

*EVALUATION ERGONOMIQUE DE PRODUITS  
MULTIMEDIAS POUR UN PUBLIC SPECIALISE : APPORTS  
METHODOLOGIQUES ET SELECTION DES MESURES EN  
FONCTION DU CONTEXTE.*

---

*Marjolaine Villey-Migraine*  
[villmigr@free.fr](mailto:villmigr@free.fr) + 33 4 67 88 11 23  
*Centre de recherche en Information et Communication (CRIC)*  
*Université de Montpellier I.*  
<http://www.cric-france.com>

**Résumé** L'auteur propose une réflexion sur l'apport des méthodologies des diverses disciplines pour la mise en place et la conduite de tests ergonomiques sur des systèmes informatisés multimédias. Elle démontre ensuite la pertinence des tests en passations individuelles sur des sujets spécialisés dans un domaine, pour mesurer l'utilité et l'utilisabilité d'applications scientifiques, et montre comment adapter les mesures de conduite d'activité à **ce contexte expérimental**.

**Mots clés** ergonomie, utilisabilité, évaluation hypermédia, information scientifique, interaction homme-ordinateur, méthodologie.

**Summary** Several methodologies related to setting up and running of user testing are proposed. The tests performed individually on subjects specialized in one discipline are relevant to measure the use and the usability of scientific implementations. The author shows how to adapt the methodology to each experimental context

**Keywords** ergonomics, usability, hypermedia evaluation, scientific information, human-computer interaction, methodology.

# **Evaluation ergonomique de produits multimédias pour des publics spécialisés : apports méthodologiques de diverses disciplines et sélection des mesures en fonction du contexte.**

## **INTRODUCTION**

Pour détecter les problèmes d'utilité et d'utilisabilité des logiciels, les ergonomes disposent de nombreuses méthodologies et sources bibliographiques qui leur permettent de mettre en place des tests-utilisateurs à l'écran, choisir des indicateurs de conduite d'activité et interpréter leurs résultats.

La difficulté réside dans le choix des apports disciplinaires et dans la sélection des indicateurs de conduite d'activité à l'écran en fonction de chaque contexte expérimental.

Notre expérience de recherche ergonomique sur des stratégies de Recherche d'Information et de Documents (RID) pour des publics spécialisés montre qu'il est illusoire de vouloir pratiquer des méthodes standard.

Dans cet article, nous présentons tout d'abord les apports méthodologiques des disciplines qui peuvent enrichir et influencer notre démarche en ergonomie des systèmes informatisés.

En deuxième partie, nous portons notre réflexion critique sur le choix de l'échantillon et sur la modélisation des tâches dans le contexte de l'évaluation d'applications scientifiques.

Enfin nous montrons comment choisir des mesures de conduite d'activité adaptées au contexte et comment exploiter les résultats pour simplifier les interventions des spécialistes en utilisabilité.

## **I- L'INTEGRATION DE DIVERSES DISCIPLINES DES SCIENCES SOCIALES A LA RECHERCHE EN ERGONOMIE**

Notre démarche scientifique est centrée sur la recherche en ergonomie des systèmes interactifs, en particulier sur leur utilisabilité. Cependant le pluralisme

méthodologique est approprié dans une situation sociale complexe où certaines variables contextuelles ne peuvent pas être contrôlées. Nous présentons les divers champs disciplinaires pouvant être considérés dans une intervention-recherche:

L'ergonomie des systèmes informatisés part du postulat que l'ordinateur n'est pas totalement adapté à l'humain, et vise à faciliter la tâche des opérateurs. Elle se réfère aux notions suivantes formalisées par la norme ISO 9241-11 et reprises par Nogier (2003) :

- l'utilité du logiciel, soit son adéquation aux objectifs de haut niveau du client. Nous prenons en compte la qualité scientifique des contenus documentaires et celle de la conception générale du système informatique (architecture du logiciel, organisation et structuration des documents).
- l'utilisabilité qui concerne trois critères : l'efficacité, l'efficience et la satisfaction auxquels divers auteurs ajoutent "la facilité d'apprentissage". Les normes et recommandations ergonomiques définies par Meinadier (1991), Vanderdonckt (1994), Bastien & Scapin (1997) et (2001) peuvent servir de base de travail pour concevoir ou évaluer un produit interactif.

Cependant l'inspection ergonomique de l'expert ne suffit pas. L'intérêt de l'étude de terrain pour la compléter est désormais démontré, notamment par Burn, (2000).

L'approche anthropologique s'appuie sur la méthode de l'observation participante du cours d'action de l'opérateur, le rôle du testeur restant périphérique. [Adler (1987)].

L'observation par la pénétration dans le milieu permet de tester les utilisateurs

dans un contexte le plus proche du réel. Par exemple un test sur des enseignants - chercheurs sera plutôt mené sur leur lieu et leur poste de travail, à l'université.

L'observation est précédée et suivie d'un entretien non directif de recherche (ENDR) où l'interviewé répond à des questions plus ou moins ouvertes [Blanchet (1985)], notamment sur sa perception générale des outils technologiques. [Villey-Migraine, (2003)].

La psychologie étudie les représentations mentales et les processus cognitifs des individus. Elle apporte la prise en compte dans les expérimentations, des facteurs de personnalité des utilisateurs (sentiments, émotions, stress), de leur histoire (expérience passée), de leur culture, et de la diversité de leurs capacités cognitives. En particulier elle s'intéresse aux processus de mémorisation et à la résolution de problèmes. (psychologie cognitive)

En ergonomie cognitive on utilise aussi l'analyse du discours : celle des verbalisations spontanées (à haute voix pendant la réalisation des tâches) et interruptives (après l'action) [20], complétées par l'autoconfrontation selon Rabardel (2001), permettent de rassembler efficacement les données qualitatives d'un test ergonomique.

Si on s'intéresse au sens que donnent les individus à leurs paroles, à celui que véhicule le graphisme sur les écrans, on entre dans les domaines de la psycholinguistique et de la sémiologie.

Enfin, la psychologie du travail se focalise sur les méthodes d'analyse de la tâche et de l'activité. (voir chapitre III).

De même qu'en médecine le praticien, à l'écoute des symptômes du malade, diagnostique la maladie grâce à son expertise, l'interviewer établit un diagnostic différentiel des problèmes exprimés par l'interviewé et les transcrit en codes. Cela lui permet d'interpréter et de quantifier les résultats qualitatifs.

L'IHM (Interaction Homme-machine), thématique scientifique entièrement dirigée vers une mise en avant de

l'utilisateur humain dans la conception et l'évaluation des applications informatiques. s'intéresse à la qualité de l'interaction entre les hommes et les technologies, à l'adaptation du logiciel à l'utilisateur et à la tâche [Vigouroux (2003)]. Dans le modèle tripolaire de l'IHM: "utilisateur/tâche/dispositif", l'utilisateur tient une place de premier rang [Barthe (1995), Cartwright (1999)].

Notre approche ergonomique s'inscrit donc dans ce croisement, cet emboîtement entre plusieurs disciplines articulées avec les sciences de l'ingénieur, et d'une façon plus globale dans le champ disciplinaire des Sciences de l'Information et de la Communication (SIC) : on se situe bien dans un processus de *communication instrumentée* entre l'ordinateur et son utilisateur construisant une connaissance à partir du traitement de l'information et de la documentation électronique. L'approche "*anthropocentrée*" de la communication la considère comme un système interactionniste complexe [Agostinelli (2003)] : les variables psychologiques, sociales et culturelles des utilisateurs d'applications multimédias sont prises en considération. La complexité change aussi en fonction du contexte de chaque étude de terrain (activité, tâches, environnement, etc...).

Ainsi, dans une démarche transdisciplinaire, nous associons la participation directe des utilisateurs à l'évaluation ergonomique des interactions Homme-Ordinateur: les utilisateurs évaluent eux-mêmes l'utilité et l'utilisabilité du logiciel et de ses interfaces, sans le savoir explicitement, en verbalisant sur leurs difficultés et satisfactions pendant et après leur cours d'action.

L'expert effectue, en périphérie, à partir de l'analyse des discours et à l'aide des critères ergonomiques, le diagnostic différentiel des problèmes et insatisfactions des opérateurs, en utilisant une grille d'analyse codée.

## **II- REFLEXION METHODOLOGIQUE SUR LES TESTS - UTILISATEURS**

### **II-1- Un Echantillon Restreint en Passations Individuelles:**

La plupart des tests sur les stratégies de navigation portent sur des panels d'étudiants ou d'élèves dans des établissements universitaires et scolaires [Frohjaer (1996), Wright (1997), Beaufils (1998), Foucault (1999)], ou ces dernières années sur des méthodes automatisées sur de larges panels d'internautes [Claridge (2001)]. On touche en une seule fois une population nombreuse et très diverse, dans le deuxième cas, plus ou moins anonyme.

Nous discutons ici ces méthodes. En effet:

1- Les larges échantillons ont une moindre motivation pour exécuter les tâches prescrites, selon Richard (2001). De plus si le groupe est d'accord pour les exécuter, il n'est pas certain que chaque individu "joue le jeu".

2- Comme les sujets évalués en grand nombre sont plus anonymes et pas ou peu observés, on privilégie l'aspect quantitatif et la réussite d'un test de connaissance au détriment de l'explicitation sur le cours d'action. Or nous avons constaté que ce sont les verbalisations des utilisateurs qui ont donné le plus d'informations pertinentes pour diagnostiquer très précisément la nature des problèmes, les résistances et les niveaux d'acceptabilité des tâches et des interfaces.

3- Il est d'ailleurs démontré qu'un échantillon de 20 à 23 sujets est suffisant pour détecter plus de 80 % des difficultés des opérateurs, donc récolter des résultats fiables [Cockton (2001), Spool (2001)].

4- La passation individuelle correspond plus à la réalité de la situation de travail de chaque utilisateur adulte qui est confronté le plus souvent, seul, à son ordinateur.

### **II-2 Des Spécialistes d'un Domaine`**

Nous pensons que le recours à des élèves ou étudiants n'est valable que pour tester des didacticiels, ou des produits para-

scolaires et éducatifs. Si on teste en revanche des produits spécialisés, scientifiques, nous conseillons de faire appel à une population d'experts dans leur champ disciplinaire (enseignants-chercheurs, étudiants de 3<sup>e</sup> cycle) parce que ce type d'utilisateur est plus homogène: il a acquis au fil des années une culture commune, voire participe d'une communauté de vues. En outre, il semble plus éclairé pour expliquer ses problèmes d'utilisabilité et exprimer ses besoins dans sa spécialité.

L'échantillon sera différencié en fonction d'autres critères, notamment l'expertise en navigation multimédia.

Nous préconisons de tester des échantillons restreints de sujets (entre 20 et 25) ayant une culture commune sur un domaine, en passation individuelle, lorsqu'on se réfère à des produits scientifiques (sur cédérom ou internet).

### **II-3- Critères de différenciation de l'échantillon**

a)- On différenciera l'échantillon selon son expertise en navigation.

Sous cet aspect, les sujets ne sont pas homogènes, puisque certains réussiront les tâches prescrites mieux que d'autres.

On a pu observer que la fréquence d'utilisation des outils multimédias n'est pas un critère suffisant pour influencer la réussite de la tâche : entrent en considération des facteurs difficilement contrôlables comme la logique de la pensée, la puissance de concentration, le sens de l'observation (de l'écran) et l'environnement. Ainsi quelques sujets peu expérimentés dans la navigation multimédia peuvent mieux réussir certaines tâches que des "habitués".

b)- La répartition classique "novice-occasionnel-expert" des échantillons n'est pas représentative d'une population de chercheurs en 2003. En effet, les novices (n'ayant jamais utilisé d'ordinateur) n'existent plus dans les universités.

### III- COMMENT MODELISER LES TACHES?

Le processus de conception et d'évaluation des applications interactives implique un modèle de l'utilisateur intégrant un modèle des tâches. Nous proposons une méthodologie adaptée au contexte d'une application scientifique pour pallier l'insuffisance des modèles actuels des tâches de recherche d'information [Brangier (2001)].

Quelques auteurs décrivent des patterns de navigation mais les résultats n'expliquent pas quelles tâches sont conduites quand ces patterns sont utilisés [Tauscher (1997)]. D'autres définissent une taxinomie des tâches les plus rencontrées sur le Web, cependant elles restent à un haut niveau d'abstraction et de généralité [Byrne (1999)].

Nous préconisons une démarche en trois étapes:

1- Partir de l'analyse des produits existants, pour esquisser un modèle des tâches. L'expert divise les tâches en sous-tâches ou tâches primitives, ce qui permettra d'évaluer chaque geste élémentaire, jusqu'aux "clics" de l'utilisateur.

Cette méthode semble pertinente parce que l'expert en ergonomie connaît le

fonctionnement et la structure de l'interaction, alors que l'utilisateur peut ne pas avoir conscience des processus et procédures mis en oeuvre lorsqu'il exécute les tâches prescrites. Cependant cette phase à elle seule nous apparaît trop réductrice : une deuxième étape s'impose :

2- Connaître le point de vue des utilisateurs potentiels par le truchement d'un questionnaire : leur présenter le modèle, leur proposer de le compléter, le modifier, voire le reconstruire.

3- Enfin observer quelques experts du domaine sur leur lieu de travail [23] pour comparer leur activité réelle aux tâches modélisées.

Les tâches des utilisateurs experts d'un domaine peuvent être modélisées en analysant les produits scientifiques qu'il utilisent, puis en se référant à leur point de vue et à l'observation de leur activité.

### IV- CHOIX DES MESURES QUANTITATIVES

Nous proposons dans le tableau I une synthèse des mesures d'activité utilisées habituellement dans les test-utilisateurs:

**Tableau I :**  
***Bilan des mesures de performances  
pour l'évaluation des cours d'action***

<p><b>CRITERES  QUANTITATIFS  Scores de performance et d'efficacité</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Mémoire</b> Notation de ce qui a été retenu sur le sujet d'étude. (ex: QCM) [15]</li>   <li>- <b>Construction des connaissances, résolution de problème</b></li> <li>- J'extraits le résultat (réussite de la tâche ou pas) OU</li> <li>- Résultat conforme ou non à la demande initiale  (Notation de 1 à 5 [18]).</li> </ul>
<p><b>Compréhension:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre d'erreurs</li> <li>- Mesure des erreurs de compréhension de l'interface [19]</li> <li>- Mesure des erreurs opératoires [18]</li>   <li>- Temps passé à faire des erreurs et les résoudre [26]</li> <li>- Recours à une aide extérieure: nombre d'appels à l'aide [26].</li> <li>- Effectif des guidages après 10 secondes d'hésitation [31]</li> </ul>
<p><b>Mesures temporelles:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temps global pour réaliser la tâche (<u>mesure</u> du temps de parcours)</li> <li>- Temps moyen de consultation par page [17]</li> </ul> <p>N.B.: Exécution des tâches : temps passé pour trouver la documentation, à différencier du temps passé dans la documentation.</p>
<p><b>Pages-écrans:</b></p> <p>Nombre de pages visitées (<i>click studies</i>)</p> <p>Nombre de pages dupliquées [12]</p> <p>Nombre de commandes exécutées, pour telles tâches engagées [18]</p> <p>.</p> <p><u>Taux de pertinence</u> = rapport entre le nombre d'écrans consultés menant à la bonne réponse, sur le nombre total d'écrans parcourus: renseigne sur les stratégies de recherche et la qualité des explorations [16]</p>
<p><b>Parcours:</b></p> <p>Continuité du parcours ou tactiques séquentielles [18]</p> <p>Nombre de liens et écrans intermédiaires [21]</p> <p>Profondeur dans l'application [12]</p>

L'ergonome pourra sélectionner, à partir de cette synthèse, les mesures les plus adéquates en fonction du contexte de son expérimentation, de l'objectif poursuivi et des types d'utilisateurs.

Nous présentons ci-dessous une remise en question des mesures standard dans le contexte des applications scientifiques:

#### **IV-1 Temps requis pour l'exécution d'une tâche**

Nous discutons du bien-fondé de cet indicateur pour les raisons suivantes :

1)- Le temps de réponse, surtout chez des adultes en passation individuelle, peut varier en fonction de facteurs psychologiques : Le plaisir d'accomplir, de découvrir une nouvelle tâche à l'écran entraîne une lenteur volontaire chez certains sujets, tandis que d'autres réalisent les tâches le plus rapidement possible par défi personnel.

2)- Si on impose un temps limité à l'expérimentation, on obtient du stress et on s'éloigne de la situation réelle de travail à l'écran.

3)- Il est démontré que la rapidité des tâches n'est pas directement liée à la performance [Folcher (1999)]. Or une expérimentation en passation individuelle se focalise surtout sur l'accomplissement de la tâche.

4)- Du temps de la tâche principale (ex : tâche de RID) doivent être soustraits d'autres éléments: temps de pause, d'extraction des résultats, de lecture, de défilement des pages, ce qui complique les mesures temporelles.

5)- le rendement de la machine aussi peut fausser les variables de temps.

#### **IV-2- Comptage des pages-écrans**

Comme nous l'avons vu précédemment, la modélisation des tâches implique de décomposer celles-ci en sous-tâches élémentaires. Il y a lieu de compter les pages-écrans uniquement lorsqu'une tâche peut-être exécutée selon plusieurs parcours.

#### **IV-3-Effectif des erreurs**

Cette mesure est incontournable. On distingue :

- l'erreur de *compétence conversationnelle*: due à l'incompréhension des interfaces [19]

- l'erreur opératoire: due à la distraction, l'inattention ponctuelles. [Frokjaer (1996)].

L'erreur, et l'hésitation ou le blocage total dans l'exécution de la tâche sont les signes les plus tangibles des difficultés de compréhension des opérateurs.

#### **IV-4- Effectif des guidages**

On fait souvent référence au *nombre d'appels à l'aide* [Senach (1990)].

L'appel à l'aide est à notre avis trop subjectif, en revanche il est aisé d'observer les temps d'hésitation, ou les blocages . Nous proposons de guider l'utilisateur après plus de 10 secondes d'hésitation. Pour des raisons pratiques, on ne peut laisser indéfiniment l'opérateur dans une situation de blocage lors des tests.

Cette mesure donne un argument supplémentaire pour annuler la mesure de temps d'exécution de la tâche qui fait double emploi puisque de nombreux guidages freinent inmanquablement le déroulement de la tâche.

Nous donnons arbitrairement la même importance à erreur et guidage, nous référant au système de notation d'usage dans les systèmes scolaires et universitaires [Villey-Migraine (2003)].

#### **IV-5- Note de performance**

Echelonnée de 1 à 5 [Frokjaer (1996)], elle est utile pour évaluer des connaissances après l'exécution des tâches prescrites. En revanche elle peut être redondante comme outil de mesure au cours du test à l'écran. En effet, la note de performance est directement liée à l'effectif des erreurs et des guidages qui est déjà pris en compte.

Ainsi, dans une expérimentation sur des produits scientifiques, nous préconisons qu'un échantillon restreint de spécialistes de la discipline exécute les tâches prescrites en passation individuelle, sans contrainte de temps. Nous limitons alors les indicateurs d'activité à l'effectif des erreurs et des guidages.

#### **V- ETABLIR UN DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL DES PROBLEMES D'UTILITE ET D'UTILISABILITE**

La partie qualitative est la plus importante puisqu'elle permet d'expliquer la nature des difficultés des opérateurs.

L'interviewer note leurs verbalisations en cours d'action et en autoconfrontation. L'enregistrement vidéo permet les vérifications. Enfin on effectue le diagnostic différentiel selon les critères suivants:

#### **V-I- utilité et utilisabilité**

Tout d'abord , nous distinguons les problèmes d'utilité relatifs au contenu (A) de ceux dûs à la conception du système (B), de ceux liés aux interfaces perceptuelles (C).

A chaque critère ergonomique selon [Meinadier (1990, )Vanderdonckt (1994) Bastien (1997, 2001), Nogier (2003)], <sup>1</sup>, nous affectons un problème d'utilisabilité, et nous établissons une grille d'analyse des problèmes dûs aux interfaces, qui ne seront pas obligatoirement tous exprimés par les utilisateurs. Ils sont différenciés, codés pour être exploités quantitativement (C1 à C11).

---

<sup>1</sup> Notons que nous avons tout d'abord établi une synthèse à partir des critères ergonomiques établis par les auteurs cités ici.

**Tableau II**

*Synthèse des problèmes ergonomiques d'utilisabilité*

C 1	<u>intuitivité, visibilité, signifiante des codes</u> :l'utilisateur ne voit pas ce qui est faisable = ne comprend pas la signification des codes et des icônes, qui n'ont pas de relation sémantique forte avec leur référent. Ou/et: le code n'est pas logique pour lui
C 2	<u>transparence</u> : n'a pas vu s'effectuer son propre travail (ex : j'ai fait telle action, ça n'a rien donné)
C 3	<u>cohérence et prévisibilité</u> = les codes, formats, procédures et commandes ne donnent pas toujours le même type de retour, ou sont différents d'une session à l'autre (ex: une seule fois il manque un bouton de sélection/retour pour lancer une application)
C 4	<u>guidage</u> : manque de guidage à une étape où celui-ci est nécessaire (ex: pour comprendre l'action suivante)
C 5	<u>brièveté</u> = trop d'actions pour atteindre un but, donc surcharge de travail ou lenteur pour atteindre le but
C 6	<u>clarté et lisibilité</u> : ne voit pas (perception oculaire): problème de présentation de l'écran (groupements/distinctions, ex (couleurs) , mauvais arrangement des objets, ou objets inutiles (pubs, doublons) .
C 7	<u>gestion des erreurs</u> : correction des erreurs pas possible, messages d'erreurs peu clairs
C 8	<u>flexibilité</u> : si pas plusieurs possibilités pour atteindre un même but, pas adapté à différents utilisateurs. (ex: pas 2 stratégies de RI offertes).
C 9	<u>temps de réponse</u> : feedback trop long
C10	<u>désorientation</u> dans l'application
C11	<u>motricité</u> : difficulté de manipulation des curseurs, souris pour opérations complexes (zooms, tableurs..). Provoque des erreurs motrices

Notons que le code C11 correspond à une évolution plus récente des logiciels multimédias, soit à une difficulté de manipulation de la souris en fonction des diverses formes de curseurs, par exemple pour zoomer et déplacer une carte géographique.

### **V-2- Insatisfaction / satisfaction**

Au niveau fonctionnel du vécu correspondent aussi les critères de satisfaction ou d'insatisfaction qui peuvent être intéressants quand les questions ouvertes ont permis d'approfondir le sujet, lorsque l'opérateur peut exprimer s'il est :

- satisfait car se réfère à une expérience passée connue,
- satisfait / insatisfait car les interfaces sont claires/ obscures,
- ou satisfait pour tout autre motif.

Ces mesures subjectives rendent difficile l'interprétation des résultats, cependant on peut les cadrer sur une échelle de 1 à 4 (très satisfait, moyennement, peu, ou pas du tout satisfait)

Entre ces critères et la performance, il peut y avoir un écart marginal, qui doit être pris en considération et expliqué. (Soit le sujet réussit, mais demeure pourtant insatisfait, soit échec de la procédure mais satisfaction)

### **V-3- Préférences**

Si deux stratégies sont possibles pour atteindre le même objectif, il sera intéressant de connaître les préférences des opérateurs, et de les comparer avec les performances. Sans omettre de proposer le "non choix", ou la demande de deux stratégies simultanées par exemple.

## **CONCLUSION**

Nous avons expérimenté des situations construites en fonction des intérêts d'une recherche ergonomique sur des produits scientifiques. A chaque objet on adoptera une méthodologie différente, intégrant les concepts de diverses disciplines que nous avons présentées dans cet article, qui ne sont pas exhaustives. Par exemple, l'inspection ergonomique sur des systèmes collaboratifs se réfèrera surtout aux méthodologies de la sociologie du travail. Chaque situation instrumentée dépend du contexte environnemental, des tâches prescrites, et des variables psychologiques, sociales et culturelles des utilisateurs.

Dans le contexte d'une évaluation ergonomique de produits scientifiques multimédias, nous prenons position en faveur des tests en passation individuelle sur des spécialistes du domaine, dans l'environnement de travail des utilisateurs, dans une démarche d'observation participante. Cette méthode a donné des résultats probants dans notre intervention-recherche sur des enseignants-chercheurs en géographie parce qu'elle privilégie l'aspect qualitatif [31]. Les diagnostics différentiels des difficultés ergonomiques permettent d'obtenir des résultats faciles à exploiter, rapidement interprétables par un ergonome professionnel spécialisé en utilisabilité.

Cette méthode peut s'appliquer à d'autres disciplines scientifiques qui utilisent, comme la géographie, des médias et types de documents variés pour étayer leur raisonnement, les comparer dans l'espace et le temps. Nous pensons notamment à l'évaluation ergonomique des applications multimédias en biologie (cartographie des gènes) ou en médecine (échographies en 3D).

## BIBLIOGRAPHIE

1. Adler, P.A. (1987).- *Membership roles in field research*.-In :SAGE University Paper Series on Qualitative Research Methods, vol.6. Newberry Park: Sage Publications.- 95 p.
2. Agostinelli S (2003).- *Les nouveaux outils de communication des savoirs*.- Paris: l'Harmattan, 2003.- 210 p.
3. Barthe M. (1995).- *Ergonomie des logiciels; Une nouvelle approche des méthodologies d'informatisation*.- Paris : Masson, 1995.- 191 p.
4. Bastien C. & Scapin D.(1997).- *Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems*.- In: Behaviour & information technology vol. 16.
5. Bastien C. & Scapin D.(2001).- *Evaluation des systèmes d'information et critères ergonomiques* pp 53-79.- In : Environnements évolués et évaluation de l'IHM./ C. Kolski, dir.- Paris : Hermes / Sciences.- (Coll. Informatique et systèmes d'information).- 254 p.
6. Beaufils A (1998).- *Aide à l'exploitation des bases hypermédias*.- In : Les hypermédias. Approches cognitives et ergonomiques / Tricot A. et Rouet JF., dir.- Paris : Hermès. 231 p.
7. Blanchet A (1985).- *L'entretien dans les sciences sociales*.- Paris: Bordas.-290 p.
8. Brangier E & Zimmer P (2001) - *Quelques principes d'amélioration de l'utilisabilité des systèmes de recherche d'information*.- Revue d'interaction homme-machine. vol 2, n°1. pp 75-95.
9. Burn M, Gemoets A & alii (2000).- *Variables affecting information technology end-user satisfaction :a meta-analysis of the empirical literature*.- International Journal of Computer Studies n° 52.- pp 751-771.
10. Byrne MD, John B.E et alii (1999).- *The Tangled Web We Wove : A Taskonomy of WWW Use*.- In : CHI 99 Conference Proceedings, Conference on human factors in computer Systems.- ACM Press.- pp 544-551.
11. Cartwright W, Gartner G (1999).- *Postscript to multimedia cartography* - In: Multimedia cartography.- W.Cartwright, M.P. Peterson, et alii, dir.- Berlin, New York, Paris:Springer.- 343 p.
12. Chen SY, FORD NJ (1998).- *"Modelling User Navigation Behaviours in a Hypermedia-Based Learning System:An Individual Differences Approach"*.- In: Knowledge Organization.- Vol 25, n°3, 1998.- p 67-78.
13. Claridge N, Kirakowski J (2001).- *"A professional tool for evaluating web sites"*.- In: IHM-HCI 2001, Conférence sur l'interaction homme-machine. vol.II, 10-14 sept. 2001.- pp 93- 96.
14. Cockton G & Woolrych A (2001).- *Why and when five test users aren't enough*- In : IHM-HCI France.-Actes du Congrès de Lille, 10-14 septembre 2001.- pp105-108.
15. Dubois M (1999).- *"Analyse comparée des effets du support multimédia et du support papier dans des tâches d'apprentissage selon le style cognitif"*.- In : Actes du Congrès de Besançon "Multimédia et construction des savoirs".- Besançon, 25-28 mai1999. pp 27-47.
16. Folcher V (1999).- *Des formes de l'activité aux formes des instruments ; un exemple dans le champ de travail collectif*

- assisté par ordinateur*.- Thèse de doctorat en psychologie ergonomique.- Université Paris VIII.- Février 1999.- 195 p.
17. Foucault B (1999).- *Analyse des stratégies de navigation sur le Web: expérience sur les modes d'accès à l'information*.- IHM'99 Proceedings. Montpellier.- pp 45-48.
18. FRØKJAER E.(1996).- *Browsing and querying in online documents. A study of User Interfaces and the Interaction Process*.- ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 1996.
19. Jeffroy F (1987).- *Maîtrise de l'exploitation d'un système micro-informatique par des utilisateurs non informaticiens- Analyse ergonomique et processus cognitif* - Thèse de doctorat d'ergonomie.- Université Paris XIII.
20. Jeffroy F, Theureau (1994).- *Ergonomie des situations informatisées. La conception centrée sur le cours d'action de l'utilisateur*.- Toulouse : Octarès.-335 p
21. Massou L (1999)- *"Modèles structurels pour l'analyse de CD -Roms*- pp 146-158. In: Hypertextes, hypermédiat et internet. H2PTM'99.- JP Balpe, S. Natkin, et alii, dir.- Paris:Hermes, 1999.- 346 p.
22. Meinadier JP (1991) *L'interface-utilisateur*.- Paris : Dunod.-222 p.
23. Nogier JF (2003).- *Ergonomie du logiciel et design Web*.- Paris: Dunod.-(2è édition).- 263 p.
24. Rabardel P, Carlin N., Cesnais M.& alii(2001) - *Ergonomie, concepts et méthodes*.- Toulouse: Octares (2è éd.).- 178 p.
25. Richard J, Savastano H.(2001).- *Remote vs. local usability evaluation of web sites*.- In: Actes du congrès IHM-HCI France 2001, pp 91-92.
26. Senach B (1990).- *Evaluation ergonomique des interfaces homme-machine:une revue de la littérature*.- Rapport de recherche n° 1180. Programme 8 Communication homme machine.- INRIA, mars 1990.- 73 p.
27. Spool J, Schroeder W (2001).- *Testing websites:Five users is nowhere near enoug"*- In: Actes du congrès CHI 2001. ACM.- pp 285-286.
28. Tauscher, Greenberg (1997).- *Revisitation patterns in World Wide Web navigation*.- Proc. of CHI 97.- New York :ACM Press.- pp 399-406.
29. Vanderdonckt J (1994).- *Guide ergonomique de la présentation des applications hautement interactives*- Presses universitaires de Namur.
30. Vigouroux N, Antoine JY (2003).- *Editorial* . In: Revue d'interaction homme-machine RIHM.- vol 4 n° 1.- pp 1-4
31. Villey-Migraine M (2003).- *Géographie et multimédia : ergonomie des interfaces de navigation hypermédia dans les systèmes documentaires*.- Thèse de doctorat en sciences de l'information option "images, médias et électronique de la communication".- Université Panthéon-Assas (Paris II), 3 juin 2003.- 413 p., 227 réf., 96 fig. + Volume d'annexes 217 p.
32. Wright P (1997). *L'utilisation de documents dans la prise de décision. Chercher des informations dans un hypertexte : vers un modèle de processus cognitifs*.- A Tricot, JF Rouet, dir.- In: Hypertextes et hypermédia,1(3).