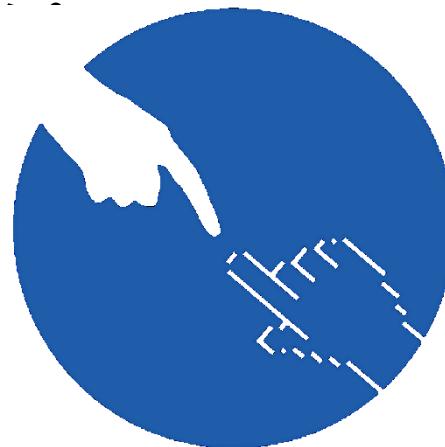


# interaction homme-machine : une (ultra) rapide introduction



<http://www.irit.fr/~Philippe.Truillet>

Décembre 2018 - v. 3.4



# une réflexion pour commencer

*« J'ai toujours rêvé d'un ordinateur qui soit aussi facile à utiliser qu'un téléphone. Mon rêve s'est réalisé : je ne sais plus comment utiliser mon téléphone. »*

**Bjarne Stroustrup (concepteur du C++)**



A votre avis ...

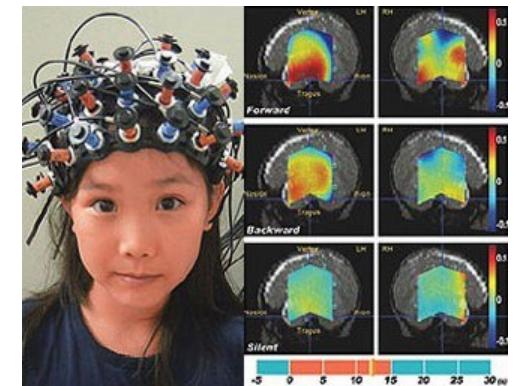
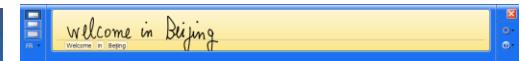
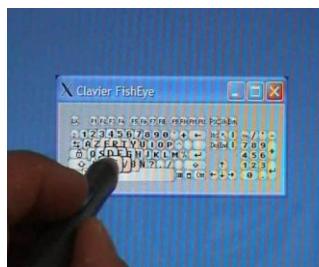
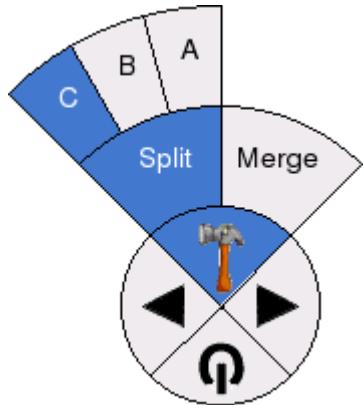
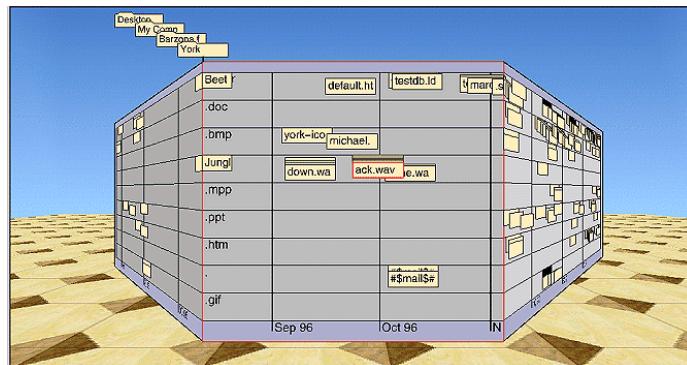
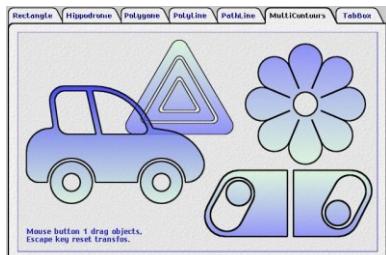
De quand date cette machine ?



**Xerox Star 8010 (avril 1981)**

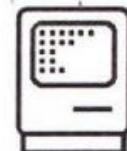
(Quelle différence avec nos ordinateurs actuels ?)

# Pendant ce temps ...





HUMAN



COMPUTER

S  
T  
R  
E  
N  
G  
T  
H  
S

Powerful pattern recognition  
Powerful selective attention  
Capacity to learn  
Infinite-capacity LTM  
Rich, multikeyed LTM

High-capacity memory  
"Permanent" memory  
Very fast processing  
Error-free processing  
Reliable memory access

W  
E  
A  
K  
N  
E  
S  
S  
E  
S

Low-capacity working memory  
Fast-decaying working memory  
Slow-processing  
Error prone processing  
Unreliable access to LTM

Simple template matching  
Limited learning capacity  
Limited-capacity LTM  
Limited data integration



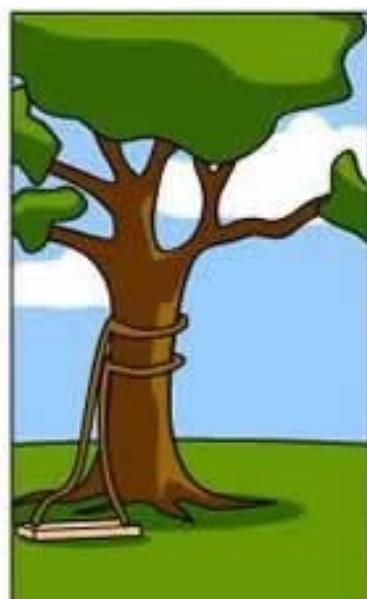
How the customer explained it



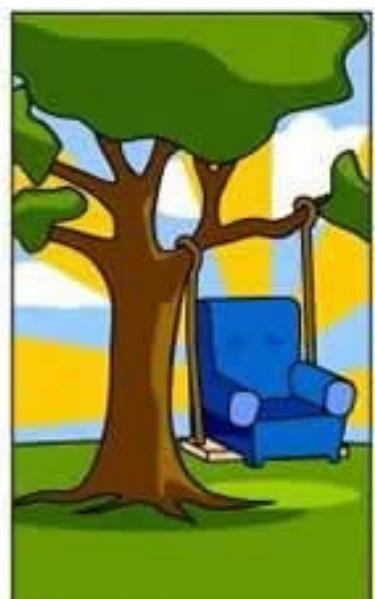
How the Project Leader understood it



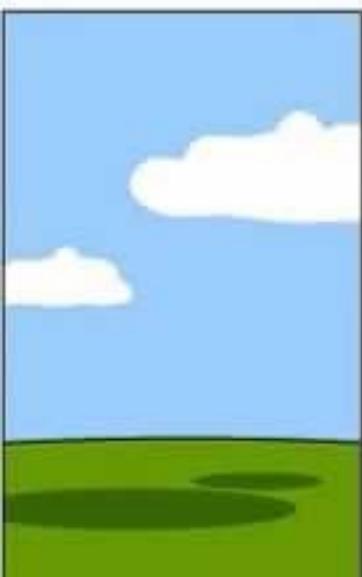
How the Analyst designed it



How the Programmer wrote it



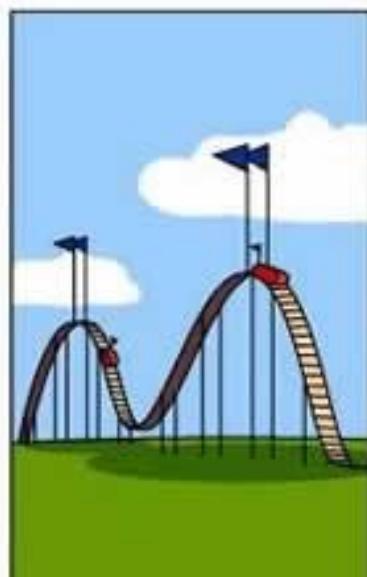
How the Business Consultant described it



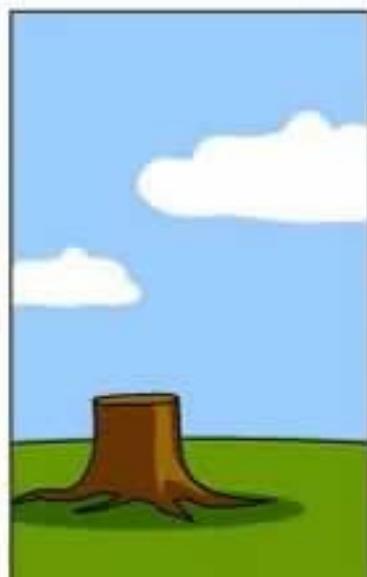
How the project was documented



What operations installed



How the customer was billed



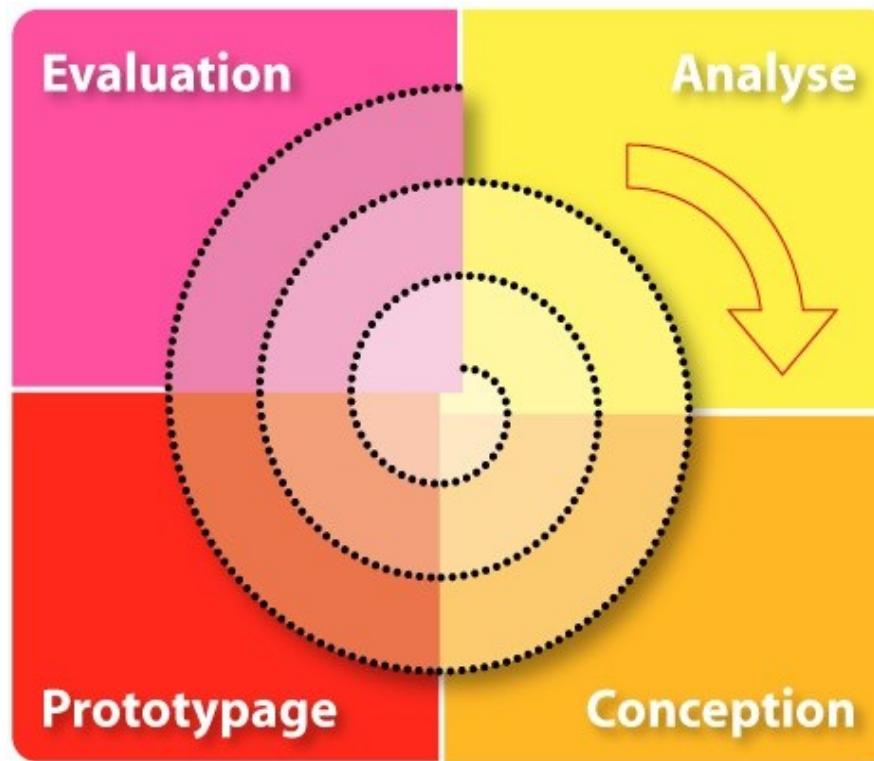
How it was supported



What the customer really needed

# Au programme

- Une introduction à l'IHM : historique, enjeux
- Le cycle de développement IHM





# interface ou interaction ?

Interface Homme-machine - Wikipédia - Mozilla Firefox

Fichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils ?

W http://fr.wikipedia.org/wiki/IHM

Hotmail SafeSMS M Personnaliser les liens Windows Media Windows Déconnexion Le streaming avec JMF l'API Java Sound Présentation de Java... »

Créer un compte ou se connecter

Vos dons permettent à Wikipédia de continuer à exister ! Merci de votre soutien.

**Interface Homme-machine**

(Redirigé depuis [IHM](#))

**L'interface Homme-machine ou interaction humain-machine** (IHM) étudie la façon dont les humains interagissent avec les ordinateurs ou entre eux à l'aide d'ordinateurs, ainsi que la façon de concevoir des systèmes informatiques qui soient [ergonomiques](#), c'est-à-dire efficaces, faciles à utiliser ou plus généralement adaptés à leur contexte d'utilisation.

**Sommaire [masquer]**

- [1 Les technologies](#)
- [2 Paradigmes d'interfaces](#)
- [3 Un maillon d'une situation plus vaste](#)
- [4 Voir aussi](#)
- [5 Références](#)
- [5.1 Liens internes](#)
- [5.2 Liens externes](#)

**Les technologies** [\[modifier\]](#)

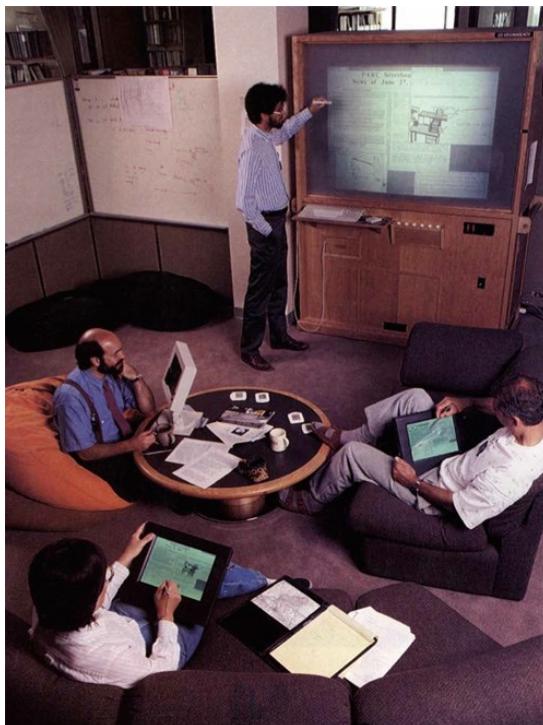


<http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=IHM&redirect=no>

# interface ou interaction ?

- 50 ans d'interaction homme-machine : retours vers le futur  
<https://interstices.info/50-ans-dinteraction-homme-machine-retours-vers-le-futur/>

## Visicalc (1979)



Ubicomp (1991)



# Digital Desk (1993)

# des IHMs ?

- les disparités d'interfaces sont très grandes en raison :
  - des utilisateurs
  - des domaines d'application
  - des contextes d'utilisation
  - des contraintes (informatiques, économiques voire politiques)
  - des domaines d'application différents
    - calcul scientifique, informatique de gestion, informatique de bureau, web, jeux, informatique médicale, système de commande et de contrôle, ...
- en perpétuelle évolution



# interaction homme machine ... des raisons de s'y intéresser

- des « *trucs qui clochent* » dans les usages ...
- la puissance des machines a-t-elle réellement permis d'augmenter la compréhension du monde des utilisateurs ?
- quels sont les transferts de la recherche en IHM vers l'utilisateur ?
- **comment fait-on pour concevoir des interfaces utiles et utilisables ?**



# définition

## interaction homme-machine

« discipline consacrée à

- la **conception**,
- la **mise en œuvre**
- et à **l'évaluation** de systèmes informatiques interactifs

destinés à des utilisateurs humains ainsi qu'à l'étude des principaux phénomènes qui les entourent. »



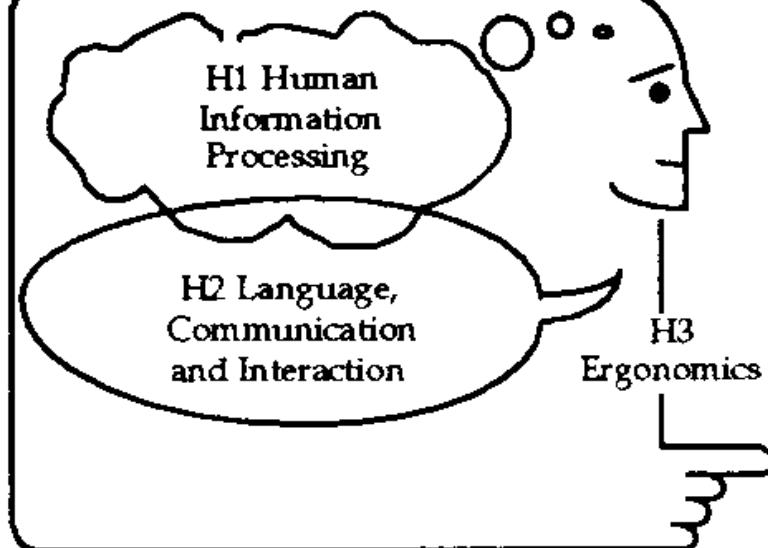
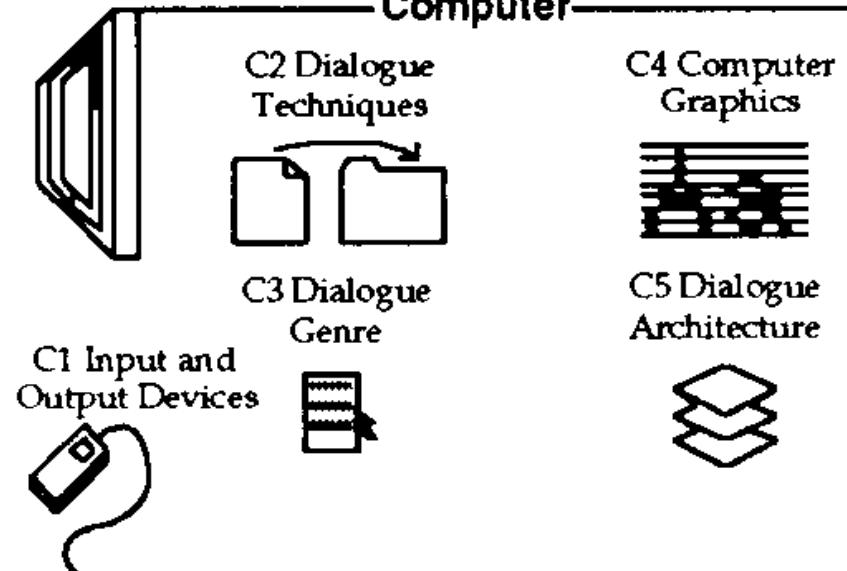
**Use and Context**

U1 Social Organization and Work



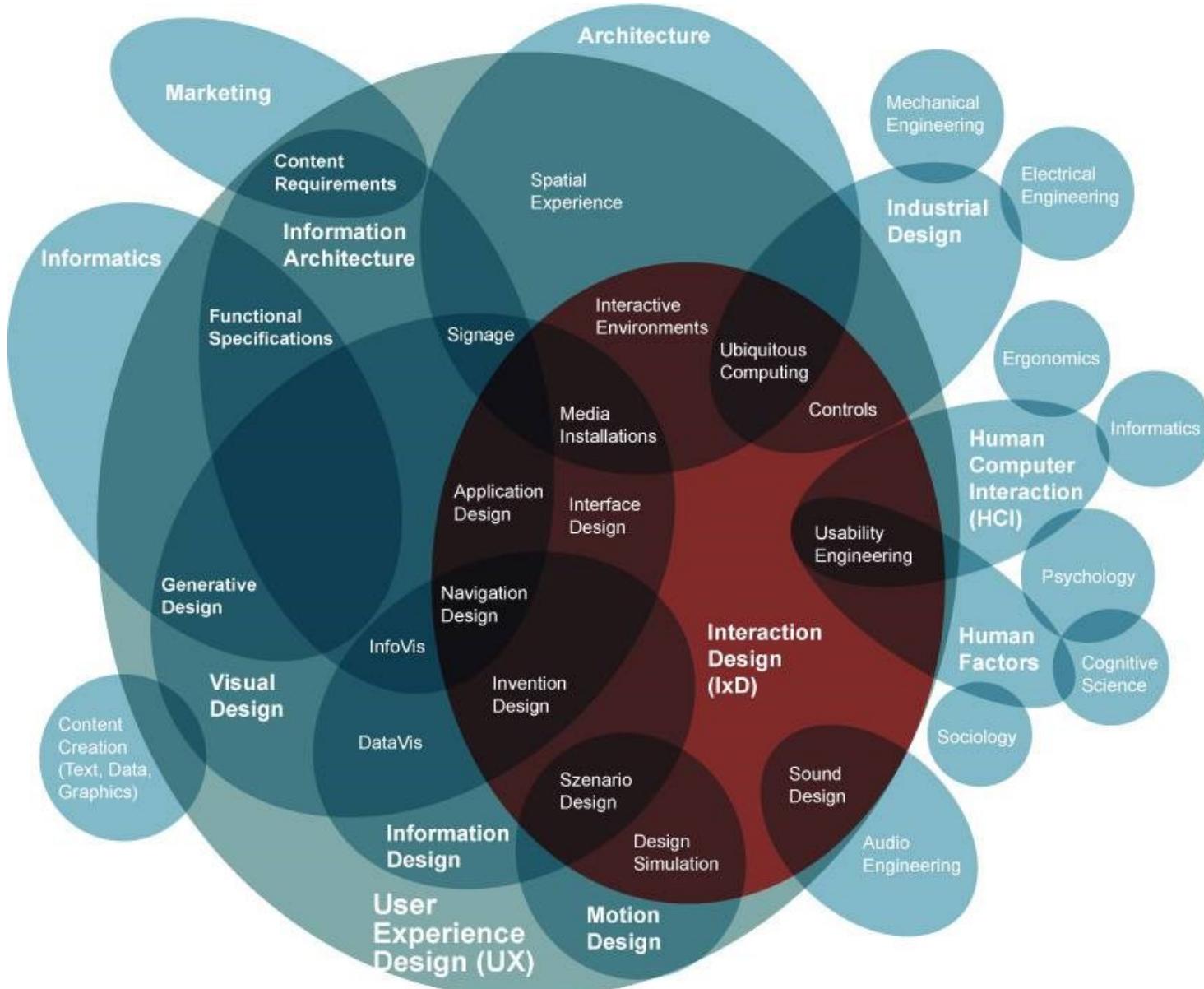
U3 Human-Machine Fit and Adaptation

U2 Application Areas

**Human****Computer**

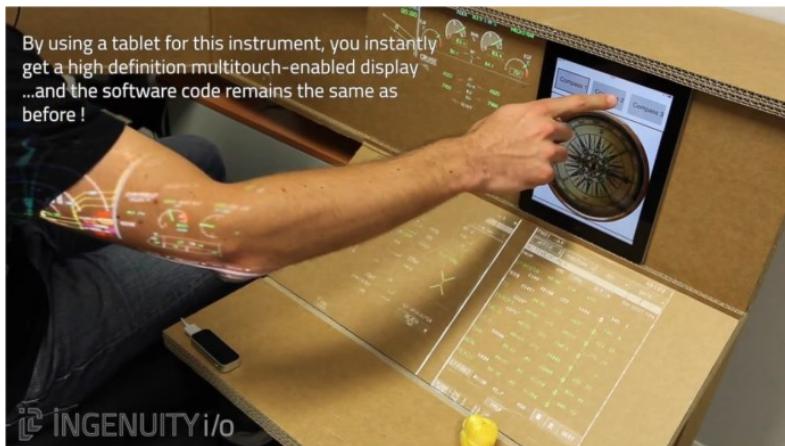
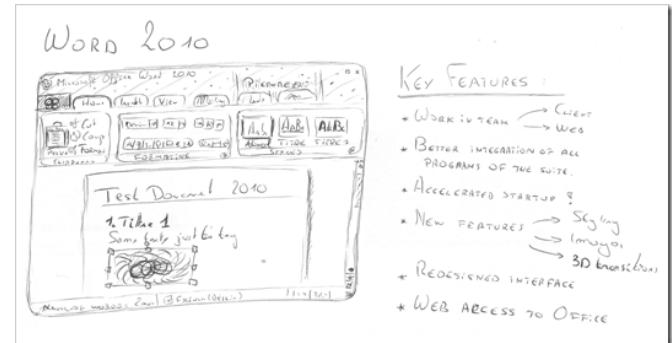
D3 Evaluation Techniques

D4 Example Systems  
and Case StudiesD1 Design  
ApproachesD2 Implementation  
Techniques and Tools**Development Process**



# les domaines abordés par l'IHM

- tout ... et même plus !
  - des applications de bureau ...
  - aux systèmes temps réel critiques (ATC, spatial, ...)
- les systèmes d'E/S
  - des périphériques standards (clavier, souris, écrans)
  - aux périphériques exotiques (touchpad, PDA, tangible, ...)



# introduction

- émergence du domaine
  - dans les années 1980 aux USA (démocratisation de l'informatique, premiers cours d'IHM)  
<http://www.cs.cmu.edu/~amulet/papers/uistory.tr.html>
  - dans les années 1990 en France  
( J. Coutaz / J. Caelen)



création de la conférence IHM (1989 – Sophia-Antipolis)

# introduction

- IHM → étude des phénomènes ...
  - cognitifs
  - matériels
  - logiciels
  - sociaux

mis en jeu dans l'accomplissement de tâches sur support informatique

# conférences

- CHI, UIST, NordiCHI, ... (ACM)
- Interact (IFIP)
- HCI (BCS)
- IHM (AFIHM)
- HCI International
- ...
- TEI, ITS, ... (ACM)



# de la lecture (recommandé)

- <http://dl.acm.org>

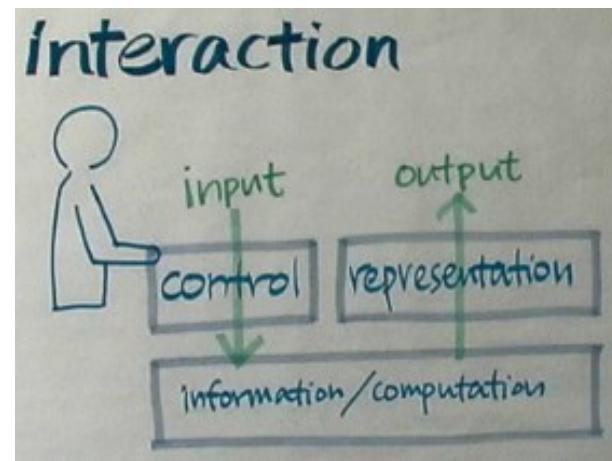
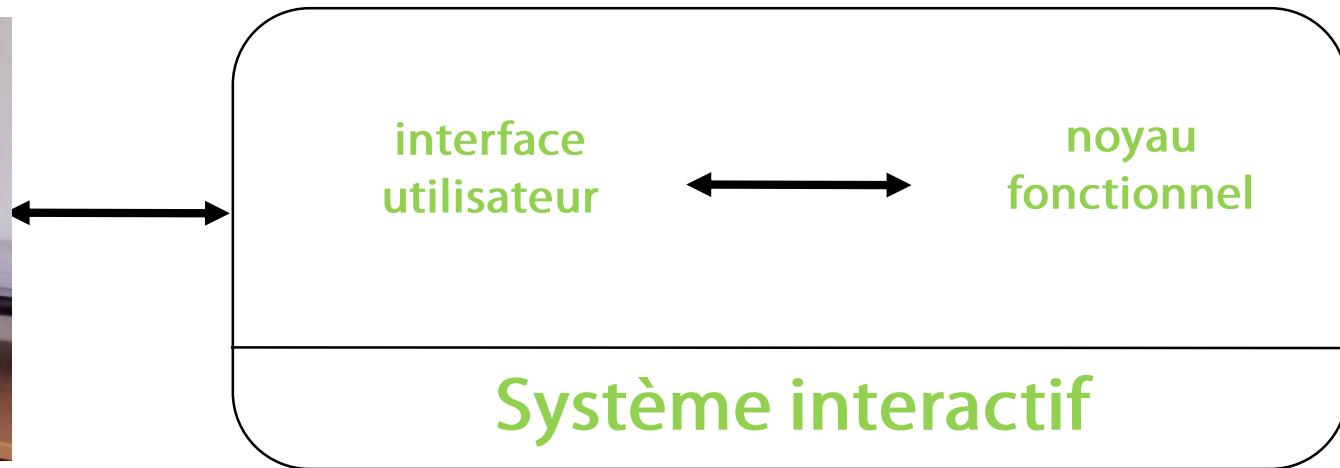


- <http://interactions.acm.org>



- [https://hxd.research.microsoft.com/work/being-human-human-computer-interaction-in-the-year-2020.php \(2008\)](https://hxd.research.microsoft.com/work/being-human-human-computer-interaction-in-the-year-2020.php)

# système interactif

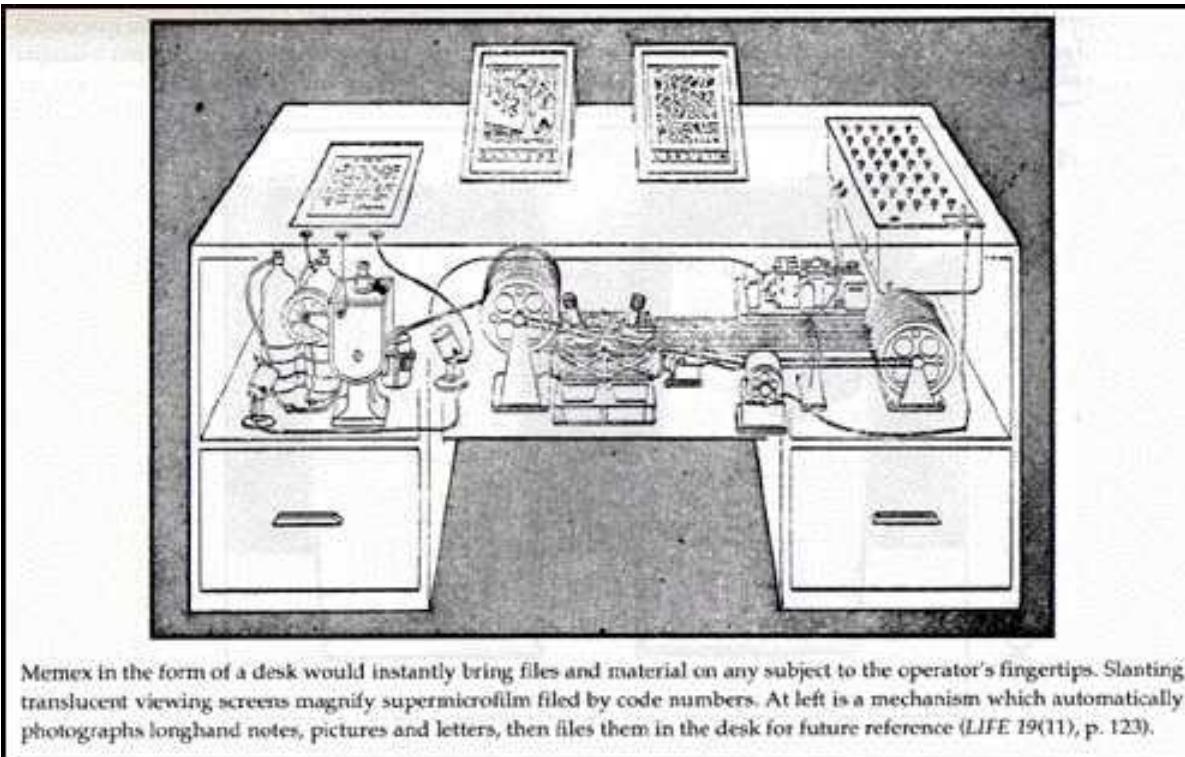


# historique de l'IHM

## points de repère

1 / 7

- Memex (Bush, 1945) : “as we may think”
  - définition du système hypertexte

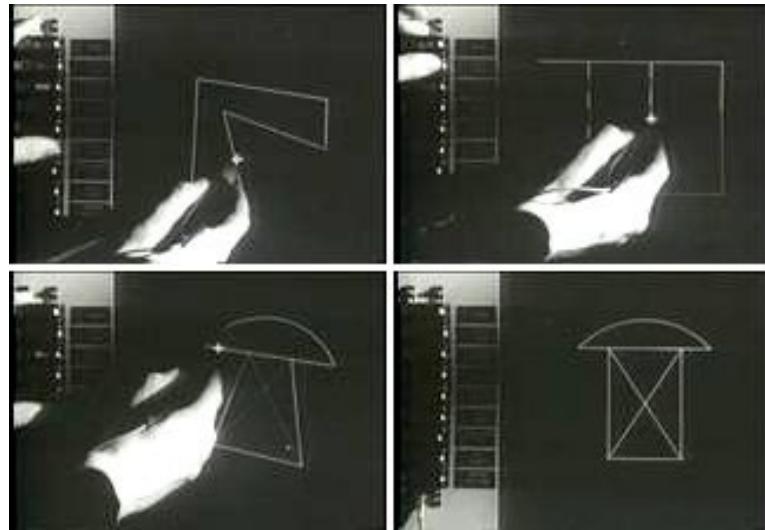


Memex in the form of a desk would instantly bring files and material on any subject to the operator's fingertips. Slanting translucent viewing screens magnify supermicrofilm filed by code numbers. At left is a mechanism which automatically photographs longhand notes, pictures and letters, then files them in the desk for future reference (*LIFE* 19(11), p. 123).

# historique de l'IHM points de repère

2/7

- Sketchpad (Sutherland, 1963)
  - manipulation directe de formes géométriques avec le stylo optique (MIT)

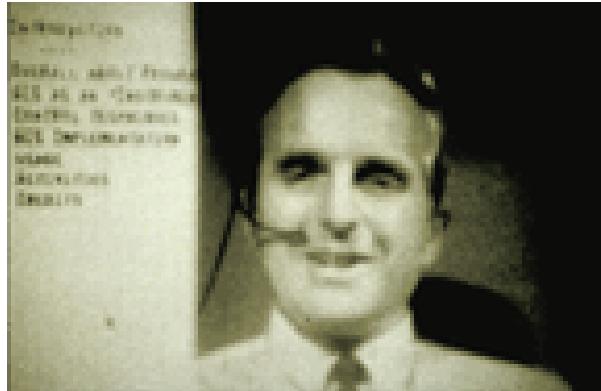


# historique de l'IHM

## points de repère

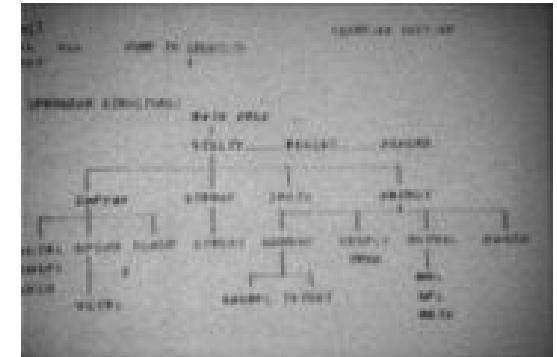
3/7

- NLS/Augment (Engelbart, 1968)
  - travail collaboratif, visio-conférence, partage de documents, intuition d'internet, ...
  - mais aussi invention de la souris (1963) !



**The Mother of All Demos**

<https://www.youtube.com/watch?v=yJDv-zdhzMY>



# historique de l'IHM

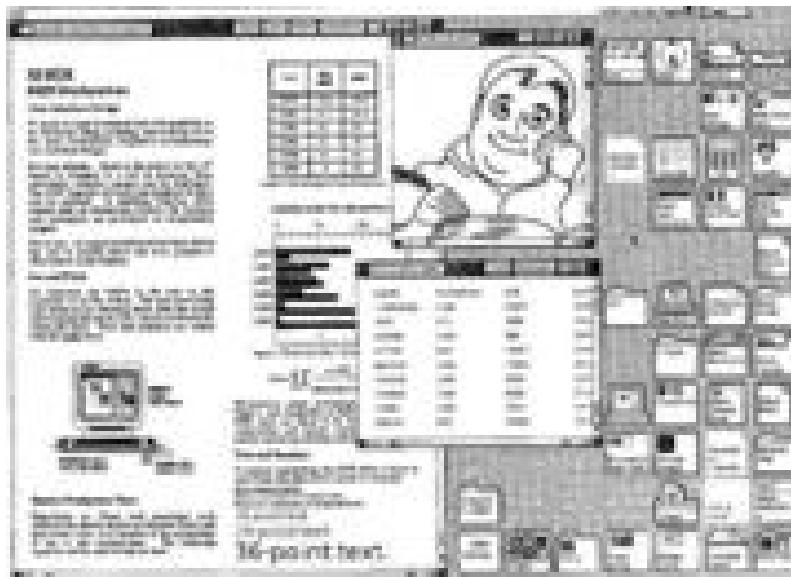
## points de repère

4/7

- Star (Xerox PARC, 1981)
  - station de travail et environnement de programmation graphique
  - système fonctionnant en réseau
  - interface graphique basée sur la **métaphore** du bureau



... mais un échec commercial !



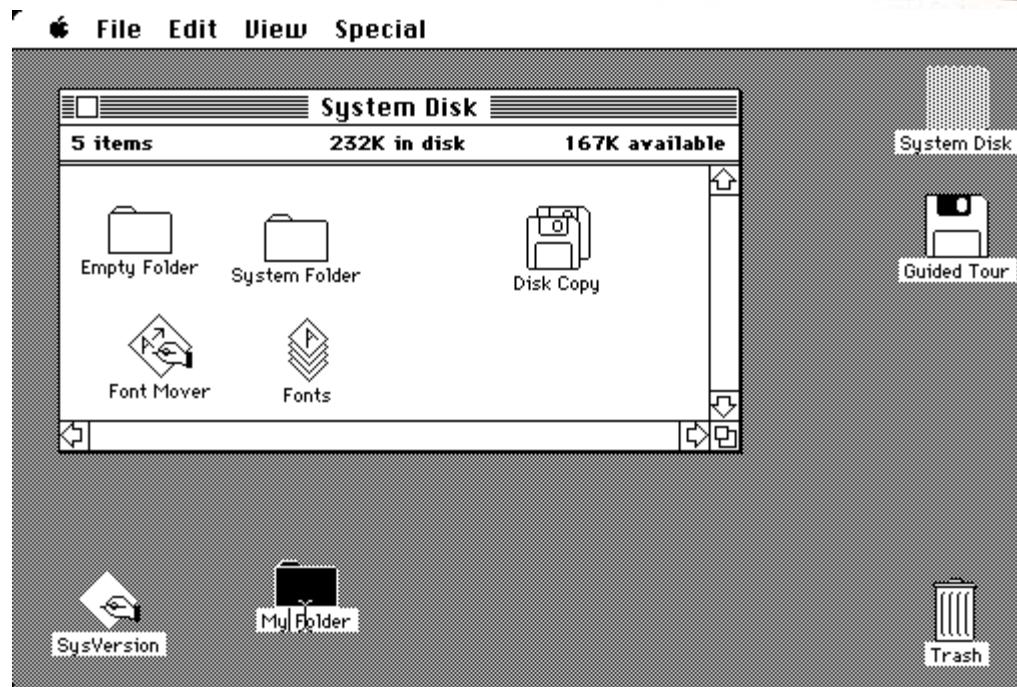
# historique de l'IHM

## points de repère

5 / 7

- Macintosh (Apple, 1984)
  - barre de menu
  - boîtes de dialogue modales

un succès patent



# historique de l'IHM

## points de repère

6/7

- X-Window (MIT, 1985)
  - modèle client/serveur
  - séparation **quoi/comment**
  - utilisation transparente du réseau



emacs: regles.txt

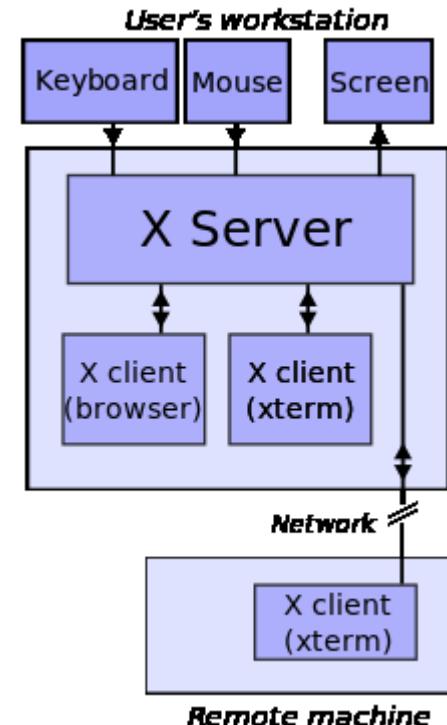
```

File Edit View Cmds Tools Options Buffers Help
Open Dired Save Print Cut Copy Paste Undo Spell Replace Mail Info Compile Debug News

# Fichiers de règles
# Philippe Truillet
# Dernière mise à jour : 08 juin 2001
#
# 99 Règles
### Règles 1 lettre + ...
A1A1 #F164
A1AAA #PAONE
A1AAAA #X3BAGC
A1AA11 #GOLD72
A1A111 #A0M314
A11 #S94
A11A1 #E10E1
A11AAA #I00AYZ
A11A1A #E10T1B
A111 #T781
A111A #B596L
A111AA #F819SW
A1111
A1111A
A1111AA
A11111 #S90404
A11111A #R26054B
A111111 #R225726

-----XEmacs: regles.txt (Text)----Top-----
Loading efs-cu...done

```





# historique de l'IHM points de repère

7 / 7

- World-Wide Web (Berners-Lee, CERN, 1990)
  - modèle hypertexte en réseau

mais

- des protocoles figés
- des possibilités d'interaction (très) réduites

## World Wide Web

The WorldWideWeb (W3) is a wide-area [hypermedia](#) information retrieval initiative aiming to give universal access. Everything there is online about W3 is linked directly or indirectly to this document, including an [executive summary](#), [Frequently Asked Questions](#), etc.

**What's out there?**  
[Pointers to the world's online information](#), [subjects](#), [W3 servers](#), etc.

**Help**  
[on the browser you are using](#)

**Software Products**  
A list of W3 project components and their current state. (e.g. [Line Mode X11 V10a](#), [NeXTStep](#), [Servers](#), [Tools](#), [Details of protocols, formats, program internals etc](#))

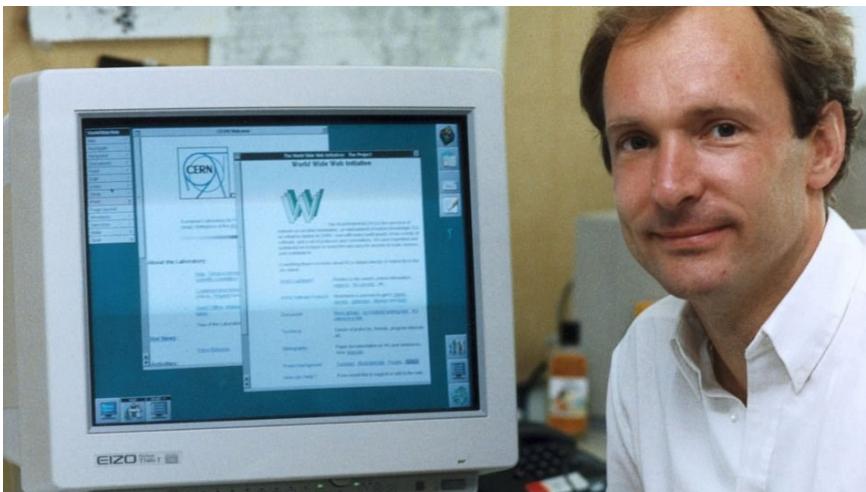
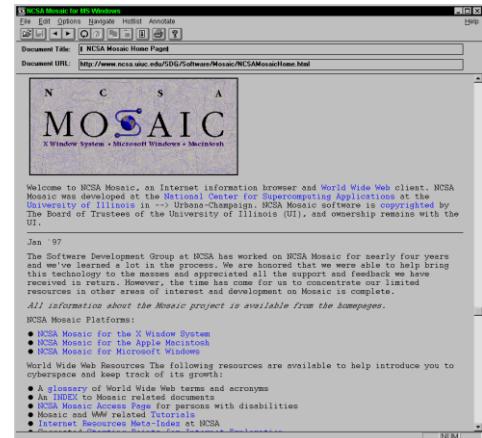
**Bibliography**  
[Paper documentation on W3 and references](#).

**People**  
A list of some people involved in the project.

**History**  
A summary of the history of the project.

**How To Link**  
If you would like to support the web.

**Getting code**  
Getting the code by [anonymous FTP](#), etc.



# Un débat : Fonction vs Usage

- Un credo : **Less is more!**

**AltaVista®** The most powerful and useful guide to the Net

Ask AltaVista™ a question. Or enter a few words in any language  Help - Advanced

Example: Where can I download mp3 files for instrumental music?

**Specialty Searches** AV Family Filter - AV Photo Finder - AV Tools & Gadgets  
Entertainment - Health - Online Shopping - Careers - Maps  
People Finder - Stock Quotes - Travel - Usenet - Yellow Pages

**CATEGORIES**

- Automotive
- Business & Finance
- Computers & Internet
- Health & Fitness
- Hobbies & Interests
- Home & Family
- Media & Amusements
- People & Chat
- Reference & Education
- Shopping & Services
- Society & Politics
- Sports & Recreation
- Travel & Vacations

**NEWS BY ABCNEWS.com**

- ▶ Lewinsky Talks
- ▶ Olympic House-cleaning
- ▶ Jasper Trial Begins
- ▶ Papal Mass Draws 1 Million Mexicans

**ALTAVISTA HIGHLIGHTS**

Search Clinton Video Footage:  
 ▶ New State of The Union  
 ▶ Impeachment Trial  
 ▶ Clinton Testimony  
 Video courtesy of C-SPAN.

Featured Sponsors  
 50% Savings!  
 Quality DutyFree Jewelry!  
 Great Gifts from BLOCKBUSTER®  
 • Save on bestsellers everyday at Amazon!  
 PC Flowers and Gifts Valentines Specials

**OTHER SERVICES**

- AltaVista Discovery - Video Search Demo
- FREE Email - AV Translation Services
- Make Us Your Homepage - Create A Card
- Photo Albums! - Asian Languages

2. **Google**<sup>SM</sup>

About Google Jobs@Google

Enter your search terms...

...or [browse web pages](#) by category.

# caractéristiques d'une bonne interface

- **adaptée aux besoins**
- **facile à apprendre**
- **intuitive** (prédictive) → utilisation de **métaphores** !
- **rassurante** (apprentissage par essais/erreurs)
- **agréable** (esthétique, dynamique, ludique)
- **performante** (tâches rapides à exécuter, réactions immédiates)



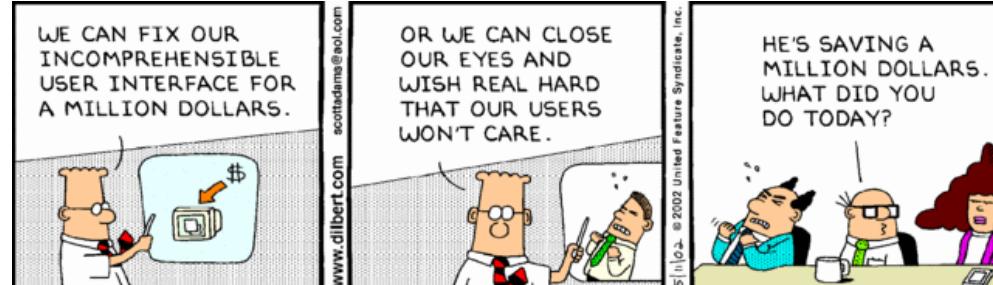
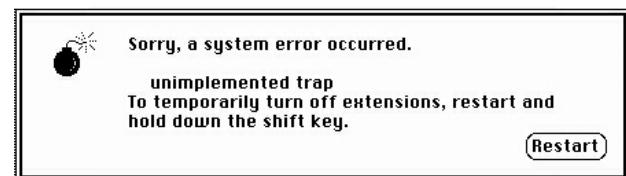
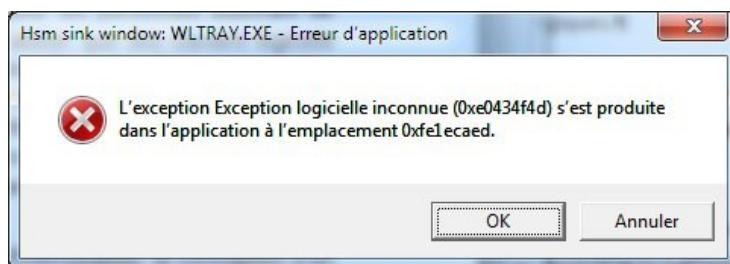
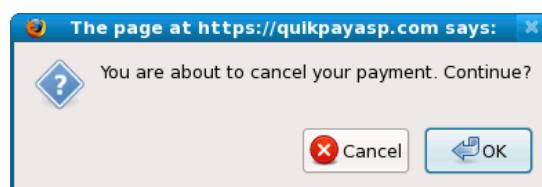
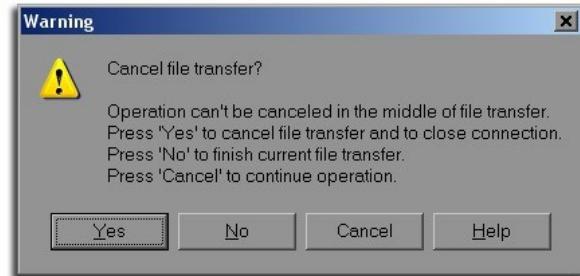
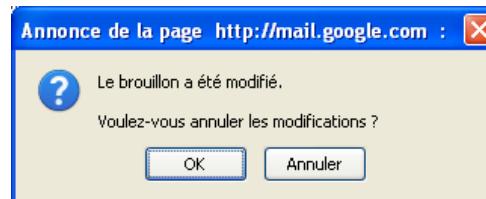
**La trahison des images**  
**Magritte (1929)**

➔ Deux grands principes

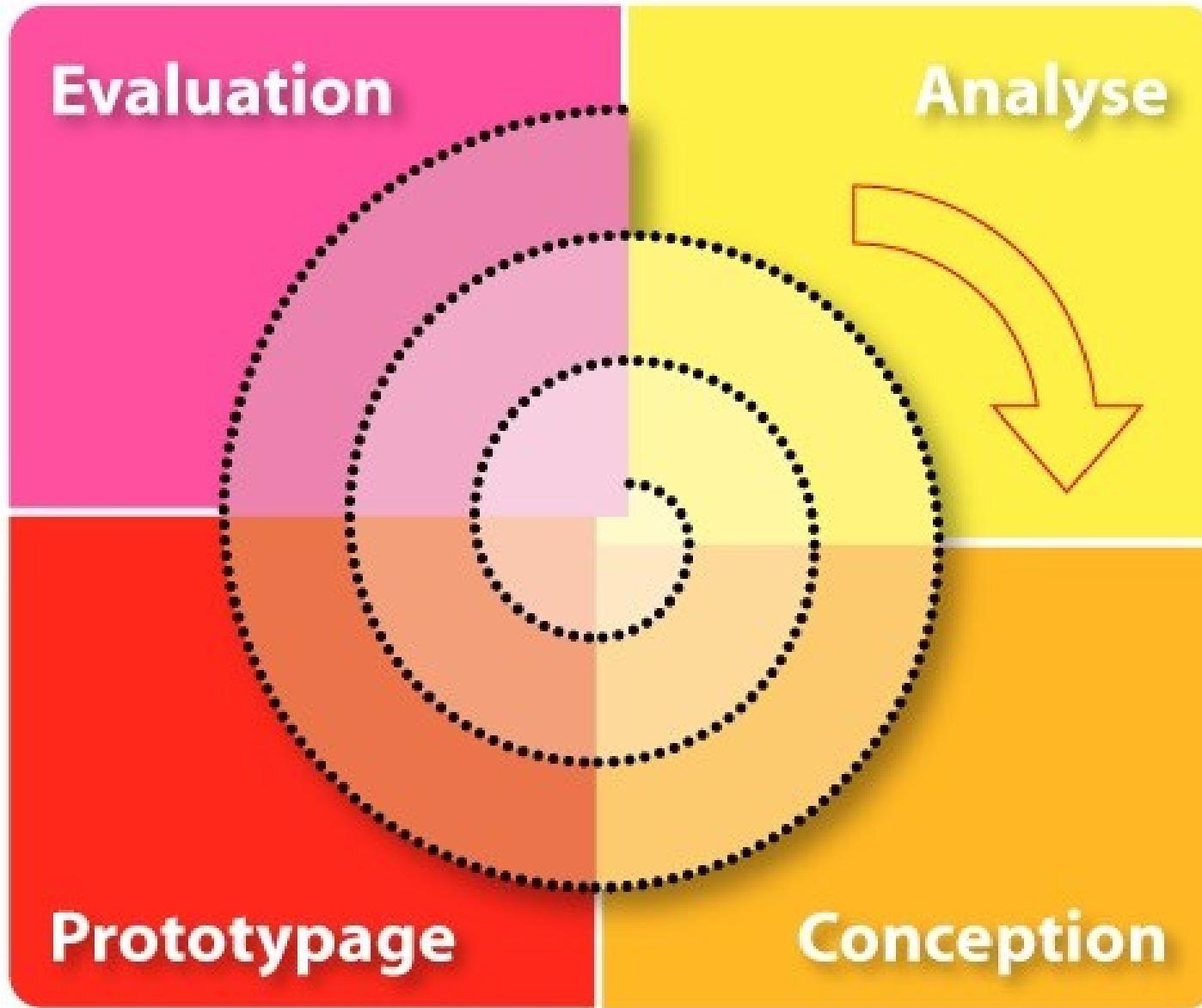
utilité et utilisabilité (efficacité, efficience, satisfaction)  
(Ergonomie – ISO 9241-11, 1998)

# dangers d'une “mauvaise” interaction

- rejet (“*technopathie*”) par les utilisateurs
- coût d'apprentissage (**formation**)
- perte de productivité des utilisateurs
- manque à gagner dû à une utilisation incomplète
- coûts de maintenance
- perte de crédibilité



# Un cycle ...

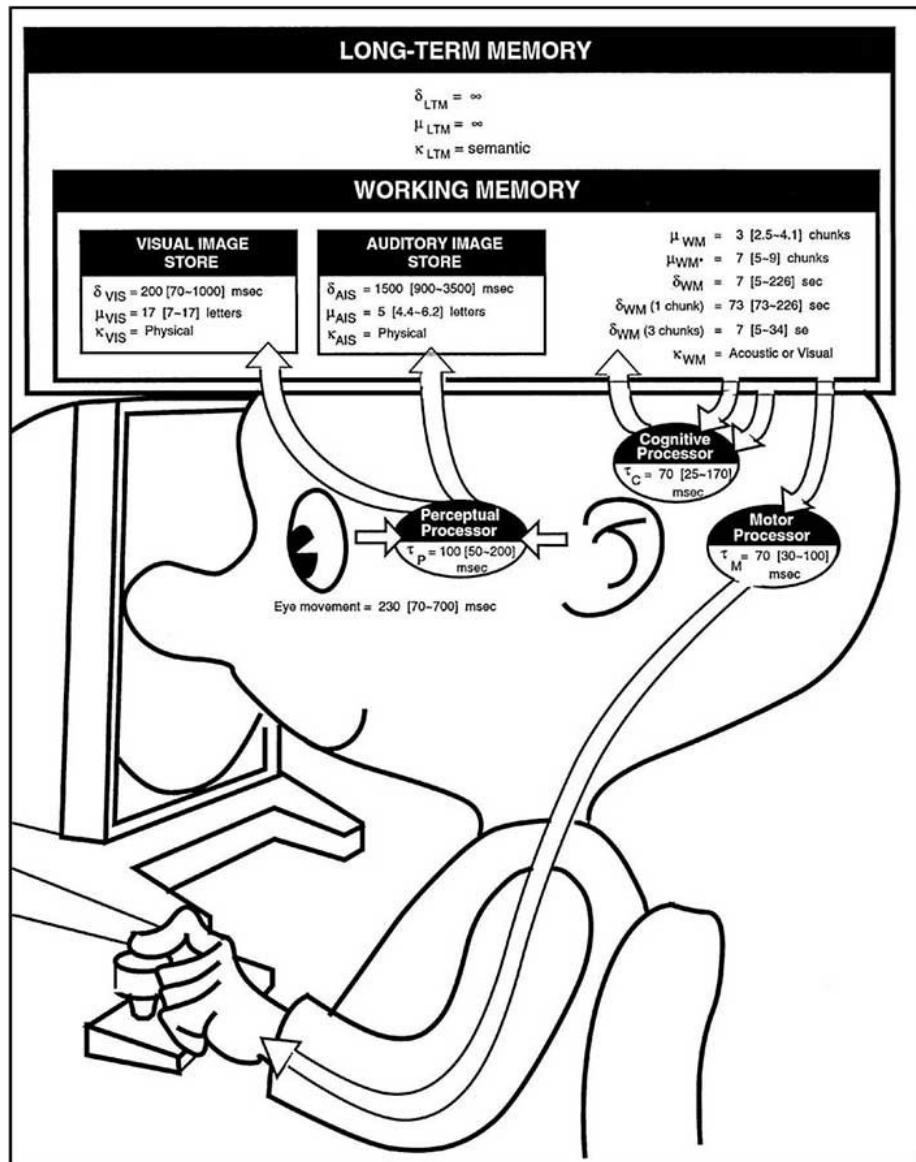


# Phase d'Analyse

- Comprendre et prendre en compte les capacités de l'utilisateur
- Comprendre « la tâche » de l'utilisateur
  - Modèles de tâches (bas niveau comme GOALS, Keystroke ou plus haut-niveau comme CTTE, ...)
  - Observations, questionnaires, ...

# modèle(s) de l'humain

- capacité(s) de perception ?
- capacité(s) de traitement ?
- capacité(s) d'action ?



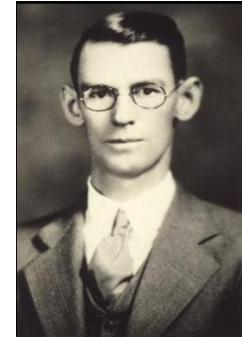
# notion de perception

## définition

*Ensemble des mécanismes psychologiques et physiologiques dont la fonction est de prendre de l'information et de l'interpréter*

- pour élaborer un diagnostic
- pour prendre une décision
- pour construire un plan d'actions
- pour emmagasiner des connaissances





# notion de perception le rôle du contexte

- tâche de Stroop [1935] : énoncer les couleurs de chaque mot

vert  
rouge  
bleu  
orange  
noir  
violet

vert  
rouge  
bleu  
orange  
noir  
violet

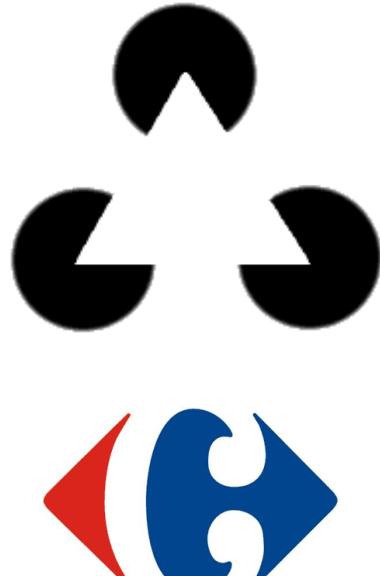
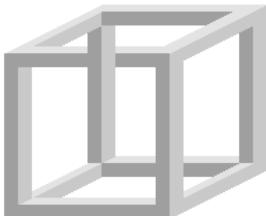
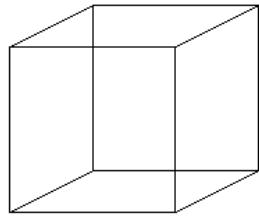
# notion de perception

## le rôle du contexte

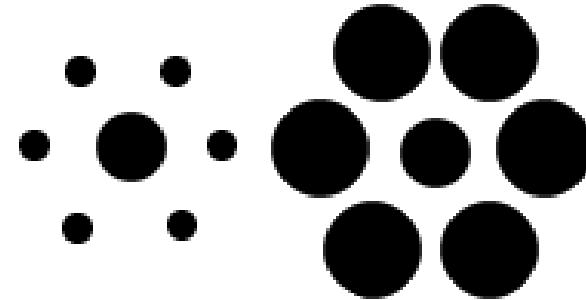
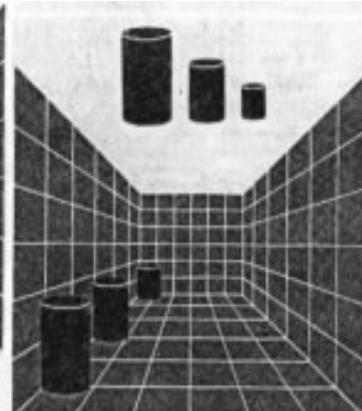
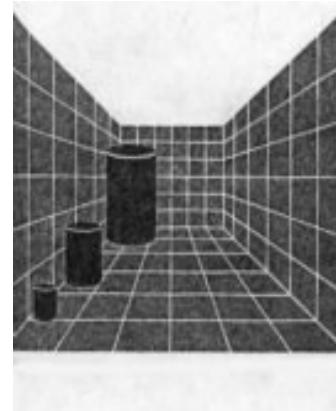
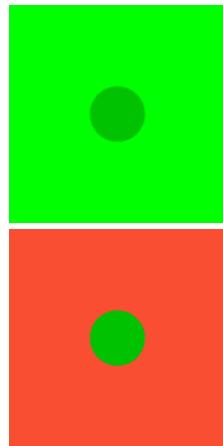
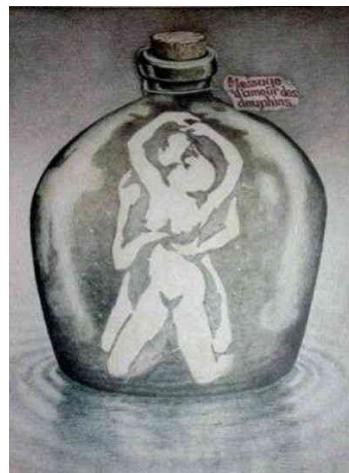
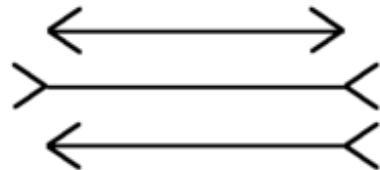
- traitement automatique et non-intentionnel des mots
  - effet d'interférence
    - le temps requis pour nommer la couleur de l'encre des mots colorés est plus long aux essais incongruents (**rouge**) qu'aux essais neutres (**corbeille**)
  - ou effet de facilitation
    - le temps de nomination de la couleur est plus court aux essais congruents (**bleu**) qu'aux essais neutres

Norte cervaeu ne tardiat pas excatenmt ce que viot norte oiel. Influencé par son aqucis, il reocnniat globaelmnet les mnots, sans se perocucper de l'odrre des letters. Les permèire et dernière letetrs lui sufifsnet. Si l'oiel viot une sucessessoin de letrtes, le crevaeu prned le mot cmome un tuot et le comprae à un mot qu'il conanît.

# notion de perception le rôle du contexte

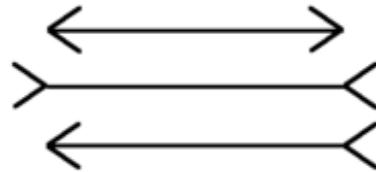


**Carrefour**

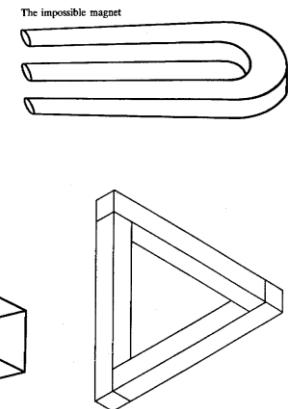
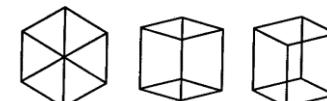
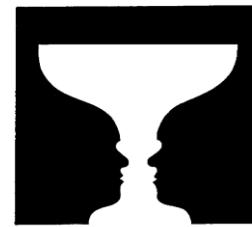
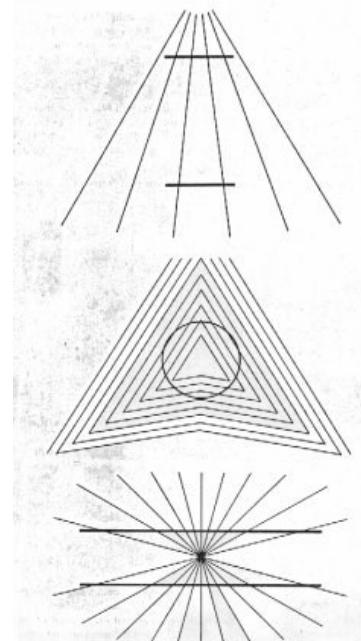
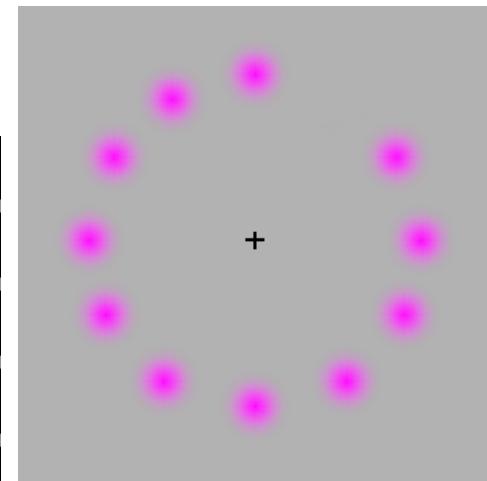
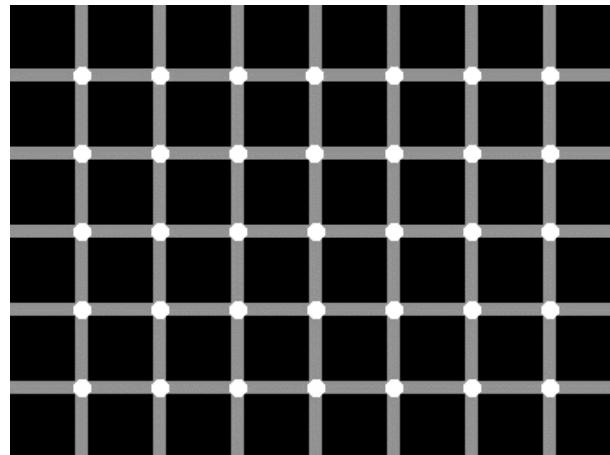
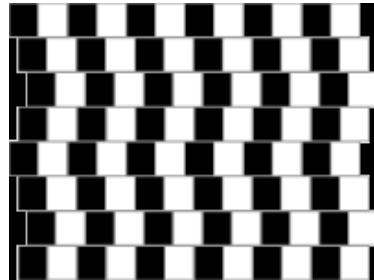


# notion de perception sensations erronées

- figures de Luckiesh (1965)
- illusion de Müller-Lyer (1889)



- ...

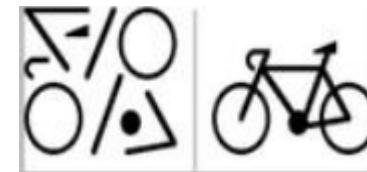
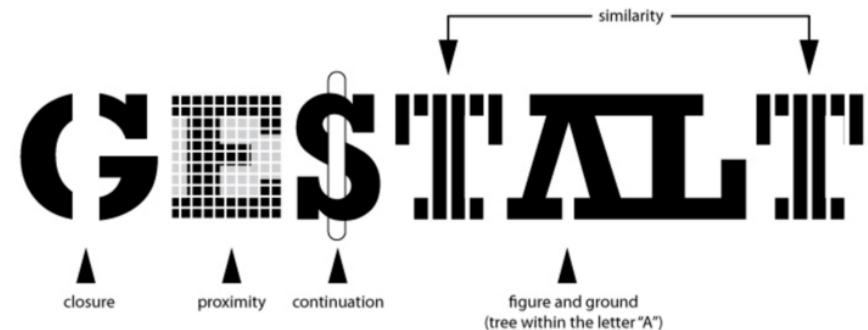
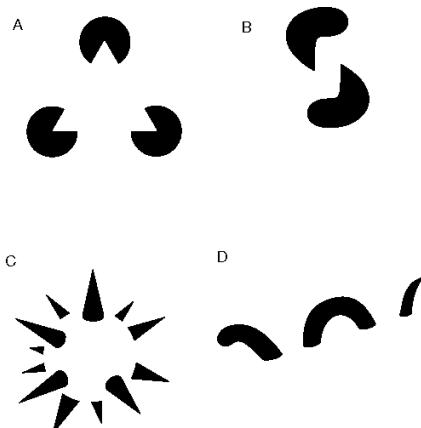


# Théorie de la Gestalt



- **Gestalttheorie – Psychologie de la forme**

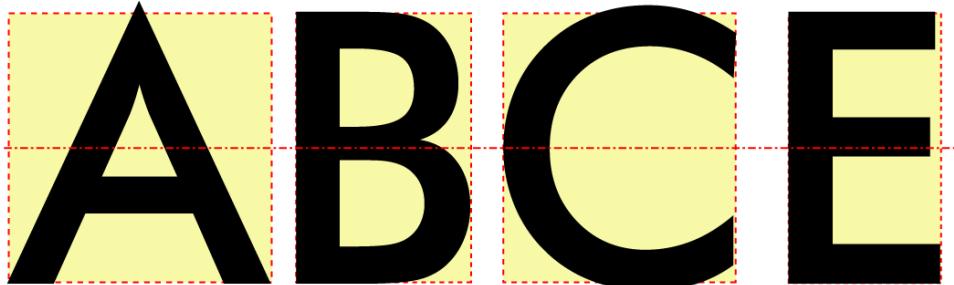
- Le tout est plus que la somme des parties
- Loi de proximité
- Loi de similarité
- Loi de continuité



# notion de perception

## illusion correctrice

- effets d'optique et correction d'optique  
(important en typographie)



**A B C D E F G**  
**H I J K L M N O P**  
**Q R S T U V W**  
**X Y Z**

A	B	C	D	E	F	G	H
0043	0042	0043	0044	0045	004	0047	0048
I	J	K	L	M	N	O	P
0049	0044	0049	004C	0049	004E	004F	0049
Q	R	S	T	U	V	W	X
0052	0052	0053	0054	0055	0054	0055	0056
Y	Z						
0059	005A						
a	b	c	d	e	f	g	h
0041	0042	0043	0044	0045	0046	0047	0048
i	j	k	l	m	n	o	p
0049	004A	004B	004C	004D	004E	004F	0049
q	r	s	t	u	v	w	x
0071	0072	0073	0074	0075	0076	0077	0079
y	z						
0079	007A						
0	1	2	3	4	5	6	7
0050	0051	0052	0053	0054	0055	0056	0057
8	9	0					
0058	0059	0050					

**A B C D E F G H I J K L M**  
**N O P Q R S T U V W X Y Z**  
**a b c d e f g h i j k l m**  
**n o p q r s t u v w x y z**  
**0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ! ? #**

Fonte  
 OpenDyslexic  
<https://opendyslexic.org/>

# théorie

## modèle humain : processeur ... 1 / 5

(Card, Moran, Newell, 1983)

- l'humain est considéré comme un système de traitement de l'information composé de système :
  - sensoriel
  - moteur
  - et cognitif

# théorie

## modèle humain : processeur ... 2/5

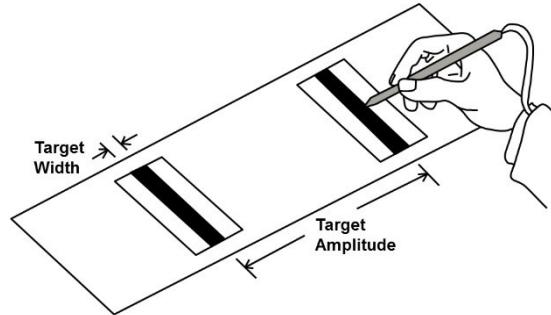
- quelques résultats appliqués :
  - temps de réaffichage
    - effet d'animation si réaffichage < 1/10 s (environ 15 images/seconde)
  - suivi de la souris
    - vitesse maximale de la main : 1 à 1,5 m/s
  - le chiffre magique 7 +/- 2 (Loi de Miller, 1956)
    - ex : nombre de commandes maximales dans un menu pour qu'elles soient mémorisables
  - **Loi de Fitts, 1954**
  - Loi de Hick-Hyman, 1953



# théorie

## modèle humain : processeur ... 3/5

- expérience de Fitts (1954)
  - « tapping » alterné
  - loi déduite de l'expérience



**Loi de Fitts**  
(reformulée par Mc Kenzie)  
 $T = a + b \log_2(\text{amplitude/taille} + 1)$

<http://www.yorku.ca/mack/hfes2009.html>

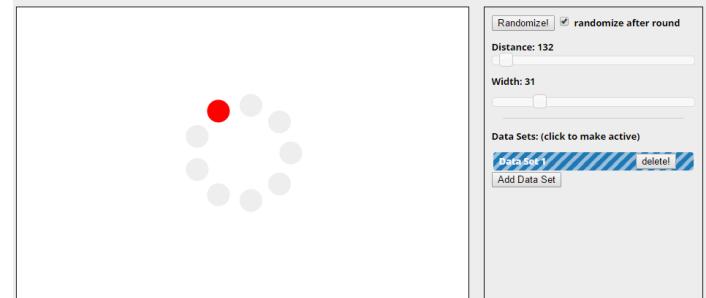
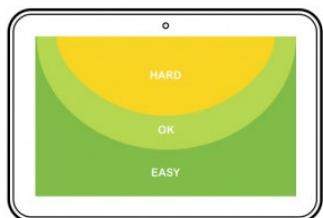


fig. 1a: Test Area: Try to click the red circle as fast as possible but at the same time try to avoid errors.

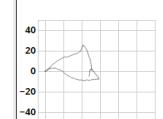


fig. 1b: Deviation form straight path over path distance in px.

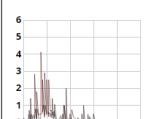


fig. 1c: Movement speed in px/ms over time in ms.

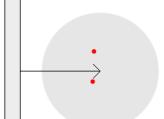


fig. 1d: Click position relative to approach direction.

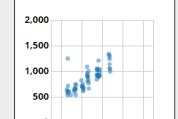


fig. 1e: Time in ms over ID.

<http://simonwallner.at/ext/fitts>

# théorie

## modèle humain : processeur ... 4/5

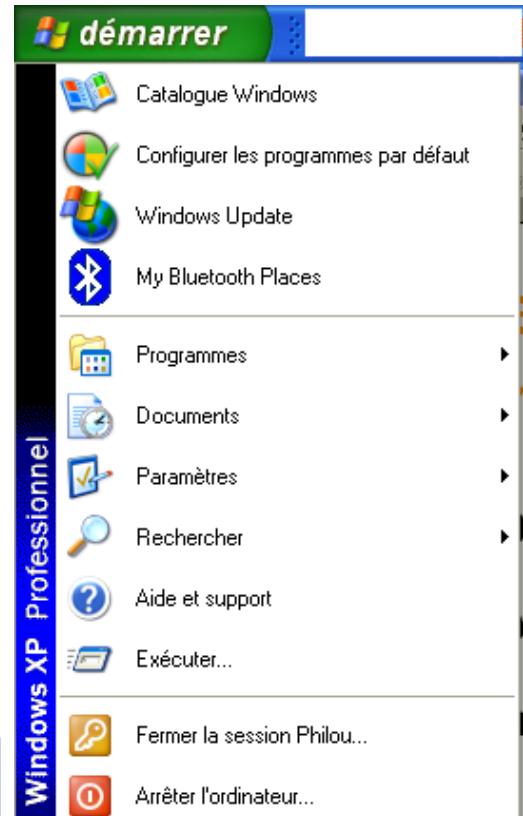
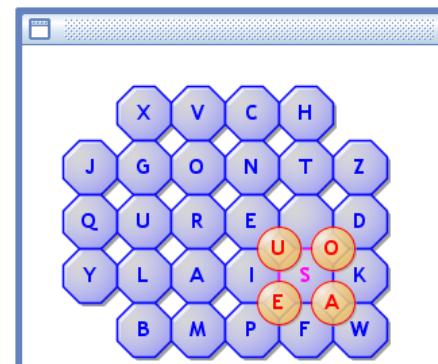
- loi de Hick-Hyman (1952-1953)
  - temps prévu lié au repérage d'un item parmi n

### Loi de Hick-Hyman

$$T = b \log_2(n+1)$$

*en cas de probabilités  $p_i$  non égales*

$$T = b \sum p_i \log_2(1/p_i + 1)$$



# théorie

## modèle humain : processeur ... 5/5

- des modèles (Card, Moran, Newell)
  - **GOMS (Goal Operator Method Selection)**
    - cadre pour les méthodes de conception d'interfaces
    - évaluation prédictive des performances
  - **Keystroke**
    - décomposition en tâches élémentaires pour prédire le temps d'exécution
    - opérateurs : K (frappe), P (désignation), H (retour de la main), D (dessin), M (activité mentale), R (temps de réponse du système)

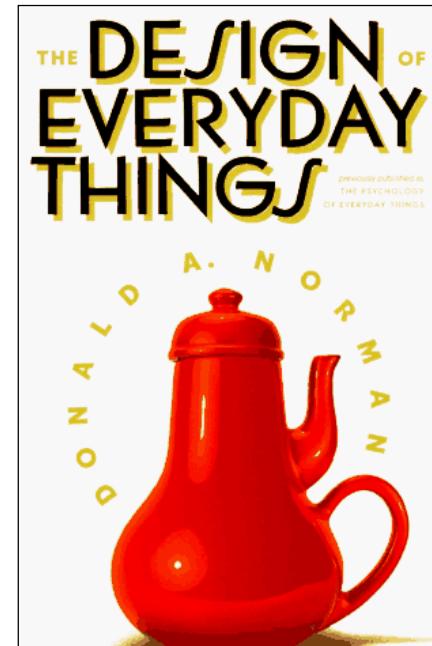
# théorie

## théorie de l'action

1 / 4



- modélise les processus psychologiques qui conduisent à un comportement (Norman)
- basé sur la réalisation d'une tâche :
  - établissement du but
  - formation d'une intention
  - spécification d'une suite d'actions
  - exécution des actions
  - **perception** de l'état du système
  - interprétation de l'état du système
  - évaluation de l'état par rapport au but fixé
- 2 “gouffres” : celui de l'exécution et celui de l'évaluation

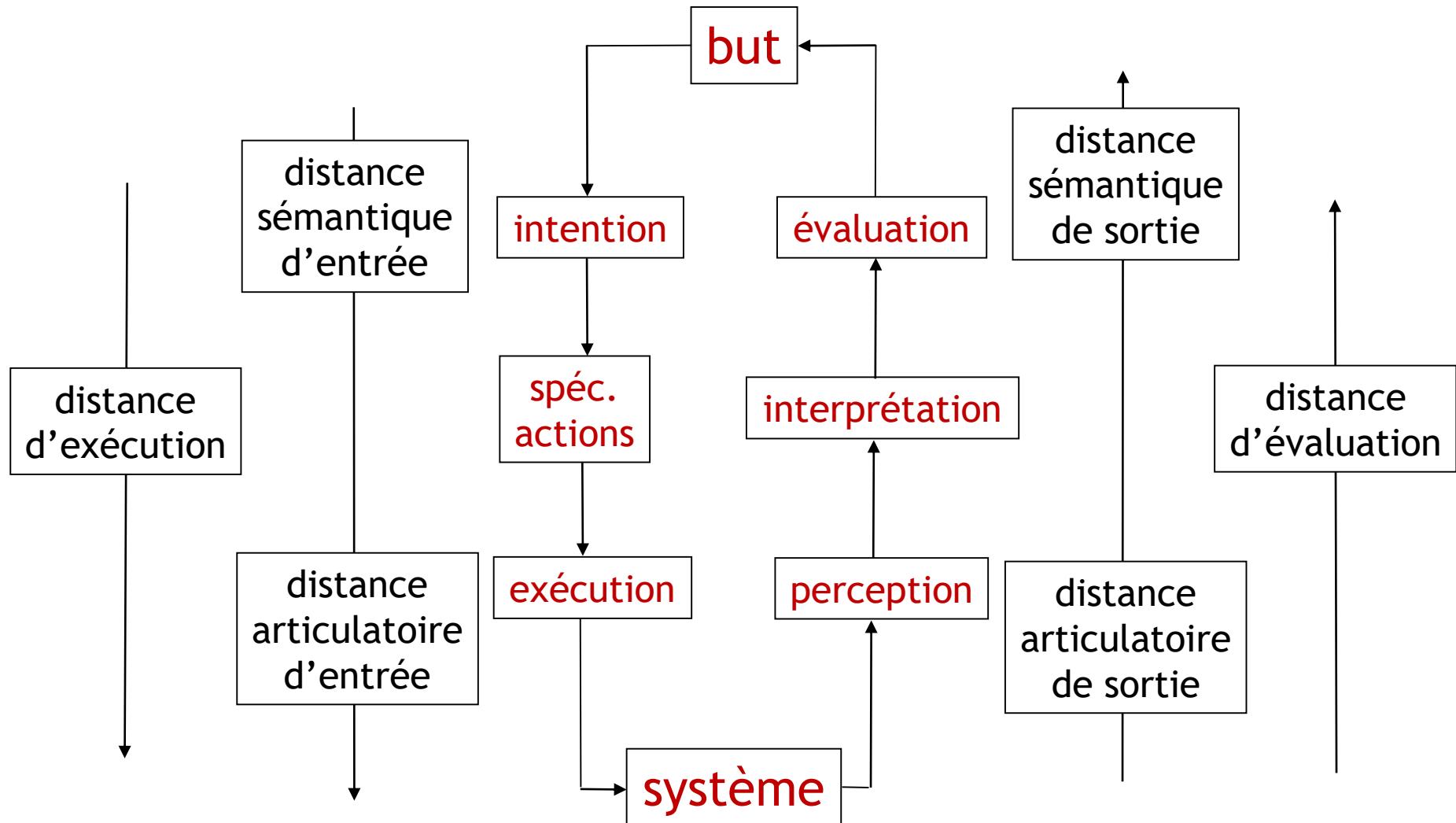


Don Norman (1990), The Design of Everyday Things.  
Doubleday Business Eds, ISBN-10: 0385267746

# théorie

## théorie de l'action

2/4

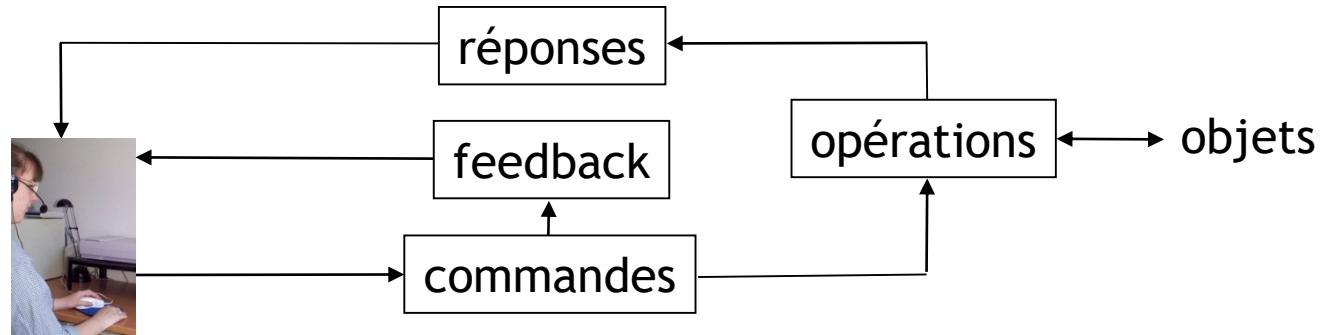


## théorie

## théorie de l'action

3/4

- modèles perceptuel et conceptuel
  - modèle **perceptuel** : modèle mental construit par l'utilisateur
  - modèle **conceptuel** : description et fonctionnement du système



La distance entre les deux modèles détermine l'utilisabilité du système

# théorie théorie de l'action

4/4



- notion **d'affordance** (Gibson, 1977)

- l'affordance fait référence aux “propriétés réelles et perçues d'une chose, et particulièrement à celles qui déterminent les actions pouvant être entreprises sur la chose” c'est à dire la **capacité d'un objet à suggérer sa propre utilisation**

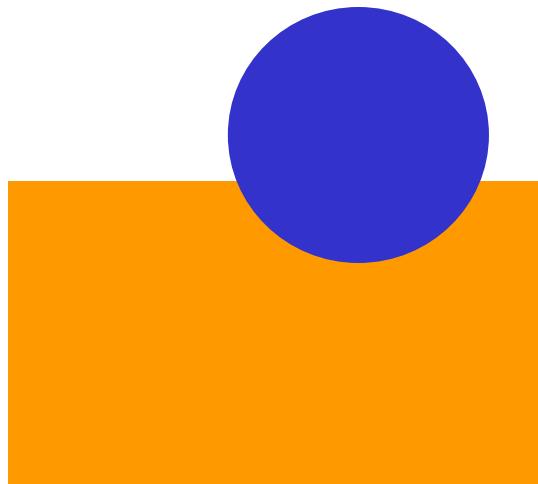


James J. Gibson (1977), The Theory of Affordances.

In *Perceiving, Acting, and Knowing*, Eds. Rt Shaw and J Bransford, ISBN 978-0-470-99014-8

# exercice

- un (premier) exemple :
  - de quoi est fait ce dessin ?
  - comment est fait ce dessin ?



- un ensemble de points que l'on peut donc effacer ?
- ou ... un rectangle et un cercle que l'on peut donc modifier/déplacer ?



# exercice

- **un exercice :**
  - (simplement) des pièces à assembler
- **la question :**
  - qu'est-ce que c'est ?
  - montrez-le !
- analyse en cours ...



# exercice

- affordance des pièces (cylindres et trous)
- des contraintes physiques
  - repose sur les propriétés du monde physique
- sémantiques
  - repose sur notre connaissance de la situation et du monde
- culturelles
  - repose sur des conventions culturelles (exemple : les phares)
- logiques
  - exemple : toutes les pièces doivent être utilisées



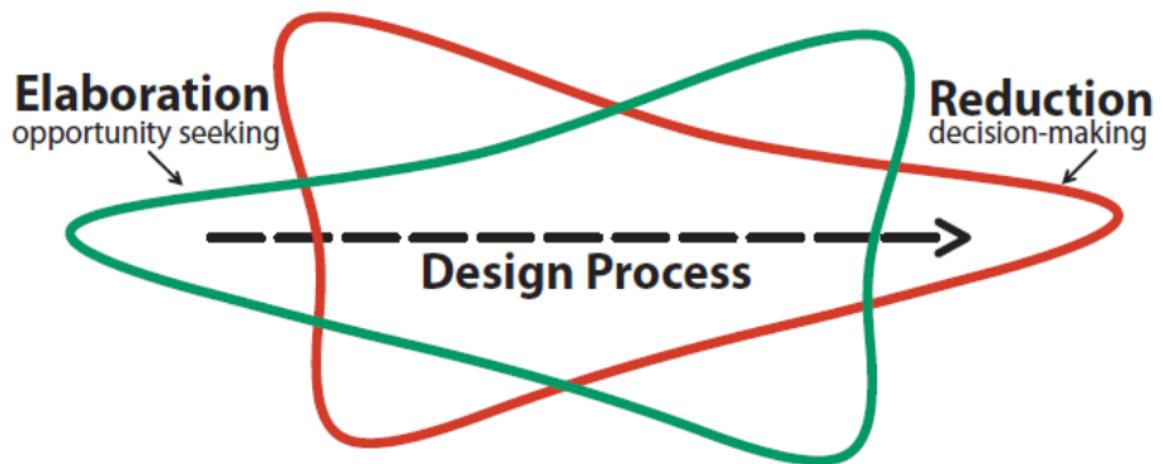
# Phase de Conception

**“ There is no single recipe for human-centered design ”**

R. Kling & S. L. Star, 1998

**“The best way to have a good idea is to have lots of ideas.“**

L. Pauling





# UCD : User Centered Design



Norme ISO 13407 (1999)

- en français : CCU (Conception Centrée Utilisateur) -
- **Constat** : les utilisateurs finaux sont les mieux placés pour évaluer et influencer le développement d'un produit
- **Conséquence** : La CCU impose que le développement du produit doit être guidé par les besoins des utilisateurs plutôt que par les possibilités technologiques

# UCD : User Centered Design

**ISO 13407 est mort, vive ISO 9241-210 (2010) .**



## 5 critères d'application

- La prise en compte en amont des utilisateurs, de leurs tâches et de leur environnement
- La participation active des utilisateurs, garantissant la fidélité des besoins et des exigences liées à leurs tâches
- La répartition appropriée des fonctions entre les utilisateurs et la technologie
- L'itération des solutions de conception, jusqu'à satisfaction des besoins et des exigences exprimés par les utilisateurs
- L'intervention d'une équipe de conception multidisciplinaire, visant une expérience utilisateur optimale

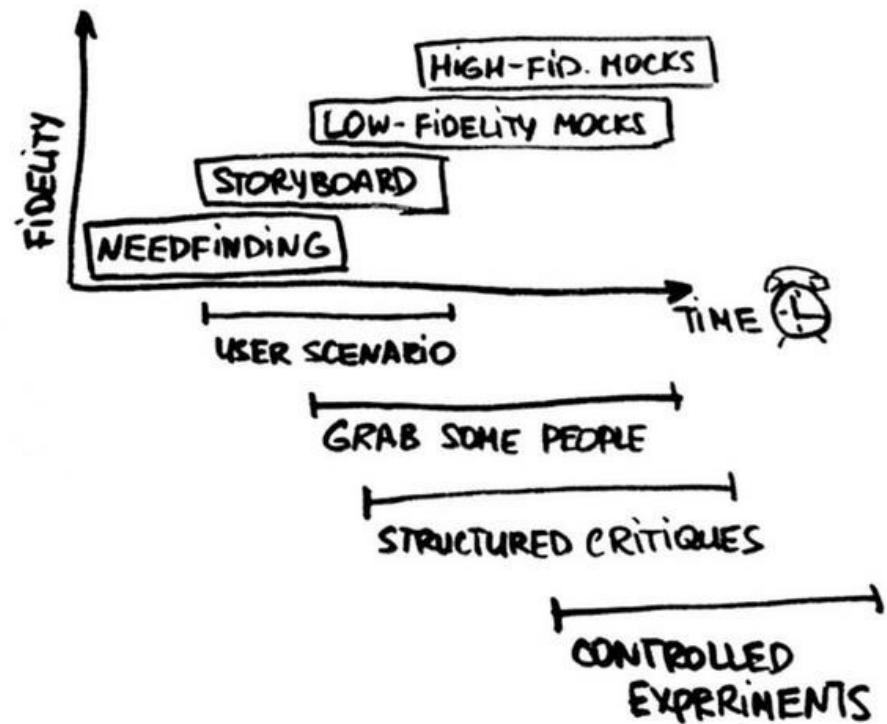
# UCD : User Centered Design

## méthode

**interface** : vue de l'utilisateur sur le système

- commencer le développement informatique par l'interface afin
  - d'éviter les phénomènes de rejet ou sous-utilisation
  - et favoriser l'appropriation rapide

→ processus itératif et participatif



# UCD : User Centered Design

## méthodes

- **conception centrée utilisateur**

- observation sur le terrain
- scenarios
- personas
- maquettage

- **évaluation centrée utilisateur**

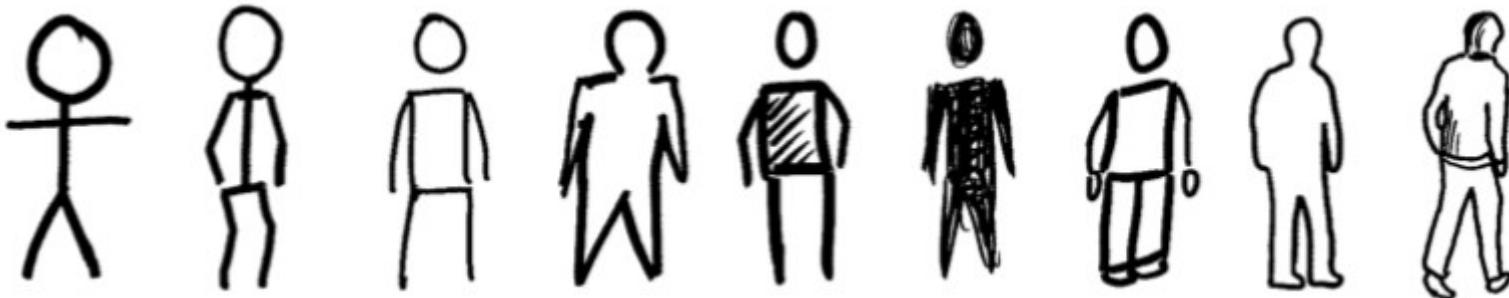
- prédictive : sans utilisateur
- expérimentale : avec utilisateur
  - magicien d'Oz



# PD : Participatory Design

## brainstorming, scénarios et prototypage

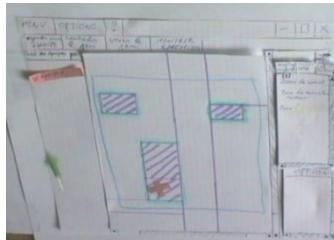
- complément au développement structuré
- les concepteurs développent un ou plusieurs modèles opérationnels pour démontrer une idée.



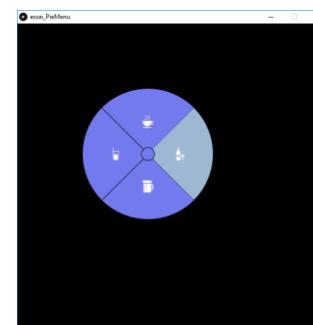
- le prototype implémente des idées les rendant ...

# PD : Participatory Design brainstorming, scénarios et prototypage

- ... visibles, compréhensibles et testables !
  - Prototypes basse-fidélité : papier, vidéo



- Prototypes moyenne-fidélité (hybrides)
- Prototypes haute-fidélité : scripts, code, ...



# UCD : User Centered Design conclusion

Une IHM, c'est comme une maison :  
il faut de nombreuses compétences  
pour la construire

- il faut comprendre les besoins pour concevoir et concevoir et maquetter pour comprendre les besoins  
...  
• c'est aussi un cycle à adapter en fonction du temps, du type d'applications, de la maturité des technologies, ...

# Phase de prototypage

- De nombreux outils sont mûrs pour développer des prototypes (voire des systèmes commercialisables !) en (**TRES**) peu de temps
- Le plus difficile est souvent de choisir le bon périphérique et la bonne plateforme de développement



Ingenuity I/O

# Prototypage

- Quelques « **outils de prototypage rapide** » intéressants

- **Frameworks**

- <https://gomockingbird.com/home>
- <http://mockupbuilder.com>
- <https://balsamiq.com/products/mockups>
- <https://proto.io>

- **Languages** : Processing.org, Python, Qt, ...

- **Librairies**

- OpenCV
- NyARToolkit
- Speech API (reconnaissance et synthèse de parole), ...

- **API et périphériques**

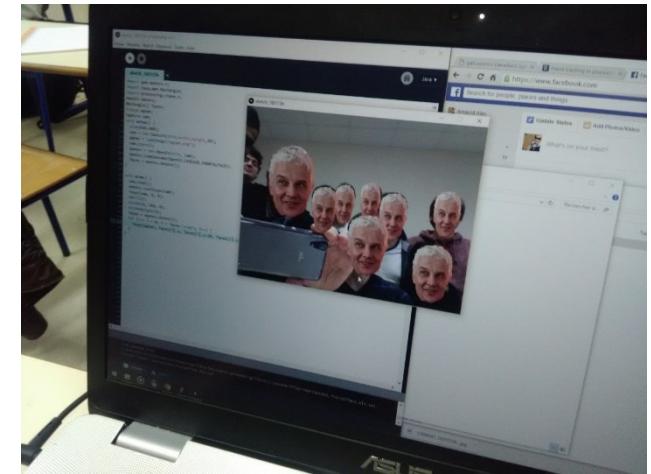
- Processing.org / arduino
- Phidgets
- Kinect, Leap Motion, Myo Armband
- CCV / TUOI

- **Bus logiciels** (développement distribué orienté événement) : dbus, ROS, MQTT, ivy, ...

Démo !

# Prototypage

- **Processing** (<http://www.processing.org>)
  - Sur-couche de **java** (reprend sa syntaxe)
  - Orienté pour les designers et les artistes
  - A donné naissance à arduino ;)

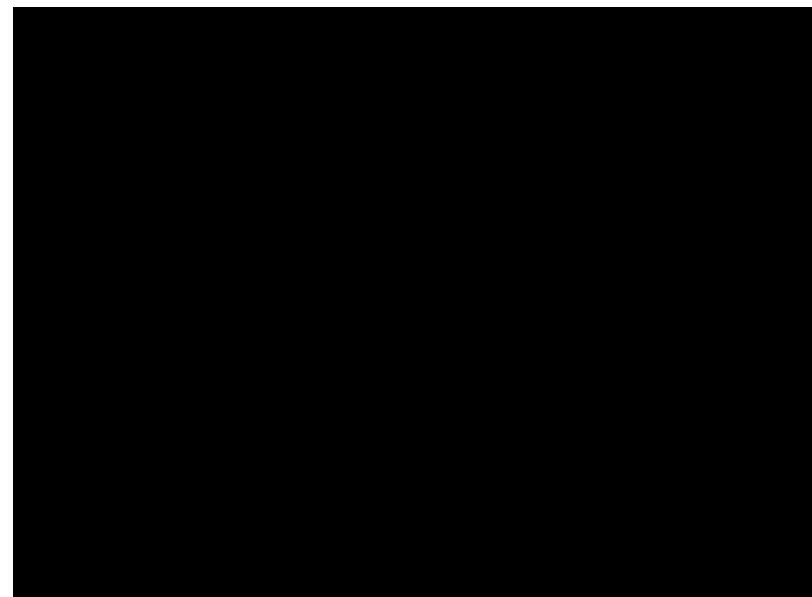


Démo !

# Prototypage

- **Phidgets** (<http://www.phidgets.com>)

- Ensemble de dispositifs physiques connectables et utilisables simplement
- Accessibles par plusieurs langages (et même via des web-services)

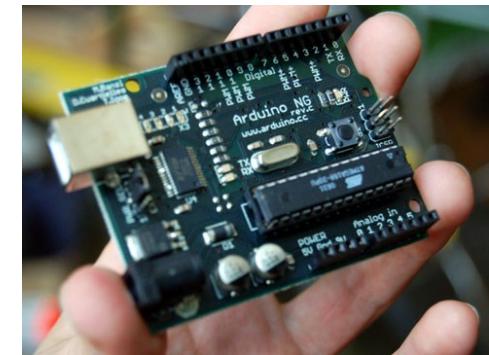


S. Greenberg, S. and C. Fritchett, Phidgets: Easy Development of Physical Interfaces through Physical Widgets. In Proceedings of the 14th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology - ACM UIST'01, ACM Press, pages 209-218, November 11-14

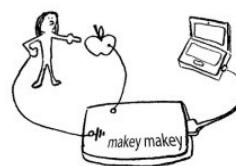
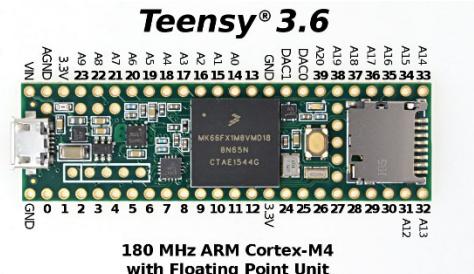
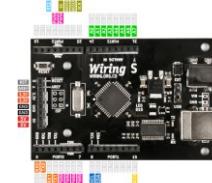
Démo !

# Prototypage

- **Arduino** (<http://www.arduino.cc>)
  - Micro-contrôleur «à bas coût » (environ 20 € voire moins !)
  - Programmable en C
  - S'interface facilement avec des capteurs et effecteurs physiques
  - Communique facilement avec un PC (liaisons série – usb, bluetooth, zigbee ou ethernet – filaire, wifi)



- Plein d'autres projets similaires :
  - Wiring (<http://wiring.org.co>) – « l'ancêtre »
  - Teensy (<http://www.pjrc.com/teensy>)
  - Makey makey (<http://www.makeymakey.com>)
  - nodeMCU
  - ...



# Prototypage

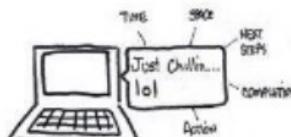
Restent ~~un~~ des problèmes de taille :

**quoi évaluer ...  
et comment ?**

# Phase d'Evaluation

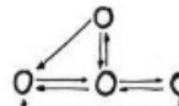
- Évaluation prédictive
  - Basée sur des modèles (GOMS, KLM, ...)
- Evaluation a posteriori
  - par heuristiques
  - par critères ergonomiques
  - Interviews, questionnaires SUS  
(<https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>), ...

## Ten Usability Heuristics by Jakob Nielsen



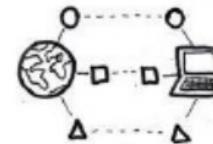
### Visibility of system status

Give the users appropriate feedback about what is going on.



### User control and freedom

Support undo, redo and exit points to help users leave an unwanted state caused by mistakes.



### Match between system and the real world

Use real-world words, concepts and conventions familiar to the users in a natural and logical order.



### Error prevention

Prevent problems from occurring: eliminate error-prone conditions or check for them before users commit to the action.



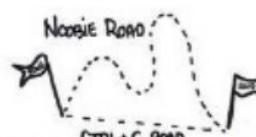
### Consistency and standards

Follow platform conventions through consistent words, situations and actions.



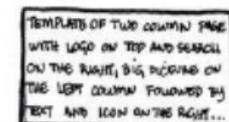
### Aesthetic and minimalist design

Don't show irrelevant or rarely needed information since every extra elements diminishes the relevance of the others.



### Flexibility and efficiency of use

Make the system efficient for different experience levels through shortcuts, advanced tools and frequent actions.



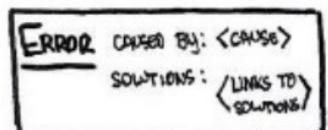
### Recognition rather than recall

Make objects, actions, and options visible at the appropriate time to minimize users' memory load and facilitate decisions.



### Help and documentation

Make necessary help and documentation easy to find and search, focused



### Help users recognize, diagnose, and recover from errors

Express error messages in plain language (no codes) to indicate the problem and suggest solutions.

# Conclusions

- des enjeux importants
- des contraintes fortes



De nombreux problèmes restent à résoudre dus à l'évolution des technologies, de multiples tâches, ...

Avec un travail ... forcément « **artisanal** »