



INTERACTION HOMME- MACHINE

M^{me} 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

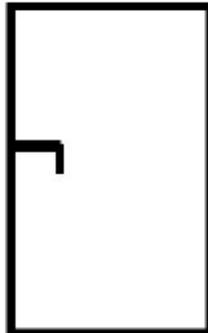
Interface Homme – Machine

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

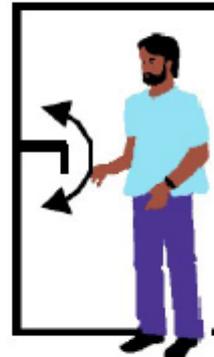
Interaction Homme – Machine

- 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



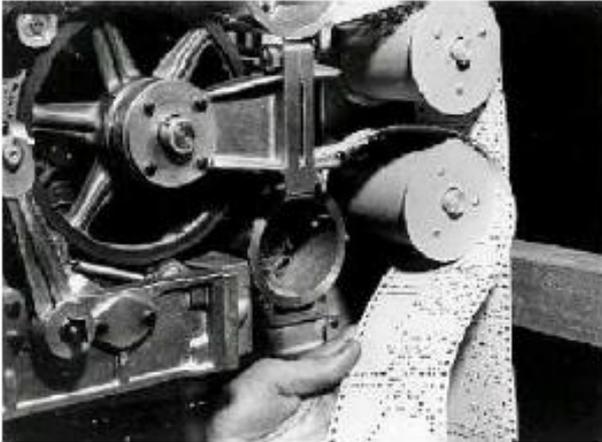
(b) Interaction



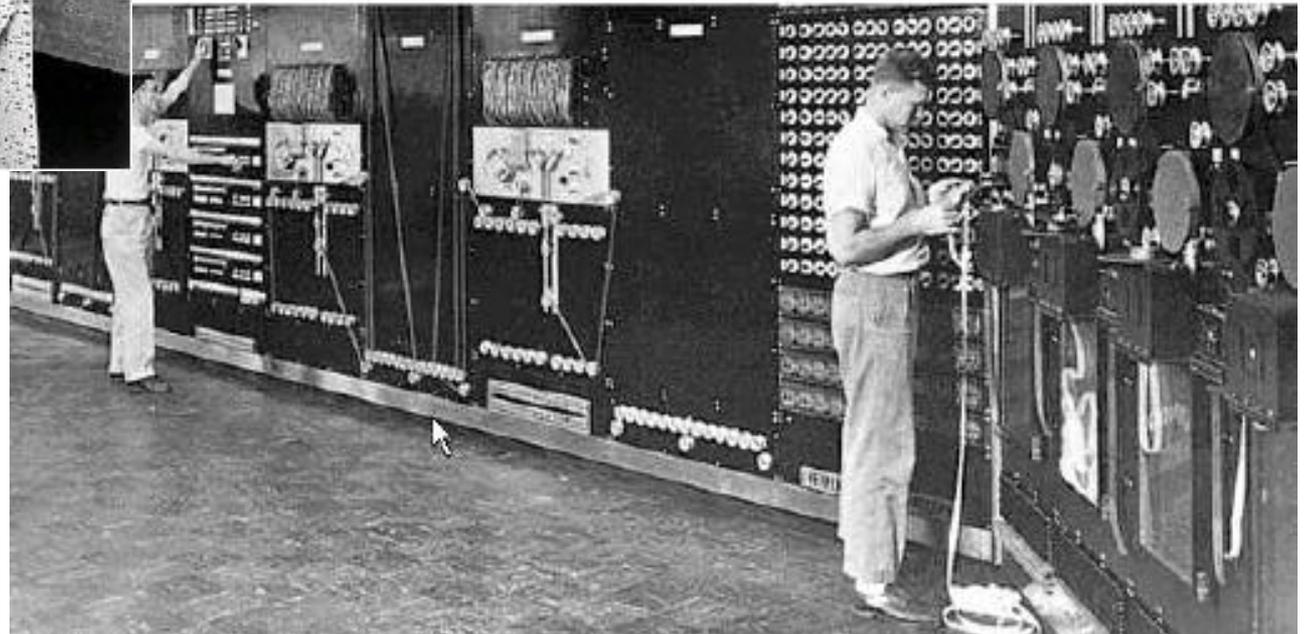
La poignée de la porte est une interface offrant deux interactions : ouverture, fermeture.

*UN PEU
D'HISTORIQUE*

Historique

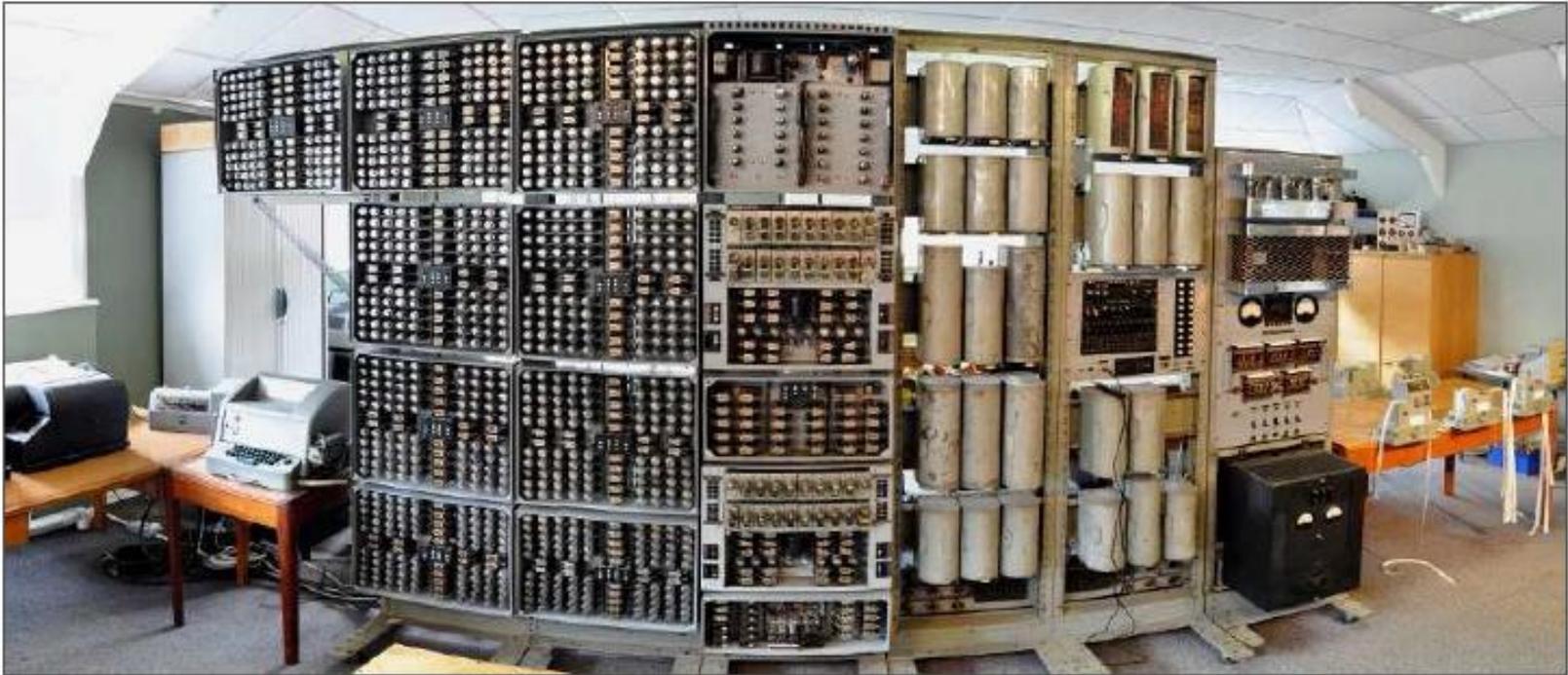


Réponse : ruban perforé en sortie de l'ENIAC (1945)



- 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 2x4m)

1949

Conception

1951-1957

Centre de Recherche Atomique d'Harwell (UK)

1957-1973

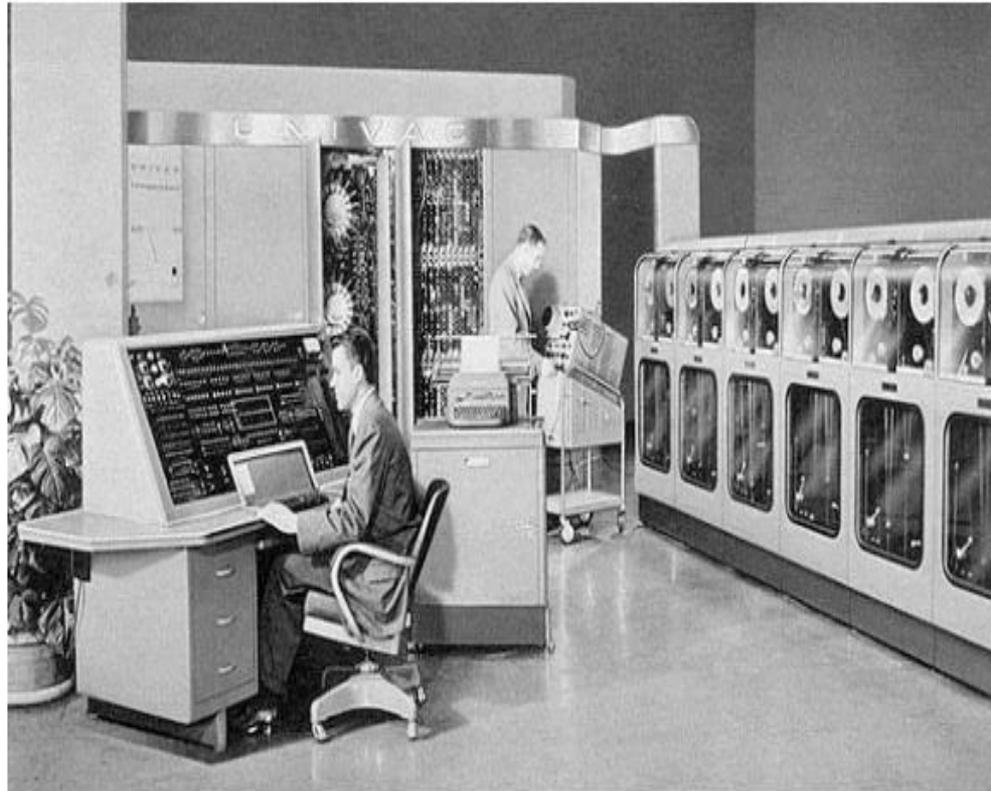
Enseignement informatique, Wolverhampton Univ.

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

Systemes coûteux

- Interaction toujours restreinte
- Usage toujours limitée à des experts

Historique

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

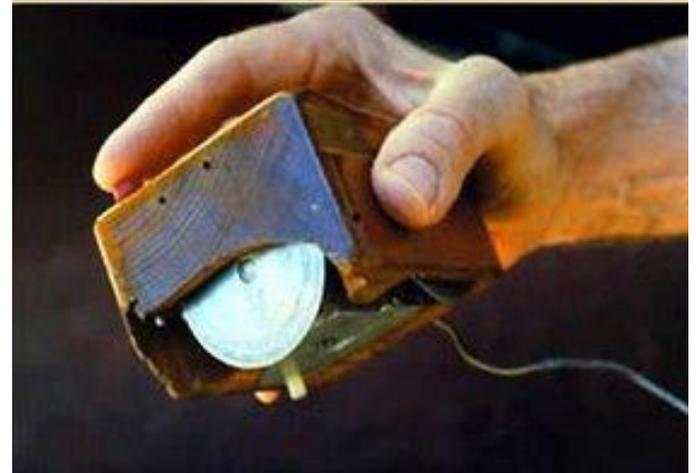
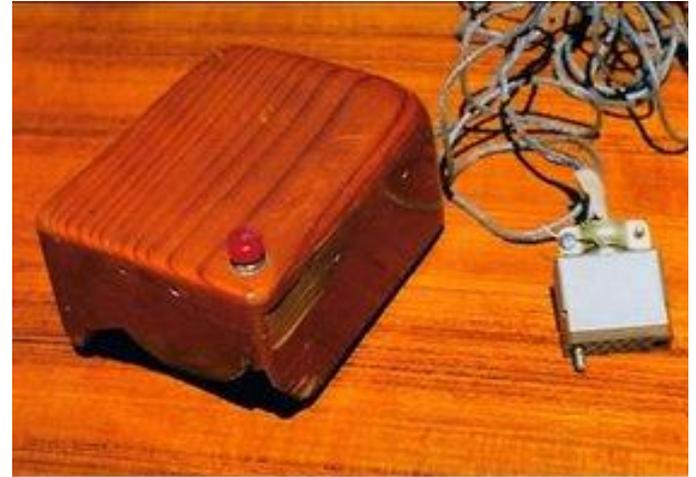
- 1963 : Ivan Sutherland (MIT) invente *Sketchpad*, l'ancêtre des logiciels de CAO
 - ◆ manipulation directe
 - ◆ programmation OO
 - ◆ Ecran oscilloscope
 - ◆ Manipulation par stylo optique



Historique

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

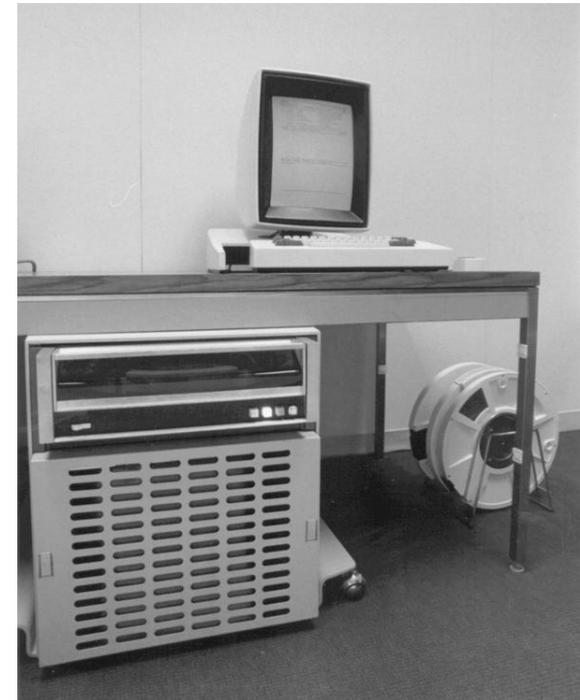
- 1964 : Douglas Engelbart développe
 - ◆ souris
 - ◆ interfaces graphiques
 - ◆ traitement de texte
 - ◆ messagerie électronique
 - ◆ groupware



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

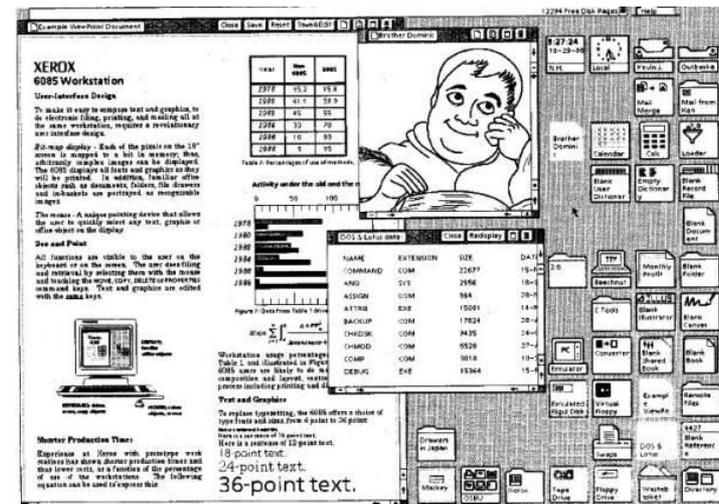
ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

- 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

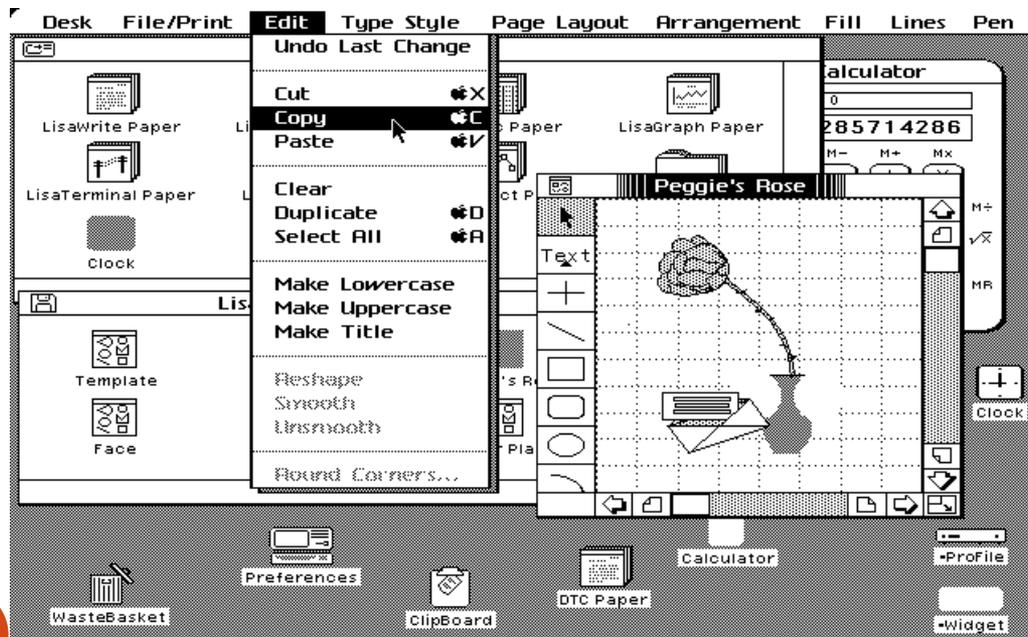
- ◆ une influence certaine sur les systèmes actuels



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

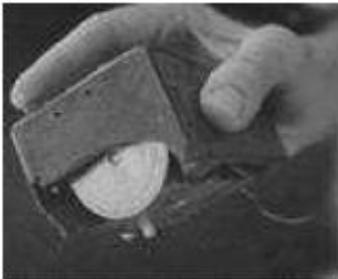
ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

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 Engelbart, Stanford

- ▶ 1981 : Xerox Star



Historique

ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

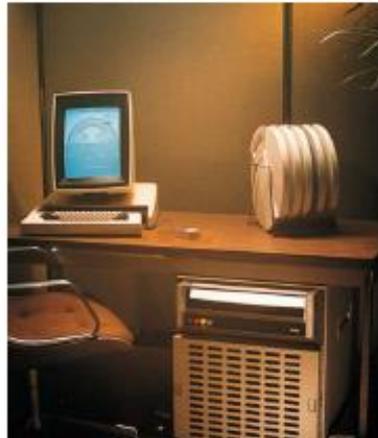
Vers le grand public : interfaces graphiques et manipulation directe

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

GUI WIMP : recherche

1964 souris, fenêtre

1973 Xerox Alto : GUI

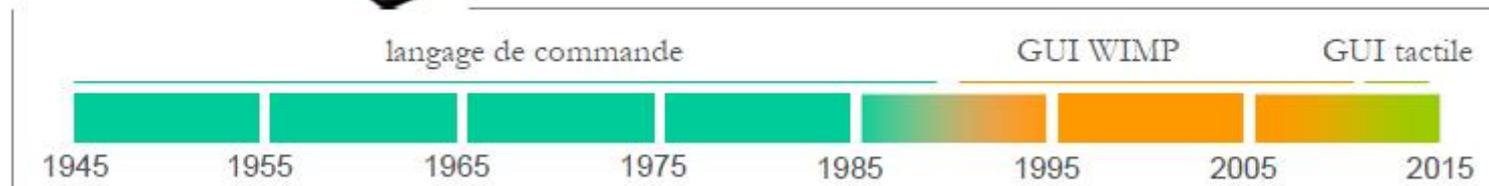
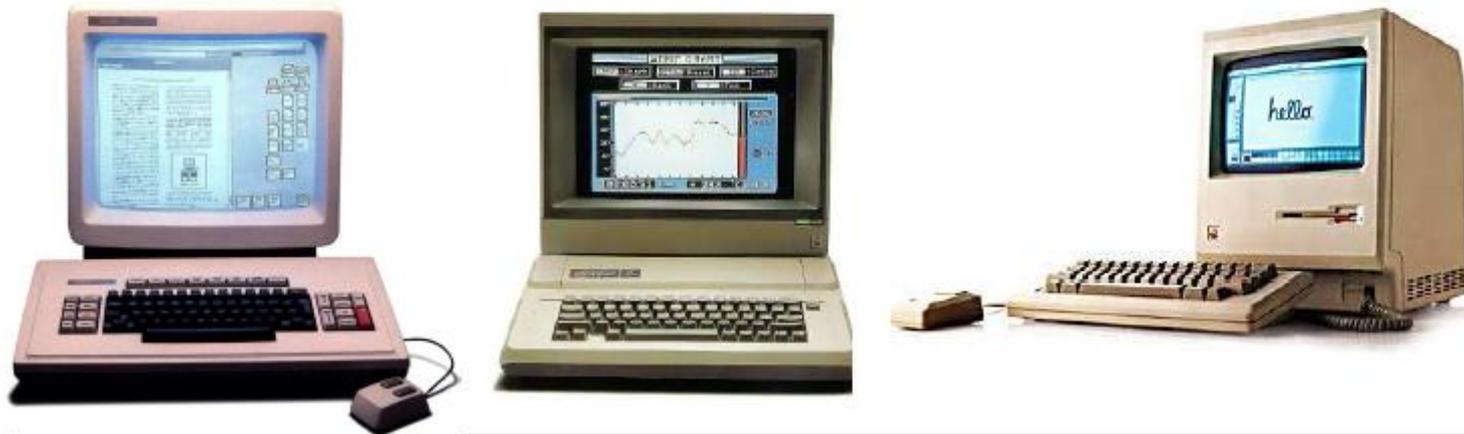


Historique

ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

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

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



Historique

ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

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

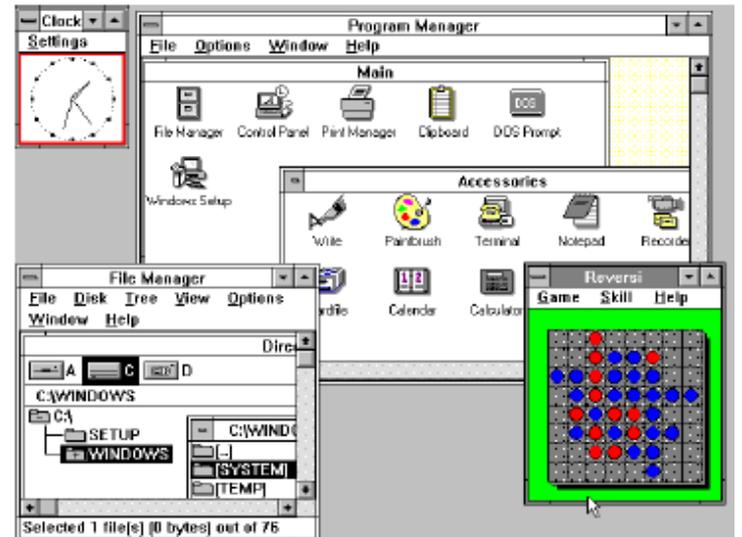
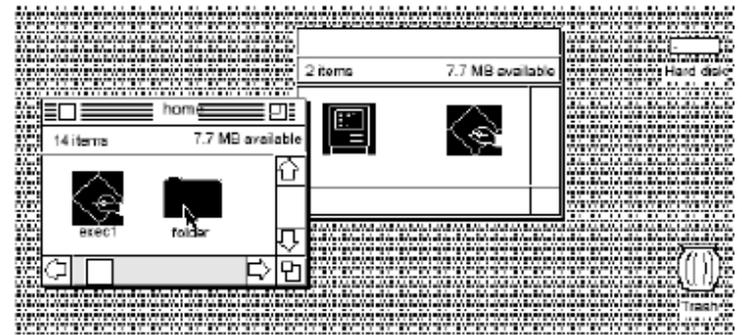
- Action directe sur les objets
- Feedback immédiat sur les actions
- Pas de syntaxe: erreurs limitées
- Visibilité des objets d'intérêt
- Transparence de l'interface:
 métaphore du bureau
- Actions réversibles facilement

Manipulation directe = WYSIWYG

What You See Is What You Get

Paradigme d'interaction naturel

➤ adapté aux non spécialistes



Historique

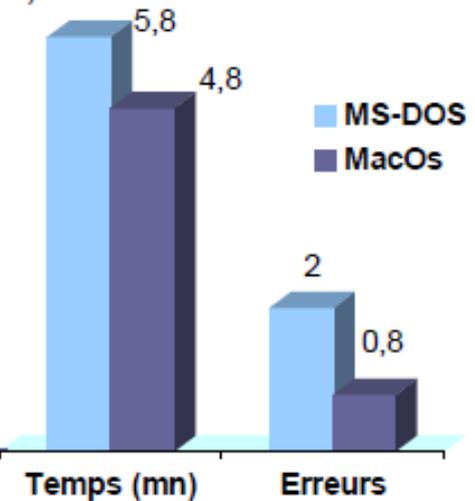
ORDINATEURS MODERNES (1971-...)

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 ◀ ◀ ◀

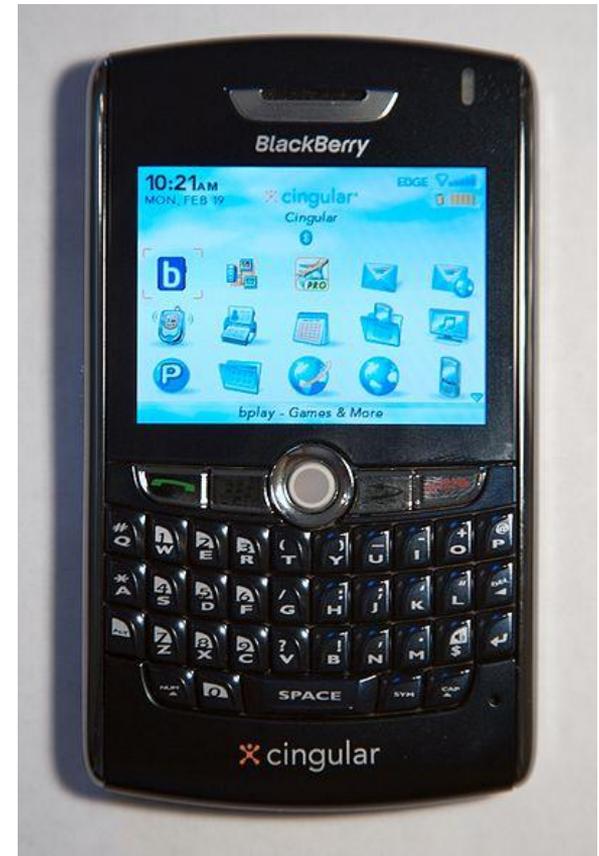


Historique

- 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
 - ◆ Android



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

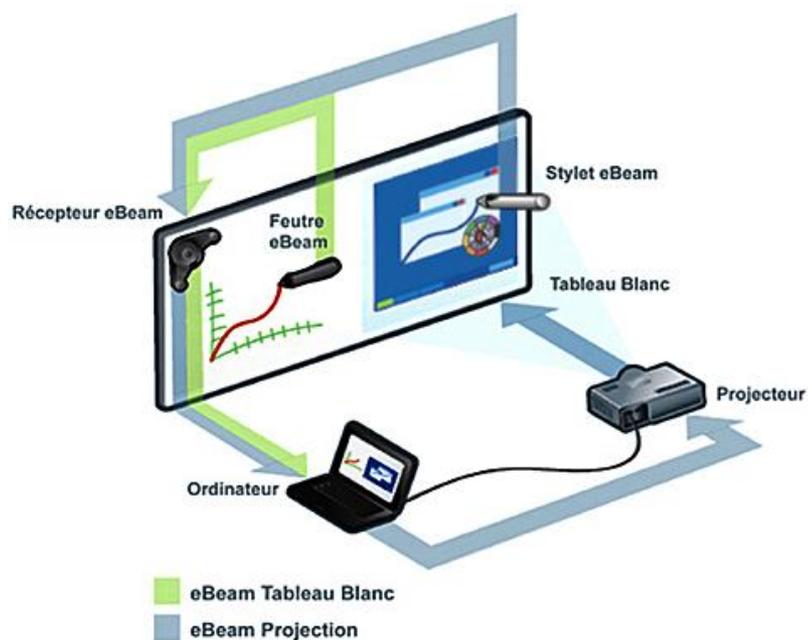
● Réalité augmentée

- ◆ 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 ?

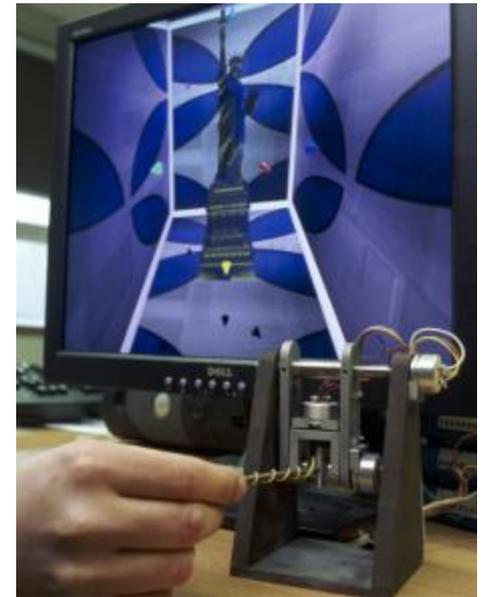
- Nouveaux dispositifs d'interaction

- ◆ Multitouch



- ◆ Retour tactile

- ◆ Dispositifs pour non-voyant



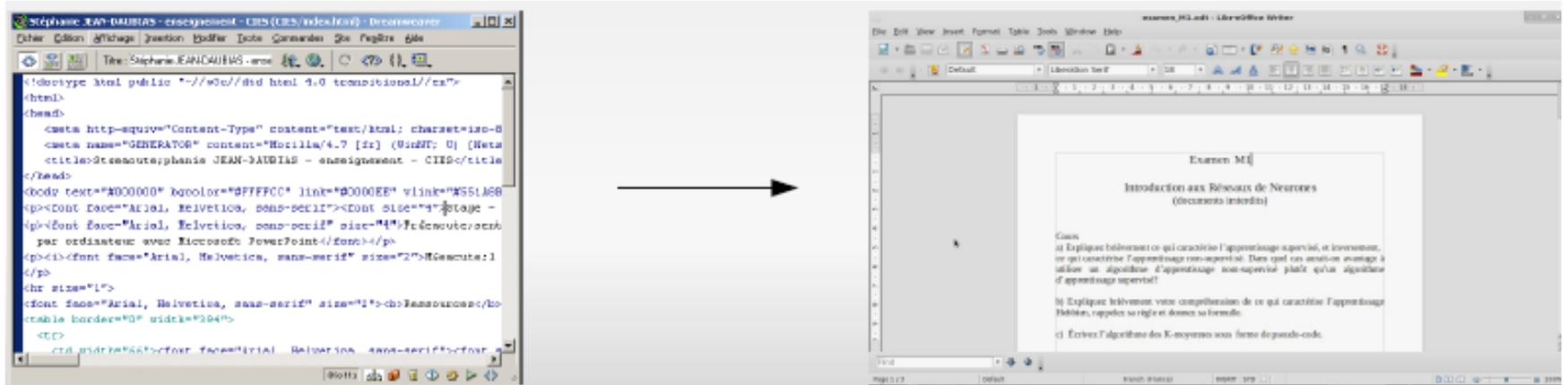
*EVOLUTION
DES
INTERFACES*

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

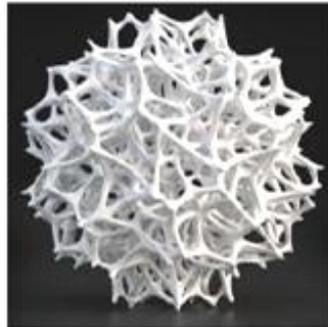


Évolution des interfaces

- 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



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

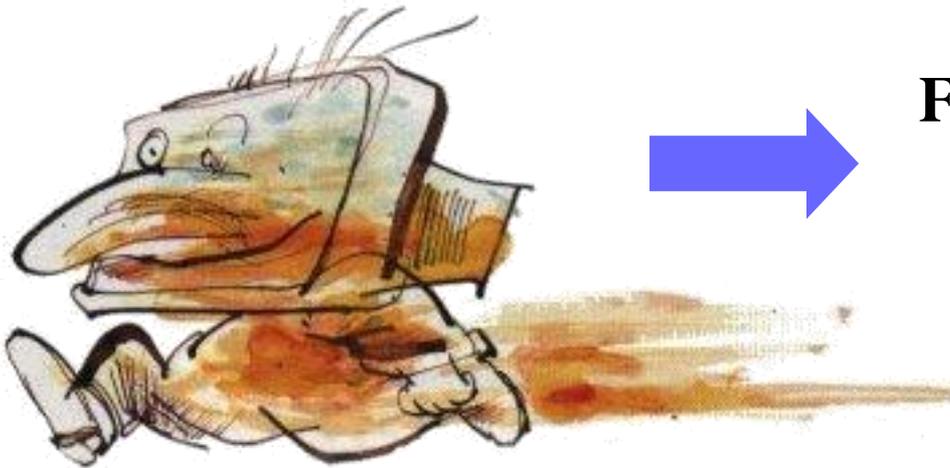
- ✿ La plupart des applications informatiques sont interactives
- ✿ L'IHM est souvent un élément clé du logiciel (en + ou -)
- ✿ La conception de l'interaction représente plus de 50% du coût de développement
- ✿ L'IHM peut représenter 80% du code d'une application
 - elle peut être modifiée/reconstruite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

- **Conversationalnel**

langage de commandes

dialogue imposé par le système

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

- **Menus, formulaires**

guidage du système

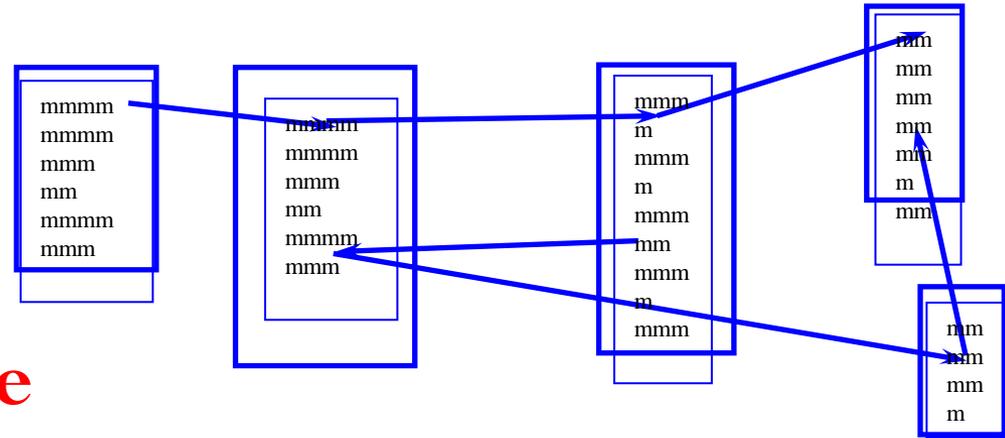
dialogue contrôlé par le système

```
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*

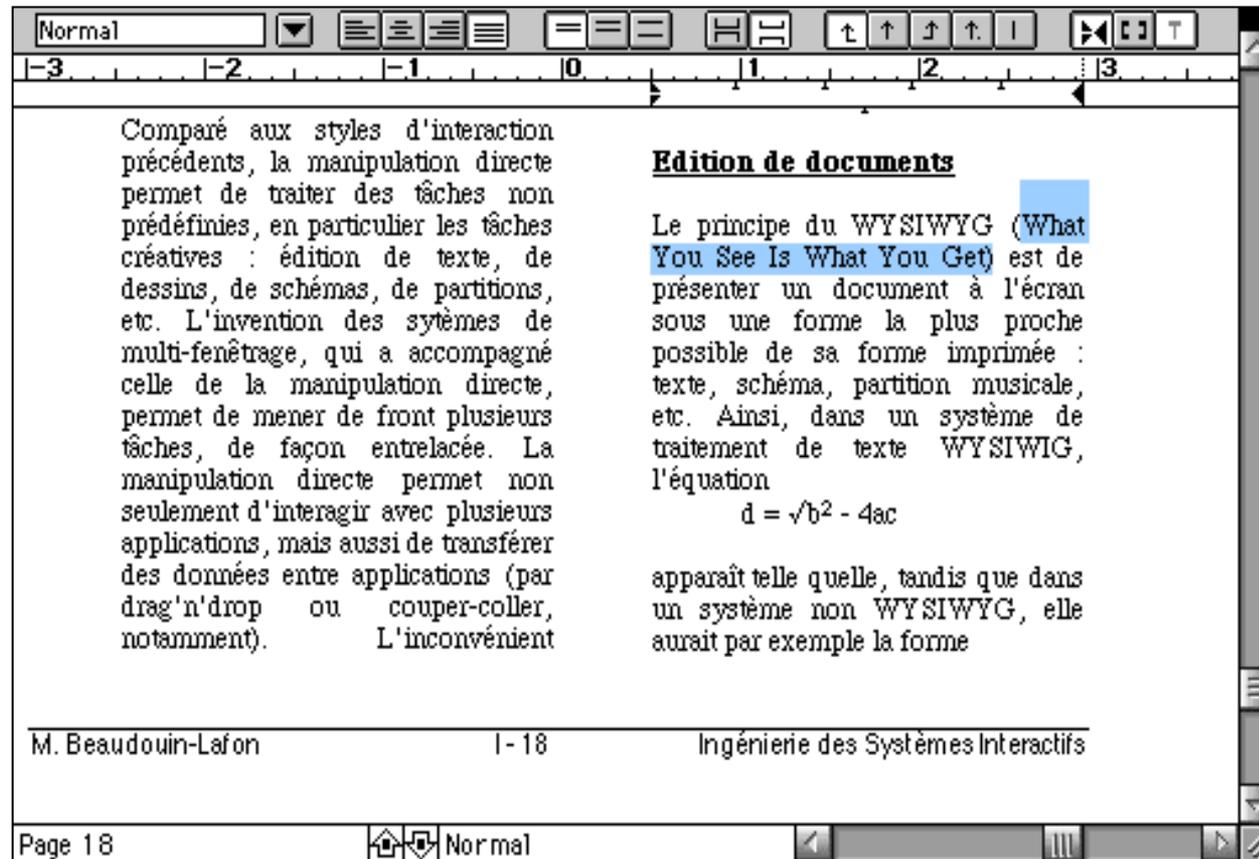
- **Interaction tactile**



Styles d'interaction

- **Edition de document**

dialogue contrôlé par l'utilisateur



What

You

See

Is

What

You

Get

Styles d'interaction

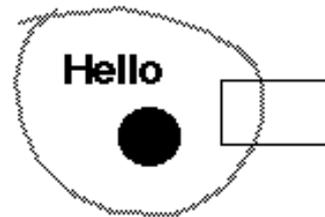
- widgets :
 boutons, barre d'outils (actions), palettes (modes), boites de dialogues + compositions
- Point-and-click
 - hypertext
 - généralisation / WIMP (<> souris)

Styles d'interaction

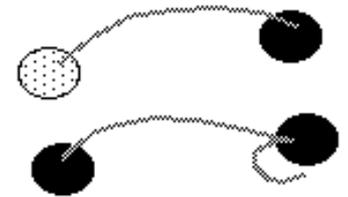
- **Interaction gestuelle/reconnaissance de traces**
 - interfaces à stylo



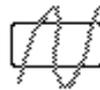
Création



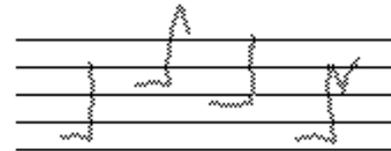
Sélection



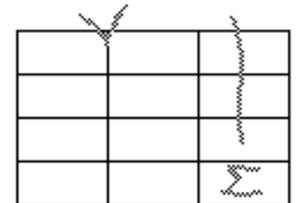
**Déplacement
Copie**



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

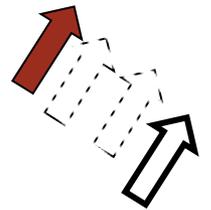
Styles d'interaction

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



