

# Interaction Homme-Machine

*Mountaz Hascoët*

*Mountaz Hascoët, Univ. Montpellier II, LIRMM*

- Plan du cours (indicatif)
  - Cours 1 : Introduction, conception d'IHM, ergonomie
  - Cours 2 : Outils de développement des interfaces graphiques
    - Java Swing (jdk1.4)
  - Cours 4 : Composants élaborés et architectures pour l'IHM
  - Cours 3 : Techniques de présentation de l'information
  - Cours 5 : Evaluation des interfaces graphiques
- Contrôle des connaissances...
  - Projet/Exam
- Salles
  - TD pendant 15j puis salles machines

1

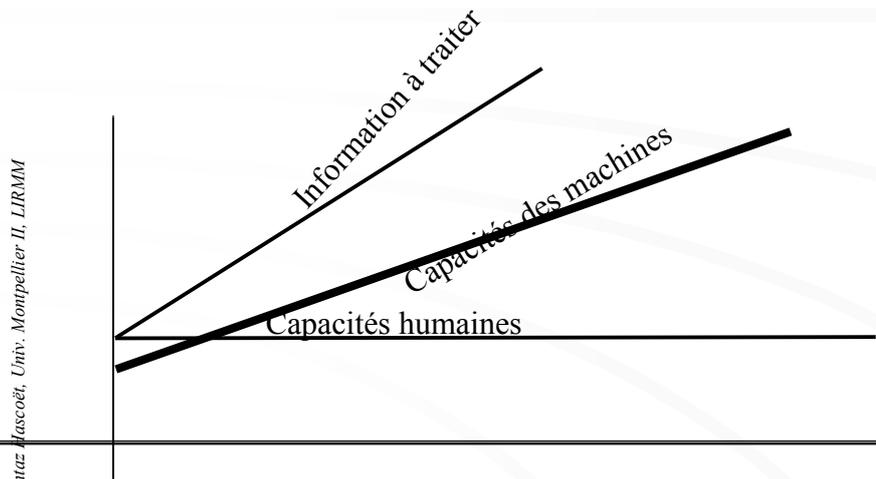
# Introduction à l'IHM

*Mountaz Hascoët, Univ. Montpellier II, LIRMM*

- Intérêt pour IHM
  - De nombreux systèmes disposent d'IHM mal conçues
  - Forte demande d'amélioration pour
    - des systèmes critiques (éviter les accidents, ex: A320),
    - des systèmes industriels et commerciaux (baisse de productivité liée à l'introduction des PCs sur les bureaux des cadres)
    - des systèmes pour les loisirs ou la maison (rendus attrayants par leur IHM)
    - des outils collecticiels ou groupware (pb de communication Homme-Homme via machine)
- Coût
  - IHM = 80% du code pour certaines applications

2

# Motivations



Mountaz Hascoët, Univ. Montpellier II, LIRMM

3

# Objectifs

- Dépasser l'interface conviviale...
- ...en adoptant une démarche rigoureuse
  - de conception/évaluation participative (centrée sur l'utilisateur)
  - **du respect des guides de styles et principes ergonomiques de base**
  - de développement des systèmes interactifs à partir de modèles conceptuels et architecturaux bien fondés
  - d'évaluation analytique ou empirique

## Conception d'une IHM

### Introduction

#### I. Guides de style

#### II. Variations sur le concept WIMP

#### III. Dispositifs de pointage

Mountaz Hascoët, Univ. Montpellier II, LIRMM

4

# Modèle conceptuel

- Modèle conceptuel
  - Organisation **conceptuelle** de l'ensemble des fonctionnalités du système en un ensemble de commandes et de leurs effets
  - *Modèle de l'utilisateur*
- Remarque
  - Le Modèle conceptuel n'est pas un modèle d'architecture
  - Modèle d'architecture
    - = Organisation **logicielle** de l'ensemble des fonctionnalités du système
    - = *Le modèle du programmeur*
  - Du modèle d'architecture découlent ...
    - ... les performances/maintenabilité/modularité du système
  - Du modèle conceptuel découlent ...
    - ... les performances de l'utilisateur, sa satisfaction et l'état physique dans lequel il se trouve...

# Modèle Conceptuel

- Le modèle conceptuel d'une interface graphique peut être décomposé en parties
  1. la fenêtre principale
  2. le menu principal et les menus contextuels
  3. les fenêtres filles
  4. les fenêtres de dialogue
  5. l'aide en ligne
- Pour chaque partie il faut spécifier les éléments suivants
  - les composants
  - la disposition
  - les interactions
  - les couleurs

*Remarque:*

*la conception repose sur une analyse préliminaire: analyse de tâche, observation des individus en situation...*

# Modèle conceptuel

## ☞ Comment s'y prendre?

- Conception de maquettes
  - respectant les guides de styles et règles ergonomiques générales
- Présentation des maquettes aux utilisateurs
  - Brainstorming, Questionnaires

# I. Guides de style

Règles ergonomiques de base

# Règles ergonomiques fondamentales

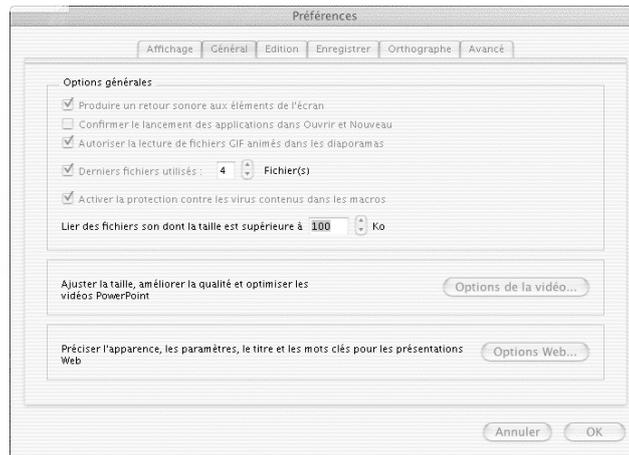
- Multitude de règles écrites...
  - ... pour des systèmes différents (look and feel)
    - Motif, Windows, Mac, etc.
  - ... pour des sociétés différentes (culture d'entreprise forte)
- Règles universelles
  - COHERENCE
  - MANIPULATION DIRECTE
  - FEED-BACK
  - SIMPLICITE / CONCISION
  - ADAPTABILITE
  - AIDE

# Cohérence

- Objectifs
  - Faciliter l'apprentissage
  - Faciliter l'utilisation
- Plusieurs types de cohérences
  - cohérence interne à l'application
  - cohérence externe
    - avec d'autres interfaces
    - sur les commandes génériques
      - ouvrir, fermer, déplacer, copier, coller
  - cohérence avec la métaphore
    - dans une certaine limite...
- Pièges de la cohérence
  - incompatible avec les modes
  - bloquer l'évolution
    - exemple: l'évolution des claviers

# Ils n'ont pas tous suivi la règle...

- Cohérence Externe



## Manipulation directe

« *Point and Clic instead of remember and type* »

- Motivations
  - s'affranchir d'une syntaxe compliquée
  - donner le contrôle à l'utilisateur
- Principes
  - représentation graphique des objets
  - utilisation d'actions physiques sur ces objets
    - au lieu de l'utilisation d'une syntaxe complexe
- Conditions à remplir
  - développement de métaphores
  - opérations
    - rapides, incrémentales, réversibles
    - dont les effets sur les objets doivent apparaître instantanément
  - apprentissage progressif

# Fenêtres modales et manipulation directe

- Définition
  - Une fenêtre modale est une fenêtre qui intercepte toutes les entrées de l'utilisateur. Elle retient donc l'attention et rend inactives toutes les autres fenêtres.
- Principe d'utilisation des fenêtres modales
  - en général à éviter
    - les fenêtres d'application ou leurs filles sont non modales
  - sauf exception
    - dialogues de poursuite
      - message de confirmation ou autre
    - dialogues transactionnels
      - nécessitant verrouillage de l'application (maj d'information, saisie de choix)

# Ceci n'est pas de la manipulation directe...

- Création/modification d'une feuille de style dans word
  - Représentation des objets d'intérêts?
  - Manipulation directe de ces objets ?
  - Opérations réversibles?

# Feedback



Mountaz Hascoët, Univ. Montpellier II, LIRMM

- Informer pour réduire la charge cognitive
  - contexte courant
  - navigation (d'où je viens?, où puis-je aller?)
  - présentation des options
- Informer pour prévenir des situations d'erreur
  - messages explicites, suggestions d'actions
- Informer pour rassurer
  - progression des opérations

15

## Là où il manque encore du feedback....

- Correction automatique des marges
  - De combien? Prévisualisation du résultat avant de le faire?
- Saisie des tabulations (feedback incitatif)



Mountaz Hascoët, Univ. Montpellier II, LIRMM

16

## Simplicité concision

- Actions fréquentes
  - => commandes concises
- Ce que doit être une abréviation
  - accessible explicitement, compréhensible, facilement mémorisable
- Règles usuelles pour la construction des abréviations
  - caractère spécial + 1ère lettre de la commande (CTRL-D)
  - troncature maximum (DEL)
  - troncature 2 lettres (CD)
    - la plus efficace en terme de mémorisation + temps d'exécution
- A éviter dans le choix des abréviations
  - abréviations proches mais aux effets très différents
    - Exemple  
sous unix: `rm *~` et `rm * ~`

## Simplicité concision (suite)

Éviter de surcharger l'écran:

Affichage de l'info utile pour l'activité en cours

# Adaptabilité/ Adaptativité

- Adaptabilité = Personnalisation **explicite** par l'utilisateur
  - choix du lexique, préférences de présentation, modalités du dialogue
  - Soigner l'interface de configuration
- Ne pas confondre avec adaptativité
  - Adaptativité = personnalisation dynamique sans action explicite de l'utilisateur
    - à partir de l'expérience de l'utilisateur ou des opérations déjà effectuées
  - très controversée...
    - non prédictibilité du comportement de l'interface pour l'utilisateur
    - modifications intrusives
      - effort cognitif nécessaire pour s'adapter aux modifications
      - difficulté à se faire un modèle conceptuel de l'interface
      - rupture du principe de cohérence

# Aide

- Différents types d'aide
  - aide par incitation
    - guider les entrées en affichant les unités de mesure
    - expliciter les propriétés des données (longueur, format, etc)
  - assistance contextuelle
    - à propos de commande
    - suppose que l'utilisateur connaît déjà la commande
  - tutorial, assistant ou version débutant
  - système d'aide orienté tâche
- Propriétés de base d'un bon système d'aide
  - disponible à tout moment
  - non intrusif
  - précis et robuste
  - consistant et flexible
    - ex: les bulles d'aide du Macintosh
  - orienté tâche

# Systemes d'aide avances

- Principe
  - s'appuie sur
    - un modele utilisateur construit a partir de son activite
      - experiences
      - preferences
      - erreurs
    - des connaissances sur l'activite du domaine
  - => le systeme presente l'aide a l'utilisateur
    - sur la tache qu'il est en train d'accomplir
    - adaptee a son niveau d'experience
- Avantages
  - aide orientee tache
  - aide pour l'amelioration des performances
- Limites
  - dependent du modele utilise

# Systeme d'aide et modele conceptuel

- Messages d'aide
  - composés d'une explication sur
    - des données présentes à l'écran (ce qu'elles contiennent)
    - des commandes (ce qu'elles font)
    - des modalités d'interaction (comment faire)
  - construits automatiquement à partir du modèle conceptuel de l'interface
    - par invocation de règles
    - si <condition> alors <description msg aide>
    - Exemple
      - Si ?objet sélectionné pour aide
      - et ?objet invoque commande ?cmd
      - par modalité d'interaction ?inter
      - et ?cmd a pour paramètre ?param
      - alors afficher : « Pour ?inter ?cmd il faut spécifier les arguments ?param »

# Modèles utilisateurs pour systèmes d'aide en ligne

- Différents types de modèles
  - modèle par quantification
    - niveaux d'expertise
    - ++ : nécessite peu d'informations
    - -- : un peu grossier
  - modèle par stéréotype
    - construction d'un stéréotype de l'utilisateur
      - à partir de son comportement
    - invocation de l'aide contextuelle correspondant au stéréotype de l'utilisateur courant
    - --: coût de construction du stéréotype et du système expert sous-jacent
  - modèle par étalon
    - modèle étalon = modèle d'un utilisateur expert
    - les modèles des autres utilisateurs sont décrits en terme de différences avec l'étalon
    - invocation de l'aide contextuelle à partir des différences avec l'étalon
    - ++ : conseils pour amélioration des performances des utilisateurs

Pour mémoire et pour aller plus loin...

# Principes de base du Style Macintosh

- Principes de base du guide de style APPLE
  - Manipulation directe
    - Contrôle à l'utilisateur
    - Métaphore
      - du monde réel
      - utiliser effets visuels et sonore
    - Voir et pointer
      - syntaxe : nom verbe
      - l'utilisateur n'est pas programmeur
    - Tolérance
      - toute action doit être réversible
  - WYSIWIG
    - pas de mystères, écran = page imprimée
  - Esthétique
    - affichage attrayant

# Principes de base du Style Motif

- Contrôle à l'utilisateur
  - Flexibilité de l'interface (configuration possible)
  - Dévoilement progressif
    - à un moment donné seules les fonctions utiles apparaissent
- Utiliser des métaphores
  - permettre la manipulation directe
  - apporter des réponses rapides
- Rendre l'interface naturelle
  - faciliter la navigation
  - utiliser des ombres et des couleurs naturelles
- Assurer la cohérence
- Informer les utilisateurs
  - feed-back, anticipation des erreurs, destruction explicite

# Principes de base du style Windows

- Le concept WIMP
  - W : Window
    - Multi-fenêtrage, Multi-tâche, Modalité
  - I: Icon
    - métaphore et contrôle à l'utilisateur
  - M: Menu
  - P: Pointeur
- La norme CUA
  - Common User Access
    - standard établi par IBM
    - Plusieurs versions
      - CUA 92 : orienté Presentation Manager
      - CUA 89 proche de Windows 95
    - principes de bases très proches des principes de base d'APPLE et MOTIF
- Les principes de SDI ou MDI
  - Single Document Interface et Multiple Document Interface

## II. Variations sur le concept WIMP

Toutes les interfaces graphiques actuelles  
sont "WIMP" mais avec des variations  
assez importantes

# W: Window, Windowing system, Window manager

- Définitions
  - Fenêtre
    - Une fenêtre est une zone d'écran autonome du point de vue de l'affichage et de la gestion des entrées
    - Origine : travaux sur la première station de travail graphique Xerox Parc ~1980
  - Système de fenêtrage
    - Couche logicielle qui s'interpose entre les applications et le système graphique qui gère les périphériques d'E/S et qui fournit aux applications la notion de fenêtre
  - Gestionnaire de fenêtres
    - module logiciel qui s'occupe d'organiser l'ensemble des fenêtres présentes à l'écran.
- Séparation gestionnaire de fenêtre/système de fenêtrage
  - indépendant (ex: X-Windows)
  - intégré (ex: Windows)
  - à la charge de l'application (ex: Mac Toolbox)

## Systèmes de fenêtrage (historique)

- Macintosh
  - introduit en 1984
  - le premier des systèmes de fenêtrage permettant la manipulation directe
- X-Windows
  - Premier système de fenêtrage en architecture client-serveur
  - Fournit concepts de base et est complété par des toolkits et WM.
    - OpenLook
      - Sun et AT&T
      - apparences et comportements nouveaux
    - OSF/MOTIF
      - DEC et HP pour l'OSF
      - alternative à OpenLook
      - Look and feel de Presentation Manager
        - » => ressemblances actuelles entre Motif et Windows

## Systèmes de fenêtrage (historique)

- Windows
  - apparaît en 1985 développé par Microsoft
  - le premier sur PC
  - limité par DOS
- OS/2 Presentation Manager
  - apparaît en 1987
  - Développé conjointement par Microsoft et IBM
  - cohérence avec le look and feel de Windows
- NextStep
  - apparaît en 1988
  - le premier système de fenêtrage avec
    - modèle de dessin postscript
    - 3D simulée pour les composants standards

## Systèmes de fenêtrage (architectures)

- Librairies
  - librairie chargée avec chaque application.
  - repose sur un mécanisme de mémoire partagée
    - => différentes applications se partagent l'écran et les données des dispositifs d'entrée
  - Exemples
    - la toolbox du Macintosh
    - ancien système de fenêtrage de Sun
  - avantages et inconvénients
    - ++ : Efficace et simple (mécanisme de call-back)
    - -- : Peu portable et Fragile (la mémoire partagée peut être mal utilisée...)

## Systèmes de fenêtrage (architectures)

- Systèmes client-serveur
  - le serveur implémente le système de fenêtrage (gestion des entrées et des sorties)
  - les applications sont clientes envoient des requêtes et reçoivent des évènements.
  - Exemples
    - X-Windows
  - avantages et inconvénients
    - portabilité, transparence du réseau
    - pertes de performances (dans la communication client serveur) et asynchronisme

## Systèmes de fenêtrage (modèles de dessin)

- Définition
  - Le modèle de dessin détermine l'information conservée par le système de fenêtrage sur le contenu des fenêtres
- Modèle de dessin direct
  - le système de fenêtrage ne garde pas la mémoire de ce qu'il dessine
  - le système de fenêtrage est incapable de redessiner le contenu d'une fenêtre
  - il doit faire appel à l'application
- Modèle de dessin structuré
  - le système gère une "liste d'affichage" représentant le contenu de la fenêtre
  - l'application dispose de fonctions permettant insertion, destruction, modification de la liste d'affichage.
- Modèle de dessin direct avec mémoire
  - pixmaps hors-écran pour mémoriser le contenu des fenêtres
  - coûteux en temps (redessiner une fenêtre => faire une sauvegarde hors écran)
  - coûteux en mémoire

# Systèmes de fenêtrage (modèles de fenêtrage)

- Superposition 2D 1/2
  - recouvrement
  - 1/2 = rang dans la superposition
  - opérations pour les systèmes de fenêtrage
    - => gestion du rang
    - affichage seulement des parties visibles des fenêtres
- Système de fenêtrage hiérarchique
  - extension du système 2D 1/2
  - chaque fenêtre est vue comme un écran qui contient des fenêtres
    - contrainte: une fille s'affiche dans la partie visible de sa mère
  - opérations pour le système de fenêtrage
    - reparentage (utilisé par le gestionnaire de fenêtre)

# Fenêtres (apparence et opérations)

- Apparence
  - Windows
    - composants standards
      - barre de titre, icône d'application, boutons de fermeture, agrandissement, réduction, restauration de la taille antérieure
    - la barre de titre contient
      - libellé
        - » cadré à gauche
        - » police MS Sans Serif 8 pts gras
- Opérations sur les fenêtres prises en charge par SF ou WM:
  - fermer, iconifier, afficher sur plein écran, redimensionner, faire apparaître le menu système, faire défiler le contenu de la fenêtre

# Fenêtres: modales ou non modales

- Définition
  - Une fenêtre modale est une fenêtre qui intercepte toutes les entrées de l'utilisateur. Elle retient donc l'attention et rend inactives toutes les autres fenêtres.
- Principe d'utilisation des fenêtres modales
  - en général à éviter
    - les fenêtres d'application ou leurs filles sont non modales
  - sauf exception
    - dialogues de poursuite
      - message de confirmation ou autre
    - dialogues transactionnels
      - nécessitant verrouillage de l'application (maj d'information, saisie de choix)

# I: Icônes

- Icônes de fenêtres
  - configurables
  - placement automatique
- Icônes standards
  - ISO, ANSI et brevets divers
    - ex brevets Xerox de 1988 pour la poubelle.
  - Les icônes les plus courantes
    - dossiers, poubelles, disquettes, disques,
  - Ex:
- Icônes personnelles
  - Guide de style
    - utilisation d'une grille
    - objets larges, ligne en gras, formes simples
    - pas plus de 5 couleurs



## M: Menus

- Différents types de menus
  - Menus hiérarchiques
  - Menus détachables
  - Menus circulaires
    - Menus à marquage
- Principes généraux pour concevoir des menus
  - Nombres de rubriques par menu: 7 +/- 2
  - Profondeur d'une hiérarchie: max 3
  - Cohérence des menus standards
    - Fichier, Edition, Fenêtre, Aide
  - Séparateurs
    - Regrouper par fonctionnalité
    - Isoler les items "dangereux" (restart,quit,format,etc)
  - Feedback
    - visualisation de la rubrique courante, de la sélection, du chemin dans la hiérarchie des menus
  - Rubriques grisées
  - Mnémoniques et raccourcis clavier

## P: Pointeur et Sélection

- Les différents types de sélection
  - Sélection exclusive (boutons radio)
  - Sélection binaire (cases à cocher)
  - Sélection dans une liste
  - Sélection dans un texte
  - Sélection dans un graphique
- Utilisation de la sélection
  - drag and drop
  - activation de commande
  - saisie dirigée
- Principes généraux pour faciliter la sélection
  - gravité
    - pour les petits objets, une erreur de sélection est tolérée (sélection lorsque le curseur est dans le champs de gravité de l'objet)
  - feedback
    - surbrillance, forme du curseur

### III. Dispositifs de pointage

41

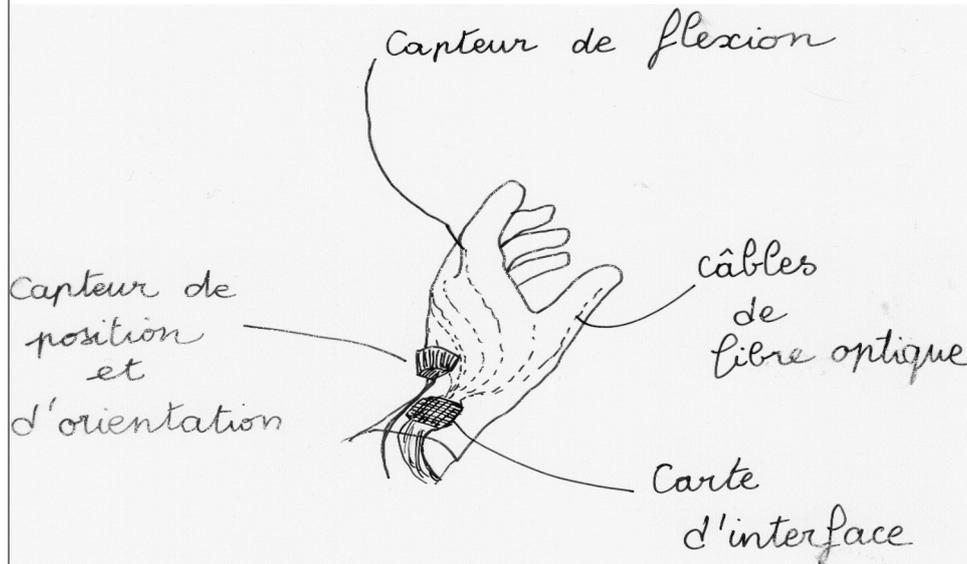
### Dispositifs de pointage

- Absolu / Relatif
  - écran tactile, tablette, crayon optique
  - souris, joystick, trackball
- Direct / Indirect
  - écran tactile, stylo optique
  - tablette, souris, joystick, trackball
- « Nouveaux »
  - gant numérique
  - souris ou stylo à retour d'effort
    - [www.haptech.com](http://www.haptech.com)
  - Mimio
    - [www.mimio.com](http://www.mimio.com)



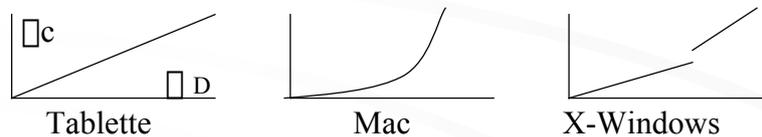
42

## Gant Numérique

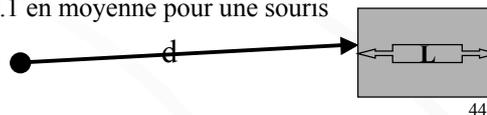


## Dispositifs de pointage

- Comparaison des dispositifs de pointage à l'aide de
  - Ratio C/D = Mvt de la main / Mvt du curseur
  - Pour les Dispositifs de Localisation Directs, C/D = 1
  - Pour les autres Dispositifs



- Loi de Fitts
  - $t = k \log(2d/L)$ ,  $k=0.1$  en moyenne pour une souris



# Interaction avec stylo

*Mountaz Hascoët, Univ. Montpellier II, LIRMM*

45