

Introduction à l'Interaction Humain-Machine



Michel Beaudouin-Lafon
Université Paris-Saclay
mbl@lri.fr

Qui suis-je

Michel Beaudouin-Lafon

<https://www.lri.fr/~mbl>

Professeur à l'Université Paris-Saclay

Laboratoire de Recherche en Informatique

(bientôt Laboratoire Interdisciplinaire
en Sciences du Numérique - LISN)

Département Interaction avec l'Humain

Equipe ExSitu - <https://ex-situ.lri.fr>



Motivation et objectifs du cours

Les interfaces graphiques ont permis la démocratisation
de l'usage des ordinateurs et l'avènement du "numérique"

Elles sont utilisées par des milliards de personnes chaque jour

Le but du cours est d'introduire les concepts de base
de l'interaction humain-machine et
de la conception des interfaces humain-machine

Plan du cours

Introduction / Historique / Styles d'interaction

Interaction graphique et patterns d'interaction

Modèle conceptuel et heuristiques d'utilisabilité

Analyse des besoins et prototypage rapide

Conception graphique

Evaluation

L'interaction humain-machine



Capacités: action,
perception, cognition

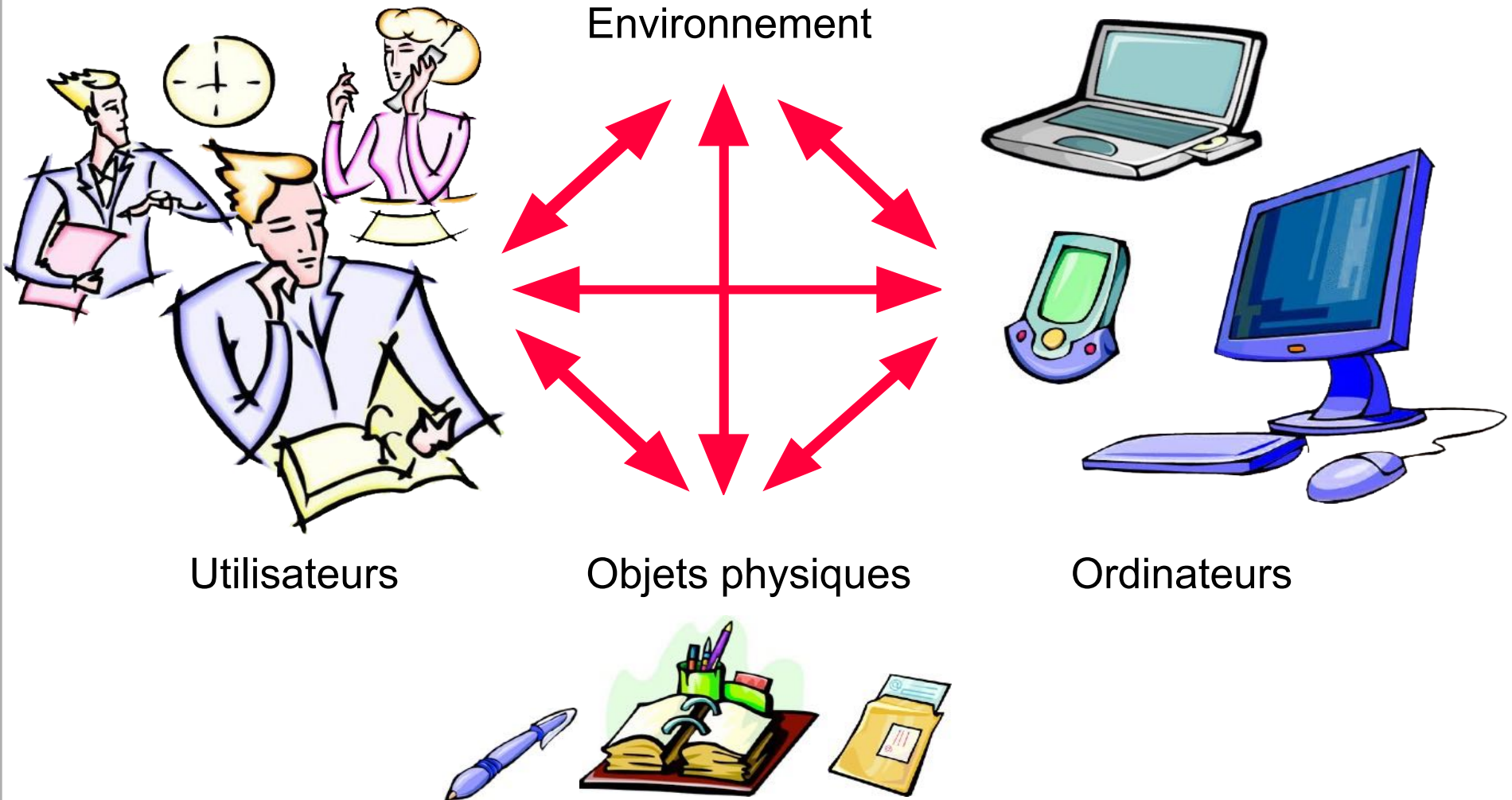
Interaction
phénomène
à contrôler



Capacités: calcul,
stockage, entrée/sortie

Environnement: physique, social,
organisationnel, culturel, etc.

En réalité, c'est plus complexe...



Mais restons simples...



L'interface utilisateur

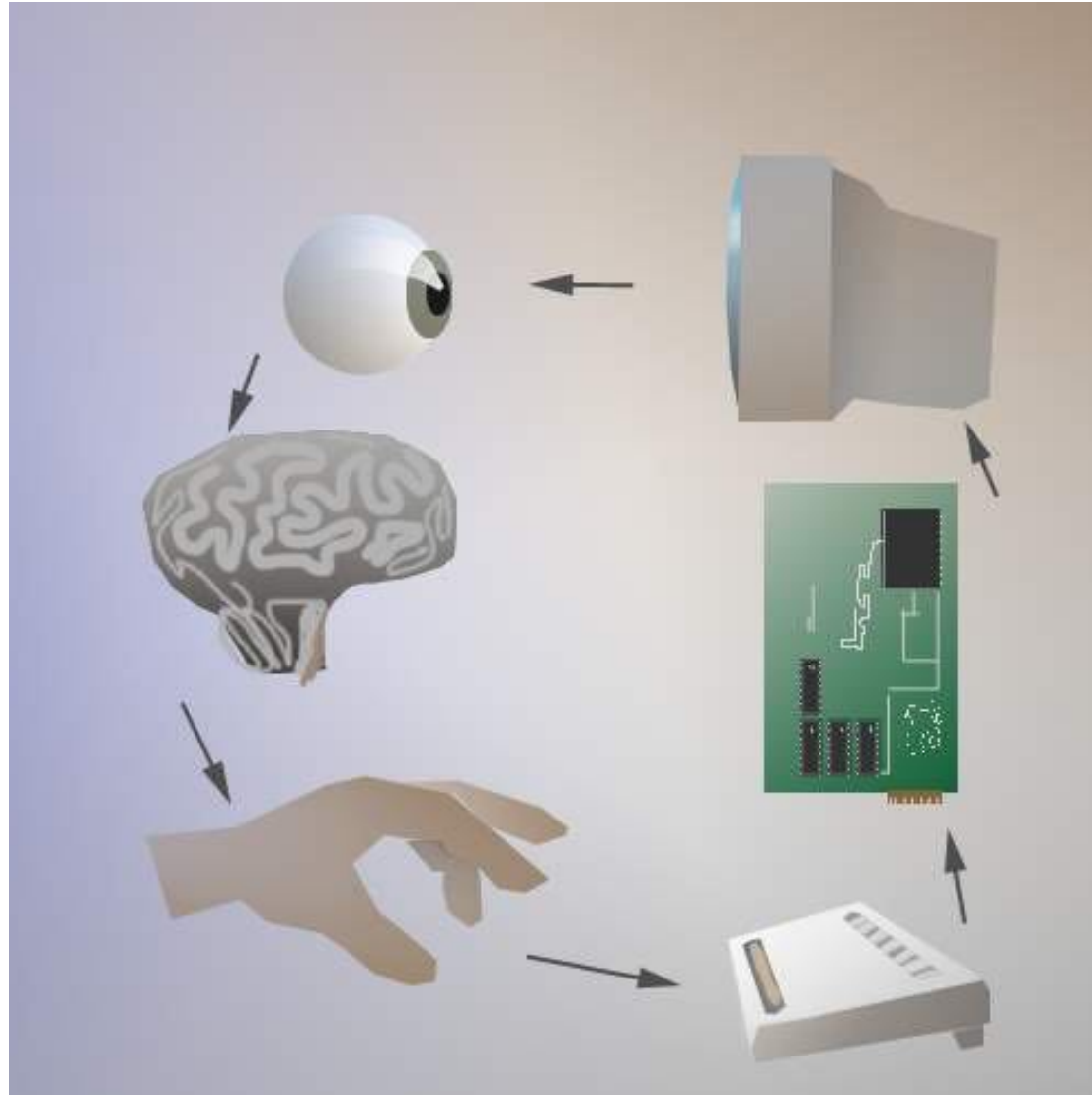
Eléments matériels et logiciels
qui permettent de contrôler l'interaction



Matériel : écran, clavier, souris, écran tactile, Kinect,
casque de réalité virtuelle ou augmentée, internet des objets, etc.

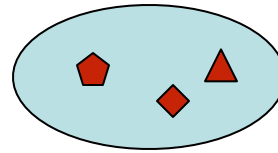
Logiciel : interface graphique, interface vocale, monde virtuel, ...

Boucle d'interaction

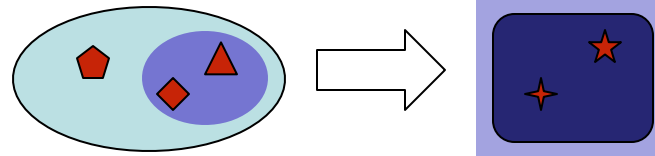


Une application interactive...

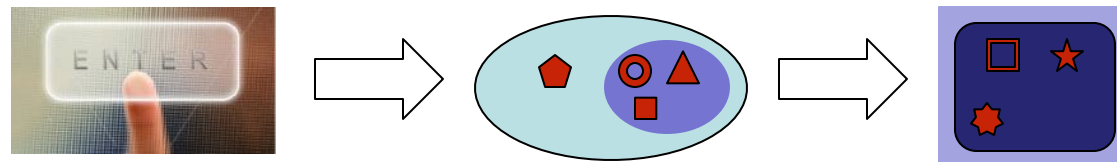
- a un état interne



- représente une partie de cet état

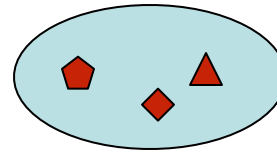
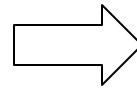
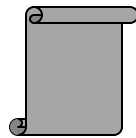


- réagit aux actions de l'utilisateur

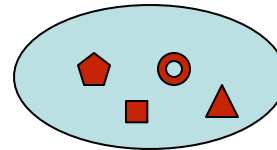


Par comparaison, un système algorithmique...

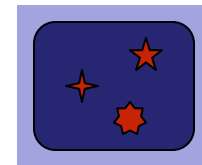
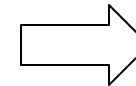
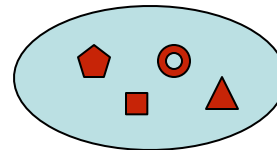
- lit ses entrées



- exécute l'algorithme

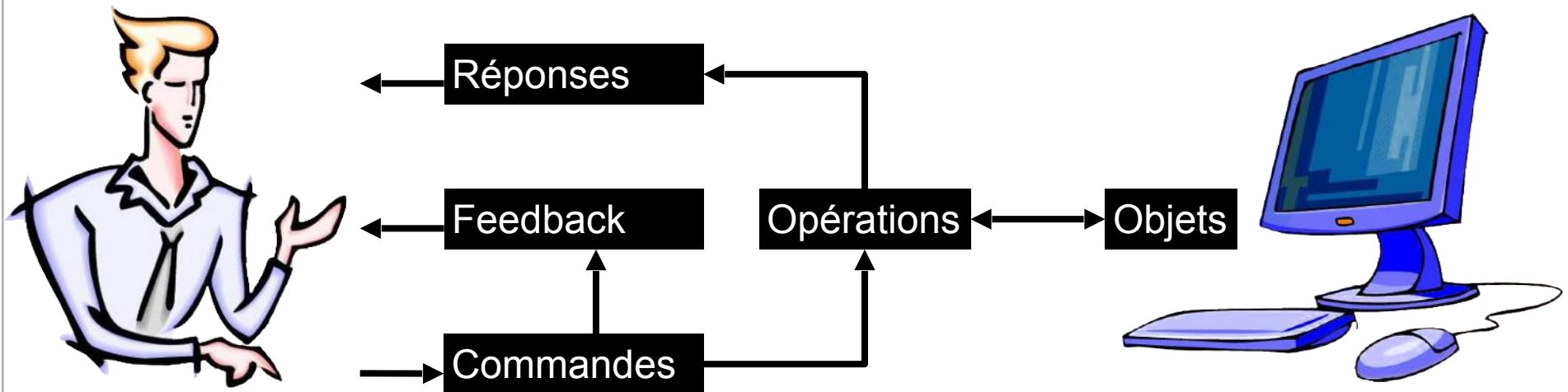


- affiche les résultats

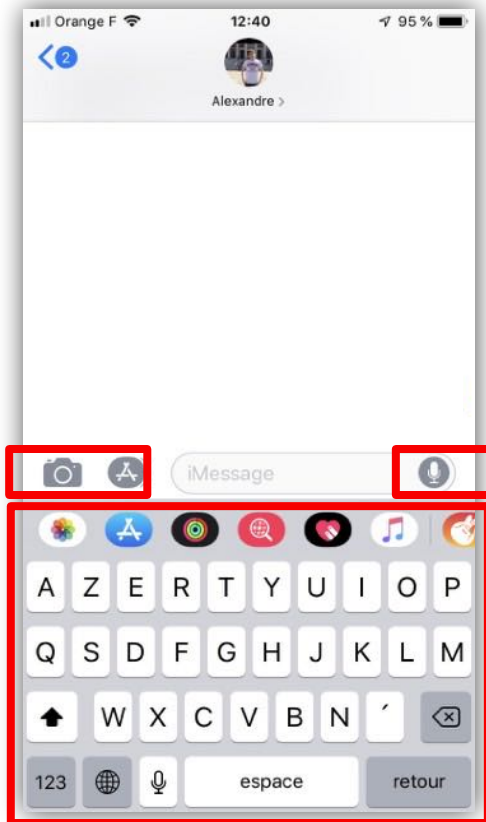


- et s'arrête !

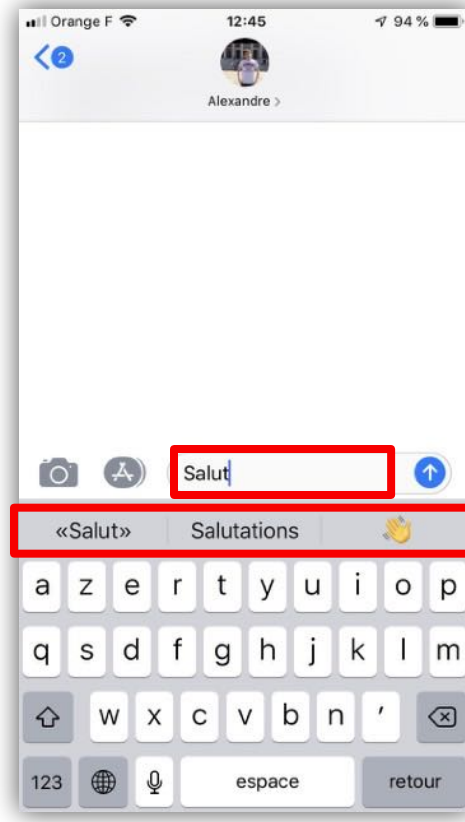
Modèle conceptuel d'une application interactive



Exemple : poster un message sur un chat



Commande



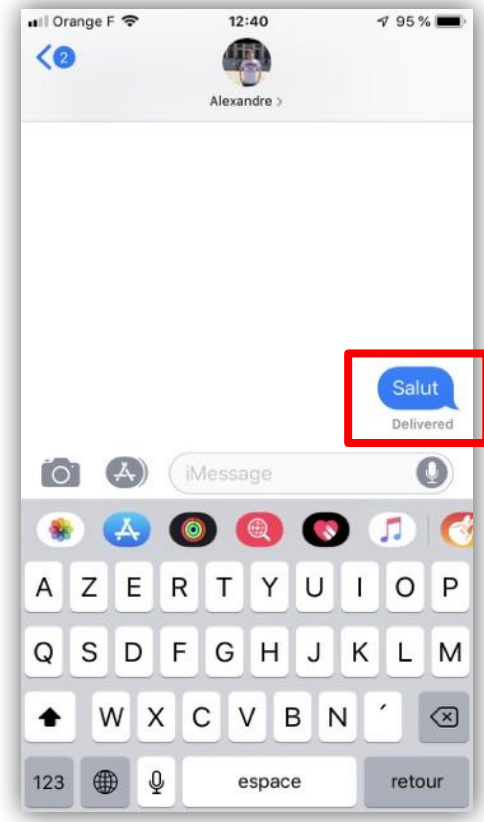
Feedback

Opération

Envoi

Objets

Message
Destinataire



Réponse

Deux propriétés d'une application interactive

Utile :

Doit répondre aux besoins des utilisateurs

=> Collecter, analyser et comprendre ces besoins

Utilisable :

Doit être adaptée aux capacités des utilisateurs

=> Connaître ces capacités et leur contexte d'usage

=> Utiliser des méthodes et règles de conception adaptées

“User eXperience” ou UX = expérience utilisateur

ATTENTION !

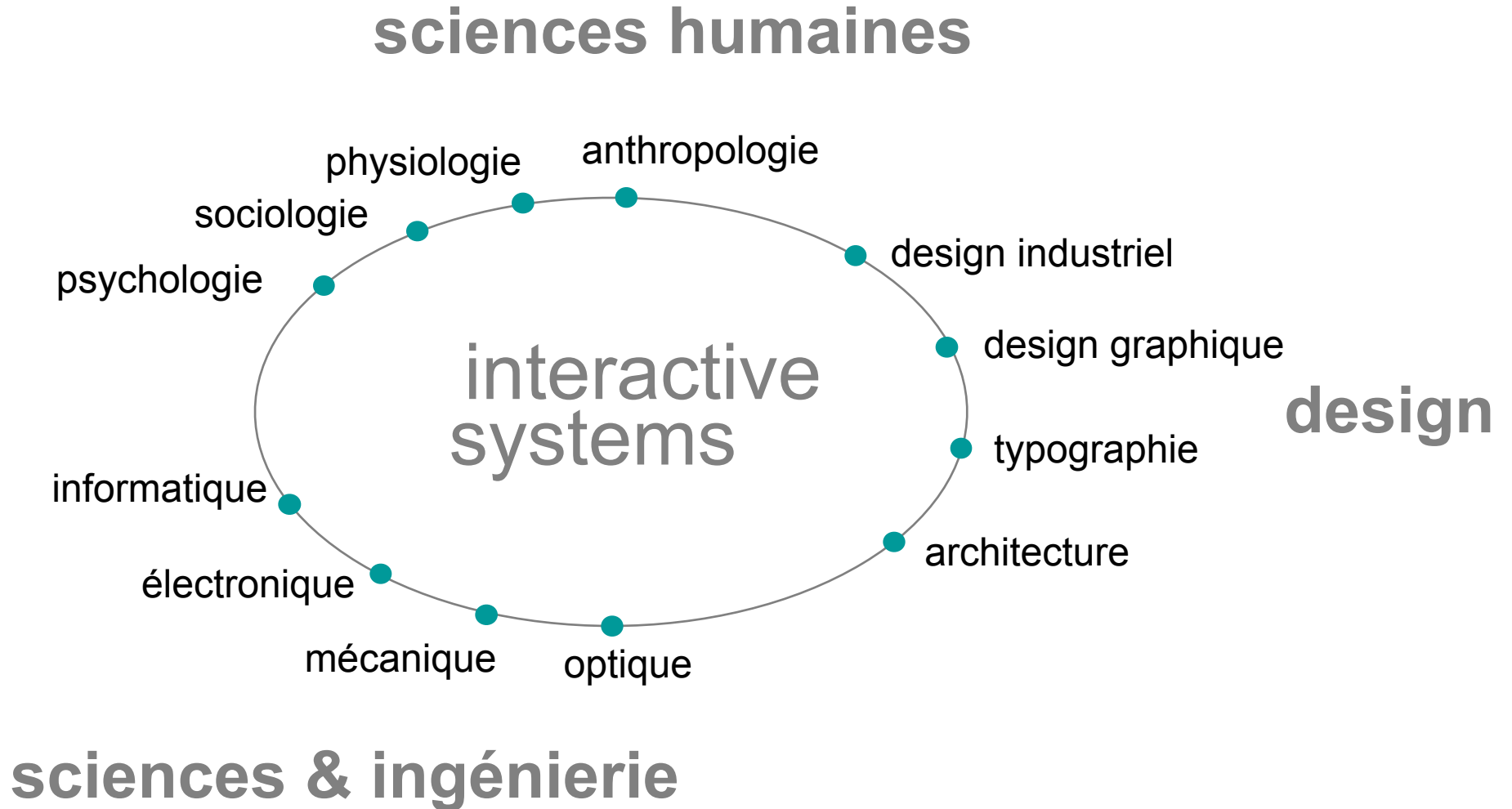
Nous utilisons tous des interfaces

Nous avons tous des idées pour les améliorer

... mais cela ne fait pas de nous des concepteurs d'interfaces

⇒ L'IHM est un domaine pluridisciplinaire

Domaine pluridisciplinaire



ATTENTION !

Nous utilisons tous des interfaces

Nous avons tous des idées pour les améliorer

... mais cela ne fait pas de nous des concepteurs d'interfaces

⇒ L'IHM est un domaine pluridisciplinaire

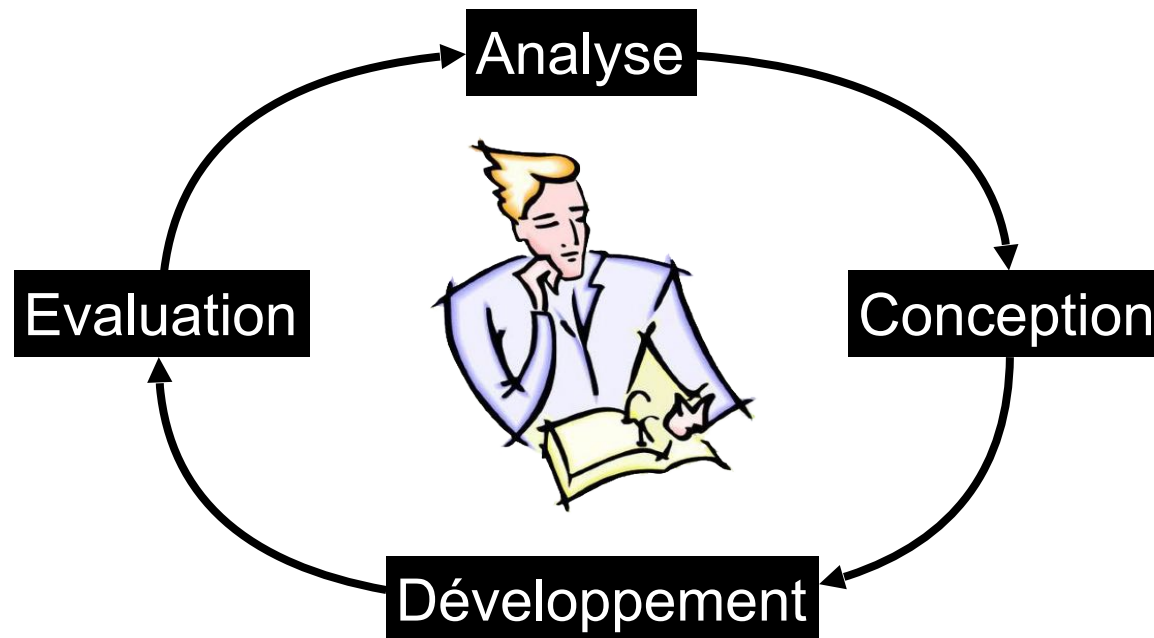
Paradoxe de l'IHM:

Mesure de succès = invisibilité / transparence de l'interface

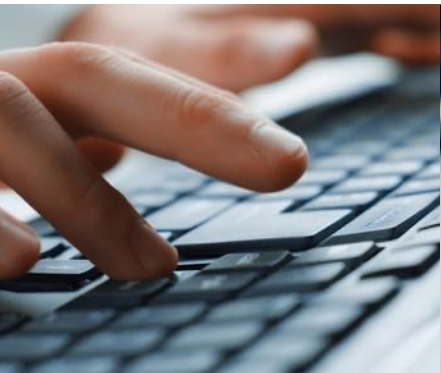
MAIS faire simple, c'est compliqué !

Conception de systèmes interactifs

Approche itérative : conception centrée sur l'utilisateur



Styles d'interaction



Styles d'interaction

Style d'interaction = ensemble de principes et de moyens d'interaction d'une famille d'interfaces

Langage de commande

Menus & Formulaire

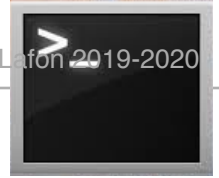
Navigation hypertexte

Manipulation directe

Interaction gestuelle

Interaction en langage naturel

Réalité virtuelle et augmentée



Langage de commande

Exemple : “shell” Unix/Linux dans l’application Terminal

Le système affiche une invite (% par exemple)
et attend une commande de l’utilisateur

Une fois la commande entrée, le système l’exécute,
affiche son résultat, et à nouveau l’invite

```
% date  
Fri Feb 11  
%
```

Une commande est formée
d’un nom de commande
d’options
et de paramètres

```
grep  
-i  
mbl noms.txt
```

*recherche de chaine
ignorer maj/min
“mbl” dans noms.txt*



Langage de commande

Avantages

Rapide pour les experts

Flexible : “pipe” Unix pour enchaîner les commandes

```
grep -i mbl noms.txt | sort | uniq
```

Puissant : création de scripts

Créer ses propres commandes

Inconvénients

Il faut connaître les commandes et leur syntaxe

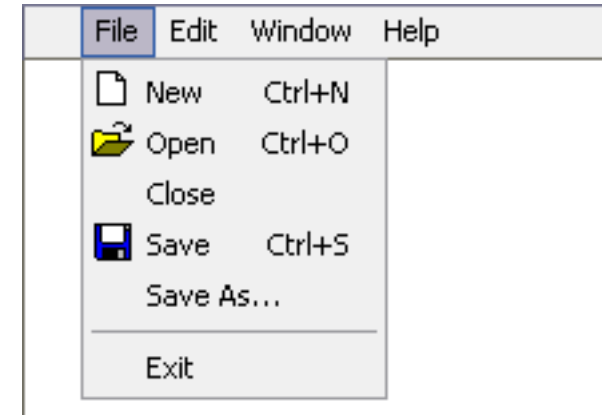
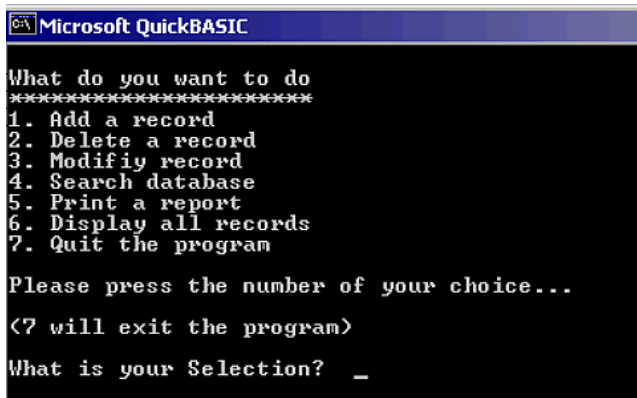
Apprentissage difficile

Risques d'erreurs



Menus et formulaires

Menu : le système affiche les choix possibles
L'utilisateur choisit dans la liste



Formulaire : le système affiche les champs à compléter
L'utilisateur les complète dans l'ordre qui lui convient

Name:

Address:

City: State: Zip:

Email

Password



Menus et formulaires

Avantages

- Guide l'utilisateur

 - Réduit l'apprentissage et les erreurs

- Facilite l'entrée des données

- Facilite l'exploration des possibilités de l'interface

Inconvénients

- Prend de la place à l'écran

 - Peut poser problème sur de petits écrans

- L'entrée des données peut être fastidieuse

 - Importance de "bonnes" valeurs par défaut



Navigation hypertexte / hypermedia

L'information est organisée selon un **graphe** :

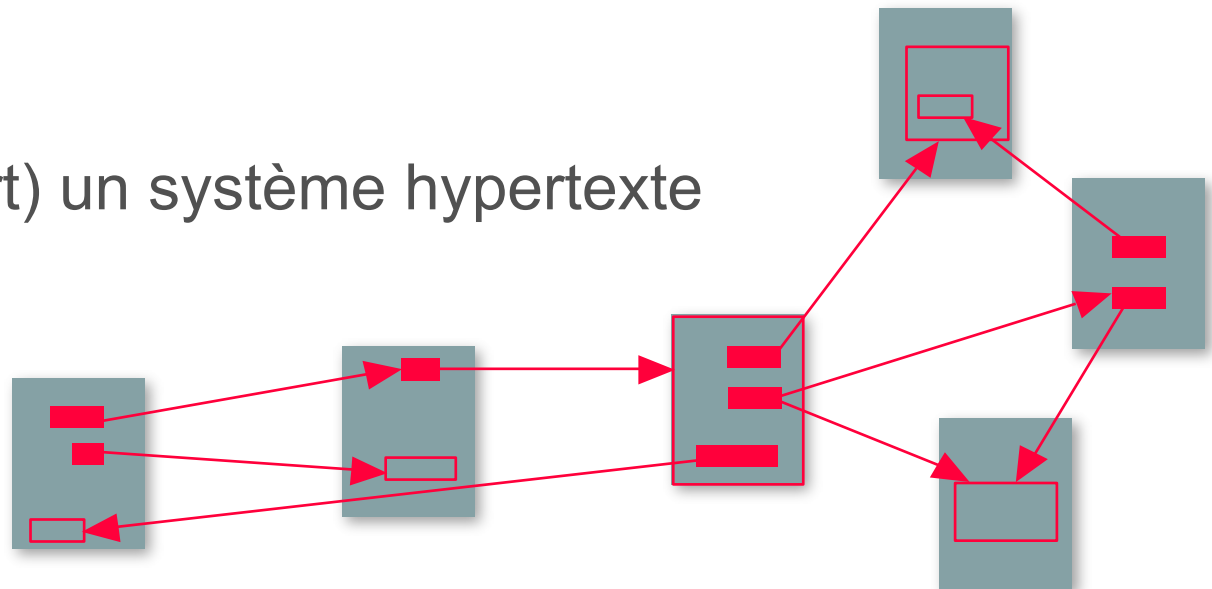
Les **nœuds** contiennent les éléments d'information

Les **ancres** représentent des points d'intérêt dans les nœuds

Les **liens** relient des ancres ou des nœuds entre eux

L'utilisateur navigue d'un nœud à l'autre
en suivant les liens

Le Web est (au départ) un système hypertexte





Navigation hypertexte / hypermedia

Avantages

Accès progressif à une grande quantité d'information

Possibilité d'organiser l'information

par niveaux de détail

par thème

...

Inconvénients

Difficulté à savoir ce que l'on n'a *pas* vu

Risque de se "perdre"

Difficulté à retrouver une information

d'où l'apparition des moteurs de recherche

Exemple : site de e-commerce

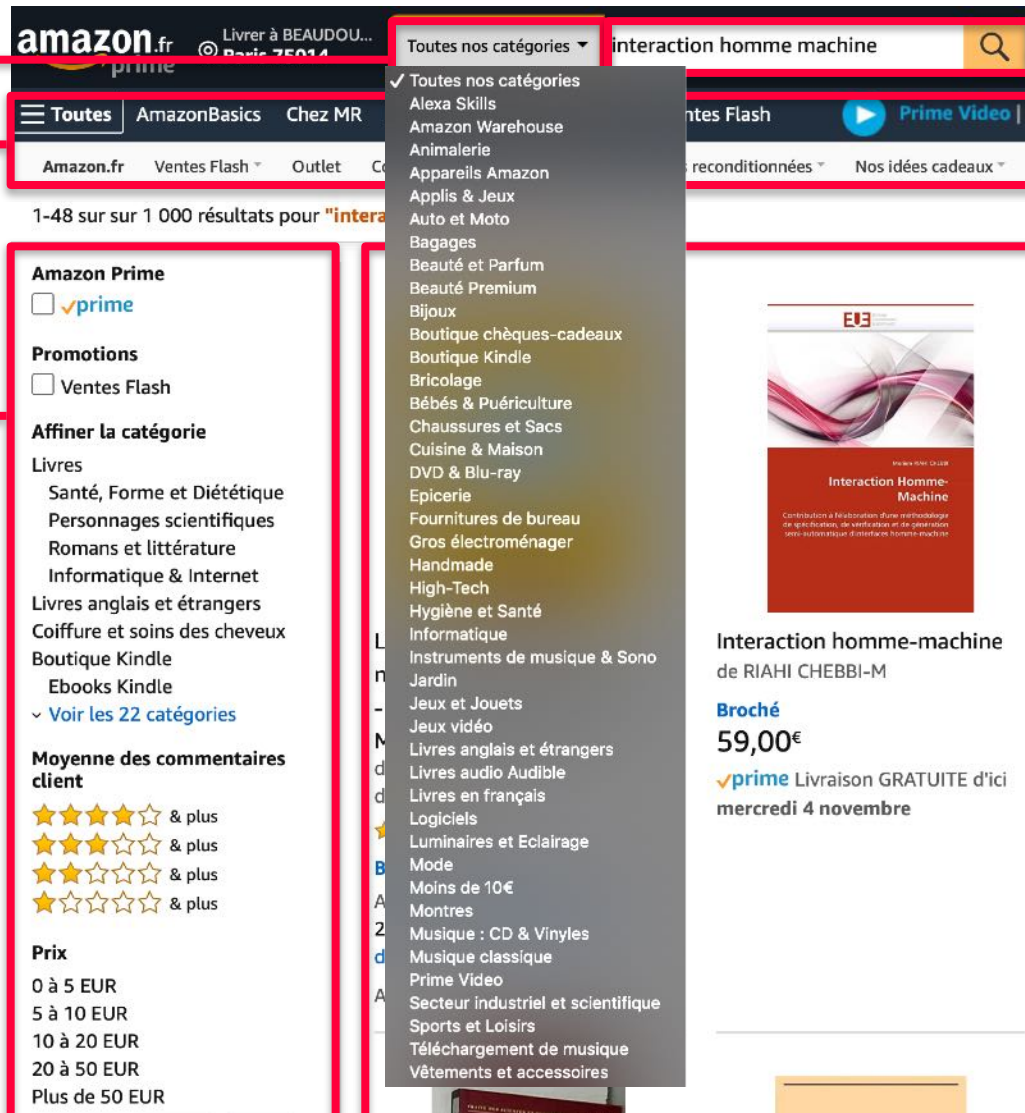
Menu

Navigation

Formulaire

Formulaire

Navigation



Menus + Formulaires + Navigation

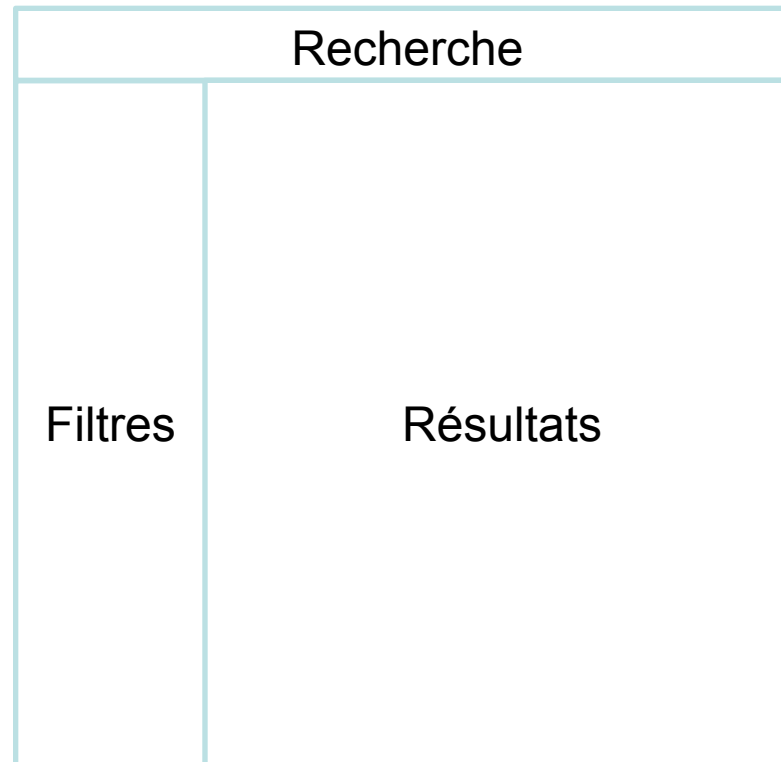
Exemple de “Pattern” d’interface pour des applications de

- E-commerce
- Consommation de médias (musique, films, ...)
- News

Recherche : menus & formulaire

Filtres : formulaire

Résultats : navigation





Manipulation directe

Base des interfaces graphiques actuelles

Représentation permanente des objets manipulés

Texte, documents, icônes des fichiers, etc.

Actions physiques pour manipuler les objets

Sélection de texte, déplacement d'un fichier, etc.

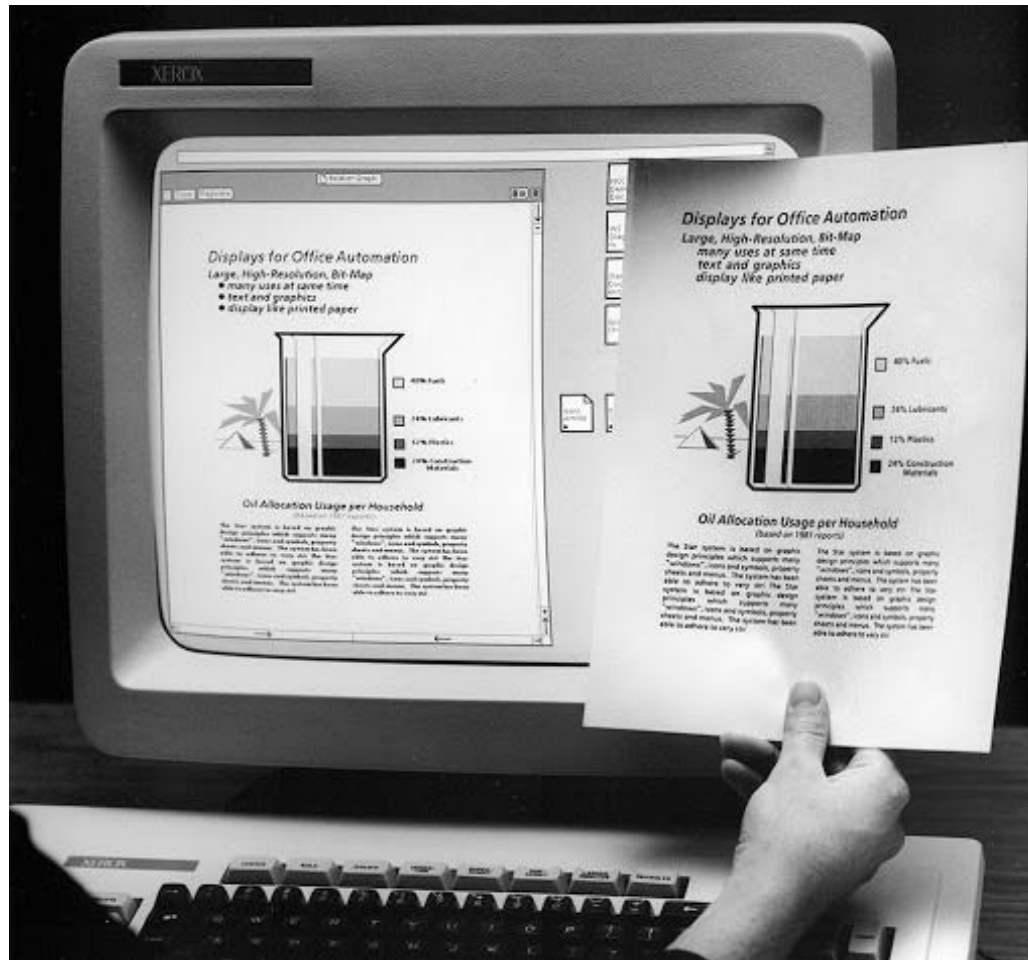
Actions rapides et réversibles dont l'effet est immédiatement visible

Drag-and-drop (cliquer-tirer)



Manipulation directe : édition de documents

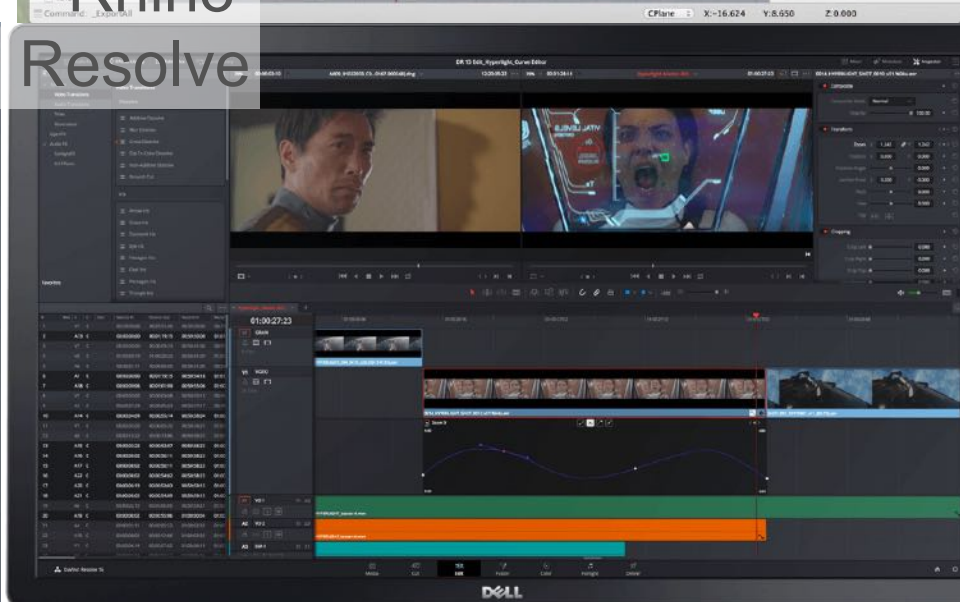
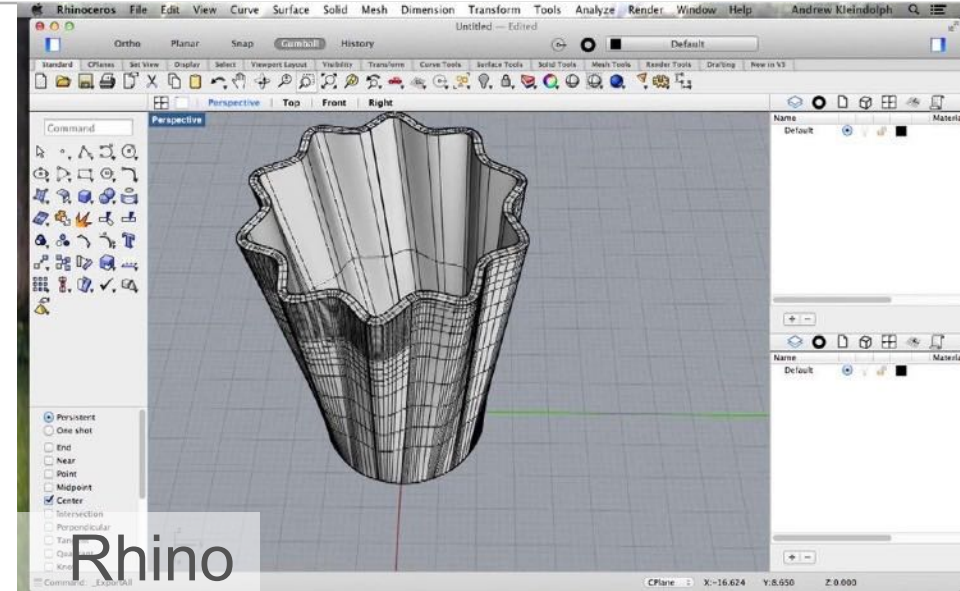
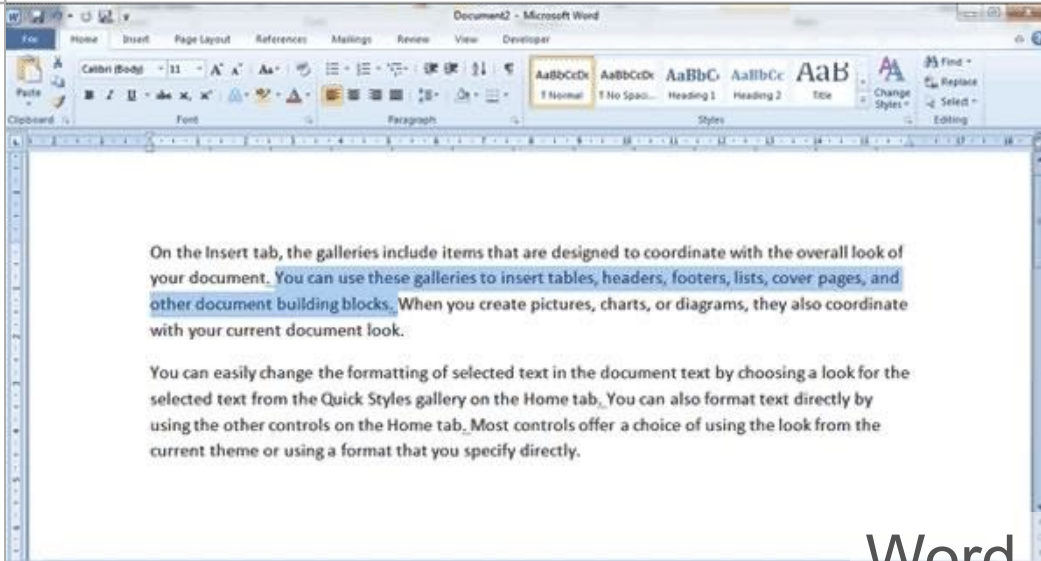
WYSIWIG : What You See Is What You Get



Xerox Star 8010 (1981)



Manipulation directe : édition de documents



Word
Rhino
Finale
Resolve

Interfaces graphiques actuelles : WIMP

Menus + Formulaires + Navigation + Manipulation Directe

Affichage

Windows (fenêtres)

Icones et autres représentations graphiques

Interaction

Menus, formulaires, manipulation directe

Entrées

Pointage, sélection, gestes

S'applique également aux interfaces sur écran tactile



Reconnaissance vs. Rappel

Interface fondée sur la reconnaissance :

Fournit de l'information sur les commandes accessibles, afin que l'utilisateur puisse les **reconnaitre**

Exemples : menus, icones, barres d'outils, ...

=> plus simple d'accès, mais parfois moins efficace

Interface fondée sur le rappel :

Nécessite que l'utilisateur ait appris les commande et se les **rappelle**

Exemples : interface gestuelle, interface conversationnelle (langage de commande, parole, langue naturelle)

=> plus difficile d'accès mais souvent plus efficace

Autres styles d'interaction

Interaction gestuelle



Interaction vocale



Réalité virtuelle



Réalité augmentée / mixte



Autres styles d'interaction

Agents conversationnels



Robots d'assistance



Interaction tangible



Interfaces cerveau-ordinateur



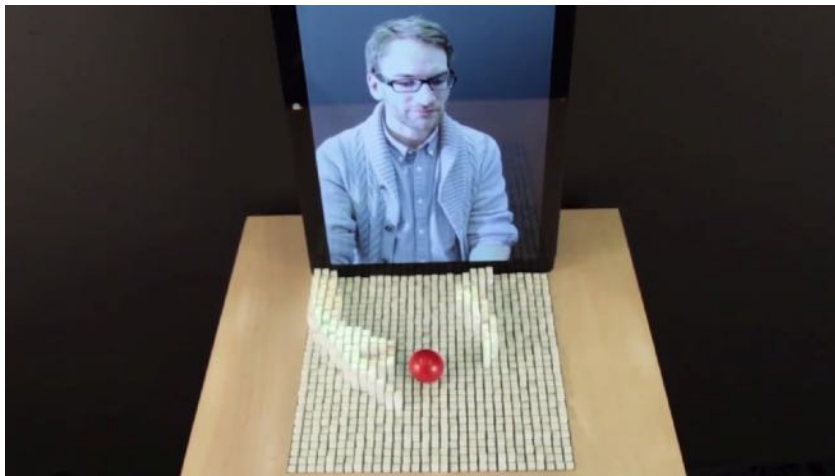
Quelques styles d'interaction "futuristes"



Holodesk (2012, Microsoft)



RomAlive (2014, Microsoft)

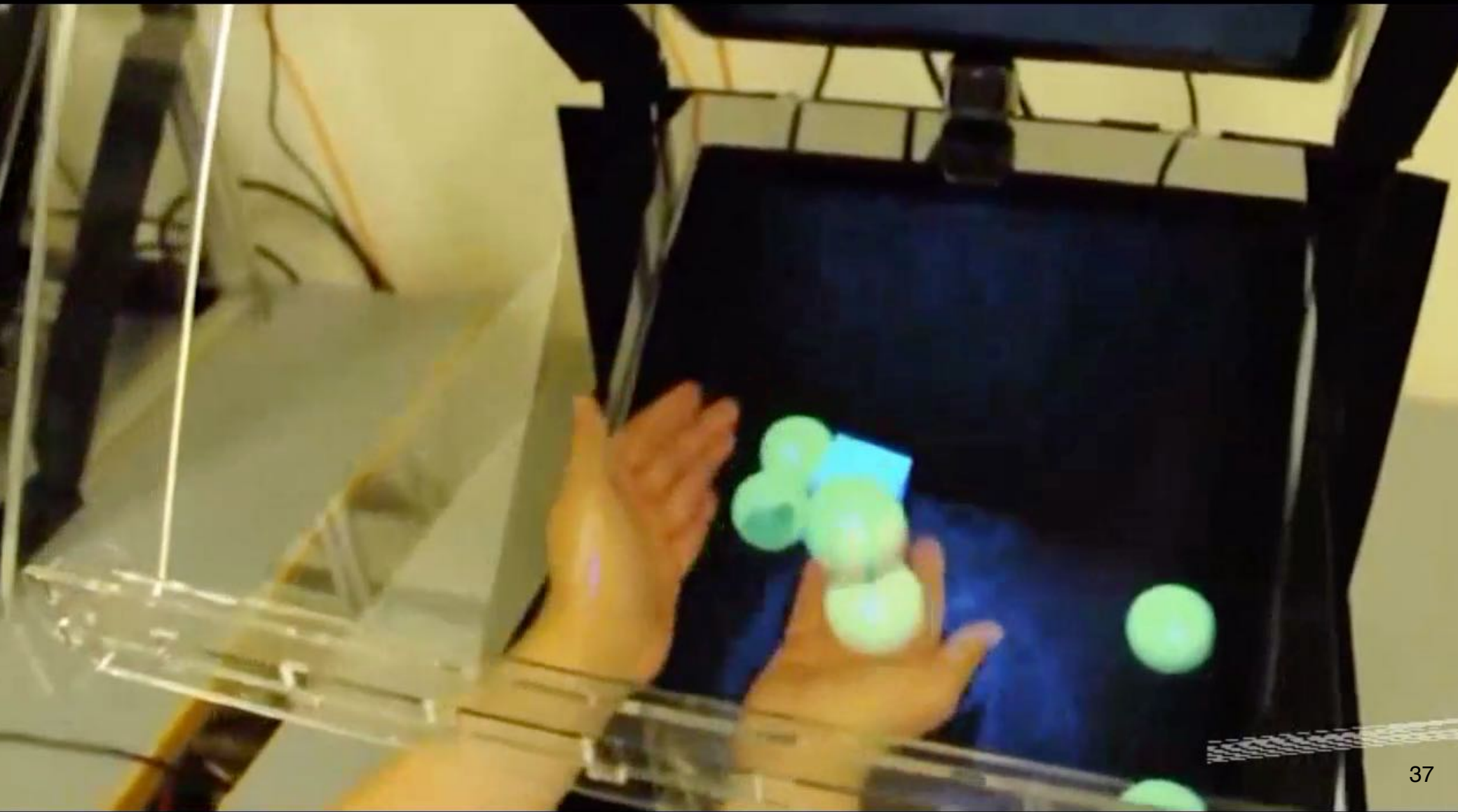


InForm (2013, MIT)



Zoids (2017, Inria)

Holodesk (Microsoft, 2012)



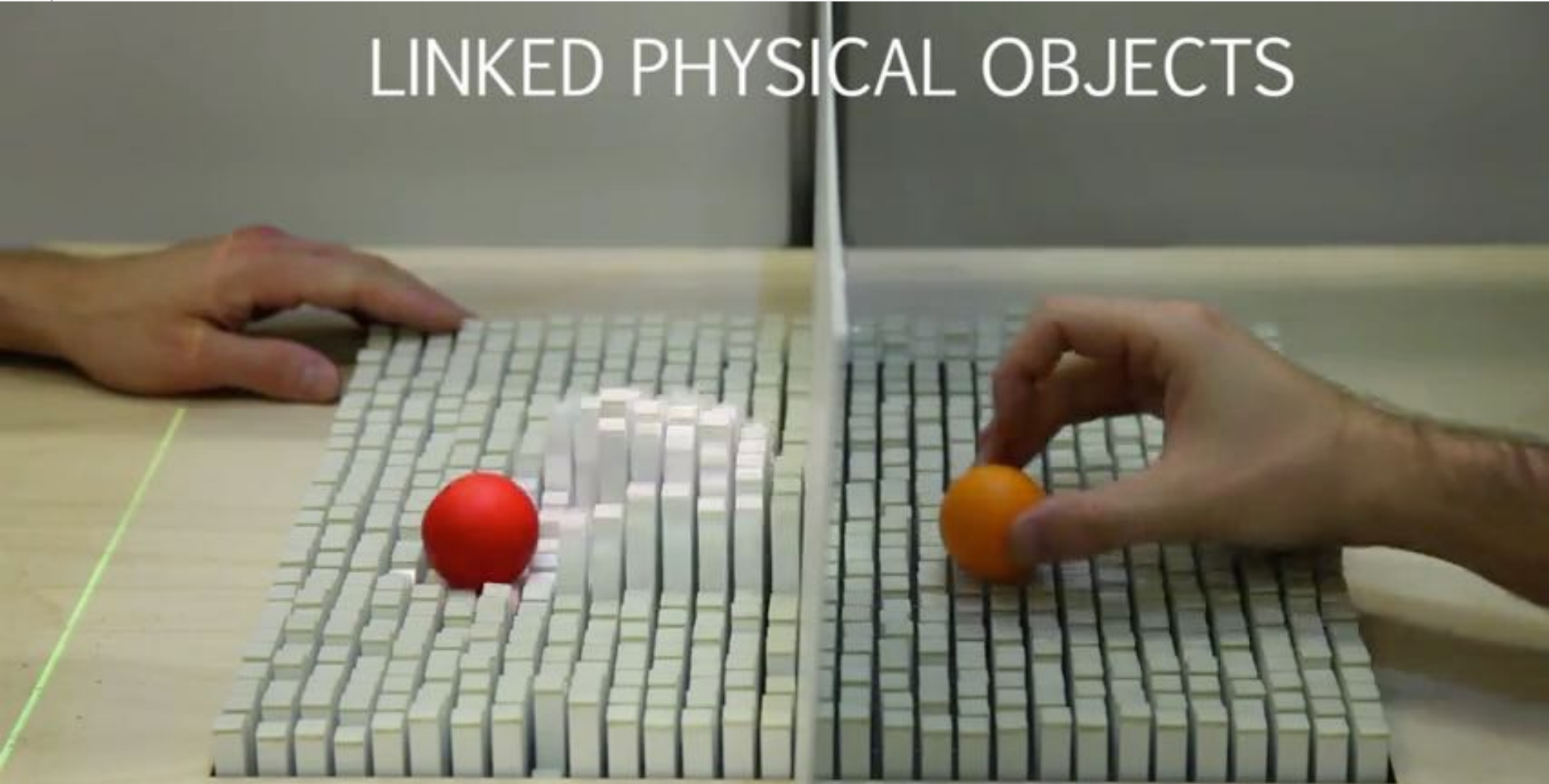
RoomAlive (Microsoft, 2014)



With RoomAlive, users can touch, shoot, and dodge augmented content.

InForm (MIT, 2013)

LINKED PHYSICAL OBJECTS



Zooids (Inria, 2017)



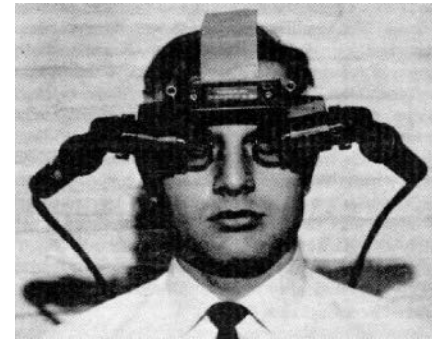
Zooids: Building Blocks for Swarm User Interfaces

Mathieu Le Goc^{1,3,4}, Lawrence H. Kim², Ali Parsaei², Jean-Daniel Fekete^{1,4}, Pierre Dragicevic^{1,4}, Sean Follmer²

¹ Inria, ² Stanford University, ³ Université Paris-Sud, ⁴ Université Paris-Saclay

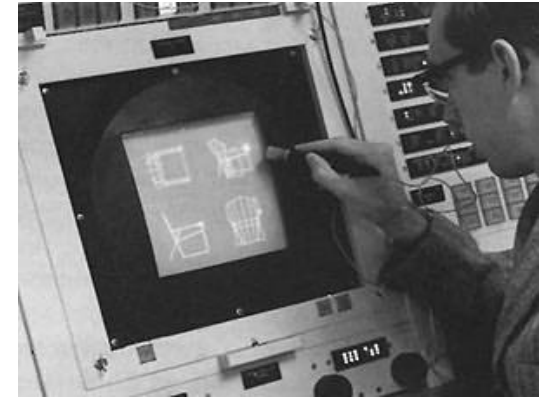
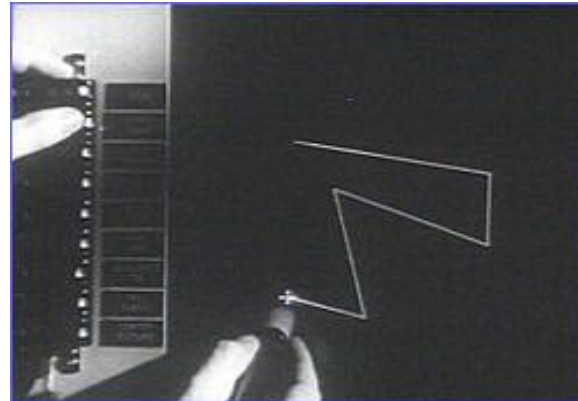
Historique

Voir aussi : Michel Beaudouin-Lafon,
50 ans d'Interaction Homme-Machine : retours vers le futur, 2016, Interstices
<https://interstices.info/50-ans-dinteraction-homme-machine-retours-vers-le-futur/>

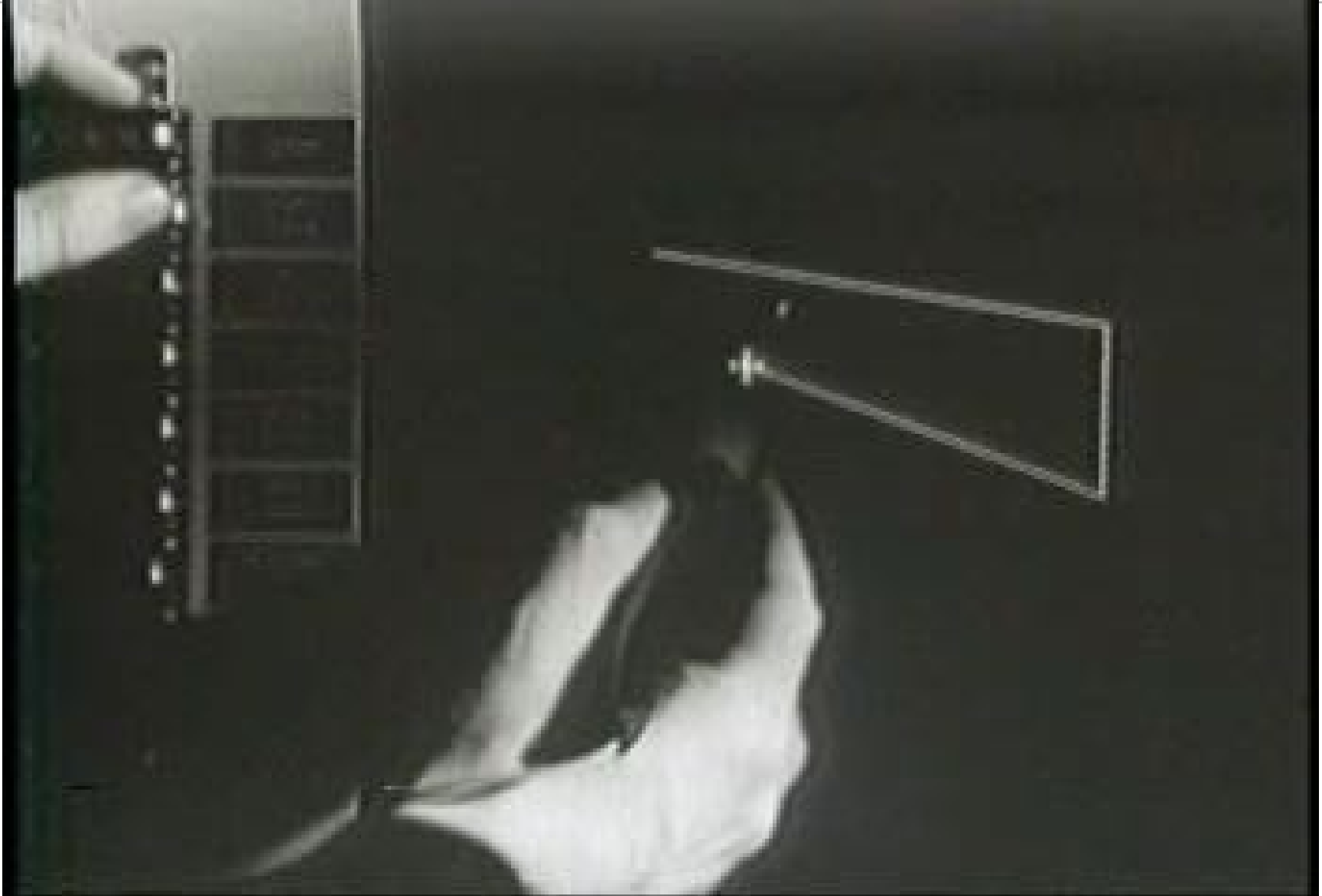


Sketchpad - Ivan Sutherland (1963)

Manipulation directe de formes géométriques
Contraintes, Zoom continu, Click-and-drag



Sketchpad - Ivan Sutherland (1963)





NLS / Augment - Douglas Engelbart (1968)

Inventeur de la souris (1963)



Interaction bi-manuelle



Hypertexte, travail coopératif,
partage de documents, visio-conférence





NLS / Augment - Douglas Engelbart (1968)



Doug Engelbart, 1968

Visicalc - Dan Bricklin (1979)

Premier tableur (Apple II)

120 (U) +H20+12 19

	NOV	DEC	TOTAL
HOME BUDGET, 1979			
MONTH			
SALARY	2500.00	2500.00	30000.00
OTHER			
INCOME	2500.00	2500.00	30000.00
FOOD	400.00	400.00	4800.00
RENT	350.00	350.00	4200.00
HEAT	110.00	120.00	575.00
REC.	100.00	100.00	1200.00
TAXES	1000.00	1000.00	12000.00
ENTERTAIN	100.00	100.00	1200.00
MISC	100.00	100.00	1200.00
CAR	300.00	300.00	3600.00
EXPENSES	2460.00	2470.00	28775.00
REMAINDER	40.00	30.00	1225.00
SAVINGS	30.00	30.00	330.00

Xerox Star - Xerox PARC (1981)

Premier ordinateur commercial avec écran graphique et souris
Environnement centré sur les documents



XEROX 6085 Workstation

User-Interface Design

To make it easy to compose text and graphics, to do electronic filing, printing, and marking all at the same workstation, requires a revolutionary user interface design.

Bit-map display - Each of the pixels on the 19" screen is mapped to a bit in memory; thus, arbitrarily complex images can be displayed. The 6085 displays all fonts and graphics as they will be printed. In addition, familiar office objects such as documents, folders, file drawers and in-baskets are portrayed as recognizable images.

The mouse - A unique pointing device that allows the user to quickly select any text, graphic or office object on the display.

See and Point

All functions are visible to the user on the keyboard or on the screen. The user does filing and retrieval by selecting them with the mouse and touching the MOVE, COPY, DELETE or PROPERTIES command keys. Text and graphics are edited with the same keys.



Shorter Production Times

Experience at Xerox with prototype workstations has shown shorter production times and thus lower costs, as a function of the percentage of use of the workstations. The following equation can be used to express this:

Year	Men	6085	6085
1978	95.2	15.8	
1980	61.1	39.9	
1982	45	55	
1984	30	70	
1986	10	90	
1988	5	95	

Table 1: Percentages of use of methods.

Activity under the old and the new



Figure 2: Data from Table 1 drive

$$X(t) = \sum_{i=1}^n \int_0^t A + P_i^i dt$$

where A is the average of A and P_i

Workstation usage percentages: Table 1 and illustrated in Figure 2. 6085 users are likely to do the composition and layout, control process including printing and display.

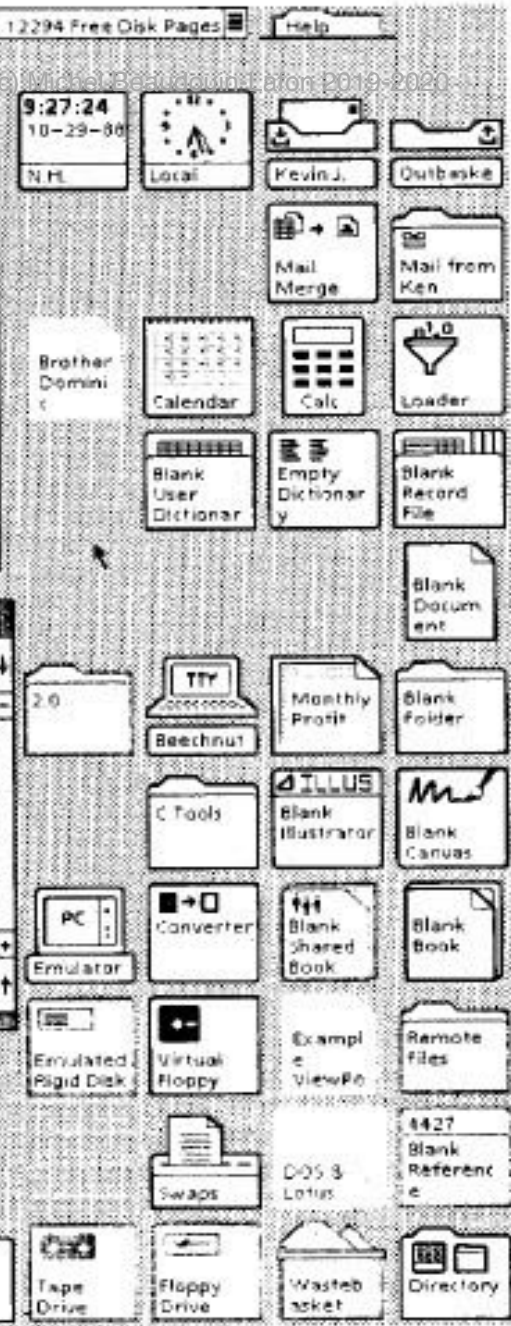
Text and Graphics

To replace typesetting, the 6085 offers a choice of type fonts and sizes, from 6 point to 36 point:

Here is a sentence of 6-point text.
 Here is a sentence of 10-point text.
 18-point text.
 24-point text.
 36-point text.



NAME	EXTENSION	SIZE	DATE
COMMAND	COM	22677	15-8
ANSI	SYS	2556	18-8
ASSIGN	COM	864	28-8
ATTRIB	EXE	15093	14-8
BACKUP	COM	17024	28-8
CHKDSK	COM	9435	14-8
CHMOD	COM	6528	27-8
COMP	COM	3018	10-8
DEBUG	EXE	15364	15-8



Macintosh - Apple (1984)

Ordinateur personnel graphique

Finder

MacPaint

MacWrite

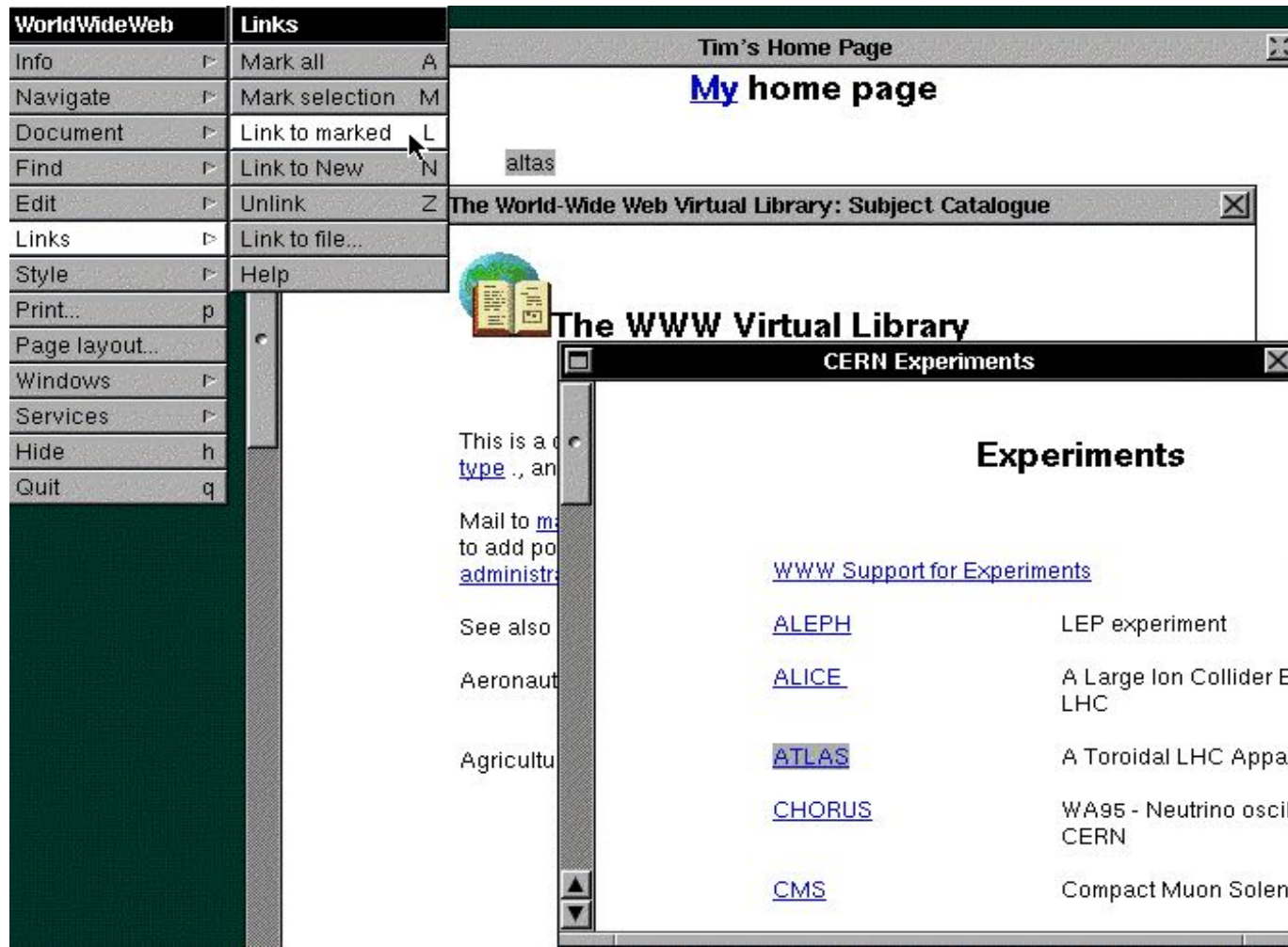
Design matériel + logiciel



World-Wide Web - Tim Berners-Lee (1990)

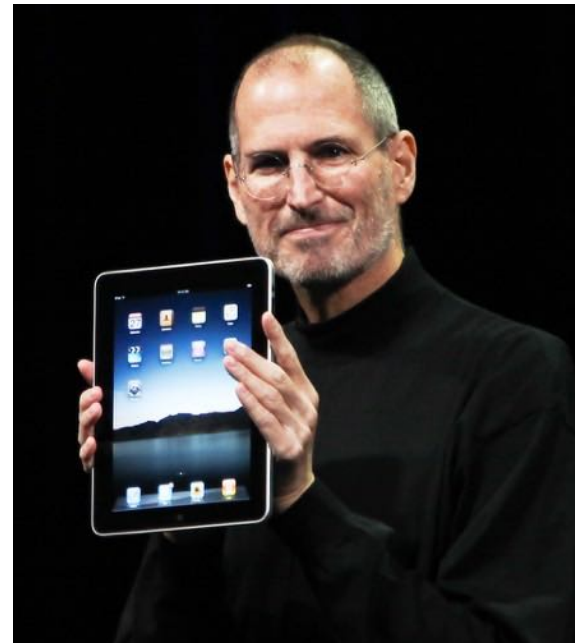
Réseau hypertexte mondial

Navigateur et éditeur intégrés



iPhone (2007) et iPad (2010) - Apple

Interface à manipulation directe conçue pour l'interaction tactile
Suppression du clavier et du stylet
Magasin d'applications



L'IHM ne suit pas la loi de Moore



Original Macintosh

iMac 27"

January 1984 - \$2500

x0.8

September 2020 - \$2000

CPU 68000 - 0.7 MIPS

x 214 000

CPU core i5 - 150 000 MIPS

RAM 128 kB

x 62 500

RAM 8 GB

Floppy 400 kB

x1 250 000

SSD 512 GB

9" n&b, 512x342

x3 / x84

27" couleur, 5120x2880

Clavier, souris

=

Clavier, souris

Interface WIMP

=

Interface WIMP