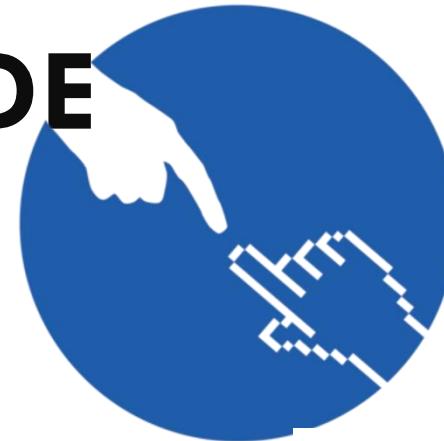




INTERACTION ~~HOMME~~ HUMAIN-MACHINE : UNE (ULTRA) RAPIDE INTRODUCTION



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

Septembre 2022 - v. 3.92



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 ...

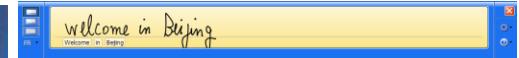
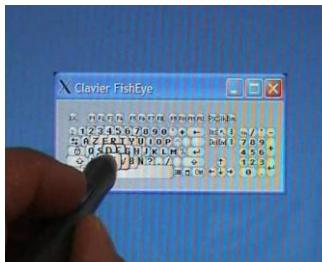
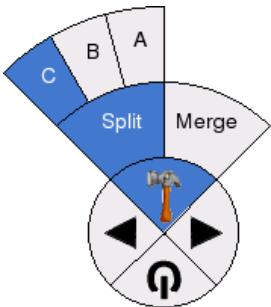
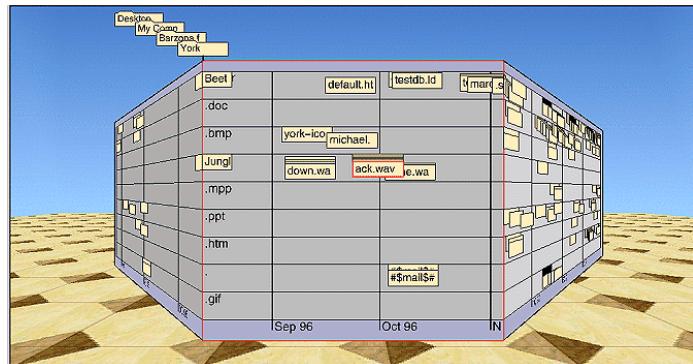
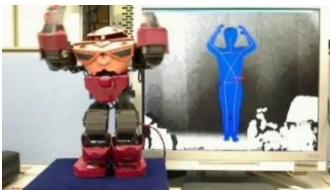
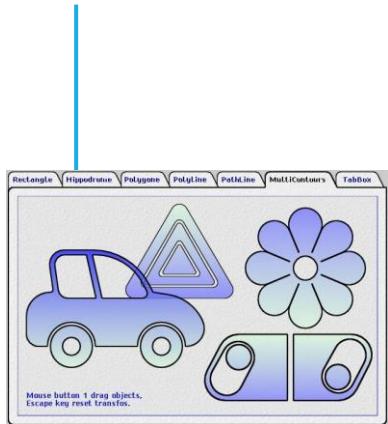
De quand date cette machine ?



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



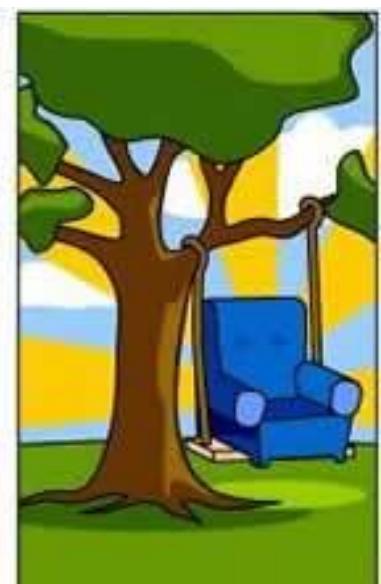
How the Project Leader understood it



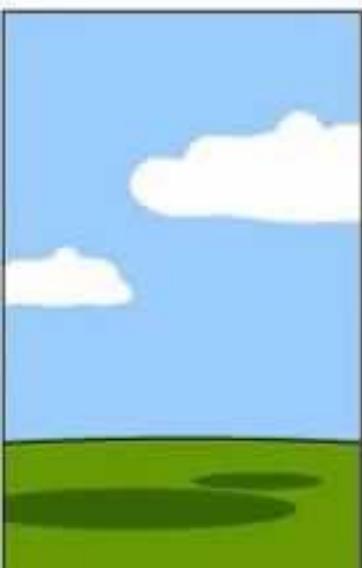
How the Analyst designed it



How the Programmer wrote it



How the Business Consultant described it



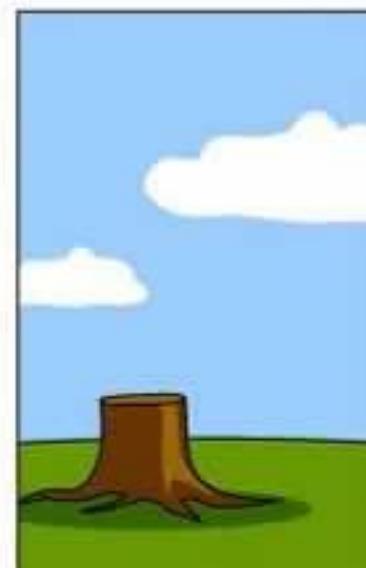
How the project was documented



What operations installed



How the customer was billed



How it was supported

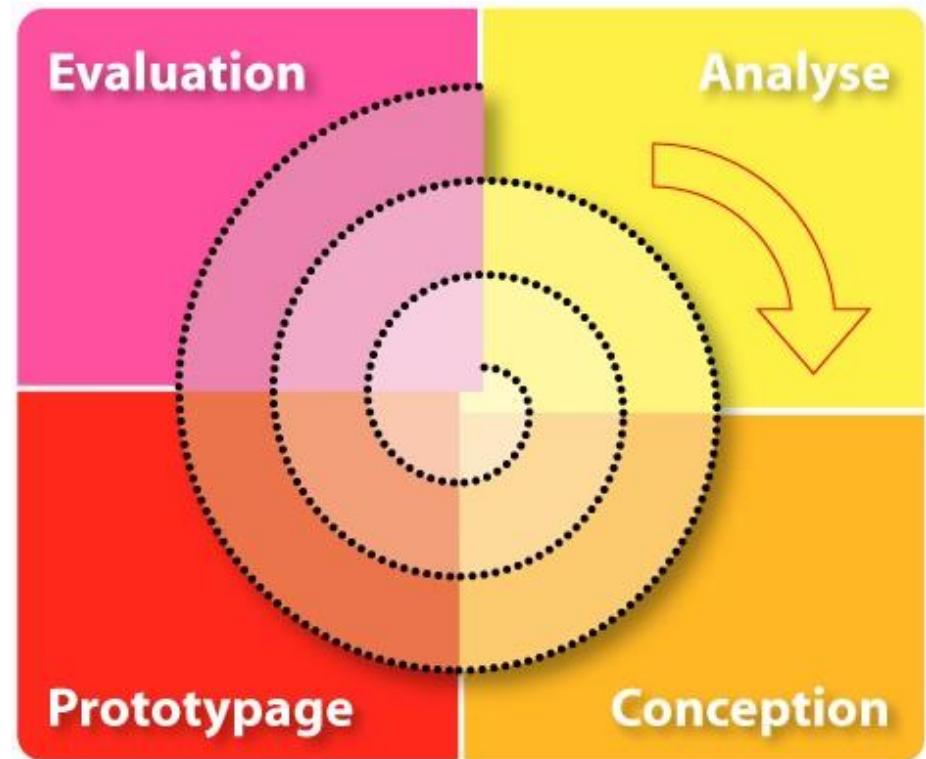


What the customer really needed

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

Créer un compte ou se connecter

article discussion modifier historique

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 [\[modifier\]](#)



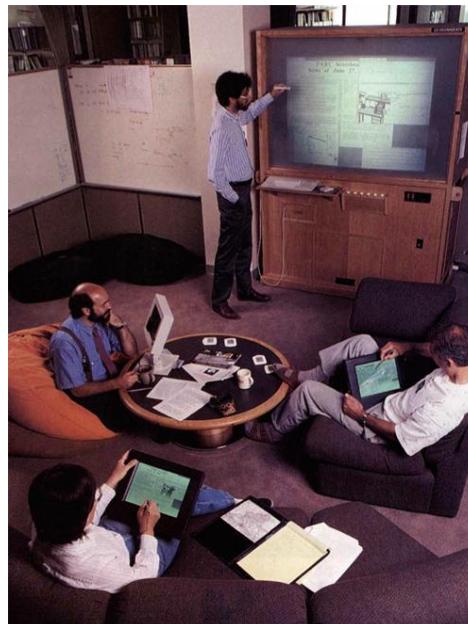
<http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=IHM&redirect=no>

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 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 ?**

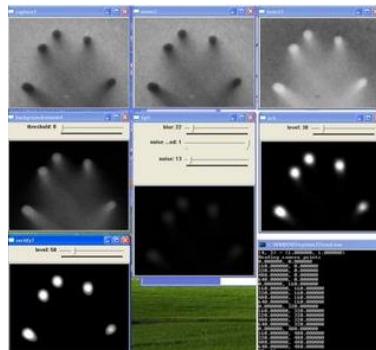


DES IHMS ?

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



DÉFINITION

INTERACTION HUMAIN-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

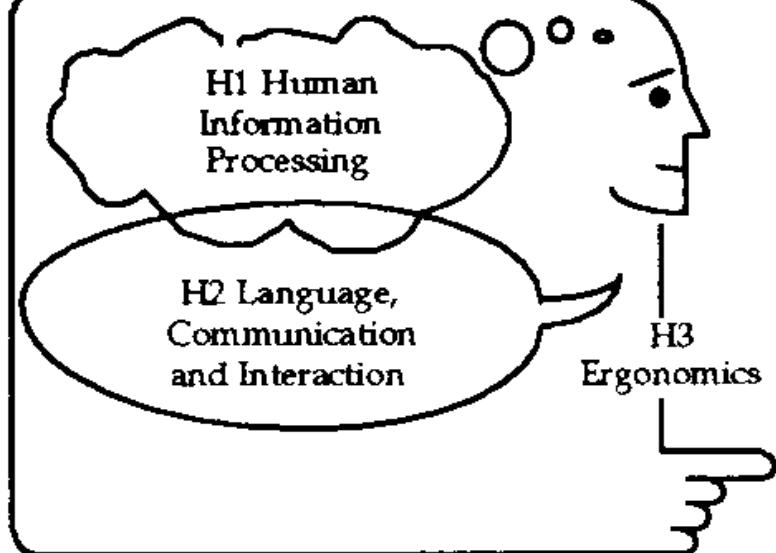
U1 Social Organization and Work



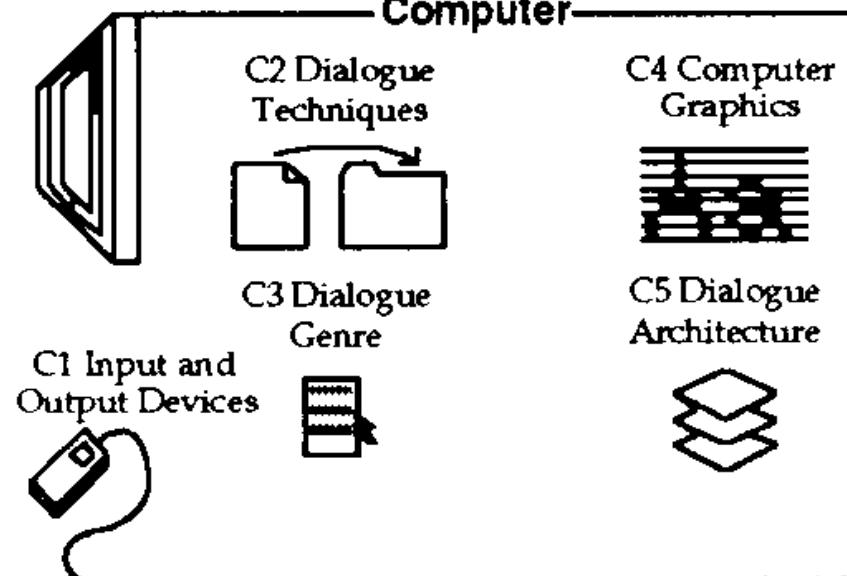
U3 Human-Machine Fit and Adaptation

U2 Application Areas

Human



Computer



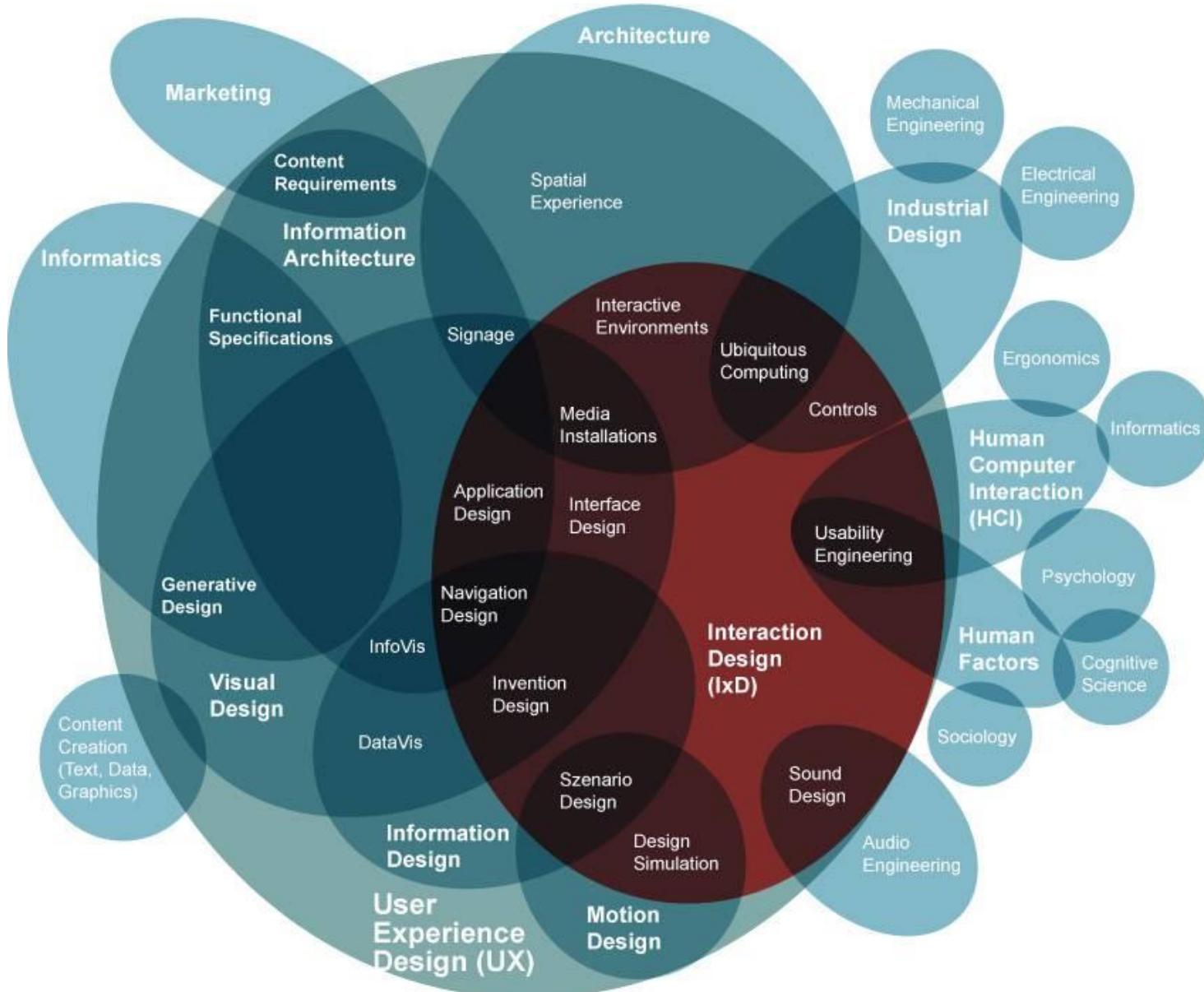
D3 Evaluation Techniques

D4 Example Systems
and Case Studies

D1 Design
Approaches

D2 Implementation
Techniques and Tools

Development Process



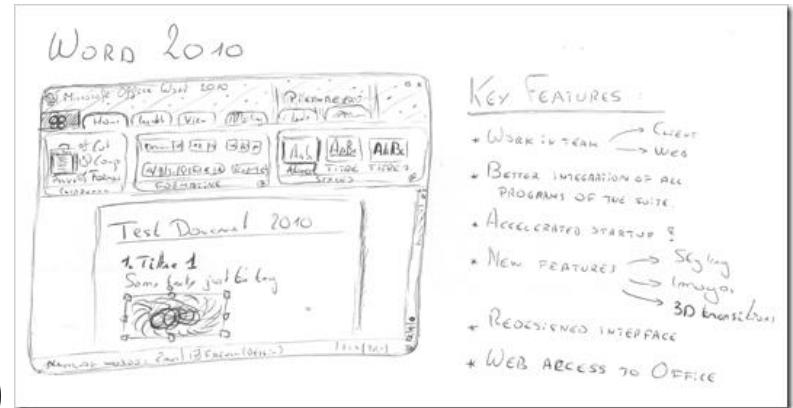
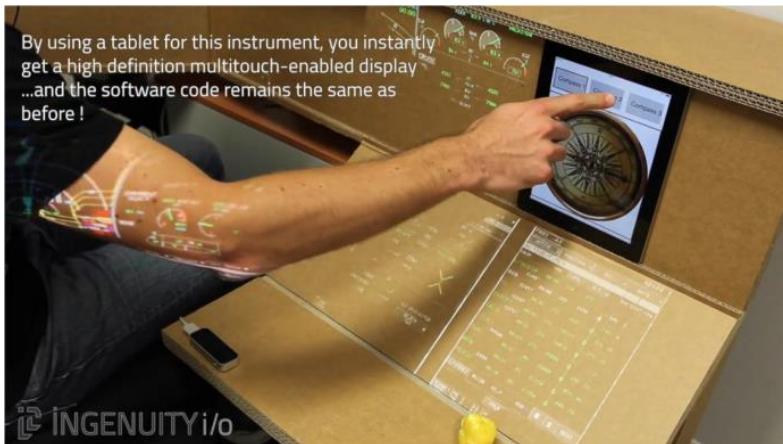
LES DOMAINES ABORDÉS PAR L'IHM

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, interfaces tangibles, haptiques, ...)



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/uihistory.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)



**INTERACT
2017 MUMBAI**



CHI 2021

 **UIST 2017**

 **UPSSITECH**
ÉCOLE D'INGÉNIEURS

 **UNIVERSITÉ
TOULOUSE III
PAUL SABATIER**
Université de Toulouse


nordichi'16

 **hci2010**

 **iHM16**
FRIBOURG
SUISSE



 **HCI 2013
INTERNATIONAL**

DE LA LECTURE (RECOMMANDÉ)

<http://dl.acm.org>



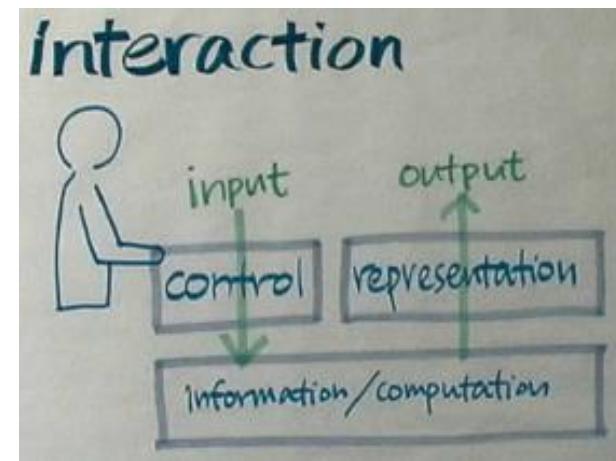
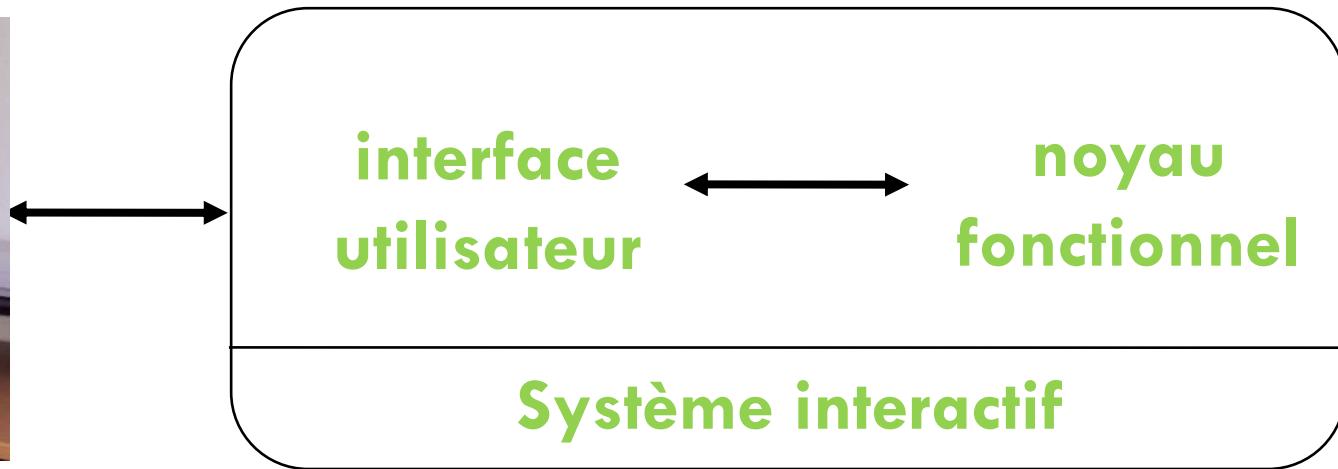
<http://interactions.acm.org>



Human-Computer Interaction in The Year 2020

[\(2008\)](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.153.4252)

SYSTÈME INTERACTIF



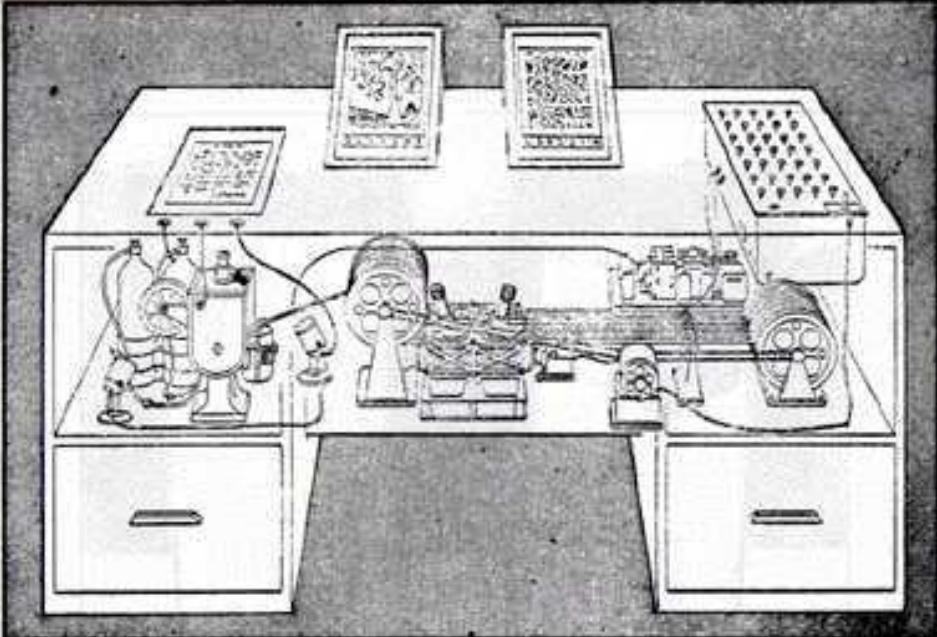
HISTORIQUE DE L'IHM

POINTS DE REPÈRE

Memex (Bush, 1945) : “as we may think”

- définition du système hypertexte

1/7



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).

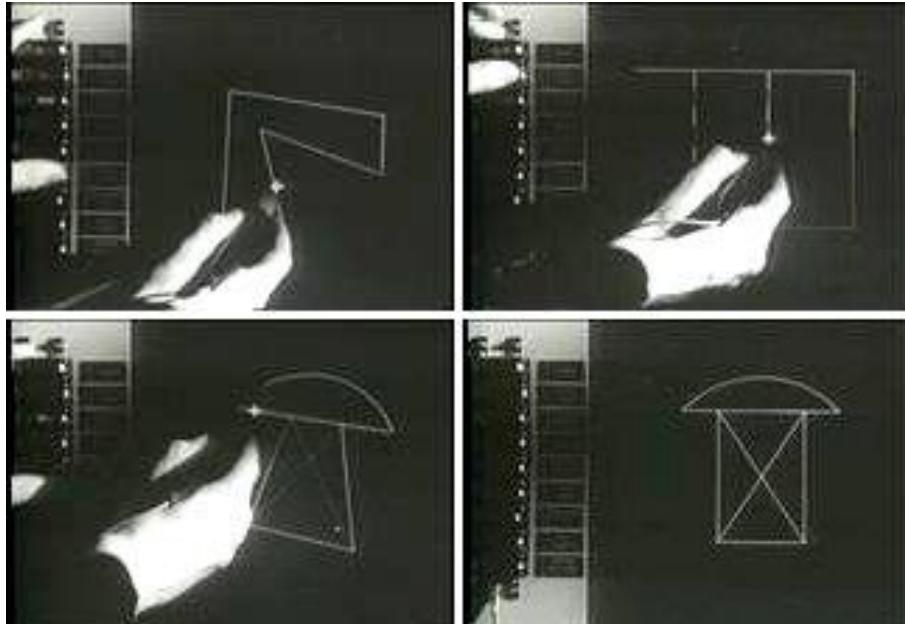
HISTORIQUE DE L'IHM

POINTS DE REPÈRE

2/7

Sketchpad (Sutherland, 1963)

- manipulation directe de formes géométriques avec le stylo optique (MIT)



<https://www.youtube.com/watch?v=57wj8diYpgY>

HISTORIQUE DE L'IHM

POINTS DE REPÈRE

3/7

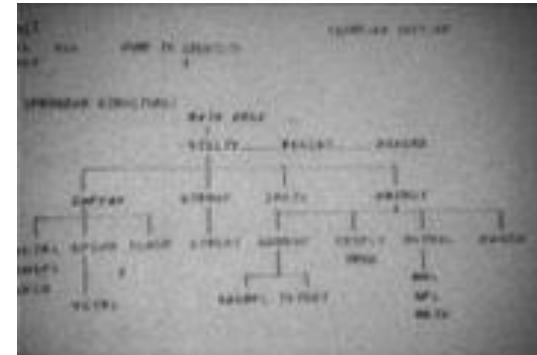
NLS/Augment (Engelbart, 1968)

- 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

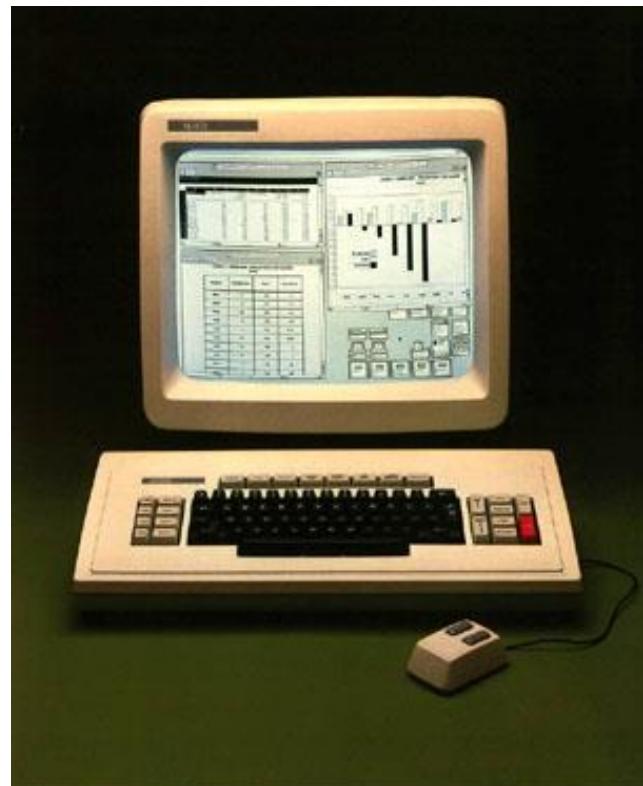
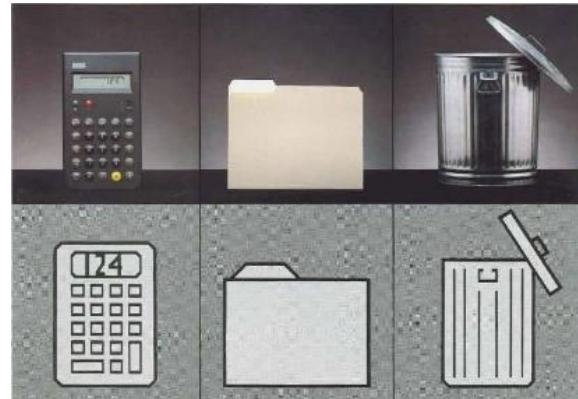
Star (Xerox PARC, 1981)

- station de travail et environnement de programmation graphique
- système fonctionnant en réseau
- interface graphique basée sur la **métaphore** du bureau

... mais un échec commercial !



4/7



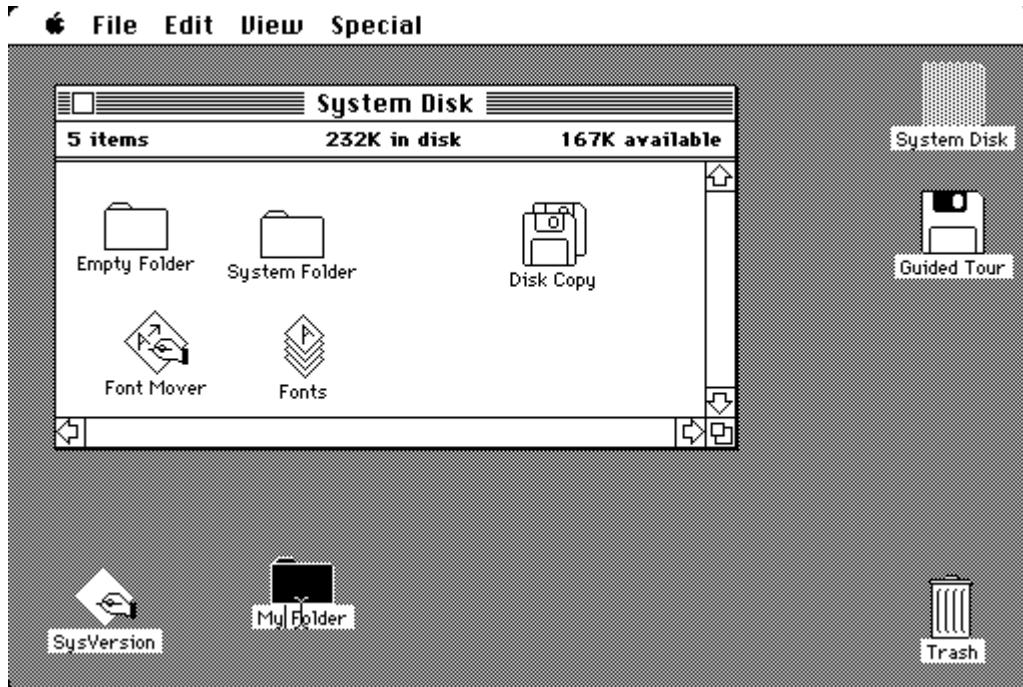
HISTORIQUE DE L'IHM

POINTS DE REPÈRE

Macintosh (Apple, 1984)

- barre de menu
- boîtes de dialogue modales

un succès patent



5/7

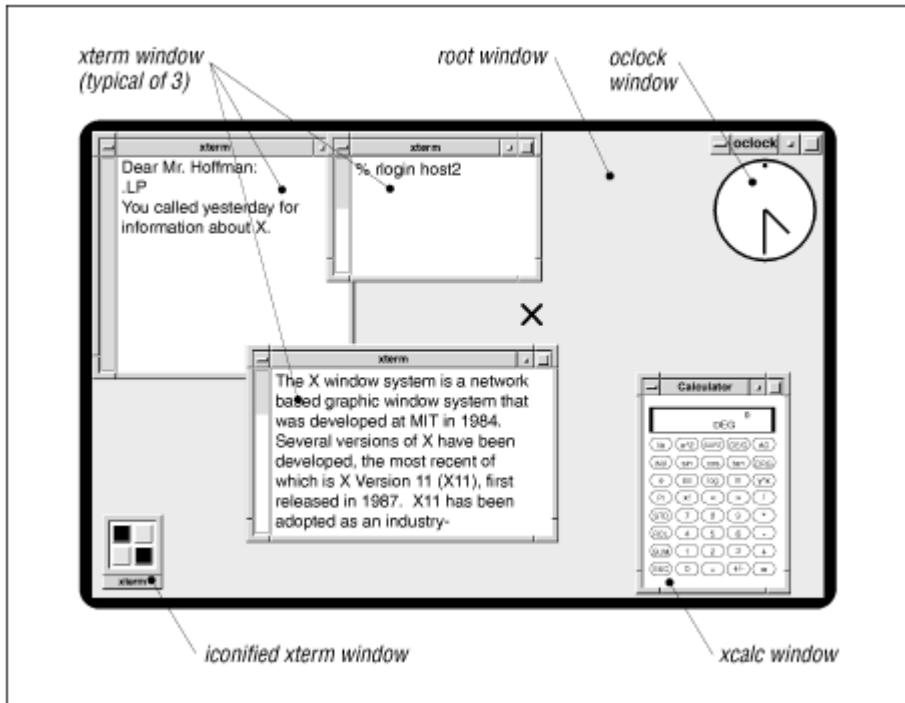


HISTORIQUE DE L'IHM

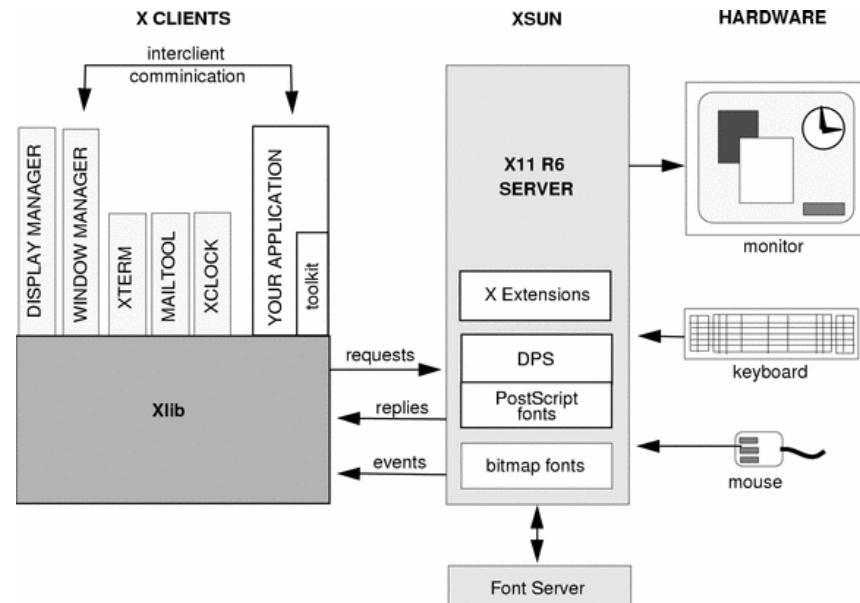
POINTS DE REPÈRE

X-Window (MIT, 1985)

- modèle client/serveur
 - séparation **quoi/comment**
 - utilisation transparente du réseau



6 / 7



HISTORIQUE DE L'IHM

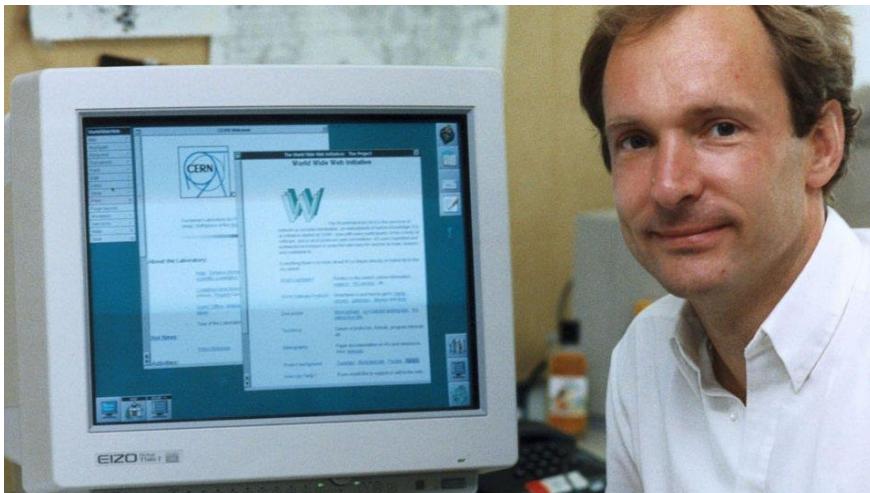
POINTS DE REPÈRE

World-Wide Web (Berners-Lee, CERN, 1990)

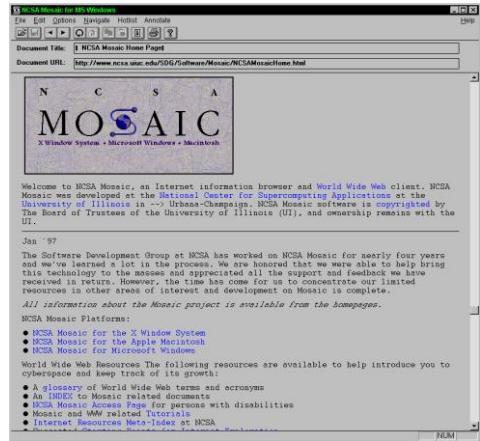
- modèle hypertexte en réseau

mais

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



7/7



UN (LONG) DÉBAT : LA FONCTION VS L'USAGE

AltaVista® The most powerful and useful guide to the Net

Ask AltaVista™ a question. Or enter a few words in any language [Help - Advanced](#)

[Search](#)

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.

OTHER SERVICES

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

2. **e Google™**

[About Google](#) [Jobs@Google](#)

Enter your search terms...

[Google Search](#) [I'm Feeling Lucky](#)
 ...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) → 2018

DANGERS D'UNE “MAUVAISE”

INTERACTION

rejet (“*technopathie*”) par les utilisateurs

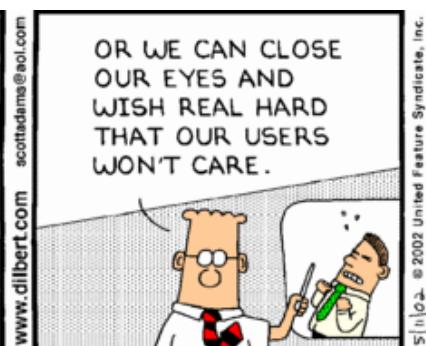
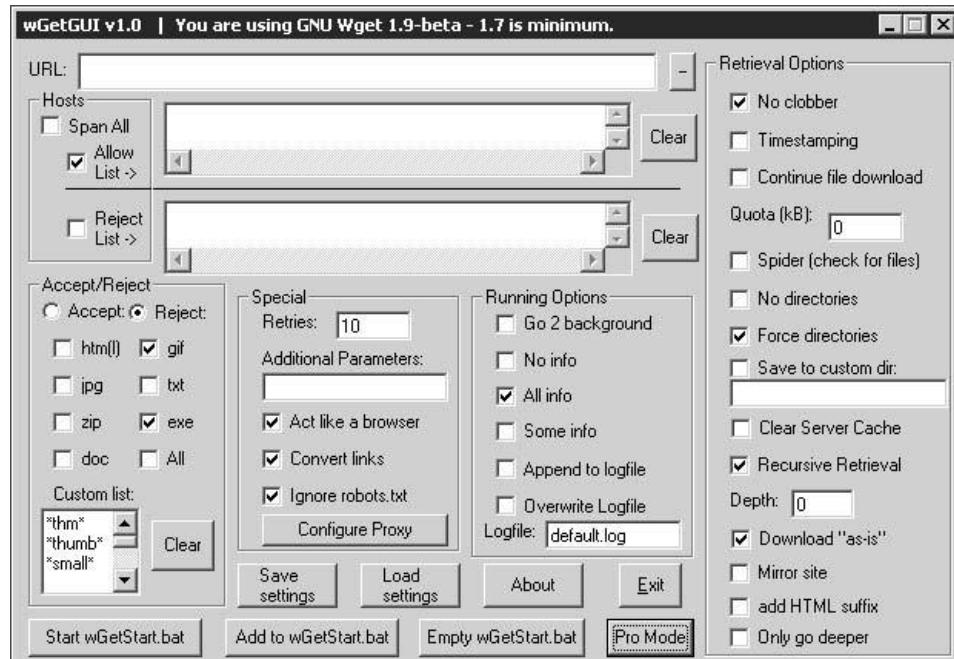
coût d'apprentissage (**formation**)

perte de productivité des utilisateurs

manque à gagner dû à une utilisation incomplète

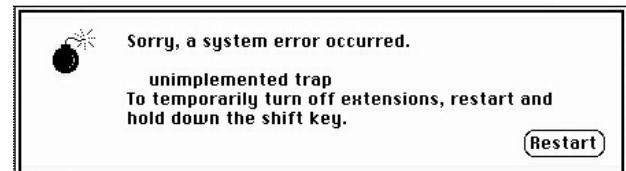
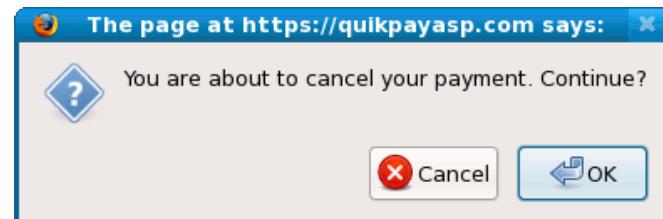
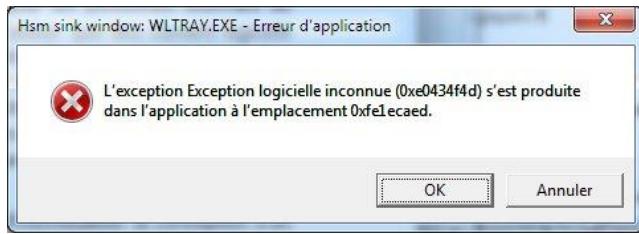
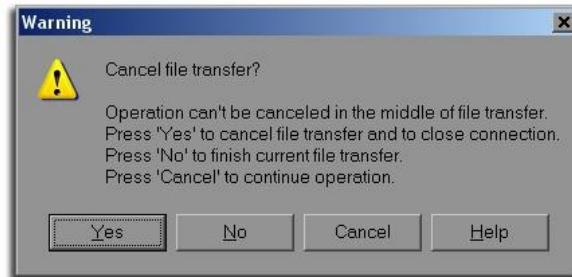
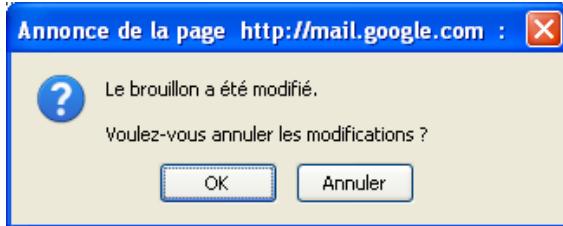
coûts de maintenance

perte de crédibilité



DANGERS D'UNE “MAUVAISE”

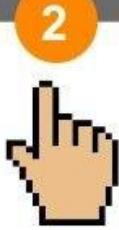
INTERACTION



QUELQUES ÉLÉMENTS DE DESIGN



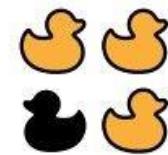
Visibility of system status



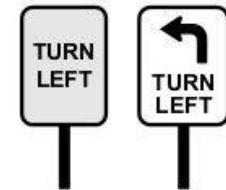
Match between system + real world



User control and freedom



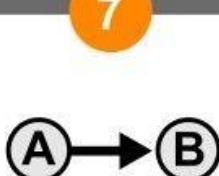
Consistency and standards



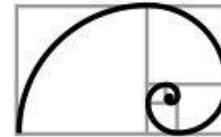
Recognition rather than recall



Error prevention



Flexibility and efficiency of use



Aesthetic and minimalist design

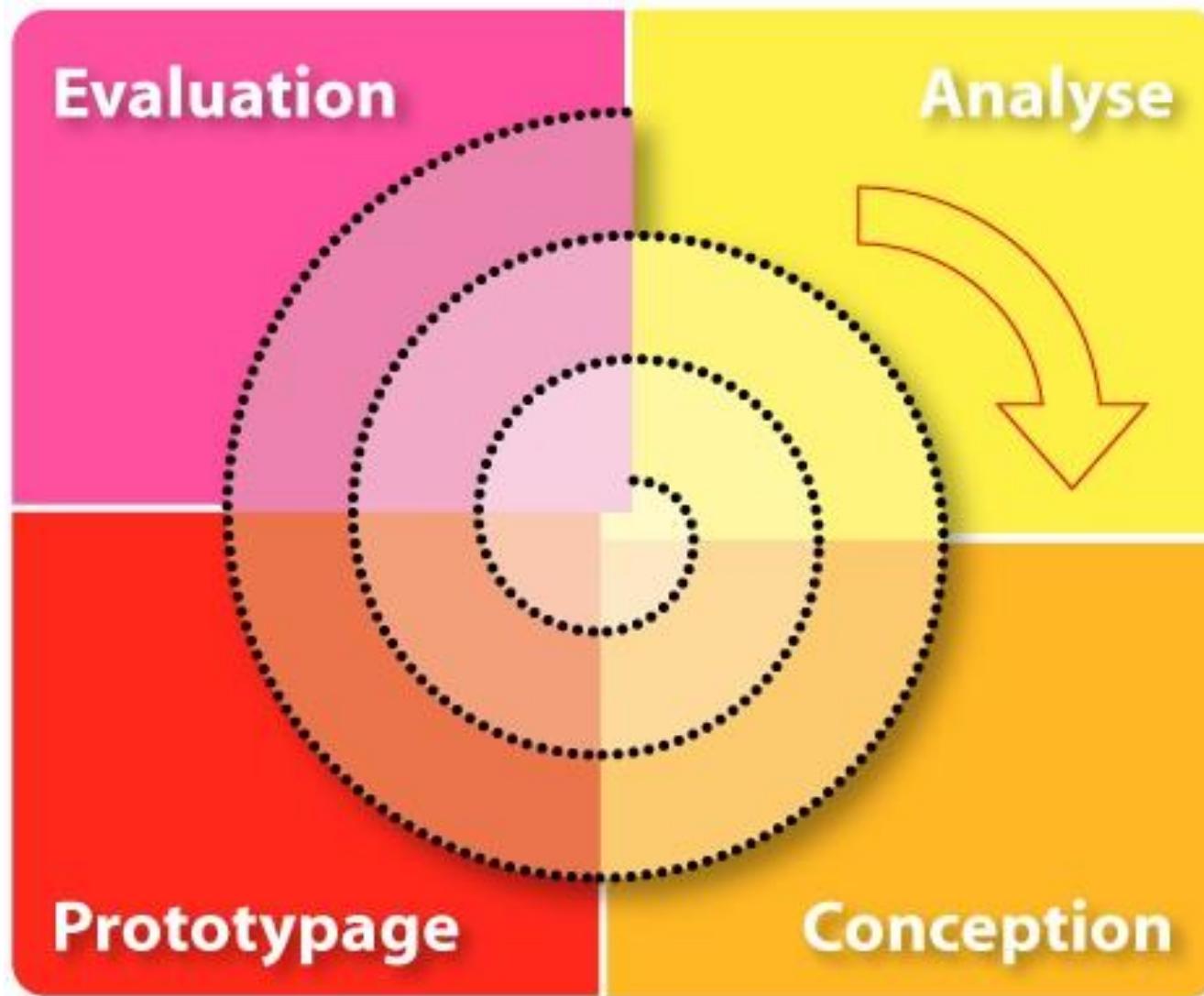


Help users with errors



Help and documentation

UN CYCLE ...



PHASE D'ANALYSE

Comprendre et prendre en compte les capacités de l'utilisateur

Comprendre « la tâche » de l'utilisateur

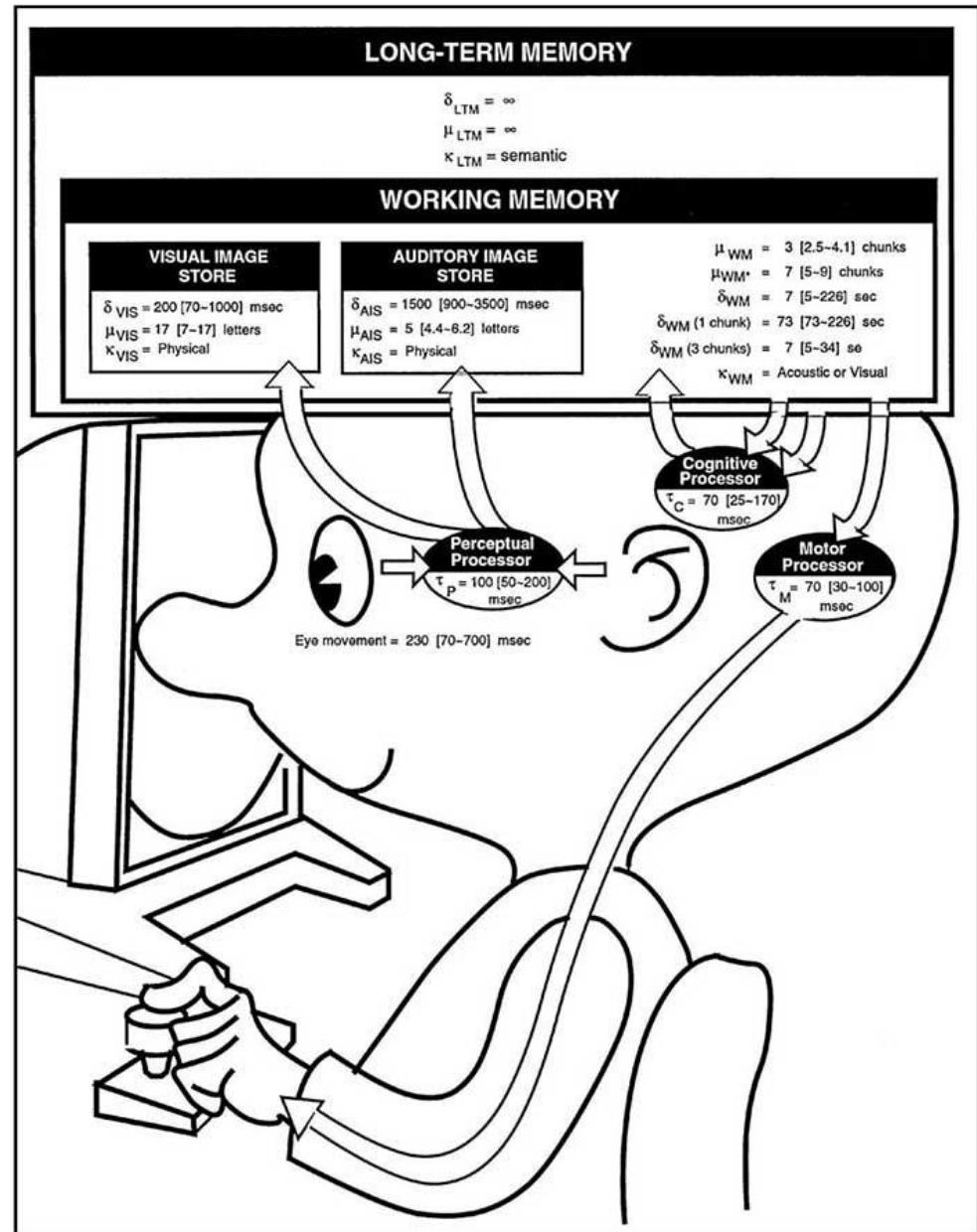
- Modèles de tâches (bas niveau comme GOMS, Keystroke ou plus haut-niveau comme CTTE, ...)
- Observations, questionnaires, ...

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

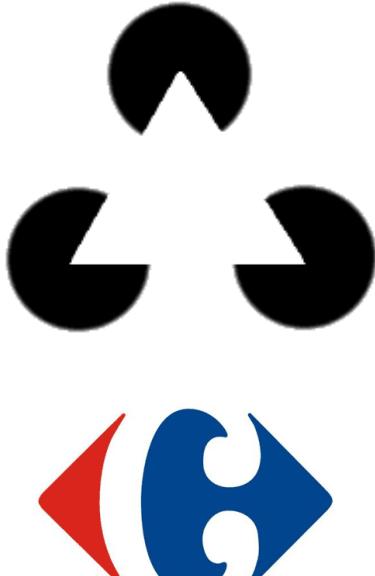
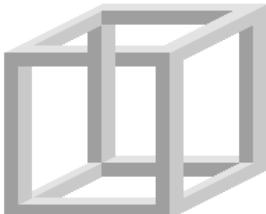
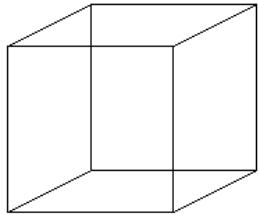
traitement automatique et non-intentionnel des mots

- 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

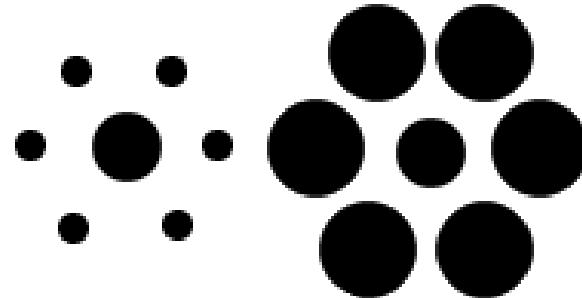
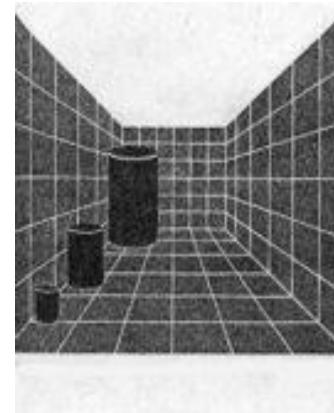
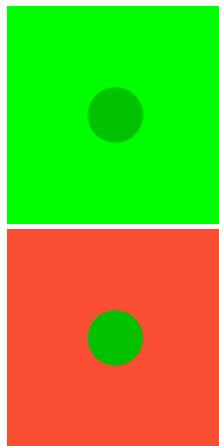
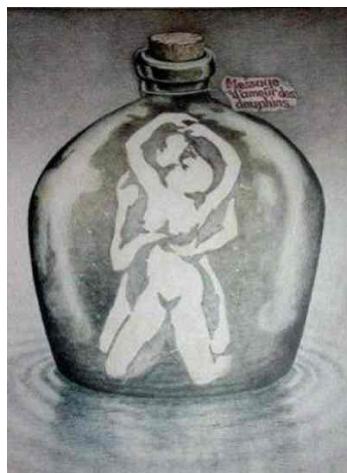
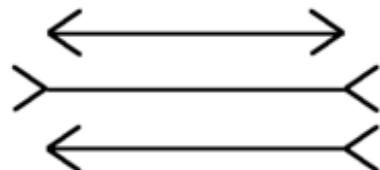
Norte cervaeu ne tardiat pas excatenmt ce que viot norte oiel. Influencé par son aqucis, il reocnniat globaelmnet les mnots, sans se perocucper de l'odrre des letters. Les permèire et dernière letetrs lui sufifsnet. Si l'oiel viot une sucessessoin de letrtes, le crevaeu prned le mot cmome un tuot et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

NOTION DE PERCEPTION

LE RÔLE DU CONTEXTE



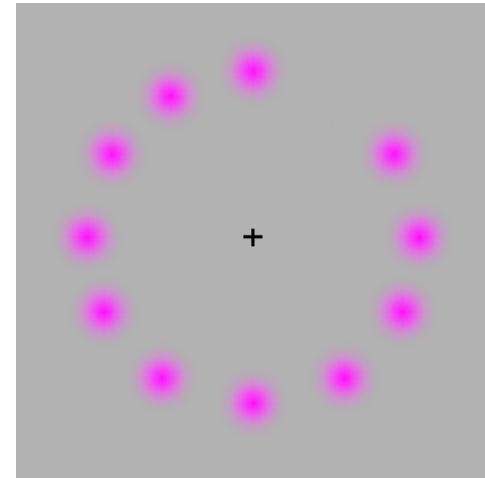
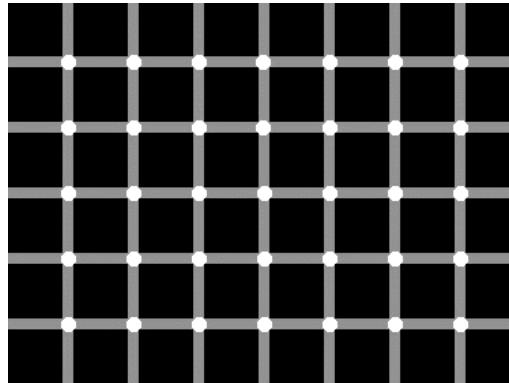
Carrefour



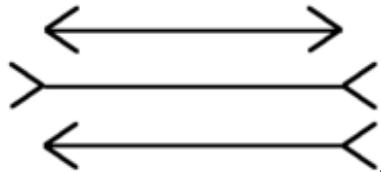
NOTION DE PERCEPTION

SENSATIONS ERRONÉES

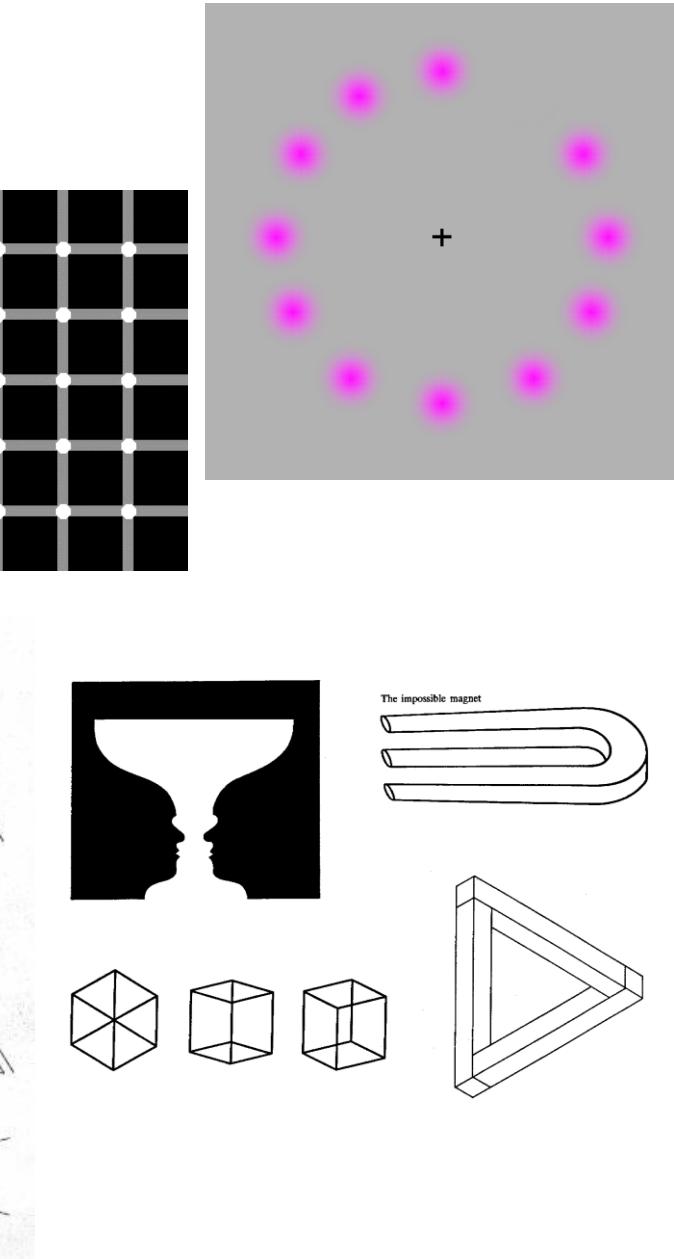
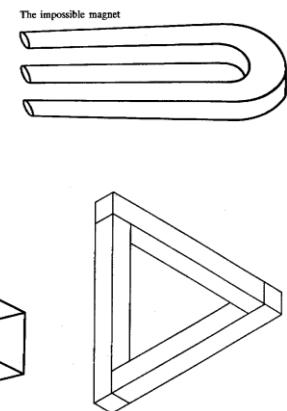
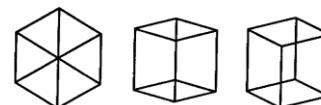
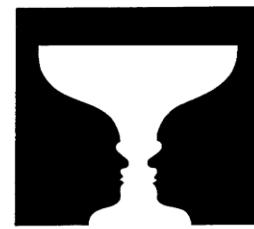
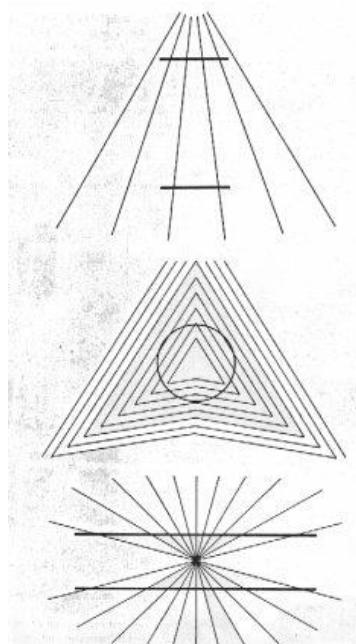
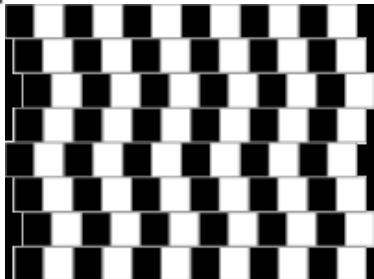
figures de Luckiesh (1965)



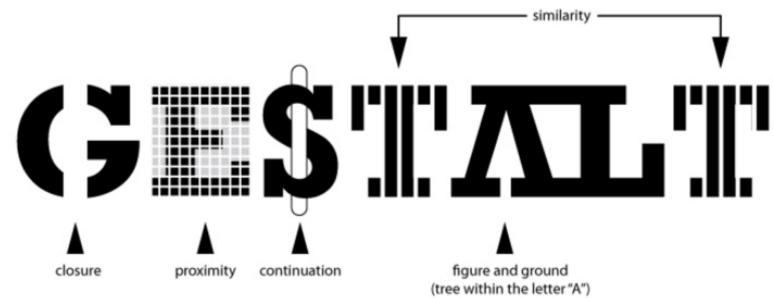
illusion de Müller-Lyer (1889)



...

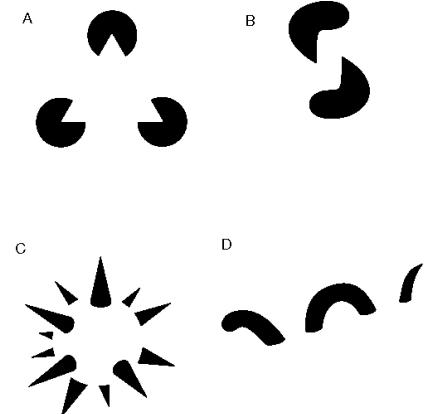


THÉORIE DE LA GESTALT



Gestalttheorie – Psychologie de la forme

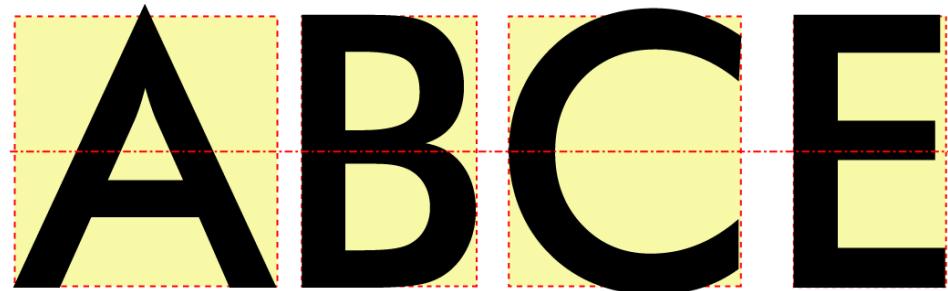
- Le tout est plus que la somme des parties
- Loi de proximité
- Loi de similarité
- Loi de continuité



NOTION DE PERCEPTION

ILLUSION CORRECTRICE

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



ABCDEF
HIJKLMNOP
QRSTUVWXYZ



Font B612- <http://b612-font.com/>

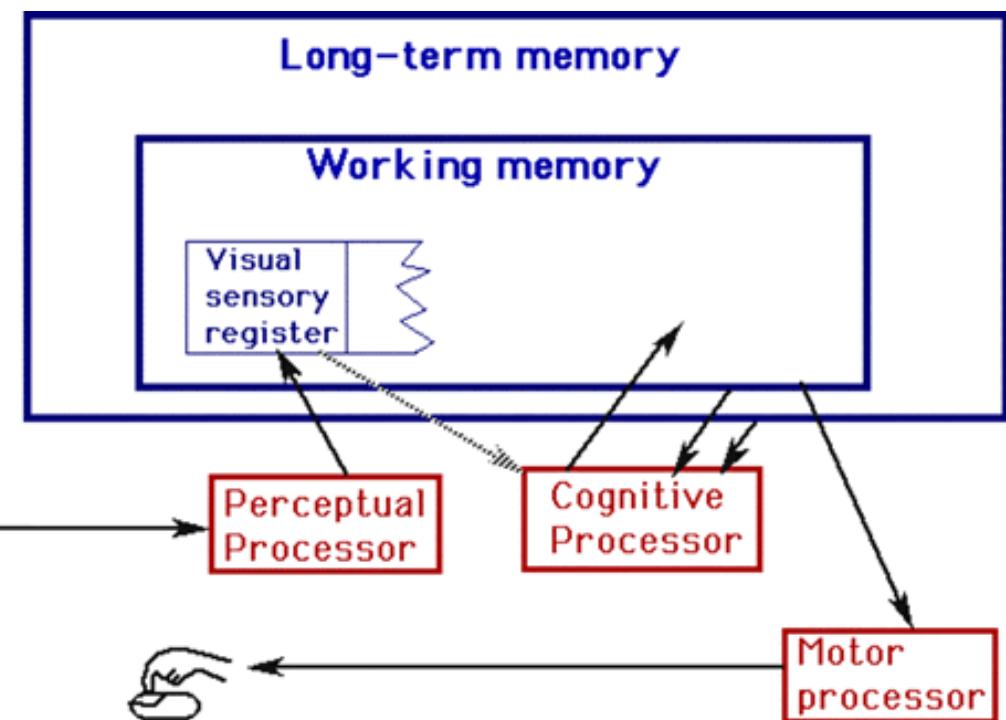
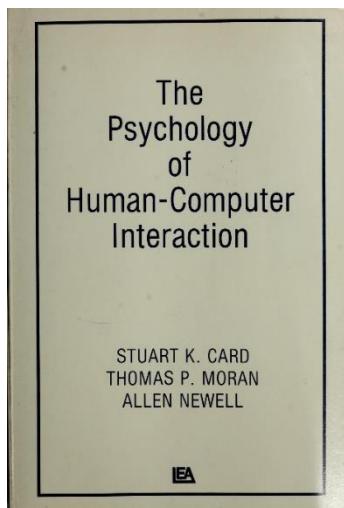
THÉORIE

MODÈLE HUMAIN : PROCESSEUR ... 1/6

(Card, Moran, Newell, 1983)

l'humain est considéré comme un système de traitement de l'information composé de :

- sensoriel
- moteur
- et cognitif



THÉORIE

MODÈLE HUMAIN : PROCESSEUR ... 2/6

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**

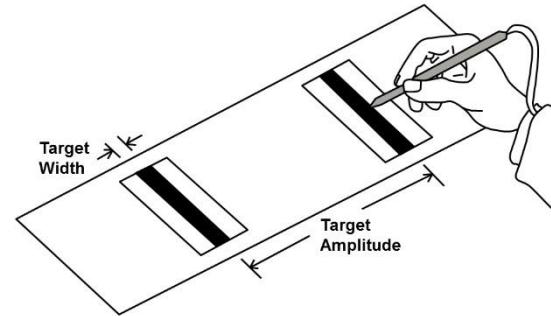
THÉORIE

MODÈLE HUMAIN : PROCESSEUR ... 3/6



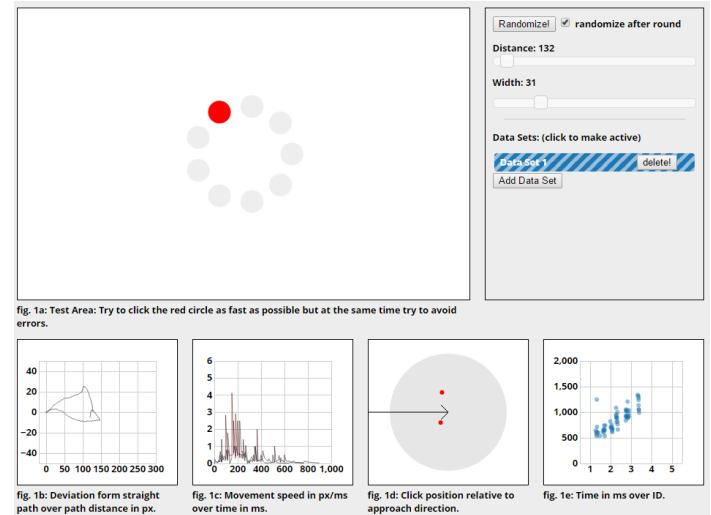
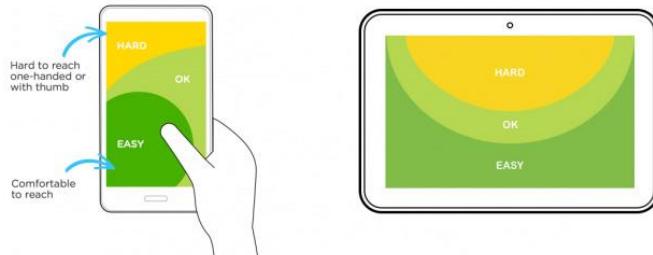
expérience de Paul Fitts (1954)

- « tapping » alterné
- loi déduite de l'expérience



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

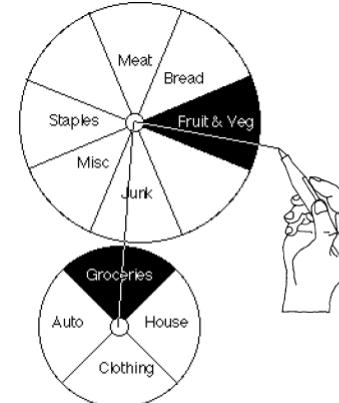
<http://www.yorku.ca/mack/hfes2009.html>



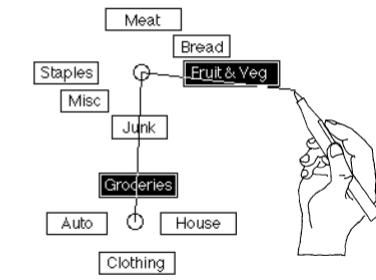
<http://simonwallner.at/ext/fitts>

MODÈLE HUMAIN : PROCESSEUR ... 3/6

Toutes les techniques de pointage (en réalité, presque toutes les techniques d'interaction) sont comparées via cette loi (ou modèles issus de cette loi)



(a)



(b)

Cela permet aussi d'évaluer sans utilisateur (modèles prédictifs)

MODÈLE HUMAIN : PROCESSEUR ... 5/6

loi de Hick-Hyman (1952-1953)

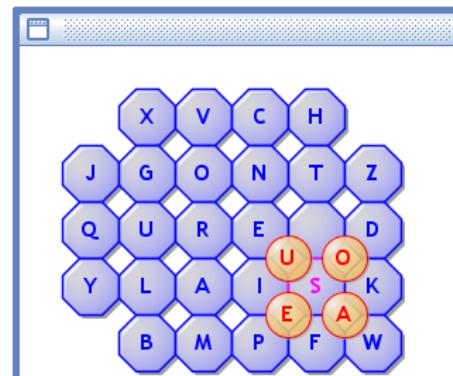
- temps prévu lié au repérage d'un item parmi n

Loi de Hick-Hyman

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

en cas de probabilités p_i non égales

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



MODÈLE HUMAIN : PROCESSEUR ... 6/6

des modèles (Card, Moran, Newell)

- **GOMS (Goal Operator Method Selection)**
 - cadre pour les méthodes de conception d'interfaces
 - évaluation prédictive des performances
- **KLM (Keystroke Level Model)**
 - 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 DE L'ACTION

1/4

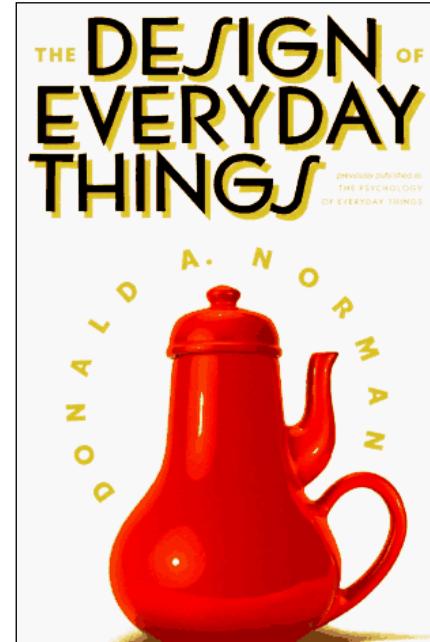


modélise les processus psychologiques qui conduisent à un comportement (Norman)

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

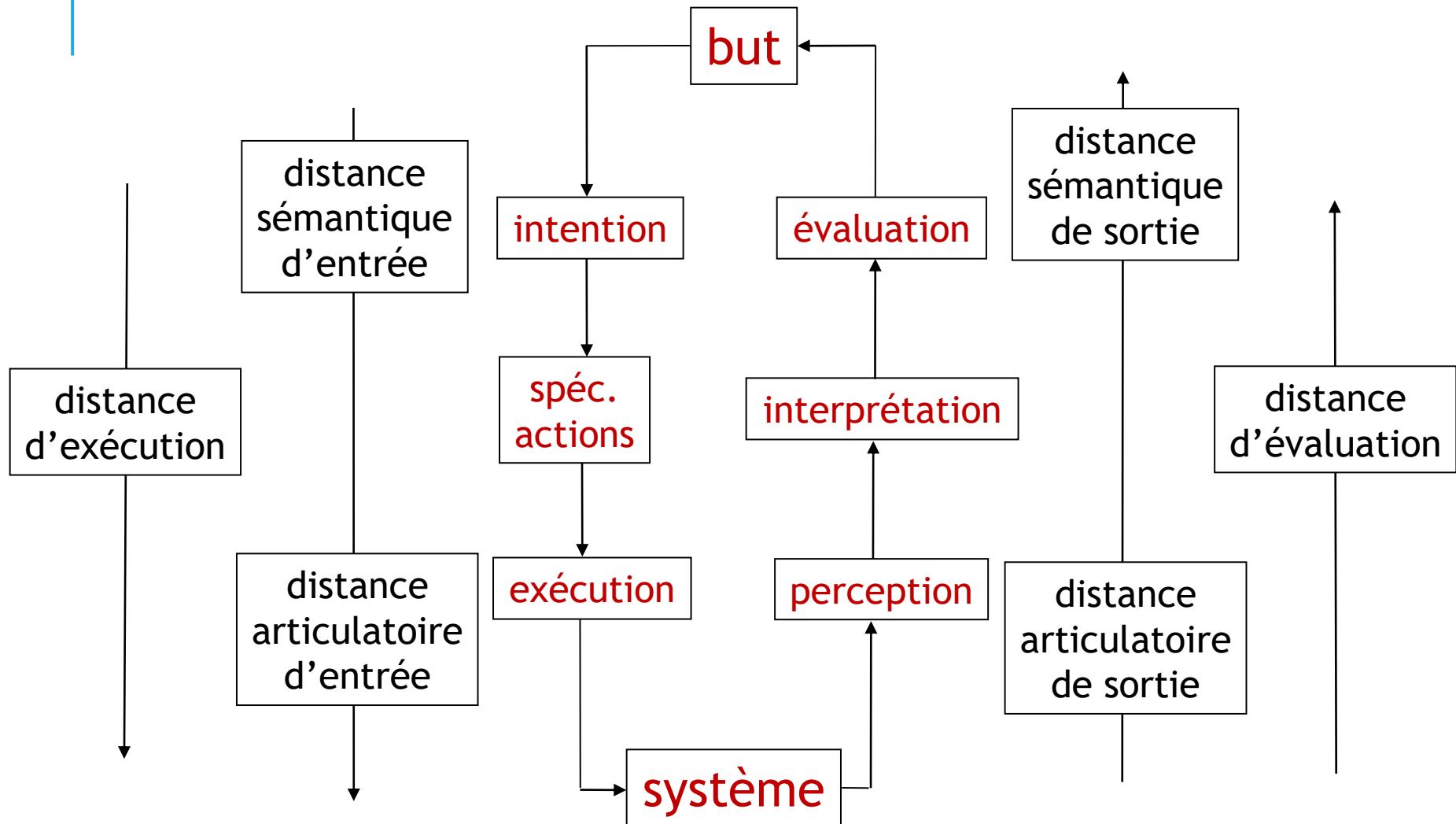
2 "gouffres" : celui de l'exécution et celui de l'évaluation



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

THÉORIE DE L'ACTION

2/4

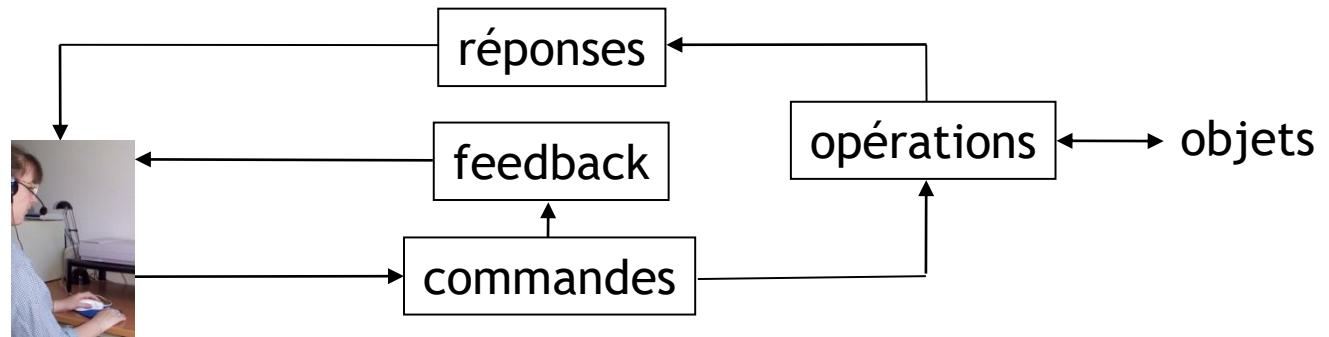


THÉORIE DE L'ACTION

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 DE L'ACTION

4/4



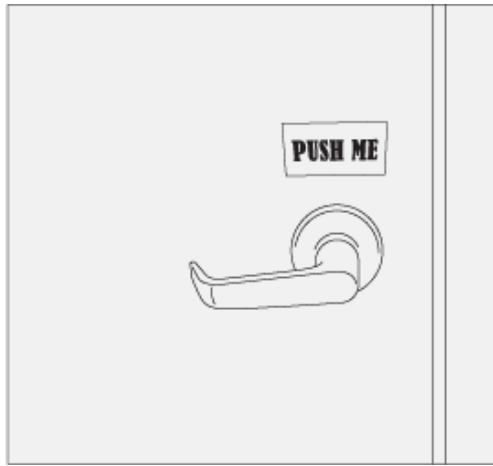
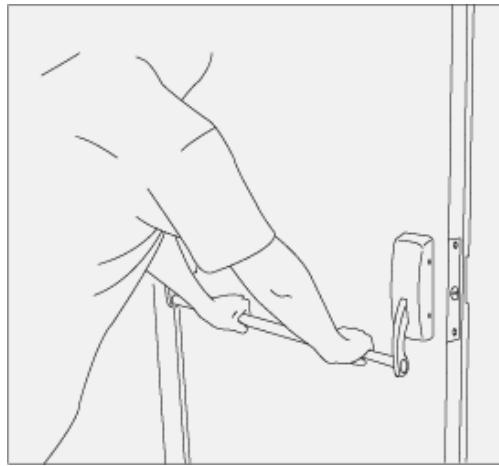
notion d'affordance (Gibson, 1977)

- 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



Dials afford that we turn them



Door handles afford that we pull them



Chairs afford that we sit in them

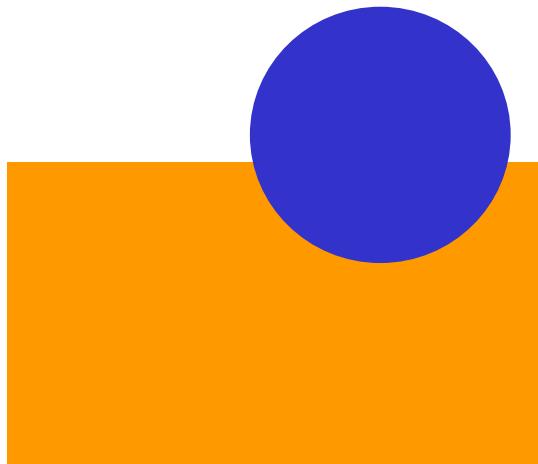


Grips afford that we handle them

EXERCICE

un (premier) exemple :

- de quoi est constitué ce dessin ?
- comment est constitué 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

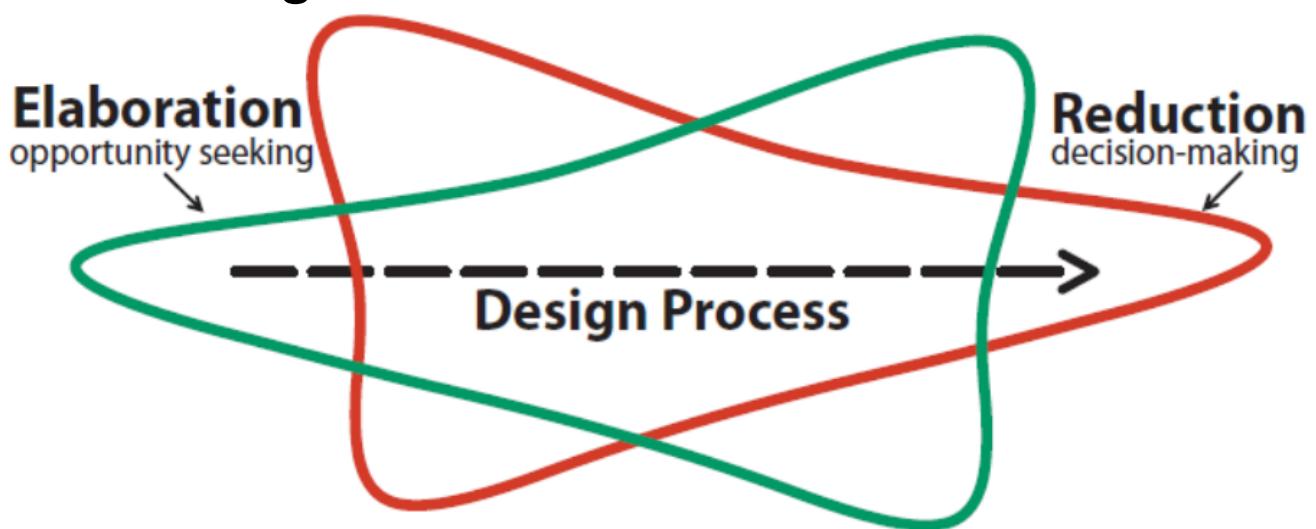
PHASE DE CONCEPTION

“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

Une première norme ISO 13407 (1999)

- en français : CCU (Conception Centrée Utilisateur) –



Organisation
internationale de
normalisation

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 (2019) !

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

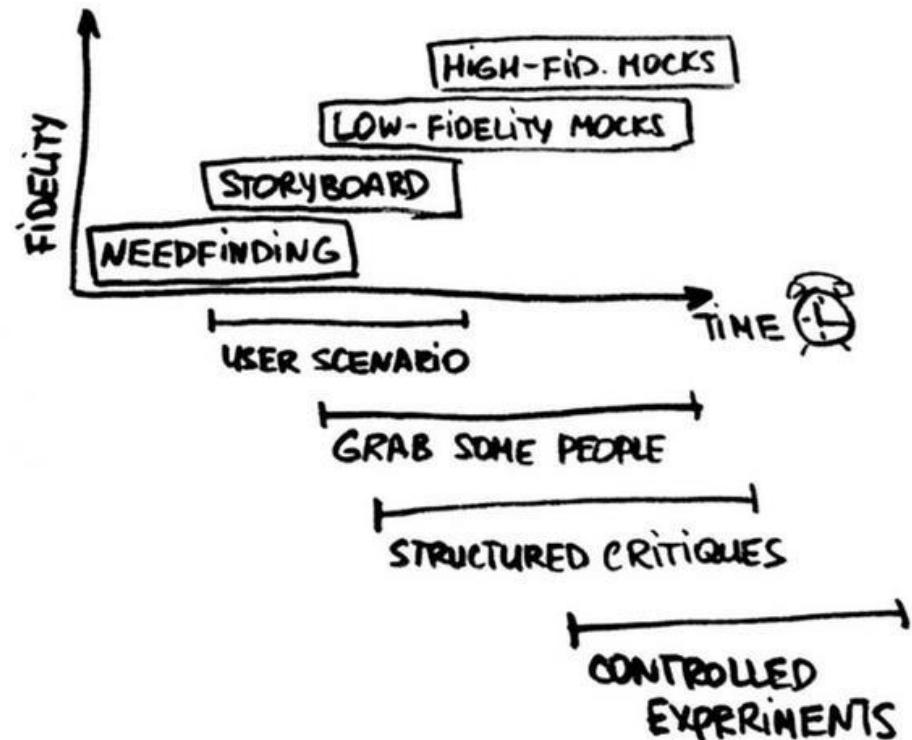
MÉTHODE

interface : vue de l'utilisateur sur le système

commencer le développement informatique par l'interface afin

- d'éviter les phénomènes de rejet ou sous-t
- 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

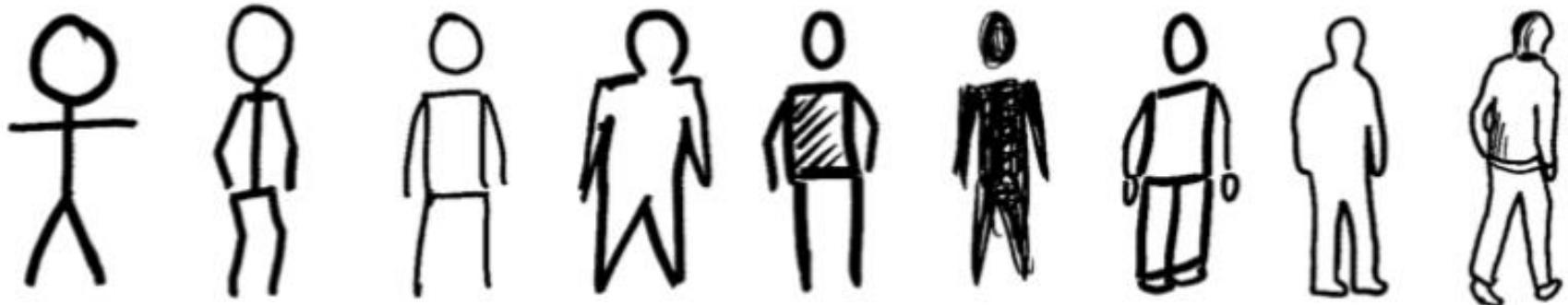


PD: PARTICIPATORY DESIGN

BRAINSTORMING, SCÉNARIOS ET PROTOTYPAGE

complément au développement structuré

les concepteurs développent un ou plusieurs modèles opérationnels pour démontrer une idée.



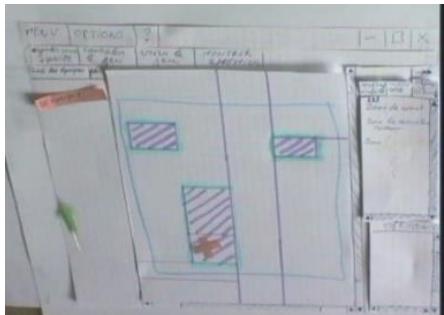
le prototype implémente des idées les rendant ...

PD: PARTICIPATORY DESIGN

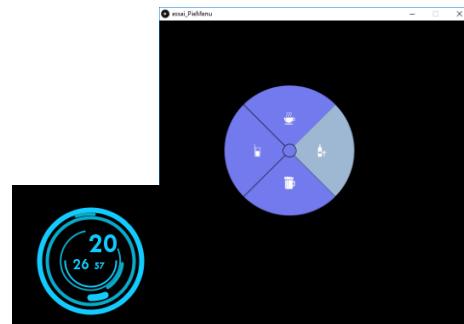
BRAINSTORMING, SCÉNARIOS ET PROTOTYPAGE

... visibles, compréhensibles et testables !

- Prototypes basse-fidélité : papier, vidéo



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



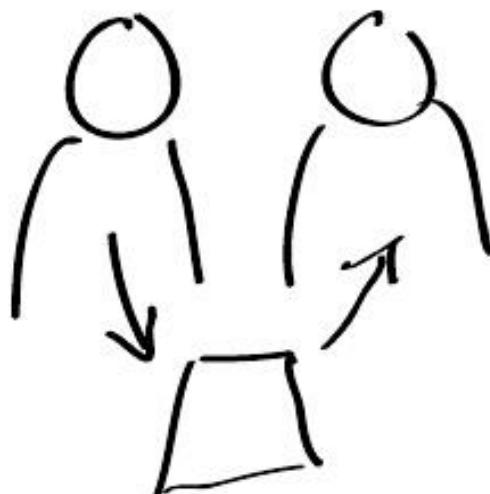
why sketch?



Documentation



Reflection



Communication

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://balsamiq.com/products/mockups>
- <https://www.adobe.com/fr/products/xd.html>
- <https://proto.io>
- <https://www.figma.com>

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

- **Librairies**

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

- **API et périphériques**

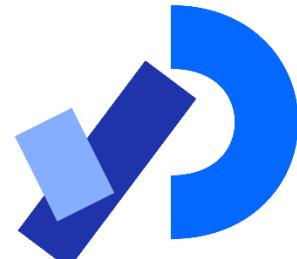
- Arduino
- Raspberry Pi
- Phidgets
- **Devices** : Kinect, Leap Motion, Tobii Gaze Tracker, ...

- **Bus logiciels** (développement distribué orienté événement) : ROS2, MQTT, ZeroMQ, ...

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 ;)

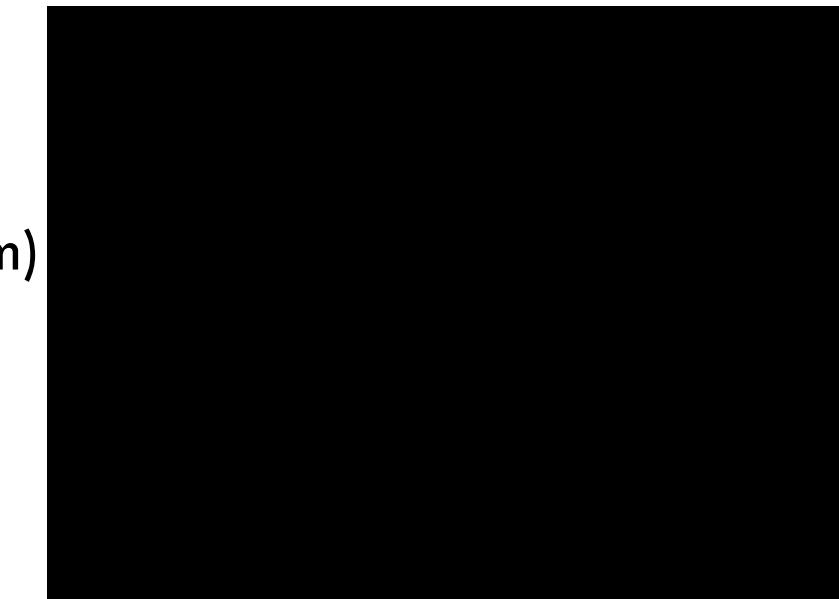


PROTOTYPAGE

Démo !

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

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



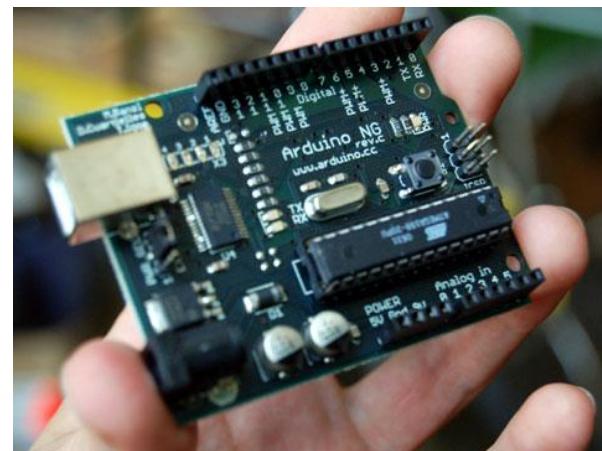
S. Greenberg, S. and C. Fritchett, Phidgets: Easy Development of Physical Interfaces through Physical Widgets. In Proceedings of the 14th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology - ACM UIST'01, ACM Press, pages 209-218, November 11-14

PROTOTYPAGE

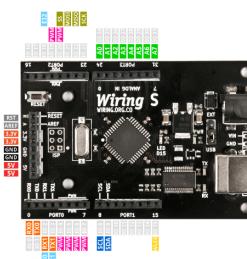
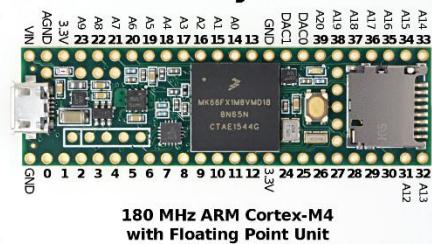
Démo !

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)

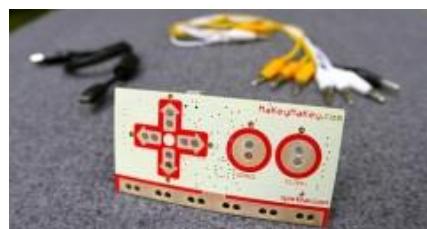


Teensy® 3.6



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 / ESP32
- ...



PROTOTYPAGE

Démo !

Raspberry Pi (<https://www.raspberrypi.org>)

- Mini-PC (de 5 à 100 € environ)



PROTOTYPAGE

Restent un des problèmes de taille :

**quoi évaluer ...
et comment ?**

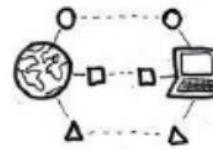
PHASE D'EVALUATION

Ten Usability Heuristics by Jakob Nielsen



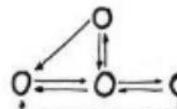
Visibility of system status

Give the users appropriate feedback about what is going on.



Match between system and the real world

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



User control and freedom

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



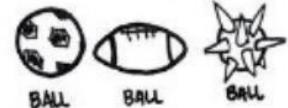
Error prevention

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



Aesthetic and minimalist design

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



Consistency and standards

Follow platform conventions through consistent words, situations and actions.



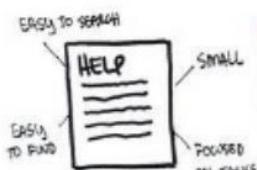
Flexibility and efficiency of use

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



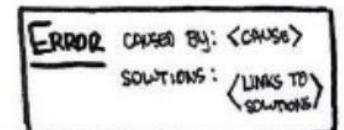
Recognition rather than recall

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

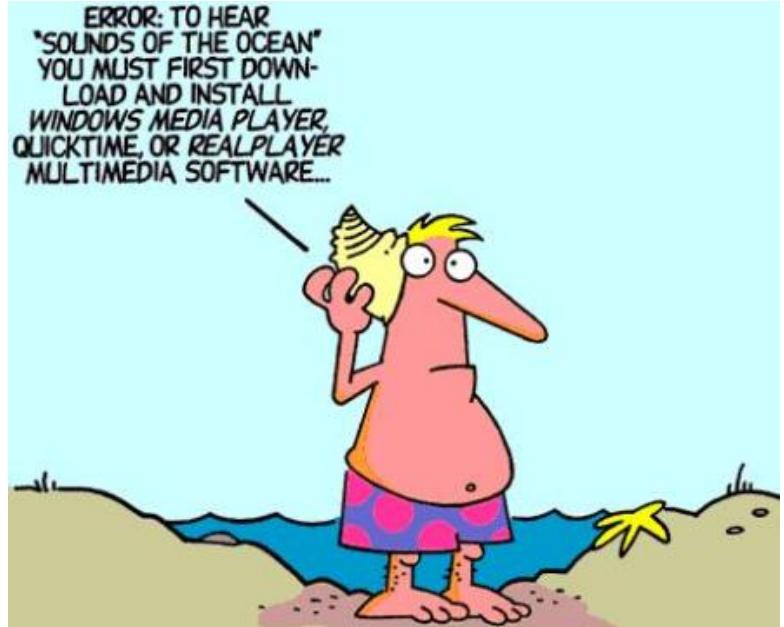


Help users recognize, diagnose, and recover from errors

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 »