

Ergonomie des Interfaces Homme-Machine

Jean-Yves Antoine

<http://www.sir.blois.univ-tours.fr/~antoine/>

Ergonomie des Interfaces Homme-Machine

Chapitre 2 – Facteurs humains

Quelques notions importantes sur la qualité des logiciels interactifs vue du point de vue de l'utilisateur humain et leur traduction en terme de recommandations ergonomiques

INTRODUCTION - Objectifs

2.1. Notions

- 2.1.1. Connaître les principaux facteurs influençant l'ergonomie des IHMs
- 2.1.2. Savoir relier principes ergonomiques et facteurs humains

2.2. Pratiques

- 2.2.1. Savoir détecter et catégoriser (facteur humain affecté et critère ergonomique non respecté) un problème dans la conception de l'IHM
- 2.2.2. Comprendre et savoir utiliser des directives compilant des règles ergonomiques

QUALITE D'UN LOGICIEL / SITE WWW

**Le meilleur des logiciels est voué à l'échec si son IHM est mal conçue
... mais l'interface d'un logiciel interactif ne fait pas tout !**

Fonctionnalités adéquates

- Analyse complète de la tâche
 - ★ tâches occasionnelles, situations d'urgences...
- Préalable à la conception de l'interface

Fiabilité / sûreté du logiciel

- **Erreurs** : principale source de défiance vis-à-vis d'un logiciel
- Travail sur la prévention et la récupération des erreurs

QUALITE D'UN LOGICIEL : UTILISABILITE

Utilisabilité d'un logiciel interactif

(Dix, Finlay *et al.*, 2003)

- **Apprenabilité** — facilité avec laquelle l'utilisateur peut prendre en main le logiciel et découvrir ses fonctionnalités
- **Flexibilité** — capacité du système à offrir des modes d'interactions multiples et à s'adapter
- **Robustesse** — niveau de satisfaction dans la réalisation des tâches permises par le système (ne se limite pas à la fiabilité)

Facteurs humains (perçu par l'utilisateur)	Causes (principes ergonomiques)
Apprenabilité	causalité, observabilité, consistance / cohérence, familiarité, généricité
Flexibilité	adaptation, styles d'utilisation
Robustesse	prévention (observabilité, causalité, guidage), gestion des erreurs

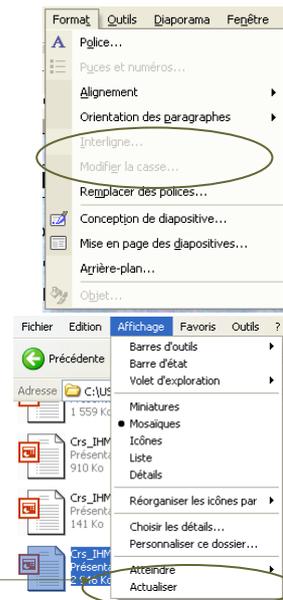
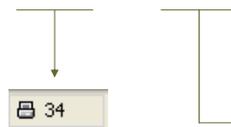
QUALITE D'UN LOGICIEL : APPRENABILITE

- **Causalité** — facilité de déterminer le comportement du système à partir d'interactions antérieures.

⑤ visibilité opérationnelle

- **Observabilité** — facilité offerte à l'utilisateur de vérifier les effets de ses actions.

⑤ observabilité directe vs. indirecte



QUALITE D'UN LOGICIEL : APPRENABILITE

Observabilité : exemple

Glisser / Déposer (Drag & Drop): toujours montrer les effets du glissement, même dans le cas plus délicat du Web dynamique.



NetWibes (2012)

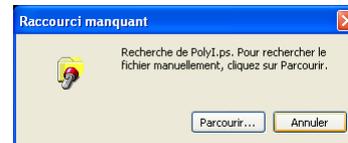
iGoogle (2012)

QUALITE D'UN LOGICIEL : APPRENABILITE

Observabilité : exemple

Gestion de l'attente en cas de temps de réponse importants : informer l'utilisateur de l'avancement du travail

Temps d'attente prévu	Affichage
2 à 6 secondes	icône d'attente (sablier, horloge...)
6 à 30 secondes	Message avec marque d'avancement (% réalisé, temps d'attente)
> 30 secondes	Idem avec en outre un détail des actions en cours de réalisation



QUALITE D'UN LOGICIEL : APPRENABILITE

Consistance : facteur essentiel de qualité

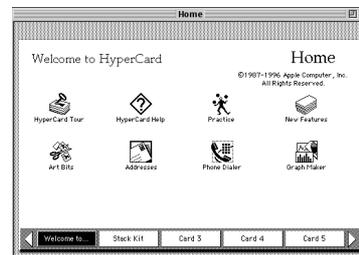
- Le comportement de l'interface doit être cohérent et homogène tout au long de l'utilisation : apprentissage facilité et utilisateur rassuré
- La consistance peut concerner toute une suite d'application

Exemple suite Microsoft Office / Accessoires Windows / suite OpenOffice



Contre-exemple

HyperCard et MacOS (double ou simple clic)



QUALITE D'UN LOGICIEL : APPRENABILITE

Consistance

- **Standardisation et consistance** — Certaines interfaces sont devenues des standards de facto et participent à la généralité d'une application



- intégrer ces standards dans la conception du logiciel
- assurer la consistance entre les versions du logiciel
- conception attentive des fonctionnalités différentes

Exemple : monde Windows



Contre-exemple : monde Ipad / Iphone



Apple

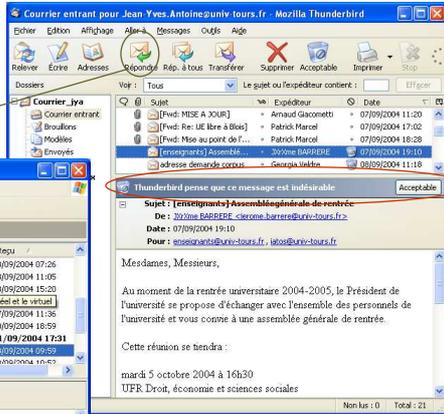
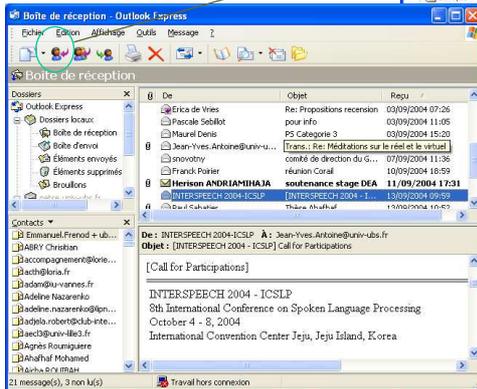


Motion X GPS

QUALITE D'UN LOGICIEL : APPRENABILITE

Standardisation de facto : exemple

MS Outlook Express

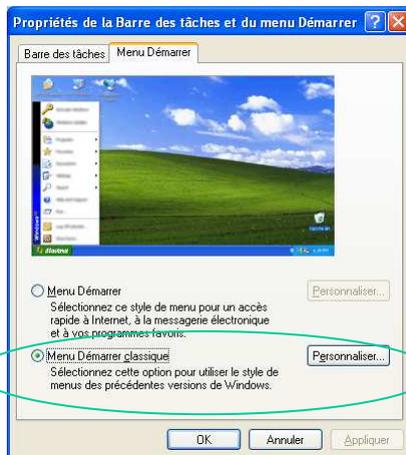


Mozilla Thunderbird

QUALITE D'UN LOGICIEL : APPRENABILITE

Consistance - Importance de la cohérence entre versions

- MS Windows XP vs. MS Windows 95



L'utilisateur est conservateur !

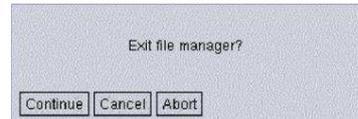
- MS Windows Vista vs. MS Windows XP : problèmes d'acceptabilité

QUALITE D'UN LOGICIEL : APPRENABILITE

Signification des codes et consistance

Tout code (texte, icône) utilisé dans l'interface doit avoir une signification parlante et constante quel que soit le contexte d'application

contre-exemple LinuX File Manager



contre-exemple historique - commandes Unix

mv	« <i>move</i> » Ⓢ historiquement, sert aussi au renommage...
pr	« <i>print</i> » Ⓢ formate le fichier mais ne l'imprime pas!
lpr	« <i>line print spooler</i> » Ⓢ imprime

contre-exemple applications Windows



QUALITE D'UN LOGICIEL : APPRENABILITE

- **Familiarité** — similarité de l'interaction avec le monde réel ou avec l'utilisation d'autres systèmes existants.

Ⓢ métaphores: machine à écrire pour les éditeurs de texte (← « retour charriot »)

Ⓢ **affordance** (icônes)



- **Généricité** — facilité de généralisation d'expériences particulières avec le système à d'autres fonctionnalités ou d'autres logiciels : renforce le sentiment de consistance



QUALITE D'UN LOGICIEL : FLEXIBILITE

Facteur essentiel : prendre en compte la diversité des utilisateurs

Dilemmes de la conception d'une IHM : *design for all*

- Un logiciel s'adresse souvent des communautés d'utilisateurs très différents
- Capacités, attentes, besoins voire processus cognitifs mobilisés différents



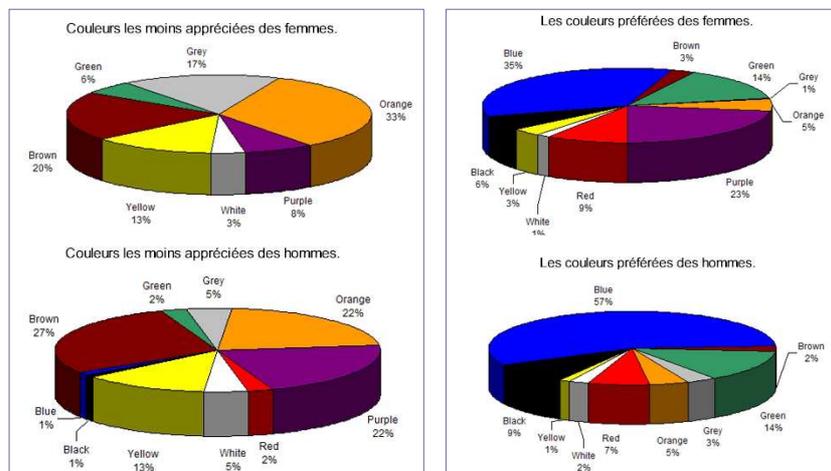
- Différences sensibles entre les cultures (*localisation*)

Exemples

QUALITE D'UN LOGICIEL : FLEXIBILITE

Diversité des communautés d'utilisateurs

Exemple Préférence de couleur suivant le sexe (sondage sur 22 pays)



QUALITE D'UN LOGICIEL : FLEXIBILITE

Diversité des communautés d'utilisateurs

Exemple : influence culturelle



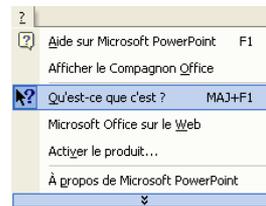
Exemple : stage HSBC (M2, 2008) : demande modification ordre éléments d'une interface par les directions asiatiques

QUALITE D'UN LOGICIEL : FLEXIBILITE

Diversité d'utilisateurs : niveaux d'expertise

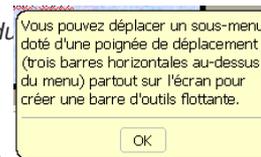
- **Novice et primo-utilisateur** — *anxieux, à rassurer pour faciliter l'apprentissage et éviter les rejets*

- Limiter le nombre d'actions, de concepts
- Feedback d'information
- Messages d'erreur informatifs
- Manuel d'utilisation intuitif (≠ man !), tutoriel
- Aide contextuelle



- **Utilisateur occasionnel** — *connaissance globale du système mais difficulté à se rappeler la position des différentes fonctionnalités*

- Consistance de l'interface
- Prévention des erreurs (utilisateur - explorateur)
- Aide en ligne



QUALITE D'UN LOGICIEL : FLEXIBILITE

Diversité d'utilisateurs : niveaux d'expertise

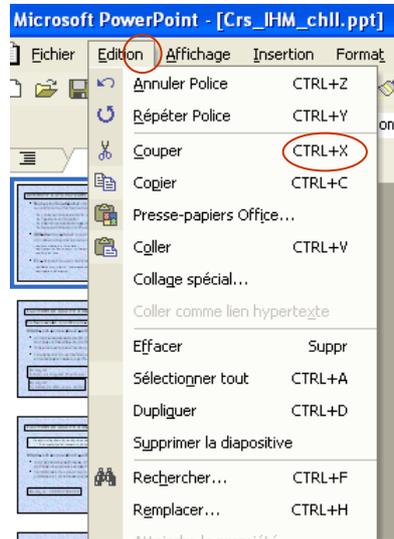
- **Expert** — *excellente connaissance du domaine de la tâche, du système et de son interface: recherche avant tout l'efficacité et la rapidité*

- Raccourcis clavier
- Commande en ligne
- Création de macros



Logiciel à niveaux d'usages multiples: conception multi-niveaux

Bien d'autres formes de flexibilité à prévoir : *utilisateur unique*



QUALITE D'UN LOGICIEL : FLEXIBILITE

- **Initiative du dialogue: contrôle utilisateur**

- ✓ système préemptif ou non
- ✓ transfert du contrôle entre l'utilisateur et le système

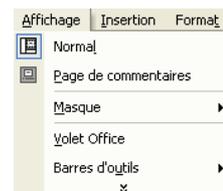
- **Adaptation**

- ✓ **adaptabilité** — paramétrisation par l'utilisateur
- ✓ **adaptativité** — modification initiée par le système

Exemple: substitivité des données



Exemple: menus dynamiques



adaptativité — difficulté de prévoir les intentions de l'utilisateur

QUALITE D'UN LOGICIEL : ROBUSTESSE

Rappel : fiabilité et conformité à la tâche

- ✓ complétude
- ✓ adéquation

Importance des erreurs

- Source principale d'anxiété et de rejet des utilisateurs
- Une erreur d'utilisation est aussi frustrante qu'un bug « simple »
- Influence des messages d'erreur sur l'acceptation du logiciel

Gestion et récupération des erreurs

- Rédaction essentielle des **messages d'erreur** : rassurer l'utilisateur et lui donner des pistes pour résoudre le problème rencontré

Prévention des erreurs

- Une conception sérieuse d'un point de vue ergonomique limitera fortement les erreurs de l'utilisateur

QUALITE D'UN LOGICIEL : ROBUSTESSE

Prévention des erreurs

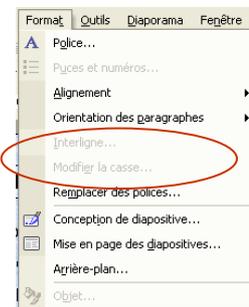
- Deux principes ergonomiques qui ne jouent pas que sur la robustesse

Observabilité et causalité — erreurs réduites si on comprend ses actions et en voit les conséquences

Ex : navigation dans un système de fichier

Guidage — guider l'utilisateur (sans limiter sa liberté d'action) pour lui éviter des erreurs

- ✓ menus (option non sélectionnables grisées)
- ✓ fournir des valeurs attendues par défaut
- ✓ listes dans les formulaires
- ✓ ...



- D'autres recommandations seront étudiées plus tard (ch. III)

QUALITE D'UN LOGICIEL : GUIDAGE ET ROBUSTESSE

Exemple de guidage : formulaires de saisie

- Indiquer les champs optionnels et obligatoires
- Toujours préciser le format d'une saisie
- Dire autant que possible quelles valeurs sont attendues

The screenshot shows the Subway website's restaurant locator form. The form is titled "SUBWAY World Wide Restaurant Locator" and includes the text "15098 Restaurants In 74 Countries!". The form fields are: "City:" (with "Montreal" entered), "State/Province:" (with "Quebec" entered and circled in red), "Postal Code/Zip Code:" (empty), and "Select Country:" (with "CANADA" selected in a dropdown menu). A "Find Me a SUBWAY®" button is at the bottom. A red circle highlights the "State/Province:" field, and a red arrow points from it to the text "PQ Province du Québec". Another red circle highlights the instruction text: "Complete the form on the right, then press the 'Find Me a SUBWAY®' button to see the locations nearest you." The text "exemple extrait du cours d'A. Giboin (ESSI)" is at the bottom right.

CONCLUSION: CONCEPTION DES IHMs

- ✓ **Multiplés choix de conception** de l'IHM pour chaque fonctionnalité et chaque communauté d'utilisateurs
- ✓ **S'en remettre à l'intuition** du concepteur est **insuffisant**

(Contre) exemple : système réservation SOCRATE



<http://perso.ens-lyon.fr/pierre.lescanne/BUGS/socrate.pdf>

⑤ **Méthodologie de conception des IHM:** le cycle de vie défini en Génie Logiciel concerne également l'IHM



METHODOLOGIE DE CONCEPTION DES IHMs

- **Analyse de la tâche et des communautés d'utilisateurs** auxquelles est destiné le système

- ⑤ modèle de la tâche (donc de l'interaction) et de l'utilisateur
- ⑤ choix de conception de l'IHM



- **Conception : respect de principes ergonomiques**

- ⑤ aide à déterminer les besoins (non étudié dans ce cours)
- ⑤ oriente certains choix de conception
- ⑤ guide l'implémentation des fonctionnalités précises

Chap. 2 à 5
Chap. 8-9

- **Conception : modèles de conception d'IHM**

- **Évaluation**

- ⑤ Validation des choix de conception et d'implémentation par des tests d'usage sur prototypes

Chap. 6-7

METHODOLOGIE : REGLES DE CONCEPTION

Principes ergonomiques

- ✓ règles générales indépendante de la technologie mais inspirées par de la psychologie cognitive ou des sciences sociales
- ✓ règles de haut niveau
- ✓ recommandations de faible autorité (peu contraignantes)

Recommandations ou directives (*guidelines*)

- ✓ règles de conception encore assez générales mais plus liées à la technologie. Peuvent concerner des éléments précis de l'IHM
- ✓ recommandations d'autorité modérée

Standards

- ✓ règles de conception technologiques très spécifiques
- ✓ recommandations de portée limitée mais de forte autorité (contraintes explicites si on désire suivre la norme)

METHOLOGIE : REGLES DE CONCEPTION

Mise en garde

- ✓ Les directives et autres principes ergonomiques ne constituent pas des vérités absolues : confronter à la réalité du problème
- ✓ Certaines directives peuvent paraître contradictoire entre elles : bien comprendre leur background et leur champ d'application

Principe de précaution

- ✓ Les principes et autres directives sont avant tout des sources d'information issues d'expériences à prendre en considération ... en en comprenant l'esprit.
- ✓ Seules certaines directives de forte autorité doivent être respectées à la lettre (norme ou respecter, standard imposé)
- ✓ Le recours à l'évaluation reste essentiel

PRINCIPES ERGONOMIQUES



Règles d'or de Shneiderman

- **Consistance**
- **Causalité**
- Permettre les raccourcis
- Fournir des feedbacks interactifs
- Prévenir les erreurs et faciliter leur récupération
- Autoriser l'annulation des actions
- Concision: réduire la charge cognitive de l'utilisateur (mémoire à court terme)

PRINCIPES ERGONOMIQUES



Principes de Norman

[Norman, 1998]

- I. *Use both knowledge in the world and knowledge in the head*
- II. *Simplify the structure of the task*
- III. *Make things visible*
- IV. *Get the mappings right*
- V. *Exploit the power of constraints*
- VI. *Design for error*
- VII. *When all else false, standardize*

PRINCIPES ERGONOMIQUES



Heuristiques de Nielsen

[Nielsen, 1994]

- I. *Visibility of system status*
- II. *Match between system and real world*
- III. *User control and freedom*
- IV. *Consistency and standards*
- V. *Error prevention*
- VI. *Recognition rather than recall*
- VII. *Flexibility and efficiency of use*
- VIII. *Aesthetic and minimalist design*
- IX. *Help users recognize, diagnose and recover from errors*
- X. *Help and documentation*

http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html

PRINCIPES ERGONOMIQUES



Critères ergonomiques de Bastien et Scapin (1993)

(<http://www.ergoweb.ca/criteres.html>)

- ✓ Guidage Norme AFNOR Z67-133-1
- ✓ Charge de travail
- ✓ Contrôle utilisateur explicite
- ✓ Flexibilité (⇒ *adaptabilité*)
- ✓ Gestion des erreurs
- ✓ Homogénéité (⇒ *cohérence*)
- ✓ Signifiante des Codes et Dénominations
- ✓ Compatibilité (⇒ *familiarité*)

DIRECTIVES (GUIDELINES)



Directives de recommandations générales

Synthèses de recommandations générales sur toutes plateformes

- ✓ Smith & Mosier (1986)
- ✓ Brown (1988)
- ✓ Mayhew (1992)
- ✓ Vanderdonkt J. (1995)

ENTRÉE DE DONNÉES	
Formats des	
données	1.4
<i>d'entrée de données</i>	
Afin de délimiter clairement chaque champ de données, afficher des caractères spéciaux ou autres formes de mise en évidence.	
EXEMPLE : Un trait de soulignement peut être utilisé à cette fin, voire un trait discontinu permettant d'indiquer le nombre de symboles requis à l'entrée tel que :	
(bon)	Entrer votre code : _____
(mauvais)	Entrer votre code : _____
EXEMPLE : [Voir la copie d'écran à la fin de cette section]	
COMMENTAIRE : Une telle incitation permet de réduire les erreurs lors de la saisie de données par l'utilisateur	
RÉFÉRENCE : BB 2.2.1; EG 6.3. 6.3.1; MS 5.15.4.3.4; PR 4.8.1; Savage, Habinek et Blackstad, 1982.	

DIRECTIVES (GUIDELINES)



Guidelines spécifiques à une plate forme

Recommandations (souvent) plus concrètes permettant de favoriser, entre autres, la standardisation entre applications (*consistance* et *familiarité*)

Exemples

- ✓ *Apple OS X (resp. iOS) Human Interface Guidelines*
- ✓ *Microsoft User Experience Interaction Guidelines*
- ✓ *Android User Interface Guidelines*
- ✓ *GNOME Human Interfaces Guidelines*
- ✓ *Java Look and Feel design Guidelines*

Deux motivations :

- Standardisation marketing: « cela ressemble à une interface Apple »
- Mais également considérations ergonomiques réelles

DIRECTIVES (GUIDELINES)

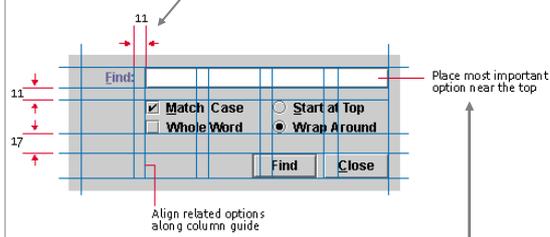


Guidelines spécifiques à une plate forme

Exemple

Capacités perception humaine

Figure 29 Alignment of Related Options and Vertical Separation of Component Groups



Organisation d'une interface



DIRECTIVES (GUIDELINES)



Guidelines spécifiques à une plate forme

Exemple



Usability Principles

GNOME Human Interface Guidelines 2.0

This section explains some of the basic principles behind the more specific technical guidelines recommended in this document. We believe that these principles are important for all application development.

- 1.1. Design for People
- 1.2. Don't Limit Your User Base
- 1.3. Create a Match Between Your Application and the Real World
- 1.4. Make Your Application Consistent
- 1.5. Keep the User Informed
- 1.6. Keep It Simple and Pretty
- 1.7. Put the User in Control
- 1.8. Forgive the User
- 1.9. Provide Direct Manipulation



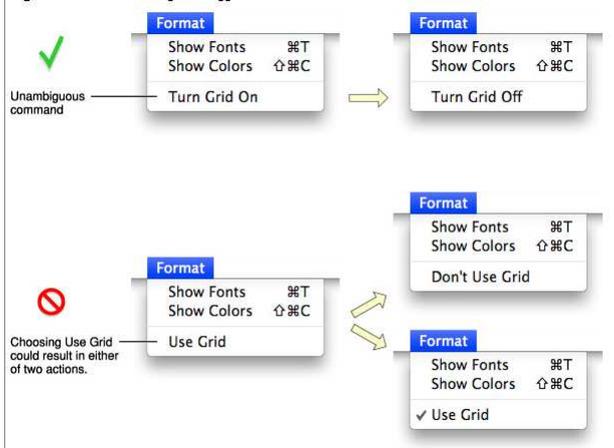
DIRECTIVES (GUIDELINES)



Guidelines spécifiques à une plate forme

Exemple : Apple

Figure 13-9 Avoid ambiguous toggled menu items



DIRECTIVES (GUIDELINES)



Guidelines spécifiques à une plate forme

Exemple : Microsoft Windows XP



Common Toolbar Icons:



If you are creating icons for a toolbar, the Windows standard sizes are 24x24 and 16x16 pixels.



Icon Color Depth Support

Windows XP supports 32-bit icons which are 24-bit images with an 8-bit alpha channel. This allows icons to display with smooth edges that appear to blend into any background.

Each Windows XP icon should contain these 3 color depths to support various monitor display settings:

- 24-bit with 8-bit alpha (32-bit)
- 8-bit (256 colors) with 1-bit transparency
- 4-bit (16 colors) with 1-bit transparency



STANDARDS



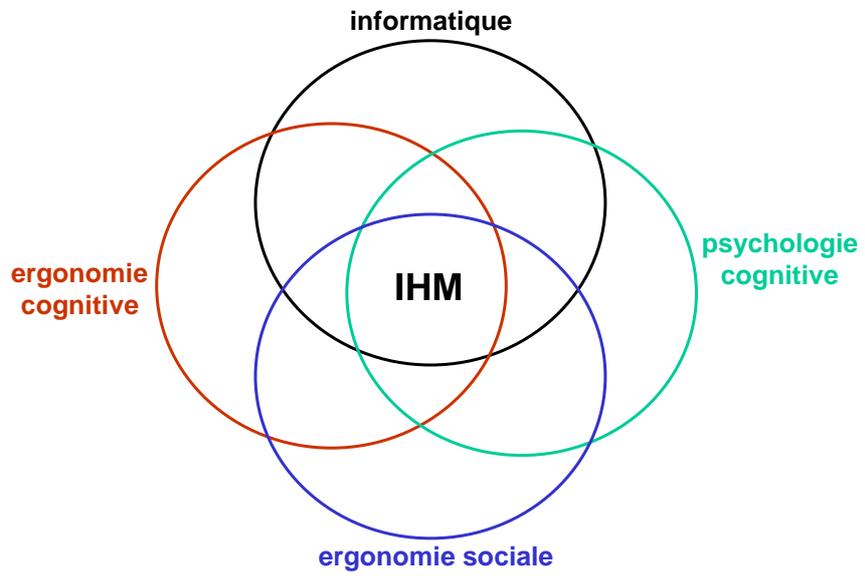
Normes ISO (TC 159 – SC4 Ergonomie IHMs) (Blanchard, 1997)

- ✓ ISO 9241 *Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs) — Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV)*
 - © parties 1 à 9 : généralités et dispositifs matériels
 - © parties 10 à 17 consacré au génie logiciel
- ✓ ISO 13407 *Human-Centered Design Processes for Interactive Systems*
- ✓ ISO 14915 *Ergonomie des logiciels pour les interfaces utilisateur multimédias*
- ✓ Section 508 *Standards for Electronic and Information Technology (USA)*

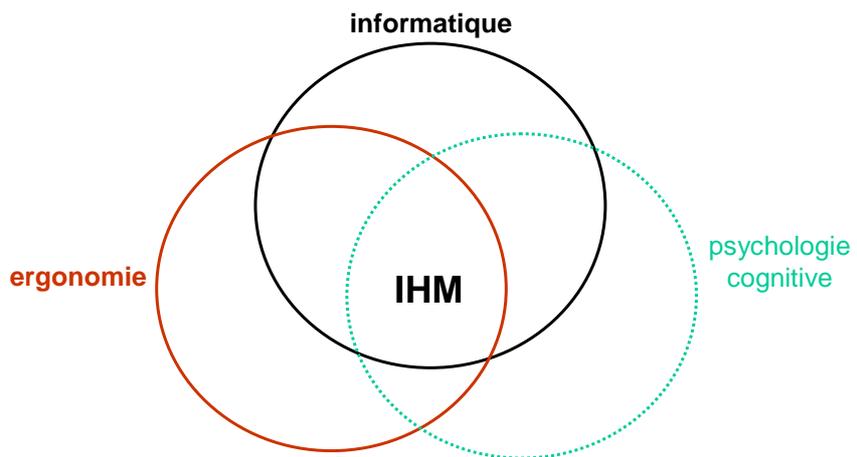
Normes AFNOR

- ✓ Z67 -110 *Ergonomie et conception du DHM. 1988.*
- ✓ Z67-133-1. *Evaluation des produits logiciels (Partie 1: définition des critères ergonomiques de conception et d'évaluation des interfaces utilisateurs. 1991*

IHM : APPROCHE PLURIDISCIPLINAIRE



IHM : COURS



IHM : RECOMMANDATIONS ERGONOMIQUES

Recommandations génériques à toute application interactive

- erreurs: gestion, prévention
- design (non) anthropomorphique
- affichage: alignement, couleurs, polices de caractères ...

⑤ *chapitre 3*

Recommandations spécifiques aux interfaces WIMP

- Multi-fenêtrage, organisation de menus, icônes et pointeur souris

⑤ *chapitre 4*

Recommandations spécifiques aux applications WWW

⑤ *chapitre 5*

Recommandations spécifiques aux interfaces post-WIMP

⑤ *chapitre 8*

Recommandations spécifiques aux mobiles

⑤ *chapitre 9*



BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages généraux

Mayhew D.J. (1992) Principles and guidelines in software user interface design. Prentice-Hall

Cours sur la Toile

Giboin A. *Ergonomie des IHMs*. ESSI. www.essi.fr/~pinna/MODULEIHM

Travaux cités

Bury K. Davie S., Darnell M. (1985) *Windows Management: a review of issues and some results from user testing*, IBM Human Factor Center, research report HFC-53, San Jose, Ca, 1985.

Nielsen J. (1994) Heuristic evaluation In Nielsen J. & Mack R.L. Usability Inspection Methods, John Wiley.

Norman D. (1998) *The design of everyday things*. MIT Press.



BIBLIOGRAPHIE

Guidelines - Normes

- Apple Computer (1995) *Macintosh Human Interface Guidelines*, Addison-Wesley
- Apple Computer (2002) *Aqua Human Interfaces Guidelines.*, Addison-Wesley
- Blanchard H. (1997) User interface standards in the ISO Ergonomics Technical Committee, *SIGCHI Bulletin*, Vol. 29, N° 1, 20-22
- Brown C. M. (1988) *Human-Computer Interface Design Guidelines*. Xerox Corp.
- Mayhew D. (1992) *Principles and guidelines in software user interface design*. Prentice Hall, Hemel Hempstead
- Microsoft Corporation (2001) *Windows XP Visual Guidelines*.
- Open Software Foundation (1991) *OSF/Motif Style Guide*. Prentice Hall, Hemel Hempstead.
- Smith S., Mosier J. (1986) Guidelines for designing user interface software. Mitre Corporation report MTR-9420. Mitre Corporation. Bedford, MA
- Sun Microsystems Inc. (2000) *Java Look and Feel design Guidelines*.
- Vanderdonk J. (1995) *Guide ergonomique des interfaces homme-machine*, Presses Universitaires de Namur.



BIBLIOGRAPHIE

Guidelines - Normes diffusées sur la Toile

- *Smith et Mosier* <http://hcibib.org/sam>
- *Microsoft User Experience Interaction Guidelines*
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa511440.aspx>
- *Apple Human Interface Guidelines*
iOS
<http://developer.apple.com/library/ios/#DOCUMENTATION/UserExperience/Conceptual/MobileHIG/Introduction/Introduction.html>
OS X
<https://developer.apple.com/library/mac/#documentation/userexperience/Conceptual/AppleHIGuidelines/Intro/Intro.html>
- *Directive US : standard 508 (electronic and information technology)*
<http://www.access-board.gov/sec508/guide/>
- *WCAG : W3C Web Content Accessible Design (1999....)*
www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT