

Interaction homme-machine

Introduction

Christian Nguyen

Département d'informatique
Université de Toulon

Objectifs

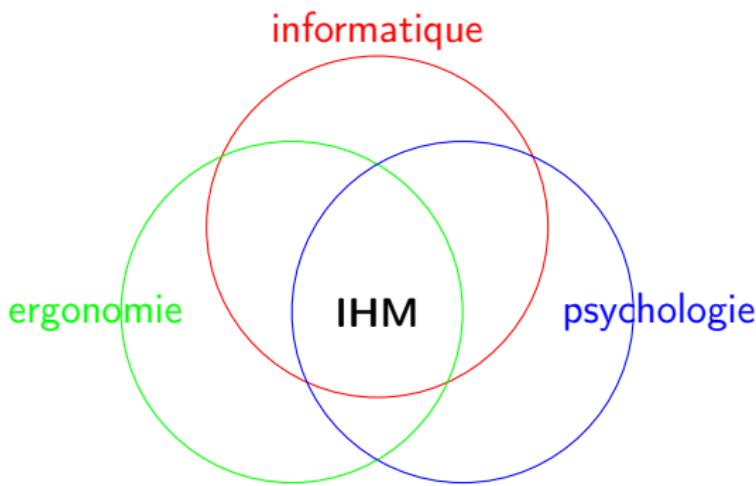
Gains de productivité,

Augmentation de la fiabilité.

► l'**interaction** homme-machine (IHM) se doit de :

- produire une représentation perceptible de l'état interne,
- faciliter l'apprentissage et la mémorisation,
- rendre la communication naturelle,
- capturer les intentions de l'utilisateur.

Approche pluridisciplinaire



- informatique : il y a la machine,
- sciences cognitives : et il y a l'homme (surtout),
- ergonomie : et l'interaction des deux.

Les représentations

Clefs de voûte de la communication

La communication n'est jamais directe, dans un dialogue chaque agent a son propre référentiel.

Les **représentations** permettent de se comprendre, par un mécanisme de codage / décodage (dans son propre référentiel).

Ce peut être : des sons, des images, des symboles, du texte, des gestes, un sourire, un parfum, ...

Elles sont présentes dans le cas de l'interaction homme (perceptif, subjectif) machine (formel, objectif).

- ▶ concevoir des représentations pertinentes.

Évolution de l'interaction homme machine

Premières générations d'ordinateurs

- expression dans le langage de la machine,
- pas de réponse en temps réel,
- une seule modalité de communication.

De nos jours

- expression multimodale (main, voix, regard, pression, etc.),
- dialogue en temps-réel,
- communication multimédia (combinaison de textes, d'images et de sons, dispositifs à retour d'effort, etc.).

Plan

1 Recherche

2 Ergonomie

3 Enseignement

Premiers programmes de recherche (1/15)

WhirlWind - 1951

Durant la 2ème guerre mondiale, l'U.S. Navy demande au MIT de construire un simulateur de vol pour leurs équipages de bombardiers.

Machine 16 bits, 2048 mots mémoires, 32 instructions maximum (soit 16 bits), mobilisant 175 personnes durant 3 ans de développement.

Whirlwind est le premier ordinateur à afficher en temps réel du texte et des graphismes sur un terminal vidéo circulaire¹.

1. mais il crash toutes les 20 mn.

Whirlwind



Premiers programmes de recherche (2/15)

Jeu d'échec - 1951

Premier programme² interactif de jeu d'échec (Dietrich Prinz), conçu pour résoudre des problèmes de mat en deux coups (sans règles spéciales), ce qui lui prend 15 à 20 mn.



2. sur machine FERUT (Ferranti, University of Toronto)

Premiers programmes de recherche (3/15)

Sketchpad - 1963

Travaux fondateur de l'infographie (Sutherland, MIT).

Premier système à utiliser un écran cathodique et un crayon optique pour l'édition graphique de dessins techniques.

Nombreux concepts fondamentaux des interfaces graphiques modernes :

- représentation des objets graphiques en mémoire,
- système de rendu graphique,
- désignation directe des objets à l'écran,
- retour d'information immédiat sous forme de lignes élastiques,
- zoom avant et arrière sur le dessin,
- résolution de contraintes.

Sketchpad



Ivan Sutherland - MIT - 1963

Premiers programmes de recherche (4/15)

La souris - 1964

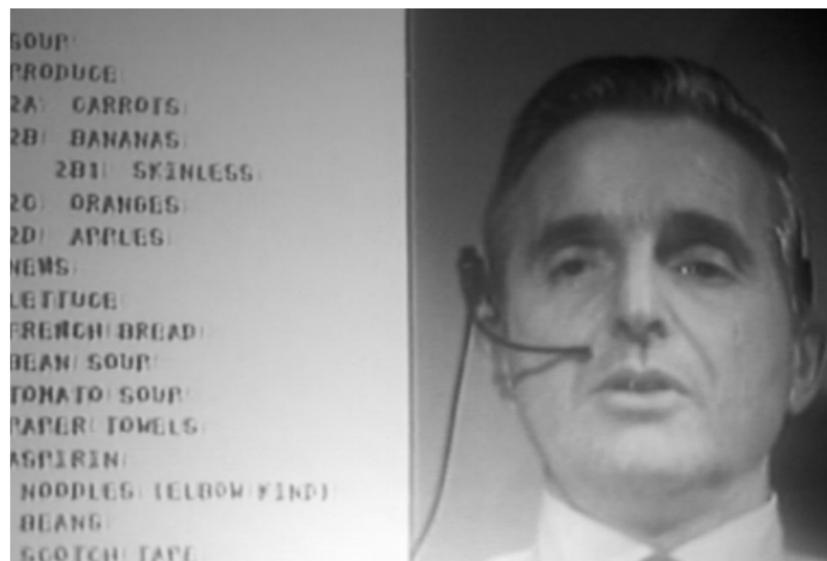
Douglas Engelbart invente un dispositif pour pouvoir facilement désigner des objets à l'écran, l'ancêtre de la souris, composé de deux roues (son brevet sera contourné par l'utilisation d'une boule).



Premiers programmes de recherche (5/15)

NLS - 1968

Démonstration publique de NLS (oN-Line System) par Engelbart (SRI, Stanford).



NLS

Système hypertexte collaboratif couplé à un système de vidéoconférence.

Des utilisateurs séparés de 45 km éditent collaborativement des données, ils peuvent se voir par vidéoconférence et utiliser des télépointeurs pour montrer des objets à l'écran.

L'interaction avec NLS est complexe mais Engelbart défend l'idée d'interfaces adaptées aux capacités des utilisateurs experts :
« il est plus facile de faire du tricycle, mais le vélo est plus rapide car on peut se pencher dans les virages ».

Un exemple d'interface « expert »

Le poste de pilotage d'un Airbus A380



Autre exemple d'interface « expert »

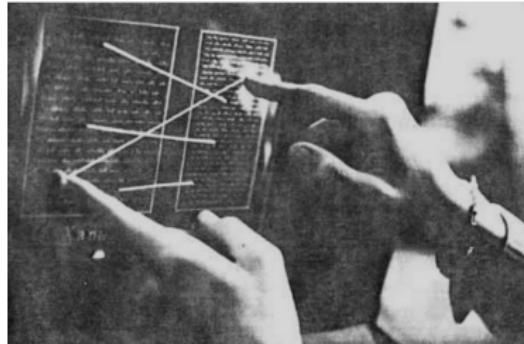


Premiers programmes de recherche (6/15)

Hypertext - 1968

Ancêtre de l'hypertexte (1945) : « As We May Think » de Vannevar Bush, système imaginaire appelé Memex.

Hypertexte (1968) : « Literary Machines » de Ted Nelson, présentation de Xanadu, un système mondial en réseau pour la publication de documents, fondé sur un procédé de *transclusion* (notion de référence à un document source).



Premiers programmes de recherche (7/15)

Xerox PARC (Palo Alto Research Center) - 1970 ...

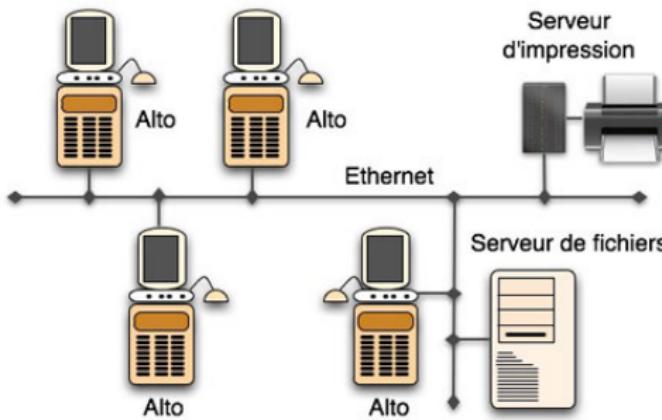
Création, en 1970, d'un centre de recherche dont le slogan est « la meilleure façon de prédire le futur, c'est de l'inventer » :

- 1971 imprimante à laser (Gary Starkweather),
- 1972 langage Smalltalk (Alan Kay) et son environnement de programmation objet graphique (fenêtres superposables, menus déroulants, etc.),
- 1973 réseau local Ethernet (Robert Metcalfe, David Boggs) vs Token Ring (IBM) et ARCnet (TRW-Matra),
- 1973 station de travail personnelle Alto, munie d'un écran graphique,
- 1974 papier électronique Gyricon (Nick Sheridan),

L'environnement Alto

Alto : réseau local Ethernet, interface avec métaphore du bureau, environnement multifenêtré (invention du copier-coller par Larry Tesler) et navigation parmi les ressources présentes sur le réseau.

Principales applications : Bravo, premier éditeur de texte WYSIWYG, et Draw, Markup et SIL trois logiciels de dessin.



L'environnement Alto



Xerox PARC, une synergie rare

Facteurs ayant favorisé l'émergence de concepts et d'outils innovants :

- qualité des équipes, couvrant pratiquement tous les domaines de l'informatique,
- qualité de l'organisation et du management scientifiques,
- application systématique de quelques principes simples mais essentiels :
 - KISS - Keep It Simple, Stupid (Alto, Ethernet, modèle client-serveur, etc.),
 - utilisation quotidienne, par tout le personnel de Xerox PARC, des outils développés au centre,
 - une attention particulière apportée aux performances.

Premiers programmes de recherche (8/15)

Le Web, un retour en arrière ?

- 1980 Tim Berners-Lee crée au CERN, un système hypertexte précurseur du Web,
- 1990 Nexus, prototype de navigateur et d'éditeur de pages Web,
- 1993 Marc Andressen implémente le navigateur Mosaic sous l'environnement X-Window

Par défaut, l'interaction sur le Web se limite aux liens et aux formulaires.

Web 2.0 : interaction proche des applications classiques mais très coûteux (Javascript indispensable pour un simple menu déroulant, édition de texte d'une grande pauvreté, création de pages de plus en plus complexe, etc.).

► les innovations plus récentes en IHM se sont développées en dehors du Web.

Premiers programmes de recherche (9/15)

Informatique ubiquitaire

- 1991 Mark Weiser, Ubicomp, accès à un environnement interactif en tout lieu et en toute circonstance (badge).



Mais défaut d'interopérabilité par volonté protectionniste.

Premiers programmes de recherche (10/15)

Réalité virtuelle

Attention : en anglais virtual signifie quasi.

- 1972 gant tactile (Noll), permet à un utilisateur de manipuler naturellement un objet virtuel,
- 1978 Aspen Film Carte (MIT 1978), simulation virtuelle de la ville Aspen (Colorado) avec trois modes : été, hiver, et polygones,



- 1985 terme désignant un espace de représentation 3D « réaliste » calculé en temps réel et immersif (Jaron Lanier).

Premiers programmes de recherche (11/15)

Réalité augmentée - 1993

Intégrer l'information directement au sein des objets physiques plutôt que de la confiner dans le monde numérique.

Comment augmenter la réalité :

- en augmentant l'utilisateur (lunettes, gants, ...),
- en augmentant son environnement (capteurs),
- en augmentant les objets physiques qu'il manipule.

Problèmes d'utilisabilité :

- capture et présentation de l'information,
- calibration, suivi des objets physiques,
- fonctionnalités réellement utiles,
- effets sur l'utilisateur.

Digital Desk

Manipulation d'objets physiques posés sur le bureau (feuilles de papier, calculette) grâce à un projecteur et une caméra montés au-dessus (Pierre Wellner, Rank Xerox EuroPARC).

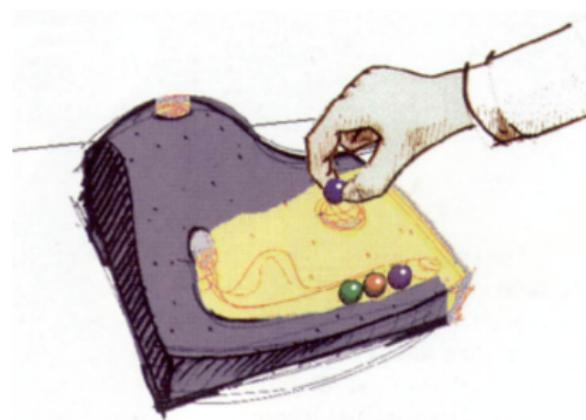


Premiers programmes de recherche (12/15)

Interface tangible

Donner une matérialité à l'information numérique.

La « Marble Answering Machine », Durrell Bishop : répondeur téléphonique dont chaque message est représenté par une bille (file de billes, écoute, effacement, transport).



Jeux vidéo vs jeux de plateau.

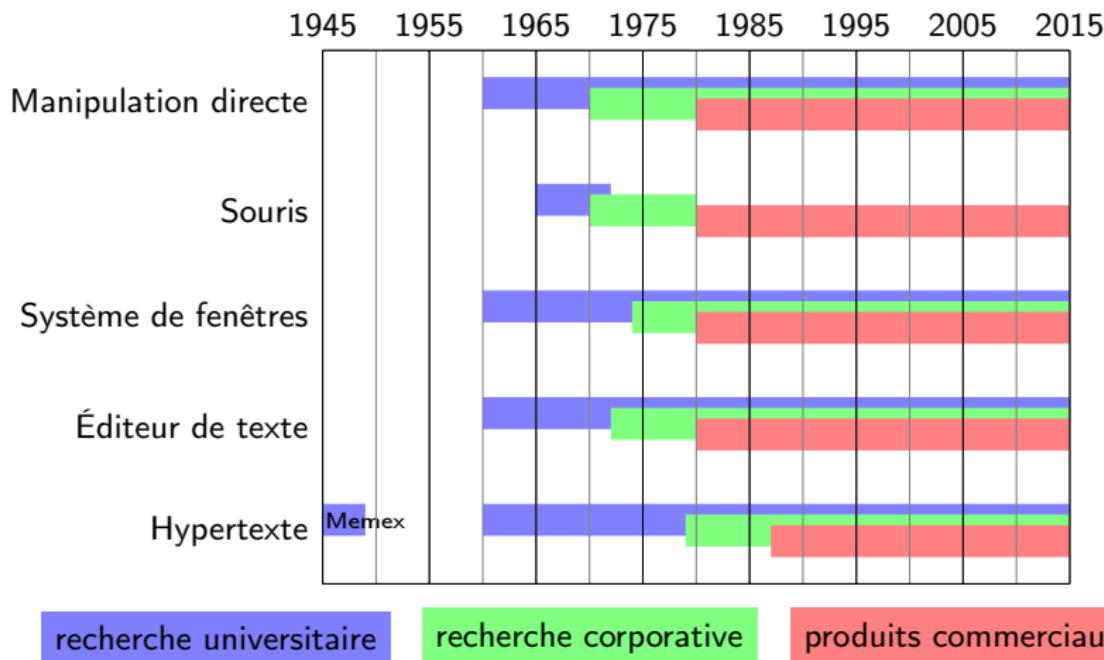
Premiers programmes de recherche (13/15)

Interaction multimodale

- 1964 tablette graphique (Tom Ellis) et système GRAIL de reconnaissance d'écriture,
- 1969 VideoPlace (Myron Krueger), installation qui permet d'interagir avec son corps, ancêtre de Eye Toy (Sony) 2003, et Kinect (Microsoft) 2009,
- 1972 écran tactile, système PLATO IV de l'Université d'Illinois, à plasma de 512×512 pixels,
- 1985 tablette multitactile sensible à la pression (Bill Buxton, Université de Toronto), ancêtre du smartphone iPhone 6S 2014 (3D Touch).

Premiers programmes de recherche (14/15)

Synthèse



Premiers programmes de recherche (15/15)

Conclusion

La plupart des concepts des interfaces actuelles sont anciens.

Des découvertes qui datent de plus de 50 ans ne sont que partiellement réalisées (NLS, Xanadu, ...).

De nombreuses innovations sont passées inaperçues (menus circulaires (1986) qui divisent par trois le temps de sélection, ...).

Certains choix se révèlent contraignant (le modèle centré sur les applications vs documents (Star), les protocoles du Web, ...).

- ▶ L'interface ubiquitaire, à base d'agents intelligents, de langage naturel et de réalité augmentée est encore à inventer.

Plan

1 Recherche

2 Ergonomie

3 Enseignement

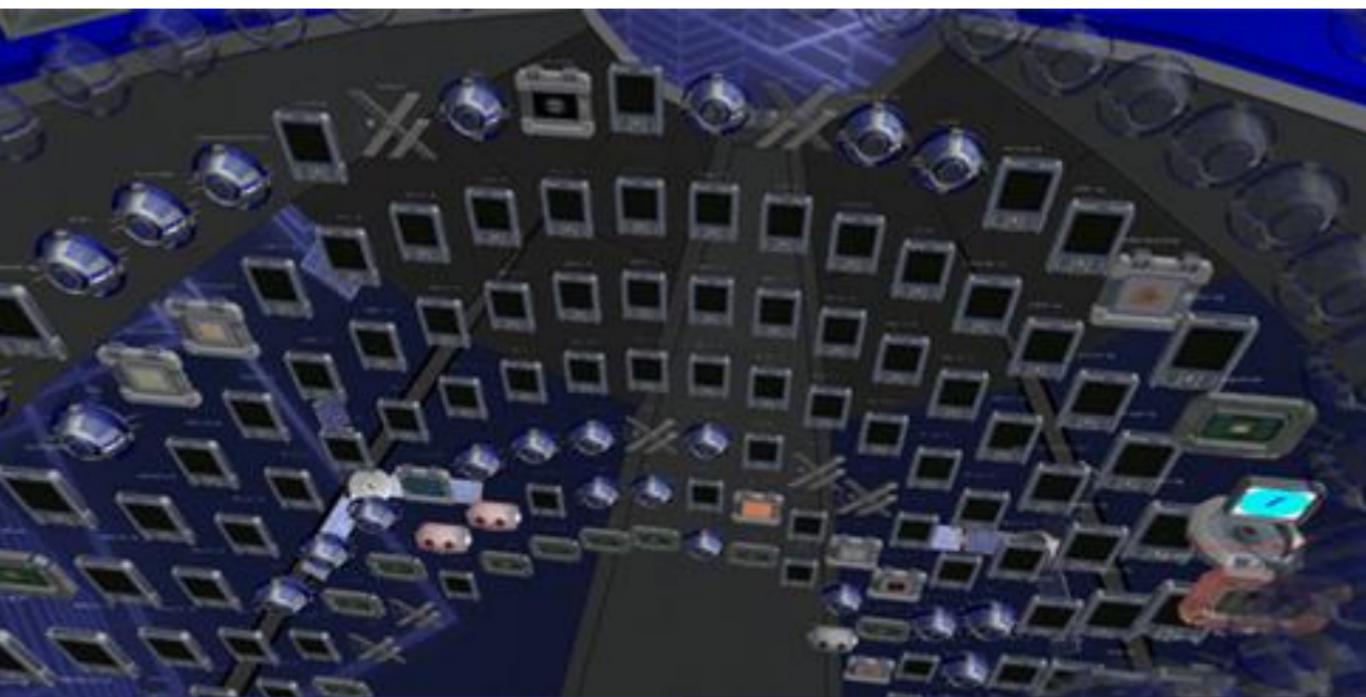
Ergonomie

Concevoir des interfaces en adéquation avec les caractéristiques physiologiques, perceptives et cognitives de leurs utilisateurs.

- manipulation directe,
- cohérence,
- concision,
- retour d'informations,
- structuration des activités,
- flexibilité,
- gestion des erreurs.

Ne pas trop en faire (1/5)

Augmente la complexité (rajouter une dimension, réalité virtuelle, système d'informations, etc.).



Ne pas trop en faire (2/5)

Ajoute une contrainte physique (*multitouch vertical*).



Ne pas trop en faire (3/5)

Augmente le délai de réponse (réseau).



Ne pas trop en faire (4/5)

Trop d'informations tue l'information (réalité augmentée).



Ne pas trop en faire (5/5)

Des interfaces « standards » et non adaptées.



Plan

1 Recherche

2 Ergonomie

3 Enseignement

Le module IHM (I62)

Cours 7 h (4 séances), TD 4 h (2 séances), TP 18 h (6 séances).

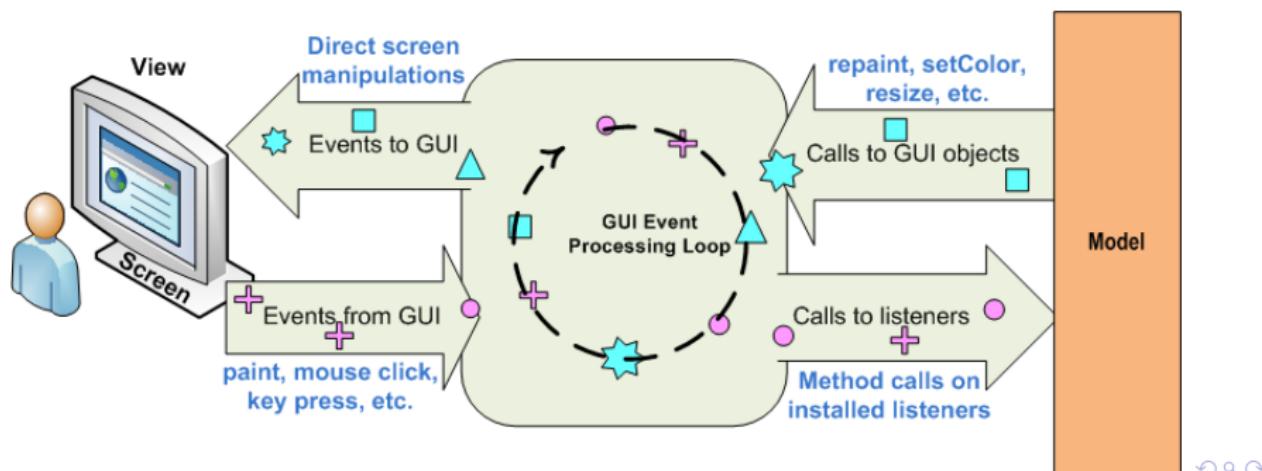
Limité aux interfaces graphiques (GUI : *Graphical User Interface*).

- Bibliothèque d'interface utilisateur (Tkinter),
- Python objet,
- Principes ergonomiques,
- Standards et modèles de conception.

Évaluation : mini-projet (pratique) et CT (écrit).

Les interfaces graphiques (GUI)

- reposent sur la vision et la préhension.
- toute action doit être prise en compte et entraîner une réaction avec mise à jour de l'affichage (*feedback*).
- notions d'évènements, de boucle d'attente active, de rétro-appels (*callbacks*).



Les interfaces graphiques (GUI)

Intégrées ou non au système d'exploitation.

Distinguer :

- bureau (*desktop*),
- gestionnaire des fenêtres (*window manager*),
- bibliothèque (*library*) :
 - Xlib (X Window),
 - Motif (IEEE 1295),
 - GTK (Gimp ToolKit, GNOME)
 - Qt ("cute", KDE)
 - wxWidgets (Windows X Widgets),
 - WinAPI,
 - **Tk** (Toolkit : Tcl ou Python).

Les interfaces graphiques (GUI)

“Trop” simples à implanter :

- nouvelle version tous les 6 mois,
- de plus en plus de widgets,
- pas de réel travail de conception, d'étude sur l'interaction, ...

► Nécessité :

- de modèles (Seeheim, de l'arche, MVC, PAC, ...),
- de l'existence de normes (CUA),
- de méthodes de conception (RAD, *use case*, ...).