



# INTERACTION HOMME- MACHINE

*M<sup>me</sup> MOUNIB*

*Mounib\_nora@yahoo.fr*



# Objectifs du cours

- Apprendre les concepts de base d'une *IHM ergonomique*
  - En évitant les erreurs les plus courantes
- Acquérir une vision élargie des *IHM ergonomiques*
- Apprendre à *concevoir* une *IHM ergonomique*
- Se familiariser avec les différentes approches de conception d'interface
- Apprendre à *évaluer* une *IHM ergonomique*

*CHAPITRE 1*  
*INTRODUCTION*  
*ET*  
*HISTORIQUE*

# Introduction

L'avènement des nouvelles Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (**STIC**) débouche progressivement sur une prépondérance *des systèmes interactifs* dans tous les domaines de la société :

- systèmes multimédia (sites Web, CD-ROM...) en rapport avec des applications ludiques, culturelles ou pédagogiques,
- systèmes d'information dans les entreprises,
- environnements de bureautique,
- systèmes de services grand public,
- environnements de développement,
- CAO,
- Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision (SIAD),
- outils interactifs mis à la disposition des opérateurs humains dans les salles de contrôle de systèmes industriels complexes,
- l'aide à l'acte chirurgical et médical.
- etc...

# *IHM ?*

I H M






- Interface Homme – Machine
- Interaction(s) Homme – Machine

Mais aussi

- **CHM**: Communication Homme – Machine
- **DHM**: Dialogue Homme – Machine
- **IPM**: Interaction Personne – Machine

# *IHM ?*

**En anglais**

-  **UI - User Interface**
-  **GUI - Graphical User Interface**
-  **HMI - Human-Machine Interface**
-  **HCI - Human-Computer Interaction**
-  **...**

# Interface / Interaction

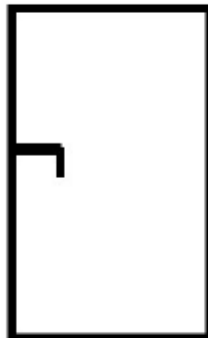
## Interface Homme – Machine

Dispositif *matériel* et *logiciel* grâce auquel s'effectuent les échanges d'informations entre un utilisateur ,et un ordinateur

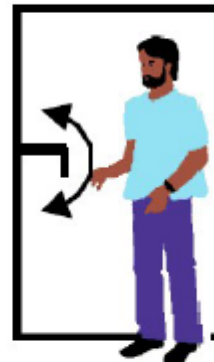
## Interaction Homme – Machine

- Relation entre l'homme et la machine par l'interface
- Ensemble des aspects d'interaction avec un système: pousser un bouton, bouger la souris, déplacer les doigts...

(a) Interface



(b) Interaction

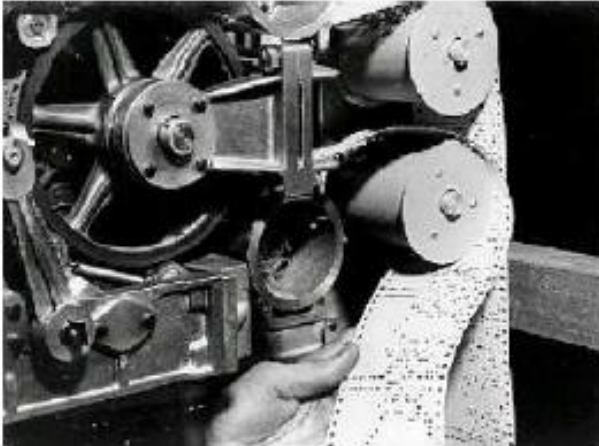


La poignée de la porte est une interface offrant deux interactions : ouverture, fermeture.

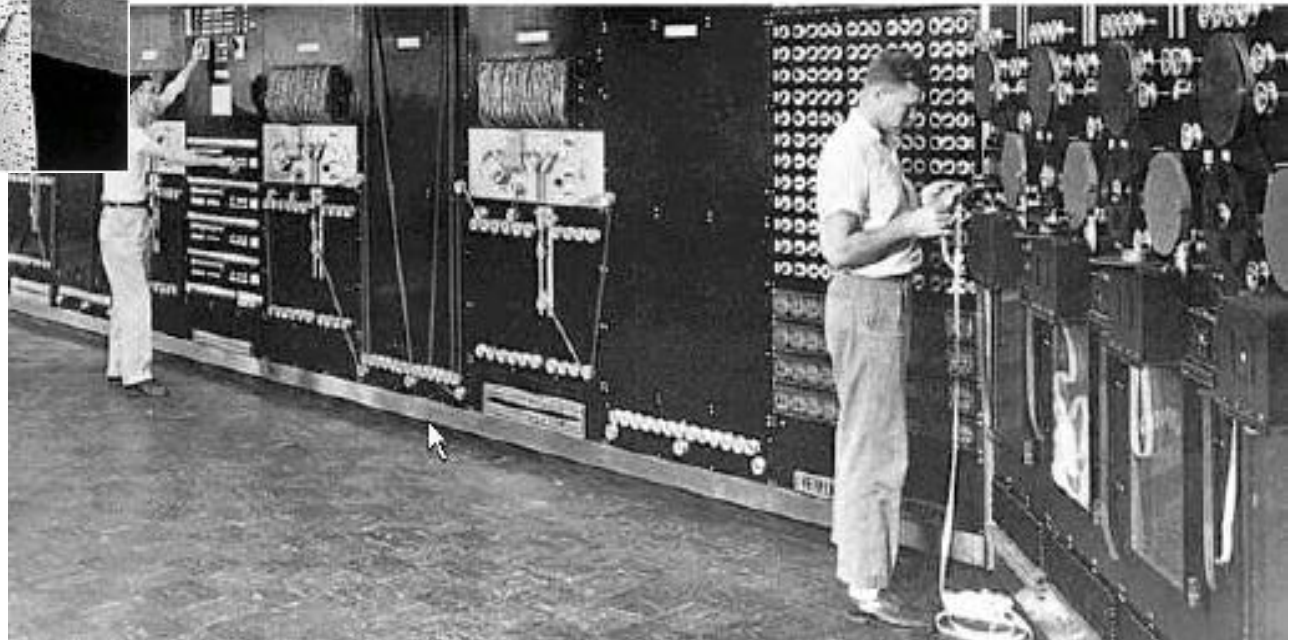
*UN PEU  
D'HISTORIQUE*



# Historique

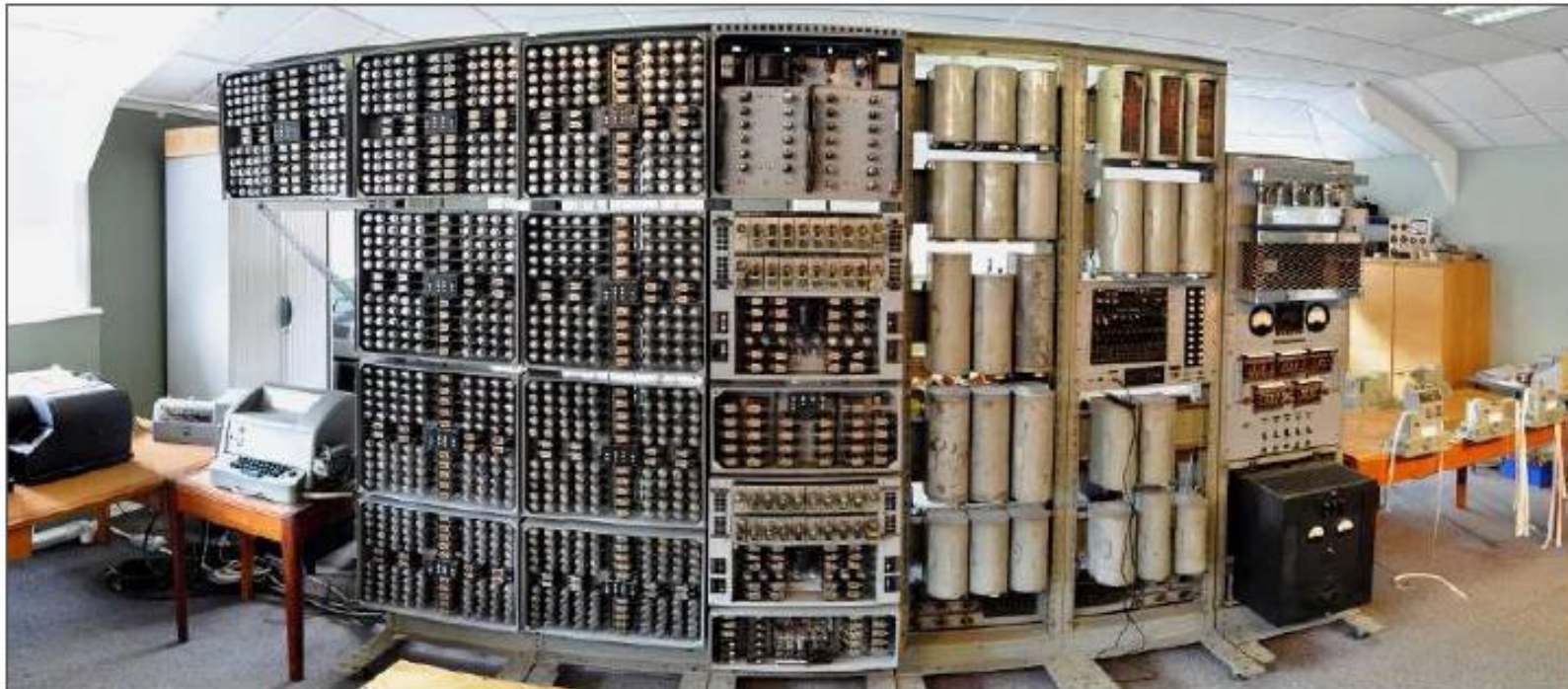


Réponse : ruban perforé en sortie de l'ENIAC (1945)



- Niveau matériel uniquement (langages dépendants de la machine)
- Interaction homme-machine quasi-inexistante
- Utilisation réservée à des experts

# Historique



**The Witch**, plus vieil ordinateur encore fonctionnel (5 t, 5m x 2n4m)

1949

Conception

1951-1957

Centre de Recherche Atomique d'Harwell (UK)

1957-1973

Enseignement informatique, Wolverhampton Univ.

2012

National Museum of Computing, Bletchley (UK)



# Historique



**Univac I** (1951), premier ordinateur commercialisé



# Historique

## Du langage machine ...

**Grace Hopper (1906-1992)**

- Compilateur UNIVAC1 (1951) ▶
- Langage Cobol (1959)



**Noam Chomsky (1928-...)**

- Théorie des langages formels (1957)

... aux langages de haut niveau

# Historique

## ORDINATEURS DE 2° et 3° GENERATION (1956-1971)

### Séparation matériel / logiciel

- systèmes d'exploitation (FMT, VMS, DOS)
- langage de ht niveau (Fortran, Cobol)

### Interaction

- **Dispositifs d'entrée-sortie limités**
  - ✓ lecteurs / perforateurs de cartes
  - ✓ tableaux de bord (voyants)
  - ✓ imprimantes
- **Obstacle de la syntaxe**
  - ✓ langages de commandes : syntaxe hermétique, apprentissage difficiles

### Systèmes coûteux

- Interaction toujours restreinte
- Usage toujours limitée à des experts

# Historique

## ORDINATEURS DE 2° et 3° GENERATION (1956-1971)

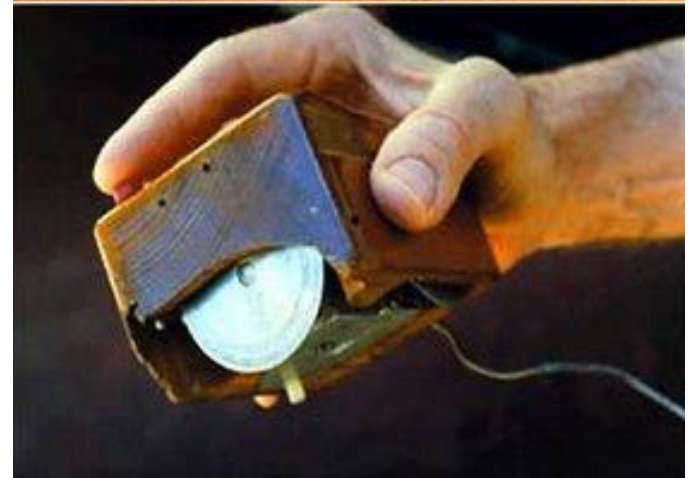
- 1963 : Ivan Sutherland (MIT) invente *Sketchpad*, l'ancêtre des logiciels de CAO
  - ♦ manipulation directe
  - ♦ programmation OO
  - ♦ Ecran oscilloscope
  - ♦ Manipulation par stylo optique



# Historique

## ORDINATEURS DE 2° et 3° GENERATION (1956-1971)

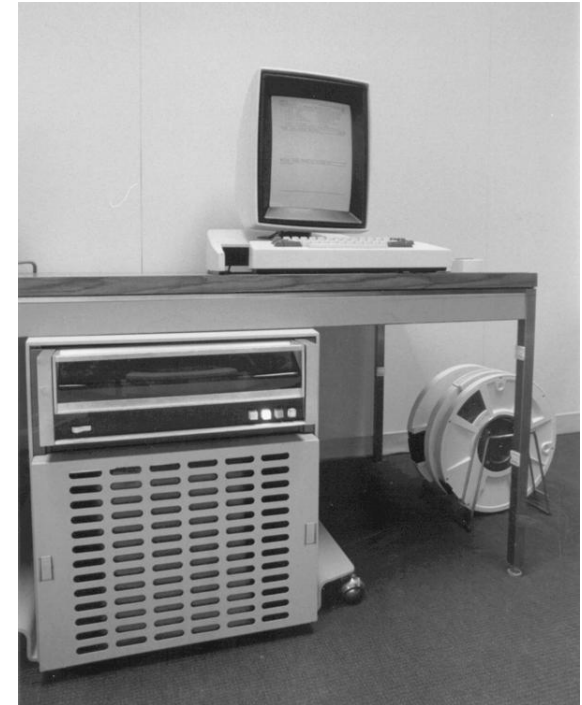
- 1964 : Douglas Engelbart développe
  - ◆ souris
  - ◆ interfaces graphiques
  - ◆ traitement de texte
  - ◆ messagerie électronique
  - ◆ groupware



# Historique

## ORDINATEURS DE 2° et 3° GENERATION (1956-1971)

- 1970 Xerox PARC (Palo Alto)  
centre de recherche
  - ◆ photocopie
  - ◆ prototype de la station de travail
  - ◆ concepts de l'ordinateur « personnel »
    - bureautique (WYSIWYG)
    - fenêtres, ascenseurs, menus ...
    - réseau Ethernet
  - ◆ programmation orientée objet (Smalltalk)





# Historique

## ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

### Pas d'évolution dans l'architecture des ordinateurs

- ✓ Architecture stable, augmentation de la puissance de calcul
- ✓ Principale modification : nouvelles formes d'interaction qui vont émerger ... très progressivement

### Dispositifs d'entrée / sortie : mini-ordinateurs (années 1970)

- clavier
- écran

### Interaction: langage de command

- Toujours réservé aux experts



# Historique

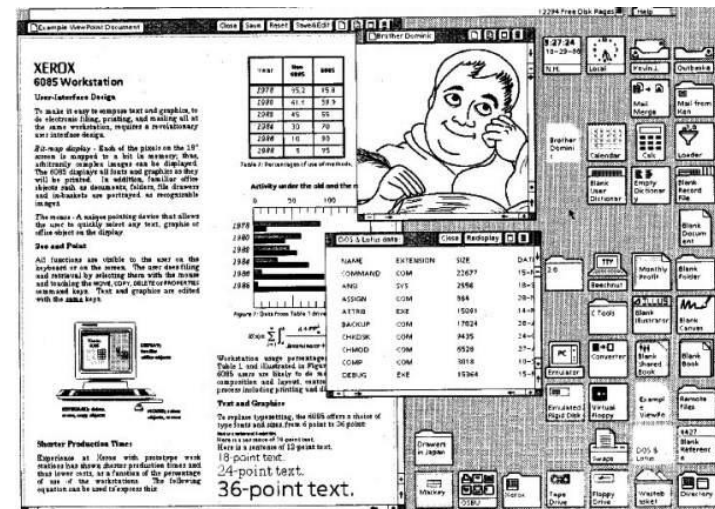
## ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

- 1981: Xerox Star

- ◆ 1er modèle commercial de station de travail
- ◆ environnement graphique évolué,
- ◆ Desktop, WYSIWYG
- ◆ Architecture fermée
- ◆ orienté professionnels

- trop cher (\$15 000)
- échec commercial

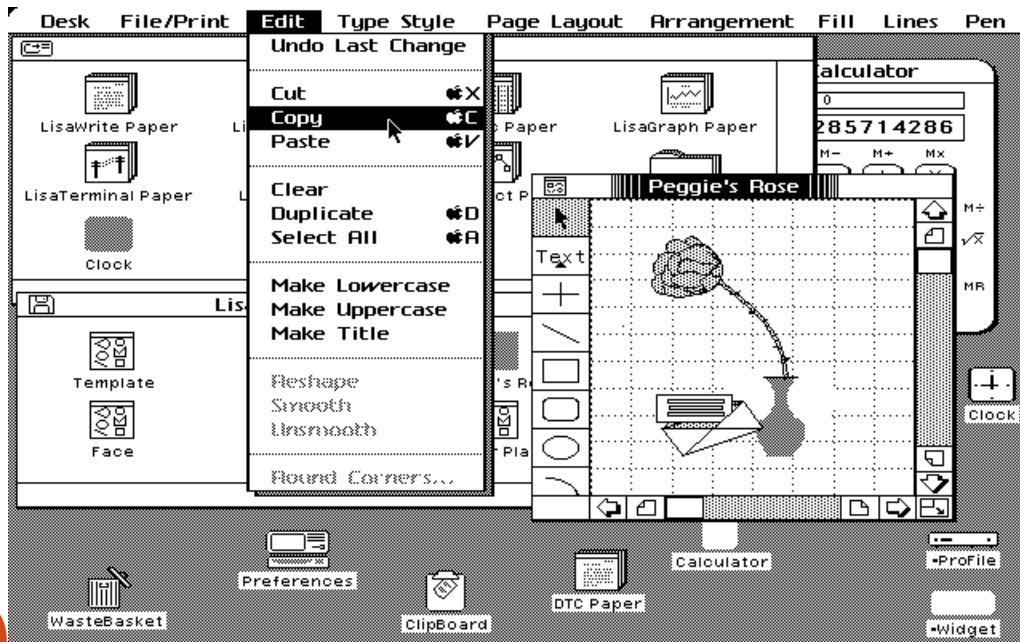
- ◆ une influence certaine sur les systèmes actuels



# Historique

## ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

- 1983: Apple Lisa
  - ◆ plus ou moins inspiré du Xerox Star
  - ◆ plutôt un ordinateur personnel
  - ◆ trop cher, échec commercial



# Historique

## ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

- **1984: Apple MacIntosh**
  - « rien de nouveau »
  - bien fait
  - prix raisonnable (\$ 2500)
  - WYSIWYG
  - « desktop publishing »
  - impression laser





# Historique

## ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

### Nouveaux dispositifs d'E/S : recherche

#### 1962 stylo optique & écran graphique

(*Sktechpad*: Ivan Sutherland, MIT)

- ▶ Suite des travaux sur PDP-1
- ▶ 1974 : intégration sur IBM 370



#### 1964 souris

Doug Enghelbart, Stanford

- ▶ 1981 : Xerox Star



# Historique

## ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

Vers le grand public : interfaces graphiques et manipulation directe

- GUI *Graphical User Interface*
- Interface WIMP *Window Icon Menu Pointer*

### GUI WIMP : recherche

1964 souris, fenêtre

1973 Xerox Alto : GUI

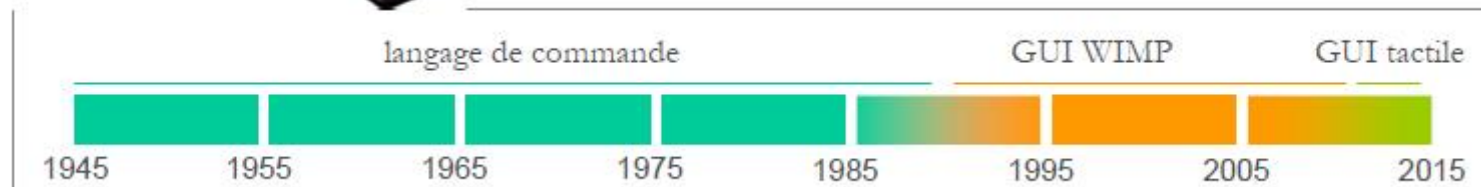


# Historique

## ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

GUI WIMP : une idée « naturelle » ... longue à émerger commercialement

1981	Xerox 8010 Star	
1982	Apple Ile, Apple Lisa	► Micro-informatique grand public
1984	Macintosh	
1990	Windows 3.0	



# Historique

## ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

Manipulation directe: disparition de la syntaxe [ Shneidermann, 1982]

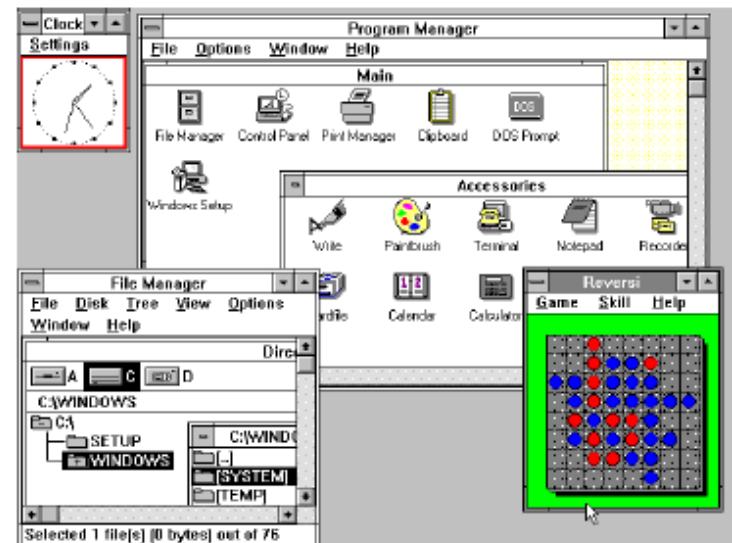
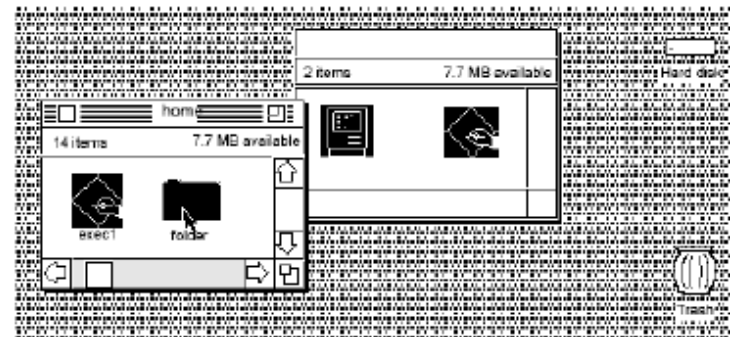
- Action directe sur les objets
- Feedback immédiat sur les actions
- Pas de syntaxe: erreurs limitées
- Visibilité des objets d'intérêt
- Transparence de l'interface:  
    métaphore du bureau
- Actions réversibles facilement

Manipulation directe = WYSIWYG

*What You See Is What You Get*

Paradigme d'interaction naturel

➤ adapté aux non spécialistes





# Historique

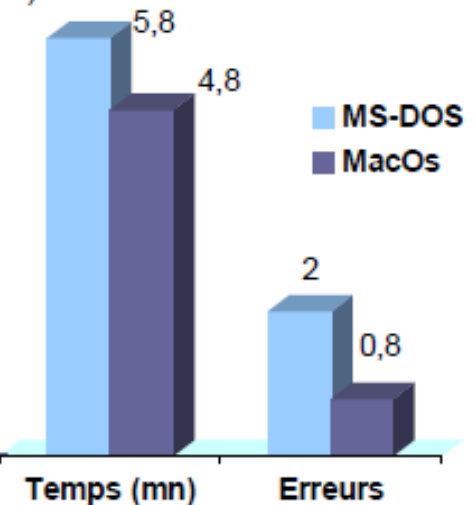
## ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

### Intérêt de la manipulation directe [Margono & Shneidermann, 1987]

#### Expérimentation MS-DOS (commande) vs. MacOS (WIMP)

- **Sujets** 30 novices,
- **Tâche** création, copie, suppression de fichiers
- **Evaluation**
  - temps de réalisation de la tâche
  - nombre d'erreurs

WYSIWYG : meilleure apprenabilité ◀ ◀ ◀

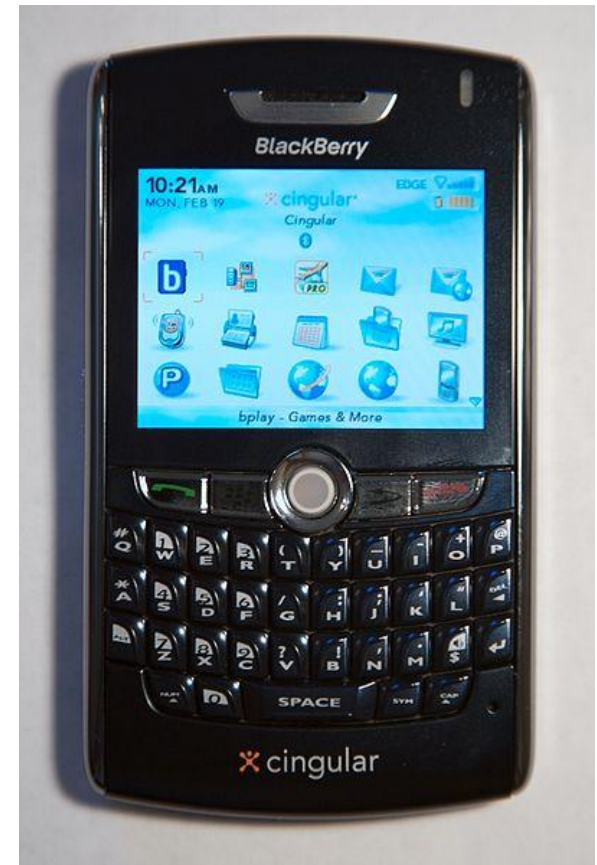


# Historique

- Microsoft Windows : **IBM PC AT** (1984 - processeur à 6MHz)
  - ♦ Windows
    - 1.01 1987 (1983-1987)
    - Windows 2.03 1988
    - Windows 3.1 1992
  - ♦ Windows NT, 95, 98, 2000
  - ♦ XP, Vista, 7, 8...
- 1990: World Wide Web (CERN - **Tim Berners-Lee**)
  - ♦ modèle d'hypertexte en réseau
  - ♦ devient hypermédia et grand public avec Mosaic (ancêtre de Netspace puis Mozilla)

# Historique

- 2000 : Smartphones
  - ◆ Blackberry
  - ◆ Iphone
  - ◆ Windows Mobile
  - ◆ Androïd



# IHM EN 2010

## Evolution ou révolution ?

- ✓ **GUI Tactile** – Nouveaux dispositifs interactifs (multi-touch) qui restent proches des principes de l'interaction WIMP : GUI simplement enrichi



# Et demain ?

## ● Réalité virtuelle

- ◆ simulation d'un environnement dans lequel le sujet a l'impression d'évoluer
- ◆ immersion dans un monde 3D

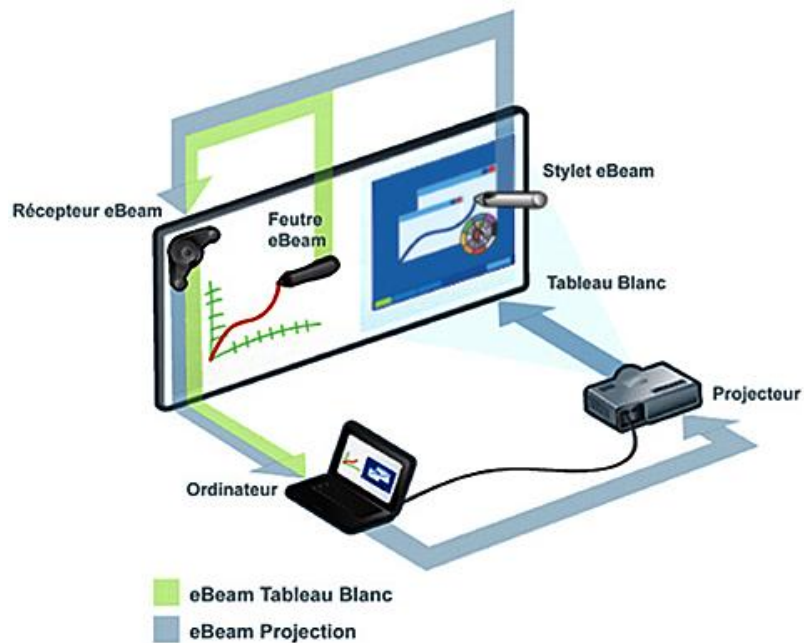
## ● Réalité augmentée

- ◆ superposition de l'image d'un modèle virtuel sur une image de la réalité en temps réel
- ◆ le virtuel est intégré dans le réel



# Et demain ?

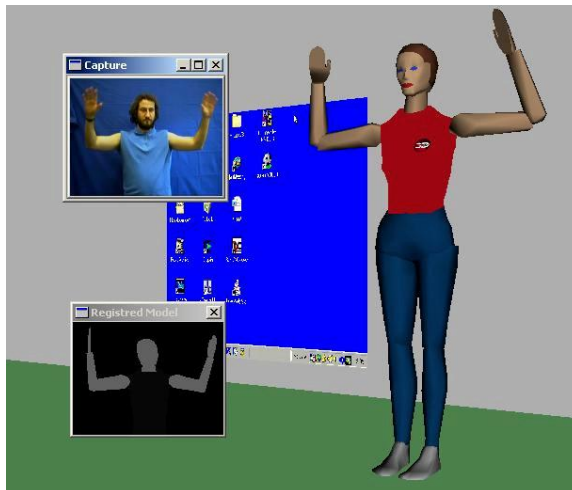
- Tableau interactif
  - ◆ Videoprojection
  - ◆ Écran tactile
  - ◆ Historique et sauvegarde





# Et demain ?

- Groupware
  - Travail collaboratif
  - Collecticiel
    - ◆ Table augmentée
    - ◆ « Clearboard »
    - ◆ Télévirtualité



# Et demain ?

- **Collecticiel :**
  - Computer Supported Cooperative Work (CSCW, TCAO) : ☐ systèmes informatiques offrant un support pour des groupes de personnes engagées dans une tâche commune, et fournissant une interface à un environnement partagé.
- **Groupware** (collecticiel, collective, etc.) : ☐ aspects logiciels du CSCW



# Et demain ?

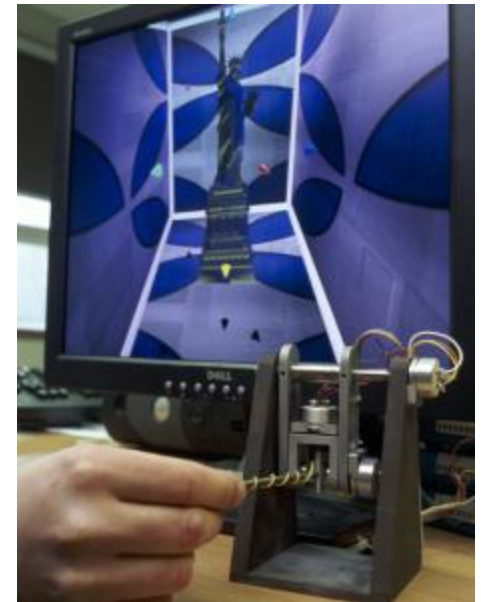
- Nouveaux dispositifs d'interaction

- ◆ Multitouch



- ◆ Retour tactile

- ◆ Dispositifs pour non-voyant



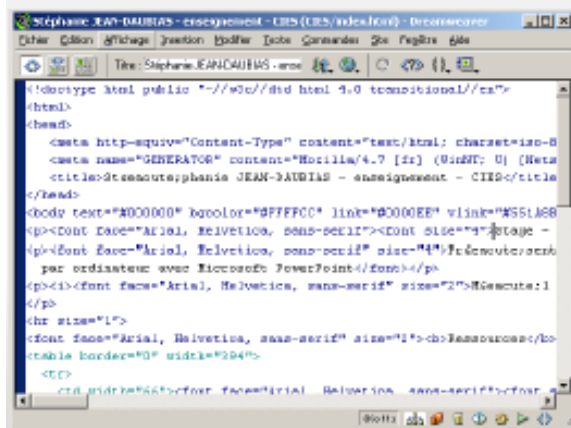
# *EVOLUTION DES INTERFACES*

# Pourquoi de nouvelles interfaces

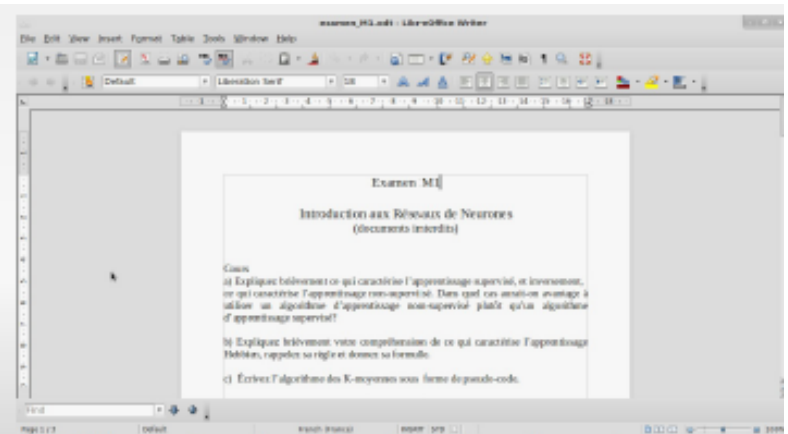
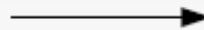
- ✱ **I**nformation plus complexe à manipuler
- ✱ **N**ouveaux types d'application
- ✱ **T**âches moins précises
- ✱ **U**tilisateurs plus variables (niveau de connaissance, catégorie (cadres))
- ✱ **F**aire un outil qui exploite plus les caractéristiques de l'utilisateur (informatique : outils très complexes)
- ✱ **M**ais aussi révolution technologique permet de mettre en œuvre ce type d'interfaces

# Évolution des interfaces

- ❖ Systèmes plus conviviaux, faciles à comprendre et à utiliser
- ❖ Interfaces graphiques
  - manipulation directe
  - action directe pour les objets représentés à l'écran
- ❖ WYSIWYG
  - What You See Is What You Get
  - ACAI : Affichage Conforme A l'Impression



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'http://www.kan.ca/jean/...'. The main content area displays raw HTML code, including meta tags, a title 'JEAN-AUDIAS - enseignement - CII2', and a body with a text paragraph and a link. The code is rendered in a monospaced font.



# Évolution des interfaces

- Dispositifs de sortie

- écrans
- cf. visualisation d'informations



- vision 3D

- imprimantes 3D

- son

- synthèse vocale
- son spatialisé



- si l'annonce semble devant, elle concerne l'avenir
- si elle est derrière, elle concerne le passé

- retour tactile, retour de force

# Évolution des interfaces

## Dispositifs d'entrée

- clavier (azerty, Dvorak)
- souris, trackball, joystick, pavé tactile
- reconnaissance de parole
- écran tactile
- entrée visuelle
- 2D : écran tactiles, crayons optiques
  - reconnaissance de tracé
  - reconnaissance d'écriture
- 3D : capteurs de position et de direction



# Évolution des interfaces

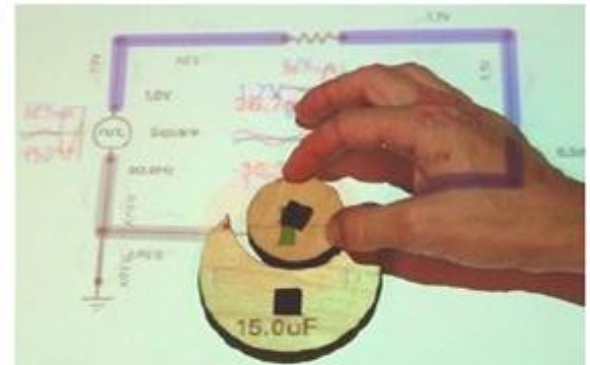
- Multimedia et Multimodalité
  - combinaison de types de données
  - Interactions gestuelles
  - interaction à deux mains ou à plusieurs doigts





# Évolution des interfaces

- Interfaces tangibles
  - association d'objets réels et numériques pour une interaction plus simple et intuitive
- Réalité cliquable
- manipulation virtuelle du monde réel
  - désignation d'une zone du monde réel par un geste





*IHM*

*IHM*

# Définition

- Une **interface homme-machine** permet d'échanger des informations entre l'utilisateur humain et la machine. Pour que cette communication soit la plus simple à faire et à réaliser, on utilise différents éléments.

➤ **Les périphériques d'entrée**, comme le clavier, la souris, ou le scanner permettent à l'homme de donner des renseignements ou des ordres à la machine.

➤ **Les périphériques de sortie**, comme l'écran, ou l'imprimante permettent à la machine de répondre aux ordres et d'afficher des informations.



# Interface logicielle

- Une interface est un arrangement de conception logicielle pour permettre la modularité et la réutilisation de code.
- Pour une bibliothèque logicielle on parle d'interface de programmation.
- Pour un objet logiciel, défini par la programmation orientée objet, on parle simplement d'interface.
- L'interface qui est présentée à l'utilisateur est nommée interface utilisateur, elle donne accès aux fonctions du programme par le biais du clavier et de la souris tout en les représentant d'une manière graphique.

# Les interactions homme-machine



capacités de perception  
d'action, de cognition

## Interaction

phénomène que l'on  
souhaite contrôler



capacités de stockage, de  
calcul, d'entrées/sorties

## Environnement

physique, organisationnel, social, etc.

# Systeme (informatique) interactif

« prend en compte les entrées de manière interactive »

- il fournit à l'utilisateur, lors de son exécution, une représentation perceptible d'une partie de son état interne, afin que ce dernier puisse le modifier en fournissant des entrées.
- les entrées permettent de modifier l'état interne du système, et il y a ainsi interaction: les entrées fournies par l'utilisateur dépendent des sorties produites par le système et inversement.
- le système est ouvert : les dépendances entre entrées et sorties sont inaccessibles au système.



# Les enjeux des IHM

- Population croissante d'utilisateurs de systèmes informatiques
- Puissance grandissante des ordinateurs
- Nouveaux dispositifs d'interaction
- Explosion du multimédia : son, image, vidéo etc.
- Développement des réseaux informatiques

CONVERGENCE NUMERIQUE





# IHM et programmation

- ✱ La plupart des applications informatiques sont interactives
- ✱ L'IHM est souvent un élément clé du logiciel (en + ou -)
- ✱ La conception de l'interaction représente plus de 50% du coût de développement
- ✱ L'IHM peut représenter 80% du code d'une application
  - elle peut être modifiée/reconstruite de multiples fois
  - importance de l'indépendance interface / coeur du système

# IHM et programmation

- Nécessite une approche précoce, méthodique, itérative, expérimentale
- Ce n'est pas simplement
  - une opération esthétique de l'écran
  - une affaire de goût, de bon sens, d'intuition
- Méthode ?
  - pas toujours de solution prête à l'emploi
  - des points de repères théoriques, expérimentaux, des savoir-faire

# Quel enjeu pour vous ? (long terme)

- Savoir **concevoir** une IHM
- Savoir **réaliser** une IHM
- Savoir **évaluer** une IHM



Faire appel à des spécialistes  
ou créer une équipe  
pluridisciplinaire !

# L'IHM : domaine pluridisciplinaire

- Informatique
  - Programmation (en particulier IG)
  - Génie logiciel
  - Synthèse et reconnaissance de la parole, langue naturelle
  - IA, image, système, etc.
- Psychologie cognitive, psychologie expérimentale
- Ergonomie cognitive, ergonomie des logiciels
- Science de l'éducation, didactique
- Anthropologie, sociologie, philosophie, linguistique
- Communication, graphisme, audiovisuel

# Pour quels objectifs ?

- ✚ Permettre à l'utilisateur d'accomplir ses tâches :
  - De façon efficace
  - Avec une bonne productivité
  - En toute sécurité
  - En prenant plaisir à le faire
  - En apprenant rapidement à utiliser le système

# Attention

Est ce que elle  
répond au critères  
de facilité et  
rapidité





# *STYLES D'INTERACTION*

# Styles d'interaction

- **Conversationnel**

langage de commandes

dialogue imposé par le système

```
% date  
Lun 8 Decembre  
%
```

- **Menus, formulaires**

guidage du système

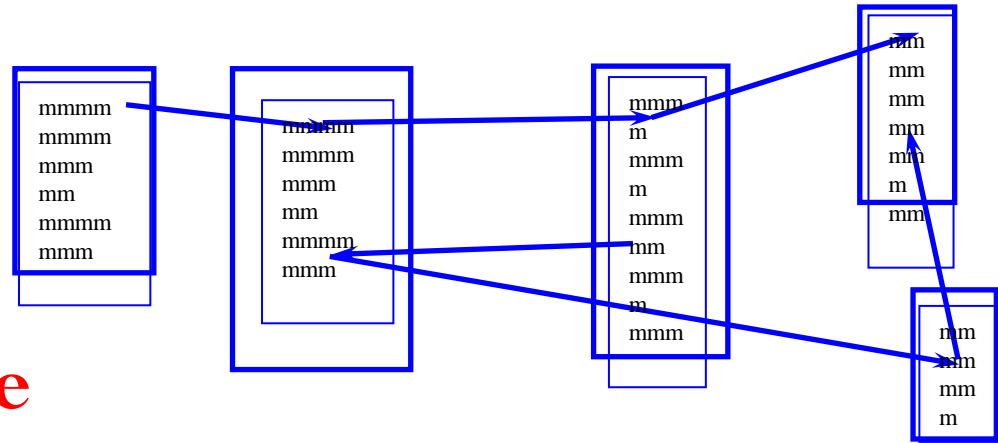
dialogue contrôlé par le système

```
Nom : ..... 1 - chercher  
Prénom : ..... 2 - créer  
N° dossier : ..... 3 - détruire
```

# Styles d'interaction

- **Navigation**

noeuds, ancres, liens  
difficultés de repérage



- **Interaction iconique**

interface générique

approche métaphorique

« drag-and-drop » = « glisser-et-déposer »

- **WIMP** *windows, icons, menus and pointers*

- **Interaction tactile**



# Styles d'interaction

- **Edition de document**

dialogue contrôlé par l'utilisateur

What

You

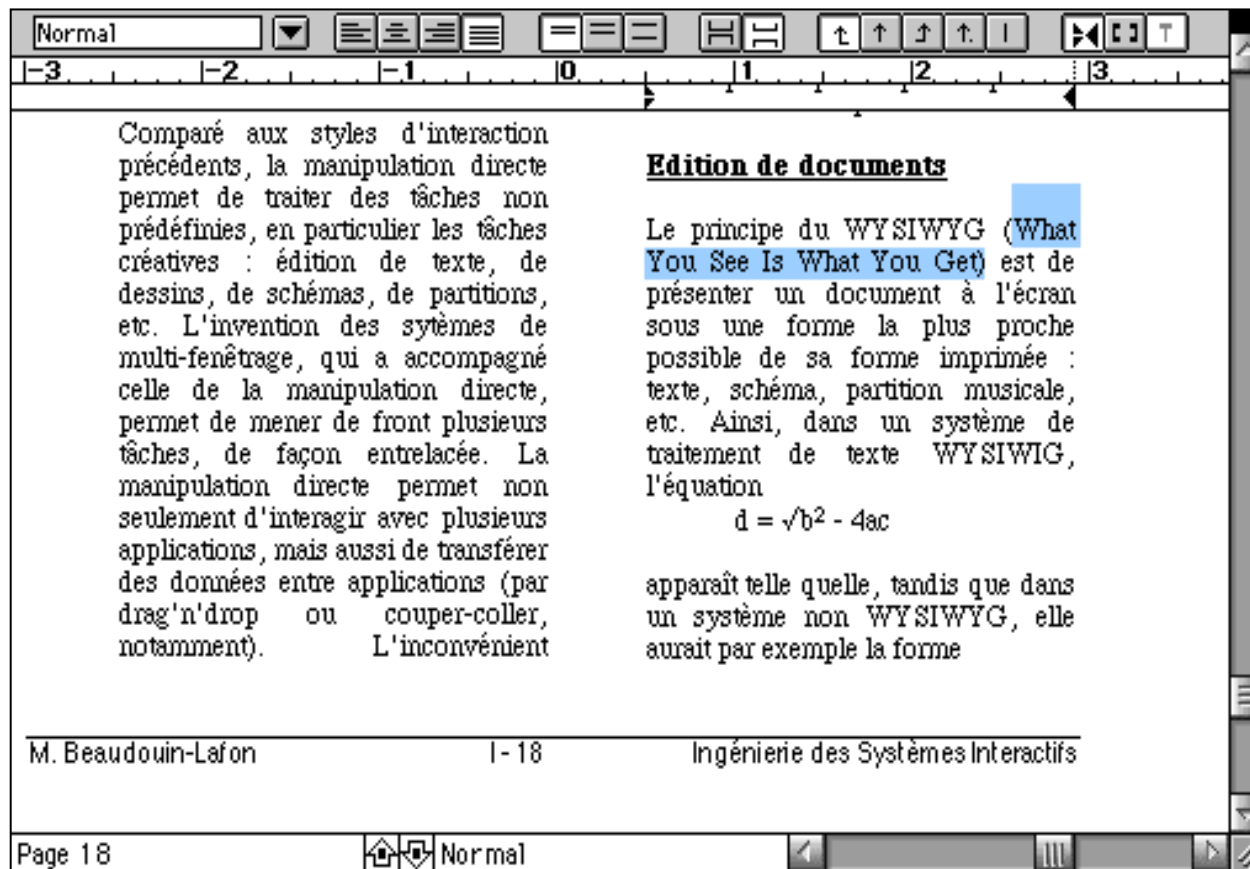
See

Is

What

You

Get



# Styles d'interaction

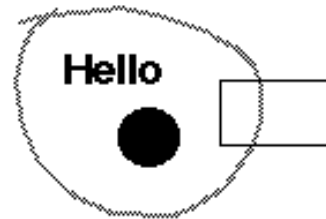
- widgets :  
    boutons, barre d'outils (actions), palettes (modes), boites de dialogues + compositions
- Point-and-click
  - hypertext
  - généralisation / WIMP (<> souris)

# Styles d'interaction

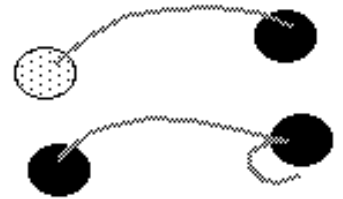
- **Interaction gestuelle/reconnaissance de traces**
  - interfaces à stylo



**Création**



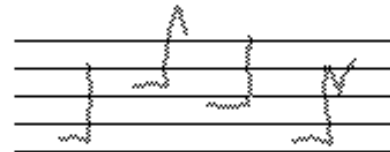
**Sélection**



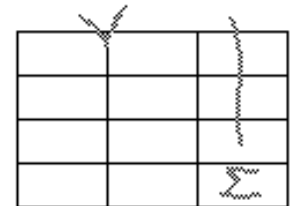
**Déplacement  
Copie**



**Destruction**



**Editeur musical**



**Tableur**



# Styles d'interaction

## Interaction Directe

- Ben Schneiderman, 1983  
L'utilisateur agit sur des objets dotés de réactions spécifiques
- apprentissage rapide
- limite les efforts de mémorisation
- permet l'expérimentation  
(vérification immédiate, réversibilité)
- exemple : éditeur de dessin

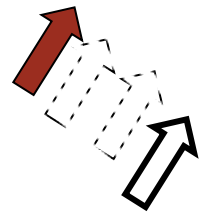
# Styles d'interaction

## Interaction Directe

- représentation continue des objets
- utilisation d'actions physiques (mouvement et sélection par souris, pointage, etc) au lieu d'une syntaxe complexe
- opérations rapides, incrémentales et réversibles dont les effets sur les objets doivent être visibles immédiatement
- apprentissage selon une approche progressive afin de permettre l'utilisation de l'interface même avec un minimum de connaissances

# Utilisation de l'interaction Directe

- Interactions élémentaires avec le périphérique de localisation
- Pointage
  - suivi du déplacement par déplacement du curseur
- Sélection
  - par click simple ou multiples, avec ou sans touches du clavier
- Tracé
  - cliquer-tirer, drag and drop, suivi du déplacement



# Utilisation de l'interaction Directe

- Tâche de déclenchement (sélection, action)
- Tâches de défilement
- Tâches de spécification (argument, propriété)
  - Commande par action directe
  - Arguments donnés implicitement
  - ou explicitement : boîtes de dialogue, modales ou non modales
  - Boîte d'alerte et d'information, État d'avancement
  - Boîte de propriétés, effet immédiat des modifications
- Tâches de transformation

# Interaction multimodale

- ☐ Combinaison de plusieurs moyens d'entrée
- ☐ "Mets-ça ici"
- ☐ Permet d'utiliser plus largement la voix
- ☐ Modalité : canal de communication + langage
  - ☐ gestes 2D ° WIMP, langage naturel, langage de commandes



