiques, où les résultats sont affichés et modifiés au fur et à mesure de la formulation de la requête par l'utilisateur.

L'avantage de cette technique est qu'elle permet à l'utilisateur d'élargir, de préciser ou de mettre au point sa recherche très rapidement [73]. Dans les cas où les temps de traitement risquent d'être longs, une solution peut consister, dans un premier temps, à ne présenter à l'utilisateur que le nombre de réponses à sa requête. Quand l'utilisateur juge le nombre de réponses satisfaisant, il peut ensuite demander l'affichage des résultats.

L'affichage des résultats est un autre aspect où la compatibilité doit être assurée. Si dans certains cas l'utilisateur peut spécifier le nombre de réponses qu'il souhaite obtenir, préciser le contenu des affichages et l'organisation des résultats (présentation alphabétique, thématique, selon le degré de pertinence, etc.), bien souvent le nombre de réponses pertinentes est très important. Se pose alors le problème de l'affichage des résultats dans un format qui soit utile. Pour résoudre ce problème, divers outils de visualisation ont été proposés². Ces outils sont cependant encore trop souvent des prototypes qui n'ont pas toujours été soumis à des tests d'utilisation.

La dernière étape concerne le raffinement de la recherche. Une étude empirique a démontré que les utilisateurs produisaient des recherches plus satisfaisantes et de meilleure qualité lorsqu'ils avaient accès à des indices de pertinence et lorsqu'ils pouvaient les utiliser pour affiner leur recherche [37]. De plus, le système devrait fournir une aide aux requêtes

successives par le biais d'un historique de ces dernières, permettant à l'utilisateur de les revoir, modifier et soumettre à nouveau.

Évaluation ergonomique des sites web

Les méthodes d'évaluation ergonomique des systèmes interactifs actuellement disponibles sont aussi variées que nombreuses (pour une présentation plus détaillée et une discussion des méthodes d'évaluation, voir Bastien [5]). Toutes présentent des avantages et des inconvénients et aucune d'elles ne peut prétendre à une évaluation exhaustive de l'interface. C'est pourquoi plusieurs méthodes devraient être appliquées lors de l'évaluation de sites web.

Parmi les méthodes actuellement disponibles, nous aborderons plus particulièrement celles dont l'application aux sites web a été documentée et/ou celles qui ont été adaptées à ce contexte particulier, à savoir :

- les tests d'utilisation ;
- les questionnaires et les entretiens ;
- les méthodes d'inspection ergonomique ;
- l'évaluation automatique.

Pour terminer nous aborderons l'utilisation des *log files*, ces fichiers de bord qui nous renseignent de manière indirecte sur la consultation des sites web.

Les tests utilisateurs

Lors des tests utilisateurs (tests d'utilisation³ ou tests d'usage, *user testing* en anglais), un ou plusieurs utilisateurs participent à l'exploration libre commentée d'un site et/ou à l'exécution de tâches représentatives des tâches réelles.

Au cours des explorations libres commentées, les utilisateurs sont invités à penser à haute voix, à exprimer ce

qu'ils aiment et n'aiment pas sur les pages web, à indiquer ce qui leur pose problème, et éventuellement à faire des suggestions d'amélioration. Ce type d'exploration peut se faire individuellement, à deux ou bien avec un évaluateur, etc., chacune de ces techniques ayant ses avantages et ses inconvénients. Par exemple, l'intérêt de la technique à deux [88] réside dans le fait que l'évaluateur ou l'expérimentateur se trouve un peu en retrait, et qu'une interaction survient entre deux utilisateurs lors de l'exploration d'un site, cette interaction pouvant constituer une situation de communication un peu plus naturelle entre pairs qu'entre un utilisateur et un évaluateur.

Mais l'évaluateur peut être plus directif lors de l'exploration. En effet, plutôt que de laisser les utilisateurs entièrement libres, l'évaluateur peut les inciter de manière explicite à dire, par exemple, pour chacun des boutons de navigation ou des liens, les informations qu'ils pourraient trouver sur les pages correspondantes.

Lors des tests utilisateurs proprement dits, on s'intéresse aux performances et aux comportements des utilisateurs lors d'interactions avec le site. On mesurera par exemple, le temps requis pour l'exécution d'une tâche, l'exactitude du résultat, le nombre et le type d'erreurs, les difficultés rencontrées, etc. Certaines de ces mesures pourront se faire manuellement lors de l'observation ; d'autres, notamment celles relatives aux comportements non verbaux (expressions faciales, par exemple), nécessiteront des équipements plus sophistiqués (par exemple, caméras et magnétoscope), ou encore des logiciels de capture de paramètres (à ce propos, voir l'étude des comportements de consultations répétées de sites, réalisée par enregistrement automatique par Tauscher et Greenberg [82]). Des données relatives à la compréhension et à la connaissance qu'ont les utilisateurs du site et de son fonctionnement pourront être déduites de l'analyse des protocoles verbaux enregistrés lors des interactions. Il

s'agit ici de recueillir des données empiriques sur l'utilisation d'un site, par un échantillon des futurs utilisateurs réalisant des tâches représentatives [65]. S'agissant de sites web, les caractéristiques des utilisateurs seront plutôt variées. On peut s'attendre à ce que les connaissances des outils informatiques et d'Internet soient assez variables d'un utilisateur à un autre. L'échantillon devra donc être représentatif de ces caractéristiques. On prendra soin de ne pas oublier le fait que les matériels des utilisateurs grand public pourra varier considérablement, de même que les moyens d'accès à Internet.

Les tests utilisateurs peuvent être réalisés très tôt dans le processus de conception, c'est-à-dire dès que des choix de conception (structure, type de dialogue, organisation du contenu, icônes, boutons de commandes, liens, etc.) sont envisagés.

Les questionnaires et les entretiens

Les questionnaires et les entretiens permettent le recueil de données subjectives relatives aux attitudes, aux opinions des utilisateurs, et à leur satisfaction [4] [17] [36] [38] [50]. La satisfaction subjective, par exemple, peut s'avérer aussi importante que les performances d'utilisation pour l'acceptation et l'utilisation régulière d'un site web [59]. Ces données sont généralement utilisées pour compléter les données objectives recueillies lors des tests d'utilisation.

Quelques questionnaires spécifiques aux sites web ont déjà été publiés et documentés. C'est le cas notamment du WAMMI ⁴. Il s'agit d'un questionnaire en ligne permettant aux utilisateurs de « noter » l'utilité et l'utilisabilité du site sur lequel il est implémenté. Le questionnaire est composé de vingt affirmations et d'une question ouverte (« Avez-vous d'autres remarques ou commentaires à formuler concernant la facilité d'utilisation de ce site ? »). Les utilisateurs sont invités à

lire attentivement ces affirmations et à noter chacune d'elles sur une échelle en cinq points allant de « pas du tout d'accord » à « tout à fait d'accord ».

Le questionnaire contient les vingt affirmations suivantes :

1. Il y a beaucoup d'informations intéressantes sur ce site.
2. Lorsque j'utilise ce site, j'ai le sentiment de contrôler la situation.
3. Sur ce site, je peux trouver rapidement ce que je recherche.
4. L'organisation de ce site me paraît logique.
5. Ce site mériterait de fournir plus d'explications en introduction.
6. Les pages de ce site sont très attrayantes.
7. La navigation sur ce site est facile.
8. Ce site est trop lent.
9. Ce site m'a aidé à trouver ce que je recherchais.
10. Apprendre à trouver mon chemin dans ce site est difficile.
11. Je n'aime pas utiliser ce site web.
12. Sur ce site, je peux facilement contacter les personnes que je désire.
13. Je me sens efficace lorsque j'utilise ce site web.
14. Il est difficile pour moi de dire si ce site propose ce que je cherche.
15. L'utilisation initiale de ce site est facile.
16. Ce site web contient des éléments agaçants.
17. Sur ce site, il m'est facile de me rappeler où je me trouve.
18. Utiliser ce site web est une perte de temps.
19. Lorsque je clique sur des éléments du site, j'obtiens toujours les informations auxquelles je m'attends.
20. Sur ce site, tout est facile à comprendre.

Le rapport établi par WAMMI contient trois sections. La première donne un score global d'utilisabilité du site et informe le concepteur sur la tendance générale des réponses des visiteurs. La deuxième section fournit un profil d'utilisabilité du site plus détaillé suivant cinq échelles. Ces échelles sont : l'attrait (*attractiveness*), le

contrôle (*control*), l'efficacité (*efficiency*), l'utilité/aide (*helpfulness*) et la facilité d'apprentissage (*learnability*). La troisième section fournit une liste détaillée des aspects du site qui ont été notés par les utilisateurs comme étant particulièrement satisfaisants ou particulièrement problématiques.

Les méthodes d'inspection ergonomique

Les méthodes d'inspection ergonomique (*usability inspection methods*) regroupent un ensemble d'approches faisant appel au jugement d'évaluateurs, que ces derniers soient experts ou non en ergonomie [44] [58].

Bien que toutes ces méthodes aient des objectifs différents, elles visent généralement la détection des aspects de la conception des interfaces pouvant entraîner des difficultés d'utilisation ou alourdir le travail des utilisateurs. Les méthodes d'inspection se distinguent les unes des autres par la façon avec laquelle les jugements des évaluateurs sont dérivés, et par les critères d'évaluation à la base de leurs jugements. Dans ce genre d'évaluation, les évaluateurs ne sont généralement pas représentatifs des utilisateurs potentiels du site.

Parmi les méthodes d'inspection, celles qui nous intéressent plus particulièrement sont :

- l'évaluation de la conformité à un ensemble de recommandations (*guideline reviews*) ;
- l'analyse de la conformité à des normes (*standards inspection*), principes, dimensions, heuristiques.

Il n'est pas toujours facile de distinguer ces deux catégories compte tenu des liens pouvant exister entre recommandations, principes, heuristiques ou normes.

Les recommandations individuelles, c'est-à-dire les recommandations qui sont issues par exemple d'études empiriques ou de pratiques courantes, se retrouvent

parfois dans des recueils. Ces recommandations n'ont pas toujours le même degré de précision. Les principes tout comme les critères ergonomiques (voir [69] et pages 119-150) sont, quant à eux, des « abstractions » d'ensembles de recommandations. Nous avons distingué les recueils de recommandations, qu'il s'agisse de guides de style, ou simplement de compilations de recommandations, des documents présentant des principes, normes et heuristiques d'un niveau plus abstrait même si, dans la plupart des cas, ces principes sont accompagnés d'exemples de recommandations.

L'évaluation de la conformité à des recommandations consiste donc à juger la conformité des éléments des pages web aux recommandations (ergonomiques ou de style) contenues dans divers types de recueils. On trouve ainsi des guides de style, c'est-à-dire des recommandations que proposent des constructeurs, des développeurs, ou des consortiums [2] [33] [41] et des recueils [39]. Ces guides et ces recueils pourraient donc servir de base à l'évaluation.

L'évaluation automatique

Différents outils d'évaluation automatique de sites web sont disponibles. Ils peuvent être classés en deux catégories distinctes : les outils de vérification (ou de validation) du code HTML, et les outils d'aide à l'évaluation ergonomique de sites web. En ce qui concerne les aspects ergonomiques, seules les recommandations pouvant donner lieu à une évaluation automatique sont prises en compte.

Tous les aspects de la qualité ergonomique des sites web ne sont donc pas évalués par ces outils. Ces derniers demeurent néanmoins des aides non négligeables. Comme pour les autres méthodes ou techniques d'évaluation, l'évaluation automatique ne saurait se passer de tests d'utilisation.

LES OUTILS DE VALIDATION HTML

Ces outils procèdent de la même façon que les vérificateurs orthographiques et grammaticaux, c'est-à-dire qu'ils lisent le document HTML et le comparent à un certain nombre de règles (lexicales, syntaxiques et/ou sémantiques) qu'ils ont en mémoire. À chaque fois qu'une des règles est enfreinte (et quel que soit son degré de gravité), l'outil consigne le(s) « problème(s) » détecté(s) dans un rapport.

Ces outils comportent cependant des limites : la compréhension des messages d'erreur consignés par ce type d'outils et la correction des erreurs qu'ils détectent nécessitent souvent à la fois temps et effort de compréhension et d'analyse. De plus, ils peuvent ne pas détecter toutes les erreurs.

Quelques outils de ce type sont disponibles sur Internet (une liste d'outils de vérification et de validation est disponible à l'adresse : <http://www.htmlhelp.com/links/validators.htm>).

Notons au passage :

- WebTechs - <<http://valsvc.webtechs.com/>>
- W3C HTML Validation Service - <<http://validator.w3.org/>>
- Web Page Backward Compatibility Viewer - <<http://www.delorie.com/web/wpbcv.html>>
- Dr Watson - <<http://watson.addy.com/>>

LES OUTILS D'ÉVALUATION ERGONOMIQUE AUTOMATIQUE DES SITES WEB

Les outils d'évaluation ergonomique automatique des sites web examinent, comme les outils précédents, le code HTML. Toutefois, cet examen, bien qu'il porte aussi sur les aspects lexicaux, syntaxiques et/ou sémantiques du code HTML, porte surtout sur les « options » ou *tags* utilisés, ceux-ci permettant de prendre en compte certaines recommandations ergonomiques.

Deux outils, Bobby [16] et le WebMetrics Tool Suite (<http://zing.ncsl.nist.gov/~webmet/>), sont actuellement

disponibles pour l'évaluation ergonomique de pages web. Ces outils ne permettent cependant pas d'évaluer tous les aspects de la qualité ergonomique des sites web, comme nous le verrons.

Les deux outils cités évaluent l'accessibilité des pages web, c'est-à-dire la facilité avec laquelle les personnes présentant des handicaps peuvent accéder au contenu des pages web. Les personnes présentant des handicaps visuels, par exemple, utilisent souvent des logiciels de lecture d'écran. Pour éviter les problèmes que peuvent poser les pages web à ces logiciels et afin de faciliter l'accès à l'information, des recommandations pour la conception des pages web ont été formulées. Ces recommandations sont disponibles dans des compilations telles que le *WAI Accessibility Guidelines : Page Authoring*⁵ et le *WAI Accessibility Guidelines : Page Authoring Checklist*⁶. Ainsi, par exemple, toutes les images, de même que celles qui sont utilisées comme lien, doivent être accompagnées d'un texte descriptif. Ce dernier, associé au tag alt=, doit être inclu dans le tag . L'utilisation de cadres pose aussi des problèmes d'accessibilité. Pour les surmonter, on recommande de fournir des alternatives non cadrées (<NOFRAMES>... </NOFRAMES>). Les outils d'évaluation parcourent donc le code HTML à la recherche de ces tags spécifiques. Ces aspects de l'accessibilité des pages web concernent la compatibilité avec les caractéristiques de certains utilisateurs.

La compatibilité avec les matériels et les logiciels est aussi évaluée par ces outils. La version 2.0 de Bobby vous indique, par exemple, si la page web analysée est conforme à la version HTML 3.2. Bobby permet aussi de tester la compatibilité des pages web avec diverses versions des navigateurs connus.

Les trois outils du WebMetrics Tool Suite, à savoir le Web Static Analyzer Tool (WebSAT), le Web Category Analysis Tool (WebCAT) et le Web Visual Instrumenter Program (WebVIP) offrent d'autres possibilités. Le

WebSAT, en plus d'évaluer l'accessibilité des pages web, évalue les formulaires, les performances, la « maintenabilité », la navigation et la lisibilité (*readability*). L'évaluation des formulaires est assez restreinte. WebSAT vérifie seulement si des boutons d'envoi/validation (Actions explicites) et d'effacement (Contrôle utilisateur et Compatibilité) sont présents. Pour évaluer les performances, WebSAT calcule la taille totale des images sur une page (qui ne devrait pas dépasser 30 Ko), vérifie si la hauteur et la largeur de chacune des images sont spécifiées, dénombre les images au format JPEG, et vérifie que les bannières ne dépassent pas 500 pixels. Pour ce qui est de la navigation, l'évaluation de WebSAT porte essentiellement sur les liens. Le logiciel s'assure que chaque page contient un lien, afin de ne pas constituer de cul-de-sac (Contrôle utilisateur), que les liens sont affichés dans la couleur par défaut du navigateur (Compatibilité avec les habitudes acquises), que les liens ne sont pas intégrés au texte (Grouper/distinction entre items par la localisation), de manière qu'ils soient plus faciles à identifier, etc. Les aspects de la lisibilité qu'évalue WebSAT concernent les critères Densité informationnelle et Lisibilité. L'évaluation consiste essentiellement à calculer le nombre de mots affichés comme lien par rapport au nombre total de mots contenant la page, le nombre d'objets animés et le nombre de lignes horizontales.

Le WebCAT est une variante de la technique du tri de carte (*card sorting*) dont nous avons parlé en pages 116-117. Cet outil permet d'évaluer la compréhension qu'ont les utilisateurs du schéma de catégorisation ou d'organisation d'un site. En d'autres termes il permet au concepteur de tester de manière interactive non seulement la signification des noms des catégories, mais aussi les liens pouvant exister entre ces catégories et les éléments pouvant la composer. Concrètement, le logiciel présente à l'utilisateur potentiel à la fois des noms de catégories et des éléments à catégoriser.

L'utilisateur procède à un appariement par simple déplacement des éléments dans les catégories. Puis les résultats de ces appariements sont analysés.

Le WebVIP est un outil permettant le recueil de données lors de la conduite de tests utilisateurs de sites web. Après avoir réalisé une copie du site à tester, WebVIP ajoute au code HTML des marqueurs et des identificateurs de liens, qui permettront de recueillir des données temporelles et de tracer les parcours empruntés. Le site ainsi « instrumenté » aura exactement la même apparence que le site d'origine, si ce n'est la boîte de dialogue comprenant des boutons « début » et « fin » permettant aux utilisateurs de marquer le début et la fin de chacune des tâches qu'ils auront à exécuter. Les résultats obtenus permettront essentiellement de calculer le temps passé sur chacune des pages web et de tracer la séquence de consultation de celles-ci. D'une certaine manière il s'agit là d'une version « client » des *log files* (voir ci-dessous).

Les *log files*

Un *log file* (en français, « journal de bord des connexions ») est un fichier créé et maintenu par un logiciel spécifique installé sur un système informatique en réseau. Ce logiciel est conçu pour enregistrer (c'est-à-dire pour consigner dans le journal de bord) un certain nombre de paramètres, relatifs à la fréquentation et au temps passé sur les pages web, lors de connexions au serveur. Les données contenues dans un *log file* sont : l'adresse IP (ou le nom du domaine) du visiteur, la date et l'heure de la connexion, le nom du fichier requis suivi du résultat de la requête (c'est-à-dire les succès, les échecs, les erreurs de serveur, etc.), et le nombre d'octets envoyés. Certaines configurations de serveurs permettent d'enregistrer d'autres informations telles que l'URL de la page d'où provient la connexion, de même que le type de logiciel et/ou le

navigateur utilisés pour cette dernière. Il ne s'agit donc pas d'une méthode d'évaluation mais bien d'une méthode de recueil de données sur la fréquentation d'un site.

L'analyse des données contenues dans les *log files* permet, par exemple, d'identifier les pages qui sont les plus visitées et les parcours empruntés pour y arriver, celles qui le sont moins ou pas du tout ; d'identifier la provenance des visiteurs, leurs parcours, le temps passé sur les différentes pages ; d'identifier la page sur laquelle arrivent la majorité des visiteurs, etc.

Sur la base de ces résultats, des modifications peuvent être effectuées dans le but de faciliter la navigation, d'optimiser la structure, de rendre le contenu des pages plus facile d'accès [78].

Bien que les données fournies par les *log files* puissent être utiles à l'évaluation ergonomique d'un site web, il importe de prendre en compte les limites inhérentes à ces données lors de leur analyse et de leur interprétation. Rappelons que les *log files* contiennent des informations sur l'activité du serveur. Il faut donc être prudent quant aux inférences que l'on peut être amené à faire sur l'activité ou l'intérêt des visiteurs. Hayward [31] note à ce propos un certain nombre de limitations. Les *firewalls*, par exemple, ces protections d'accès à un réseau, masquent l'adresse IP des utilisateurs. Toute demande de connexion provenant d'un serveur doté d'une telle protection aura la même adresse et ce, quel que soit l'utilisateur. Il est donc impossible, dans ce cas, d'identifier et de distinguer les visiteurs provenant de ce réseau. Un autre aspect pouvant influencer le nombre d'accès à une page est l'utilisation de la mémoire cache. Dans ce cas, une page peut être consultée plusieurs fois sans qu'il y ait autant d'accès au serveur. Mais la limite la plus importante est sans doute liée au fait qu'entre deux requêtes, les *log files* ne peuvent rien apporter sur les comportements de l'utilisateur. Que fait ce dernier ? Est-il vraiment en train

de lire la page affichée ? Par ailleurs, le nombre de visites sur une page ne reflète pas nécessairement l'intérêt de celle-ci. Ainsi, un nombre élevé de visites peut simplement être attribué à l'organisation d'un site [26] et au passage forcé d'un visiteur sur certaines pages.

Compte tenu des limites de cet outil, l'évaluation ergonomique d'un site web ne peut reposer sur les seules données issues de ces fichiers. L'évaluation doit faire appel à d'autres techniques. Pour obtenir des informations sur les comportements des visiteurs face à un site donné, rien ne remplacera l'observation directe et les tests utilisateurs. La technique des *log files*, comme toute technique d'enregistrement automatique d'interactions, est utile. Toutefois, si l'objectif est d'obtenir des données sur l'activité réelle des visiteurs, alors l'enregistrement devrait se faire sur le poste de l'utilisateur (*client-side log files versus server-side log files*). À ce propos, voir l'étude des comportements de consultations répétées de sites réalisée par enregistrement automatique par Tauscher et Greenberg [82].

Conclusion

Le bref survol que nous avons effectué de l'ergonomie des sites web aura, nous l'espérons, permis aux concepteurs et développeurs de se faire une meilleure idée de ce qui devrait être mis en œuvre pour s'assurer d'une meilleure qualité ergonomique des sites web. Ce texte donne quelques pistes destinées aux concepteurs afin d'éviter nombre d'erreurs habituelles, et d'approfondir leurs connaissances en matière de techniques d'aide à la conception et de méthodes et techniques d'évaluation.

Toutefois, comme nous l'avons indiqué par ailleurs [8], le Web et le multimédia posent des problèmes particuliers, c'est-à-dire des problèmes pour lesquels soit aucune solution technique n'a encore été trouvée,

soit les solutions proposées n'ont pas été démontrées satisfaisantes d'un point de vue ergonomique. Le problème de la désorientation [14] est un bel exemple du premier cas. Des aides à la navigation et à la visualisation (visites guidées, chemins, retour-arrière, historique, signets, vues d'ensemble, cartes, etc.) ont été proposées pour atténuer ce problème bien connu et largement documenté. Or très peu de données existent quant à l'utilisation de ces diverses solutions et quant à leur contexte d'application (ce que confirme Tricot [83]).

Par ailleurs, les tâches auxquelles on s'adresse, notamment la recherche d'information, sont encore mal connues, mal définies. Les solutions techniques [86] [87] telles que l'indexation des documents, la recherche booléenne, la recherche dans des espaces vectoriels, les modèles probabilistes, etc., sont rarement mises en relation avec des modèles de l'activité humaine de recherche d'information. La plupart du temps ces solutions techniques sont opaques pour l'utilisateur. L'activité de recherche d'information est encore très mal connue et peu étudiée, bien que le Web soit en bonne partie utilisé à cette fin.

Il reste donc beaucoup à faire pour que les sites web soient plus largement utilisables par les diverses populations d'utilisateurs actuels et potentiels.

En effet, comme on l'a vu précédemment, il reste un travail important en matière d'identification plus complète des recommandations applicables au Web et d'organisation de ces connaissances pour fournir aux concepteurs des méthodes et des outils incluant des aspects ergonomiques.

Un certain nombre de questions de recherche spécifiques aux technologies Web et multimédia (co-occurrence texte-vidéo, aide à la navigation, etc.) restent à étudier plus avant.

Par ailleurs, il sera utile de mieux connaître un certain nombre d'activités devenues possibles pour le grand public grâce au Web telles que la recherche d'information, l'achat de produits de consommation, l'accès à des services, etc.

Enfin, des approches pluridisciplinaires (ergonomie, design, esthétique, marketing, etc.) devront être coordonnées afin d'apporter des solutions satisfaisantes aux problèmes particuliers que pourrait poser le Web dans l'état actuel des prévisions : des services accessibles à une large majorité de la population où l'utilisateur devient aussi un consommateur.

NOTES

1. Le lecteur pourra trouver des références sur ces thèmes dans la liste des sites d'intérêt fournie en annexe, page 171.
2. Quelques outils sont présentés dans [62]. Voir également le site « Visual browsing in Web and non-Web databases » à l'adresse suivante : <http://www.public.iastate.edu/~CYBERSTACKS/BigPic.htm> ou encore CHEOPS <<http://www.crim.ca/ipsi/cheops/index1.html>>.
3. De nombreux articles et ouvrages sont disponibles sur ce type d'évaluation. Notons au passage les livres de Dumas et Redish [21], et de Rubin [65].
4. WAMMI - Q - 2.3 EN (c) Copyright HFRG Ireland and Nomos Management AB Sweden, 1998. Informations sur l'Internet. Adresse : <http://www.ucc.ie/hfrg/questionnaires/wammi/index.html>
5. <<http://www.w3.org/TR/WD-WAI-PAGEAUTH>>
6. <<http://www.w3.org/TR/WD-WAI-PAGEAUTH#Checklist>>

Ce chapitre a été rédigé dans le cadre du projet européen « Commerce & Interactions » (EP 22287).

RÉFÉRENCES

- [1] W. Andrews. – The frame tag: a bit of a bust, for now. – *Web Week*, June 3, 1996, 2(7)
<http://www.internetworld.com/print/1996/06/03/news/frame.html>
 (accessed June 13, 1998)
- [2] Apple Computer Inc. – *Apple Web Design Guide*. – Apple Computer, 1997
<http://applenet.apple.com/hi/web/intro.html> (accessed January 29, 1998)
- [3] C. A. Ashworth, D. B. Hamilton. – A case for frames. In : *3rd Conference on Human Factors and the Web*, June 12, 1997, Denver, Colorado
<http://www.uswest.com/web-conference/proceedings/ashworth.html> (accessed December 19, 1997)
- [4] J. E. Bailey, S. W. Pearson. – Development of a tool for measuring and analyzing computer user satisfaction. – *Management Science*, 1983, 29, 530-545
- [5] J. M. C. Bastien. – *Les critères ergonomiques : un pas vers une aide méthodologique à l'évaluation des systèmes interactifs*. – Université René Descartes (Paris V), 1996
 Th. doct. : Psychologie cognitive (ergonomie) : Paris V : 1996
- [6] J. M. C. Bastien, D. L. Scapin. – A validation of ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces. – *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1992, 4, 183-196
- [7] J. M. C. Bastien, D. L. Scapin. – Evaluating a user interface with ergonomic criteria. – *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1995, 7, 105-121
- [8] J. M. C. Bastien, D. L. Scapin. – Ergonomie du multimédia et du Web : questions et résultats de recherche. In : *GDR-PRC 13, Information - Interaction - Intelligence : Actes des assises nationales*, Lyon, 24-26 juin 1998. – P. 69-72
- [9] J. M. C. Bastien, D. L. Scapin, C. Leulier. – The ergonomic criteria and the ISO 9241-10 Dialogue Principles: a pilot comparison in an evaluation task. – *Interacting with Computers* (1998, accepted for publication)
- [10] P. Bickford. – Worth the wait? – *View Source*, October 1997
http://developer.netscape.com/viewsource/bickford_wait.htm (accessed June 9, 1998)
- [11] J. A. Borges, I. Morales, N. J. Rodríguez. – Guidelines for designing usable world wide web pages. In : *Proceedings of the CHI'96 Conference Companion: Human Factors in Computing Systems*, Vancouver, British Columbia, Canada, April 13-18, 1996 / M. J. Tauber, V. Bellotti, R. Jeffries, J. D. Mackinlay, J. Nielsen (eds.). – New York (NY) : ACM, 1996. – P. 277-278

http://www.acm.org/sigchi/chi96/proceedings/shortpap/Rodriguez/rn_txt.htm (accessed May 14)

[12] J. A. Borges, I. Morales, N. J. Rodríguez. – Page design guidelines developed through usability testing. *In : Human factors and Web development / C. Forsythe, E. Grose, J. Ratner (eds.).* – Mahwah (NJ) : Lawrence Erlbaum Associates, 1998. – P. 137-152

[13] D. Bricklin. – When (and how) to use frames. – *Good Documents*, June 5, 1998

http://www.gooddocuments.com/Techniques/whenframes_m.htm (accessed June 9, 1998)

[14] P. A. Carlson. – Hypertext and intelligent interfaces for text retrieval. *In : The society of text: Hypertext, hypermedia, and the social construction of information / E. Barrett (ed.)* – Cambridge (MA) : The MIT Press, 1989

[15] L. D. Catledge, J. E. Pitkow. – Characterizing browsing strategies in the World Wide Web. – *Computer Networks and ISDN Systems*, 1995, 27(6), 1065-1073

<http://www.igd.fhg.de/www/www95/papers/80/userpatterns/UserPatterns.Paper4.formatted.html> (accessed June 26, 1998)

[16] Center for Applied Special Technology. – *Bobby 2.0-2.01 [Computer software for the analysis of Web pages]*. – 1996-1998
<http://www.cast.org/bobby/> (accessed June 29, 1998)

[17] J. P. Chin, V. A. Diehl, K. L. Norman. – Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface. *In : Proceedings of ACM CHI'88 Conference on Human Factors in Computing Systems, Washington, DC, May 15-19, 1988.* – New York (NY) : ACM, 1988. – P. 213-218

[18] D. W. Connolly. – An evaluation of the World Wide Web as a platform for electronic commerce. *In : The First International Conference on Electronic Commerce*, University of Texas at Austin, Austin, October 30-31, 1988

<http://www.w3.org/pub/WWW/Collaboration/ECommerceEval> (accessed June 30, 1998)

[19] M. C. Detweiler, R. C. Omanson. – *Ameritech web page user interface standards and design guidelines.* – Chicago (IL) : Ameritech, 1996

http://www.ameritech.com/corporate/testtown/library/standard/web_guidelines/index.html

[20] DPIE. – *PIENet Web publishing standards and guidelines.* – Australian Department of Primary Industries and Energy, 1996

<http://www.dpie.gov.au/dpie/web/construction.html> (accessed March 21, 1997)

[21] J. S. Dumas, J. C. Redish. – *A practical guide to usability testing.* – Norwood (NJ) : Ablex Publishing, 1993

- [22] T. Fernandes. – *Global interface design: a guide to designing international user interface*. – Boston (MA) : AP Professional, 1995
- [23] V. Flanders, M. Willis. – *Web pages that suck: learn good design by looking at bad design*. – Sybex, 1998
- [24] J. Fucella, J. Pizzolato. – Creating Web site design based on user expectations and feedback. – *Internetworking*, 1998, 1(1)
http://www.sandia.gov/itg/newsletter/june98/web_design.html (accessed June 4, 1998)
- [25] J. Fucella, J. Pizzolato, J. Franks. – Web site user centered design: techniques for gathering requirements and tasks. – *Internetworking*, 1998, 1(1)
http://www.sandia.gov/itg/newsletter/june98/user_requirements.html (accessed June 4, 1998)
- [26] R. Fuller, J. de Graaff. – Measuring user motivation from server log files. In: *Designing for the Web: empirical studies*, Microsoft Campus, Redmond, October 1996
<http://microsoft.com/usability/webconf/fuller/fuller.htm>
- [27] W. O. Galitz. – *The essential guide to user interface design: an introduction to GUI design principles and techniques*. – New York (NY) : John Wiley & Sons, 1996
- [28] L. Ginsburg. – 85 tips for Web designers. – *TechTools*, December 9, 1997
<http://www.techweb.com/tools/proddesign/12099785tips.html> (accessed May 26, 1998)
- [29] Greenpac Software Solutions Ltd. – *Inspector Web Service [Web Service]*. – Bedford, TX : 1997
<http://www.greenpac.com/inspector/> (accessed June 20, 1998)
- [30] L. Hardman, B. S. Sharratt. – User-centered hypertext design: the application of HCI design principles and guidelines. In: *Hypertext: state of the art* / R. Mac Aleese, C. Green (eds.). – London (UK) : Intellect Limited, 1990. – P. 252-259
- [31] M. Hayward. – *Publishing an Internet magazine: controlled circulation publications in an uncontrolled medium*. Section 2.4: The extraction and analysis of Webzine logfile data. – Simon Fraser University : 1995
<http://biblio.ucs.sfu.ca/~hayward/mpubpaper/part2/partd.html> (accessed February 26, 1998)
- [32] H. Heller, D. Rivers. – So you wanna design for the Web. – *Interactions*, March 1996, 3(2), 19-23
- [33] IBM Corporation. – *Web design guidelines*. – 1997
<http://www.ibm.com/IBM/HCI/guidelines/web/print.html>
- [34] K. Instone. – Usability heuristics for the Web. – *Web Review*, October 10, 1997
<http://webreview.com/97/10/10/usability/sidebar.html> (accessed May 26, 1998)

- [35] International Standards Organisation. – *ISO/DIS 9241-10. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals* - Dialogue Principles – ISO, 1996
- [36] J. Kirakowski, M. Corbett. – Measuring user satisfaction. *In : People and Computer IV. Proceedings of the Fourth Conference of the British Computer Society, Human-Computer Interaction Specialists Group*, University of Manchester, 5-9 September, 1988 / D. M. Jones, R. Winder (eds.). – Cambridge (UK) : Cambridge University Press, 1988. – P. 329-338
- [37] J. Koenemann, N. J. Belkin. – A case for interaction: a study of interactive information retrieval behavior and effectiveness. *In : Proceedings of the CHI'96: Human Factors in Computing Systems*, Vancouver, British Columbia, Canada, April 13-18, 1996 / M. J. Tauber, V. Bellotti, R. Jeffries, J. D. Mackinlay, J. Nielsen (eds.). – New York (NY) : ACM, 1996. – P. 205-212
- [38] M. J. LaLomia, J. B. Sidowski. – Measurements of computer satisfaction, literacy, and aptitudes: a review. – *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1990, 2, 231-253
- [39] C. Leulier, J. M. C. Bastien, D. L. Scapin. – *Compilation of ergonomic guidelines for the design and evaluation of Web sites. Commerce & Interaction Report*. – Rocquencourt (France) : Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, 1998
- [40] M. D. Levi, F. G. Conrad. – A heuristic evaluation of a World Wide Web prototype. – *Interactions*, July-August 1996, III(4), 50-61
- [41] R. Levine. – *Sun on the Net - Guide to Web style*. – 1995
<http://www.sun.com/styleguide/> (accessed May 25, 1998)
- [42] H. W. Lie, B. Bos. – *Cascading style sheets - Designing for the Web*. – Reading (MA) : Addison-Wesley, 1998
<http://www2.awl.com/cseng/titles/0-201-41998-X/liebos/> (accessed June 30, 1998)
- [43] P. J. Lynch, S. Horton. – *Yale C/AIM web style guide*. – Yale University, 1997
<http://www.info.med.yale.edu/caim/manual/> (accessed November 28, 1997)
- [44] R. Mack, J. Nielsen. – Usability inspection methods: report on a workshop held at CHI'92, Monterey (CA), May 3-4, 1992. – *SIGCHI Bulletin*, 1993, 25(1), 28-33
- [45] T. Mandel. – *The elements of user interface design*. – New York (NY) : John Wiley & Sons, 1997
- [46] Matterform Media. – *Theseus Version 1.1 [Computer software for Macintosh]*. – 1997
<http://www.matterform.com/theseus/index.html> (accessed June 20, 1998)

- [47] D. J. Mayhew. – *Principles and guidelines in software user interface design*. – Englewood Cliffs : Prentice Hall, 1992
- [48] B. McManus. – Compensatory actions for time delays. In : *Time and the Web. A British HCI Group meeting*, Staffordshire University, 19 June, 1997
<http://www.soc.staffs.ac.uk/seminars/web97/papers/barbara.html> (accessed February 19, 1998)
- [49] P. Morville. – A double-edged sword. Frames give bad designers more rope to hang themselves with. – *Web Review*, March 15, 1996
<http://webreview.com/96/03/15/webarch/index.html> (accessed January 15, 1997)
- [50] D. N. J. Mostert, J. H. P. Eloff, S. H. von Solms. – A methodology for measuring user satisfaction. – *Information Processing & Management*, 1989, 25(5), 545-556
- [51] J. Nielsen, J. (ed.). – *Designing user interfaces for international use*. – Amsterdam (The Netherlands) : Elsevier Science Publishers, 1990
- [52] J. Nielsen. – *Usability engineering*. – San Diego (CA) : Academic Press, 1993
- [53] J. Nielsen. – *Guidelines for multimedia on the Web*. – Alertbox, December 1995
<http://www.useit.com/alertbox/9512.html> (accessed March 24, 1997)
- [54] J. Nielsen. – *Interface design for Sun's WWW site*. – 1996
<http://www.sun.com/sun-on-net/uideign/> (accessed May 25, 1998)
- [55] J. Nielsen. – *Top ten mistakes in Web design*. – Alertbox, May 1996
<http://www.useit.com/alertbox/9605.html> (accessed March 27, 1997)
- [56] J. Nielsen. – Why frames suck (most of the time). – *Alertbox*, December 1996
<http://www.useit.com/alertbox/9612.html> (accessed January 20, 1997)
- [57] J. Nielsen. – Fighting linkrot. – *Alertbox*, June 1998
<http://www.useit.com/alertbox/980614.html> (accessed June 15, 1998)
- [58] J. Nielsen, R. L. Mack (eds.). – *Usability inspection methods*. – New York (NY) : John Wiley & Sons, 1994
- [59] J. Nielsen, D. Sano. – *SunWeb: user interface design for Sun Microsystem's internal Web*. – 1995
<http://www.sun.com/sun-on-net/uideign/sunweb/> (accessed May 25, 1998)
- [60] E. Nygren. – "Between the clicks" skilled users scanning of pages. In : *Designing for the Web: empirical studies*, Microsoft Campus, Redmond, October 1996
<http://microsoft.com/usability/webconf.htm>

- [61] J. Preece. – *A guide to usability: human factors in computing*. – Reading (MA) : Addison-Wesley, 1993
- [62] R. Rao, J. Pedersen, M. Hearst, J. Mackinlay, S. Card, L. Masinter, P.k. Halvorsen, G. Robertson. – Rich interaction in the digital library. – *Communications of the ACM*, 1995, 28(4), 29-39
- [63] L. Reynolds. – *The legibility of type*. – 1996
<http://w3.one.net/~zwei/type2/index.html> (accessed May 26, 1998)
- [64] L. Rosenfeld, P. Morville. – *Information architecture for the World Wide Web*. – O'Reilley & Associates, 1998
- [65] J. Rubin. – *Handbook of usability testing. How to plan, design, and conduct effective tests*. – New York (NY) : John Wiley & Sons, 1994
- [66] D. Sano. – *Designing large-scale Web sites: a visual design methodology*. – New York (NY) : John-Wiley & Sons, 1996
- [67] D. L. Scapin. – Des critères ergonomiques pour l'évaluation et la conception d'interfaces utilisateurs [Ergonomic criteria for the evaluation and design of user interfaces]. In : *Actes du XXVIe Congrès de la SELF*, Montréal, Canada. – Institut de Recherche en Santé et Sécurité au Travail du Québec, 1990
- [68] D. L. Scapin. – Organizing human factors knowledge for the evaluation and design of interfaces. – *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1990, 2, 203-229
- [69] D. L. Scapin, J. M. C. Bastien. – Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. – *Behaviour & Information Technology*, 1997, 16, 220-231
- [70] A. Sears, J. A. Jacko, M. S. Borella. – Internet delay effects: how users perceive quality, organization, and ease of use of information. In : *Proceedings of ACM CHI'97 Conference on Human Factors in Computing Systems*, Atlanta, Georgia, 1997, 22-27 March / S. Pemberton (ed.). – ACM, 1997
<http://www.acm.org/sigchi/chi97/proceedings/short-talk/als2.htm> (accessed June 9, 1998)
- [71] S. Sebillotte. – *Étude exploratoire des situations actuelles d'achat. Commerce & Interaction Report*. – Rocquencourt (France) : Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, 1997
- [72] V. Serpe. – *Projet HyperNavi. Phase 1 - Définition d'une typologie des liens hypermédias*. – Namur : Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix, Institut d'informatique, 1997
http://www.info.fundp.ac.be/~vse/Project/link_types.ps (accessed May 14, 1998)

- [73] B. Shneiderman, D. Byrd, W. B. Croft. – Sorting out searching: a user-interface framework for text searches. – *Communications of the ACM*, 1998, 41(4), 95-98
- [74] D. Siegel. – *Web wonk. Tips for writers and designers*. – 1996
<http://www.dsiegel.com/tips/index.html> (accessed May 26, 1998)
- [75] E. D. Smilowitz. – Do metaphors make web browsers easier to use? In : *Designing for the Web: empirical studies*, Microsoft Campus, Redmond, October 1996
<http://microsoft.com/usability/webconf.htm>
- [76] S. L. Smith, J. N. Mosier. – *Guidelines for designing user interface software. Rep. No. ESD-TR-86-278*. – Bedford (MA) : Mitre Corporation, 1986
- [77] T. Sullivan. – Frames redux. – *All Things Web*, July 6, 1997
<http://www.pantos.org/atw/35617.html> (accessed September 10, 1997)
- [78] T. Sullivan. – Reading reader reaction: a proposal for inferential analysis of Web server log files. In : *3rd Conference on Human Factors and the Web*, June 12, 1997, Denver, Colorado
<http://www.uswest.com/web-conference/proceedings/rrr.html> (accessed November, 1997)
- [79] T. Sullivan. – How much is too much? – *All Things Web*, 1998
<http://www.pantos.org/atw/35654.html> (accessed June 20, 1998)
- [80] Sun Microsystems Inc. – *Guide to Web Style*. – Sun Microsystems Inc., 1995
<http://192.9.48.5/styleguide/> (accessed February 3, 1998)
- [81] S. Talja, R. Heinisuo, E.-L. Kasesniemi, H. Kemppainen, S. Luukkainen, K. Pispä, K. Järvelin K. – Discourse analysis of user requests. – *Communications of the ACM*, 1998, 41(4), 93-94
- [82] L. Tauscher, S. Greenberg. – How people revisit web pages: empirical findings and implications for the design of history systems. – *International Journal of Human-Computer Studies*, 1997, 47, 97-137
- [83] A. Tricot. – Un point de vue sur l'ergonomie des interfaces hypermédias. – *Le Travail humain*, 1995, 58(1), 17-45
- [84] G. C. Vanderheiden, W. A. Chisholm. – *Design of HTML pages to increase their accessibility to users with disabilities. HTML quick reference page*. – 1996
<http://sanderson.ma.slu.se/docs/accessible/toc.html> (accessed June 30, 1998)
- [85] P. Vora. – Human factors methodology for designing Web sites. In : *Human factors and Web development* / C. Forsythe, E. Grose, J. Ratner (eds.). – Mahwah (NJ) : Lawrence Erlbaum Associates, 1998. – P. 153-172

[86] P. R. Vora, M. G. Helander. – Hypertext and its implications for the internet. *In : Handbook of Human-Computer Interaction* / M. Helander, T. K. Landauer, P. Prabhu (eds.). – New York (NY) : Elsevier Science, 1997. – P. 877-914

[87] J. A. Waterworth, M. H. Chignell. – Multimedia interaction. *In : Handbook of Human-Computer Interaction* / M. Helander, T. K. Landauer, P. Prabhu (eds.). – New York (NY) : Elsevier Science, 1997. – P. 915-946

[88] D. Wildman. – Getting the most from paired-user testing. – *Interactions*, 1996, 2(3)
<http://www.acm.org/interactions/vol2no3/columns/mandt/methtool.htm>
 (accessed February 3, 1998)

ANNEXE

Conférences relatives aux hypertextes, hypermédias et au Web

« Missing Link » Web Usability Symposium - British HCI Group Symposium (1996)

<http://kmi.open.ac.uk/~simonb/missing-link/ml-report.html>

ACM Conference on Hypertext (1996)

<http://www.cs.unc.edu/~barman/HT96/index.html>

AusWeb Conference : Australian World Wide Web conference (1995)

<http://elmo.scu.edu.au/sponsored/ausweb/ausweb95/>

Cyberspace Conference on Ergonomics (Sept. 1996)

<http://www.curtin.edu.au/conference/cyberg/cyberg96.html>

Designing for the Web : Empirical Studies (Microsoft Inc., 1996)

<http://www.microsoft.com/usability/webconf.htm>

ECHT Workshop on Open Hypermedia Systems (1997)

<http://www.daimi.aau.dk/~kock/OHS-HT97/>

Hypermedia Research and the Web (Workshop 1996)

<http://www.cs.bgsu.edu/hrweb/>

Hypertext and Hypermedia (International Conferences 1995, 1997)

<http://www.labart.univ-paris8.fr/Conf97/conf95.htm>

<http://www.labart.univ-paris8.fr/Conf97/index1.html>

INET Hypermedia Proceedings Server Archives (1995)

<http://info.isoc.org:80/HMP>