

Techniques d'Interaction et Multimodalité

introduction

Philippe.Renevier@unice.fr

<http://atelierihm.unice.fr/enseignements/techniques-interaction/>

Luc Marongiu, Alain Giboin, Marco Winckler et Philippe Renevier Gonin

Merci à Laurence Nigay pour la base du cours

Planning

- 21/09 séance de cours (aujourd'hui)
 - Marco Winckler
- 1 séances de cours Présentation des Interactions (et cours visu)
 - Philippe Renevier Gonin
- 3 séances [android ou html/javascript]
 - Visualisation (Fisheye)
 - Multimodalité (Fisheye interactif)
 - Virtualité augmentée
 - Luc Marongiu (ancien IHM, en mission chez Air France), Philippe Renevier Gonin
- Jeudi 26 octobre : Forum
- Jeudi 02 novembre : préparation de l'expérimentation
 - Luc Marongiu et Marco Winckler
- Jeudi 09 novembre : expérimentation
 - Luc Marongiu et Marco Winckler, et aussi Alain Giboin et Philippe Renevier Gonin
- Jeudi 16 novembre : contrôle écrit

Notes

- Une note d'écrit le 16/11 (durée 2h)
- Une expérimentation

- 50%-50%

Expérimentations : motivations

- Prendre conscience qu'une technique d'interaction n'est bonne que dans un cadre fixé :
 - Une ou plusieurs tâches,
 - Un ou des contextes
 - variantes liées directement à la tâche, comme un nombre d'images à afficher
 - variantes non liées à la tâche, comme le bruit ambiant, comme la foule autour de soi, etc.
- Voir que l'on peut programmer des techniques
- Supposer qu'une technique est meilleure que les autres
- MAIS voir par l'expérience que cela dépend...
- Voir également une expérimentation « ciblée », en complément de CEIHM

Expérimentations, consignes

- Menée le 09/11
- Par groupe (2 ou 3)
- Comparer pour une tâche
 - Comparaisons de modalités (= interactions) pour réaliser cette même tâche
 - Soit sur le même dispositif (e.g., téléphone, tablette, pc...),
 - Soit par adaptation de la modalité sur différents dispositifs
 - Soit par variation des données manipulées
 - $\text{Nb(modalités)} + \text{Nb(conditions)} = \text{Nb(membres du groupe)} + 2$.
- Cela vous demande de préparer ces expérimentations en dehors des cours
- Un rapport sur ces tests (objectif, développement, déroulement, résultats) sera à rendre au plus tard le vendredi 17/11 (par courriel)
 - Taille indicative, hors mise en page, entre 5 et 8 pages
 - Les parties « objectif » et « développement » peuvent être rédigées avant l'expérimentation
- Tâche et interactions
 - À vous de les proposer
 - Au plus tard lors de la 3^{ème} séance (le 06/10)

Description des sujets

- Titre du sujet (nature de l'application visée [jeu, etc.])
- Utilisateurs cibles (*à priori vous*)
- Tâche(s) à réaliser avec l'application - Techniques d'interaction envisagées pour cette application
- Scénario(s) décrivant comment les utilisateurs cibles réalisent la tâche avec l'une et l'autre des techniques d'interaction
- Hypothèse sur laquelle des techniques serait la plus efficace/appréciee/... pour/par les utilisateurs cibles
- Justification de cette hypothèse

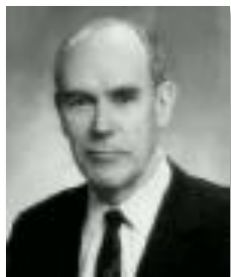
Historique des interactions

Besoins, Inventions,
Temps de transferts

Évolution historique...

- Avant (1950 à 1980)
 - Utilisateurs, des informaticiens, ingénieurs
 - Traitement en lot
 - Ordinateur réservé à une clientèle élitiste
 - Utilisateurs esclaves du système
- Après (1980 à un peu avant maintenant)
 - Utilisateurs, des novices en informatique
 - Systèmes hautement interactifs
 - Utilisateurs maîtres du système
- Maintenant
 - Utilisateurs nés entourés d'informatique
 - Plusieurs dispositifs par utilisateurs
 - Ordinateur partout

Il était une fois l'IHM...



- Ivan Sutherland 1963 (thèse MIT)
- Sketchpad
 - Outil de dessin
 - Stylo optique et boutons
 - Désignation directe des objets à l'écran
 - Icônes
 - Zoom
 - Copier/Coller



Il était une fois l'IHM...

- Douglas Engelbart
 - 1963 Création du Augmentation Research Center
 - “One objective is to develop new techniques, procedures, and systems that will better adapt people’s basic information handling capabilities to the needs, problems, and progress of society.”



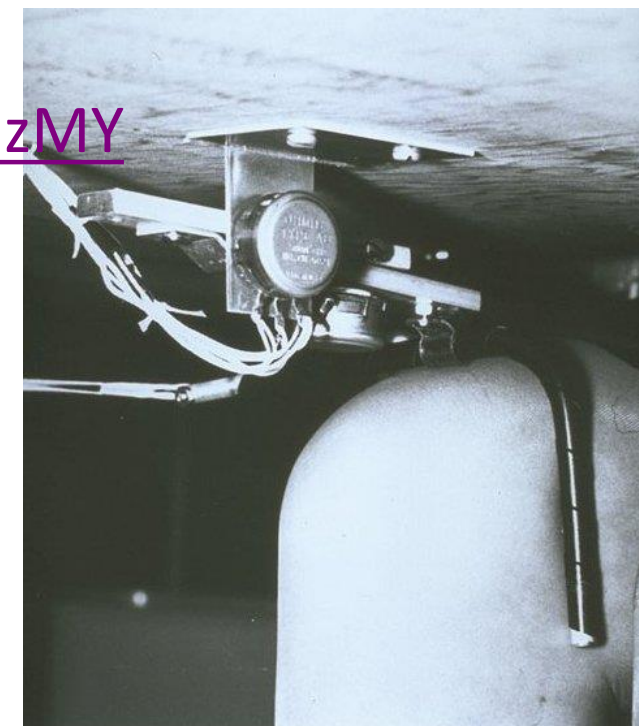
Il était une fois l'IHM...

- Douglas Engelbart
- 1968 NSL oN Line System
 - <https://www.youtube.com/watch?v=yJDv-zdHzMY>
 - Souris vers 31'
- Augment/NSL
 - Edition de texte
 - Collecticiel
 - Vidéo-conférence
 - Ecran deux dimensions
 - Dispositif au genou
 - Souris



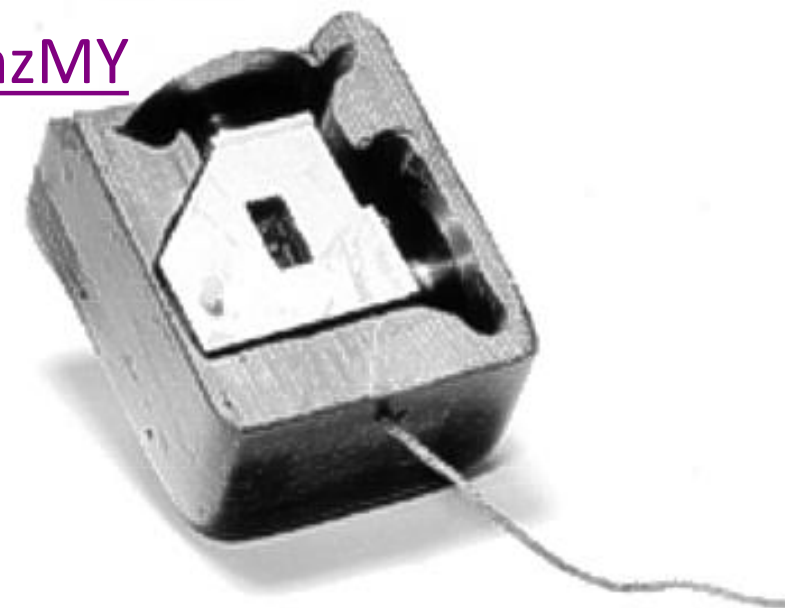
Il était une fois l'IHM...

- Douglas Engelbart
- 1968 NSL oN Line System
 - <https://www.youtube.com/watch?v=yJDv-zdHzMY>
 - Souris vers 31'
- Augment/NSL
 - Edition de texte
 - Collecticiel
 - Vidéo-conférence
 - Ecran deux dimensions
 - Dispositif au genou
 - Souris



Il était une fois l'IHM...

- Douglas Engelbart
- 1968 NSL oN Line System
 - <https://www.youtube.com/watch?v=yJDv-zdHzMY>
 - Souris vers 31'
- Augment/NSL
 - Edition de texte
 - Collecticiel
 - Vidéo-conférence
 - Ecran deux dimensions
 - Dispositif au genou
 - Souris



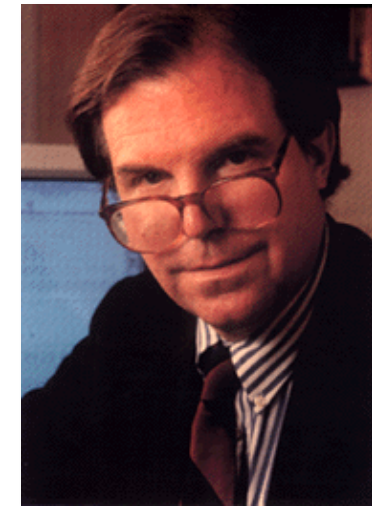
Il était une fois l'IHM...

- Douglas Engelbart



Il était une fois l'IHM...

- MIT Architecture Machine Group
- Nicholas Negroponte (1969-1980+)
- De nombreuses innovations
 - Grand écran (mur)
 - Interface “intelligente (IA)
 - Interface multimodale : parole + geste
 - Fusion des mondes physiques et numériques (*Atom & Bit*)



Il était une fois l'IHM...

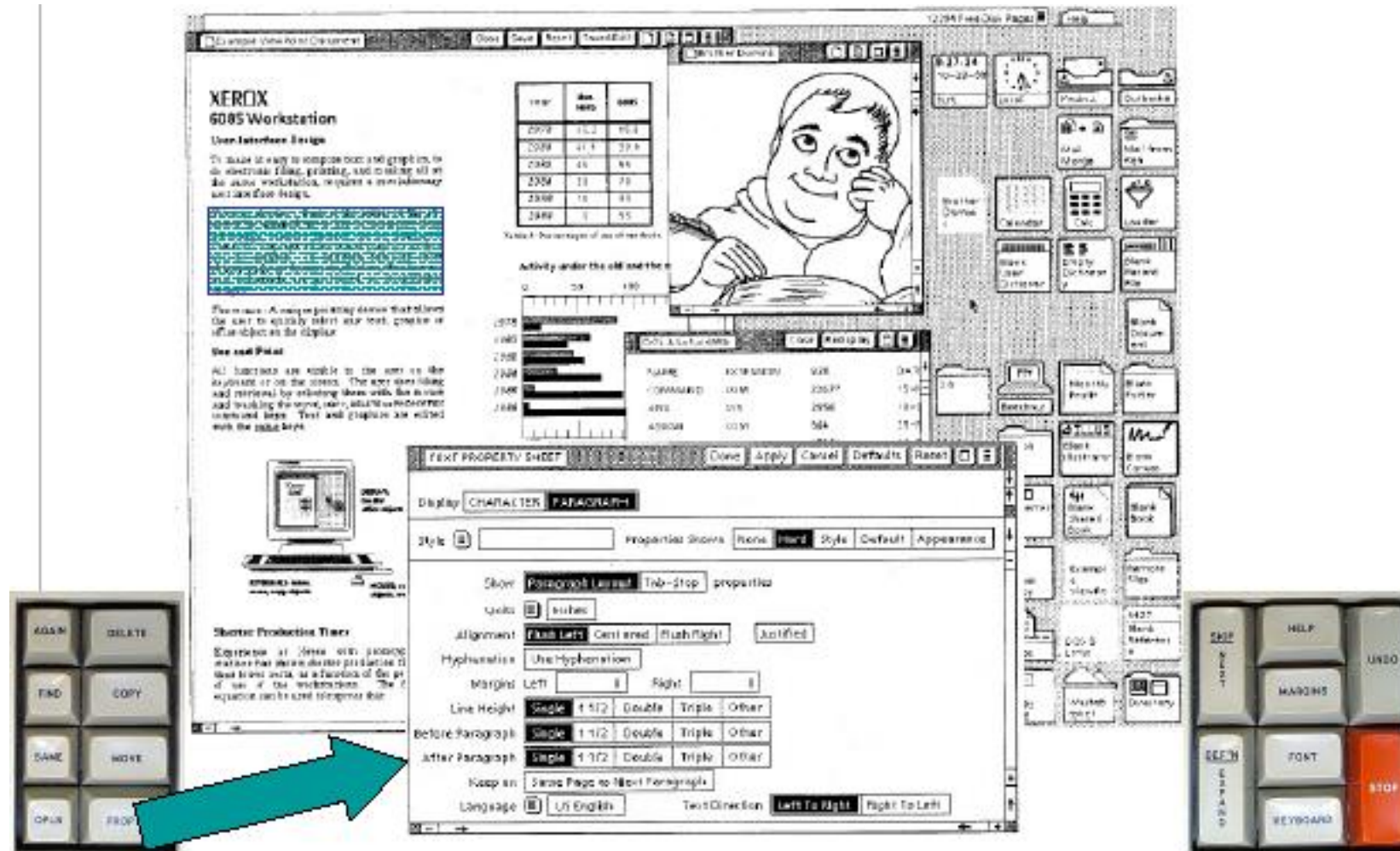
- The Xerox PARC : Bravo 1974
- Charles Simonyi and Butler Lampson
- Editeur de texte WYSIWYG
 - Polices, mise en forme
- Simonyi rejoint Microsoft et gère le développement de Microsoft Word

Il était une fois l'IHM...

- The Xerox PARC : Xerox Star 1981
- Projet lancé en 1975 pour les *business professionals*
 - Interface graphique basée sur la métaphore du bureau
 - Utilisation d'icônes et de fenêtres WYSIWYG
 - Système centré document (application masquée)
 - Ecran noir et blanc
 - Souris à deux boutons
 - Clavier spécial muni de deux pavés de touches de fonction

Il était une fois l'IHM...

- The Xerox PARC : Xerox Star 1981

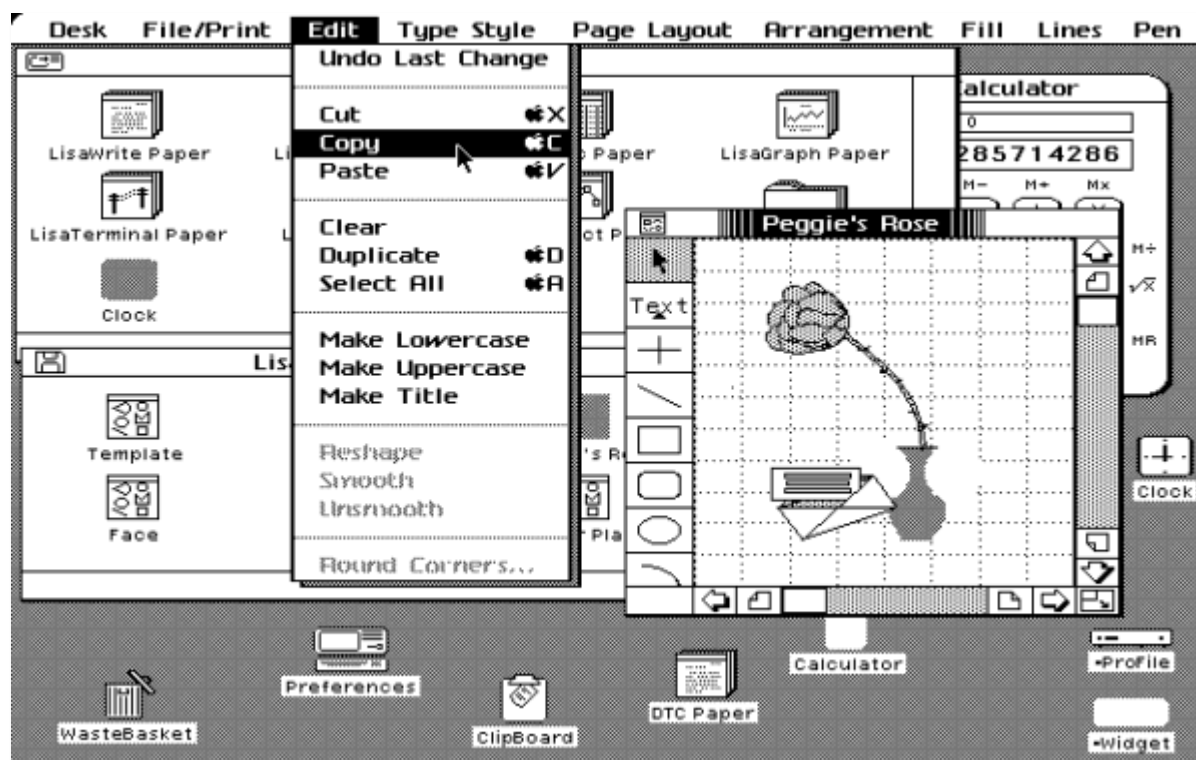


Il était une fois l'IHM...

- The Xerox PARC : Xerox Star 1981
- Echec commercial
 - Trop différent
 - Cible marketing mal évaluée (ex. pas de tableur)
 - Prix élevé (\$ 16 500)
 - Architecture fermée (impossible de développer une application hors de Xerox)
- Mais une influence certaine sur les systèmes actuels

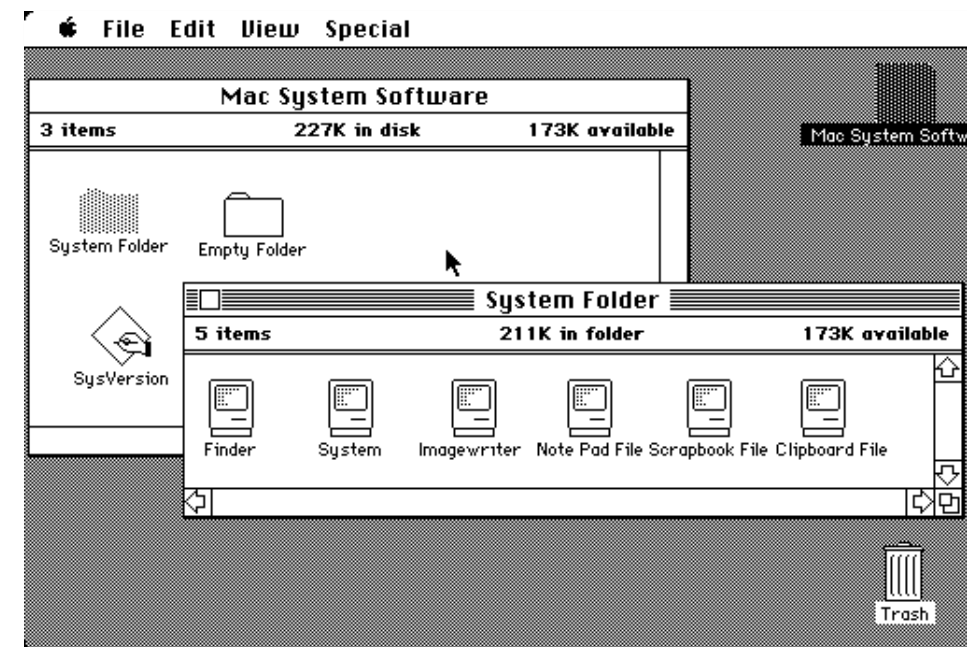
Il était une fois l'IHM...

- Apple Lisa 1983
- Inspiré du Star, moins cher (\$ 10 000)



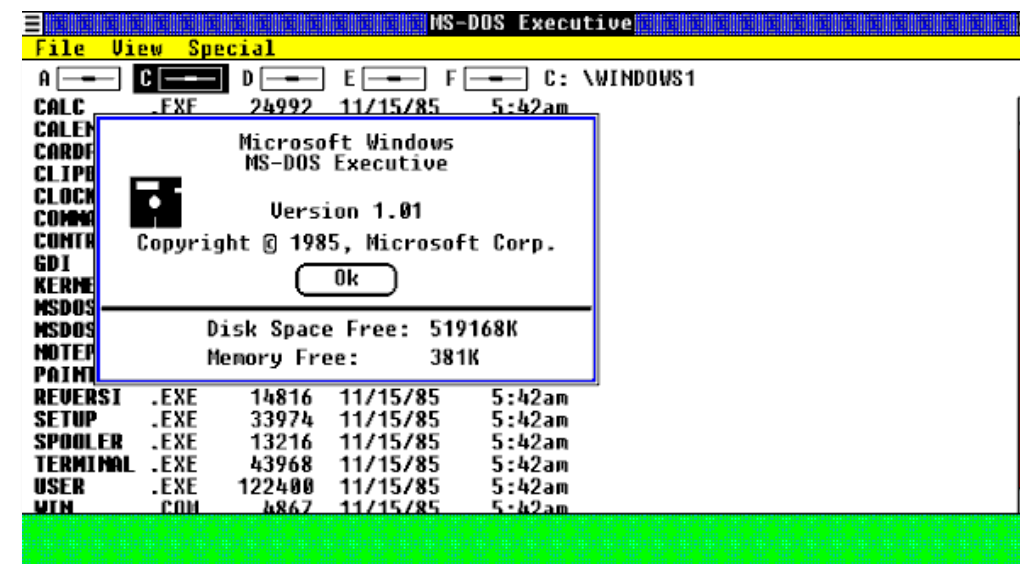
Il était une fois l'IHM...

- Apple Macintosh 1984
 - Prix \$2500 (grand public)
 - Chef de projet : Steve Jobs (Jef Raskin)
 - Finder MacPaint MacWrite
 - Boîte à outils



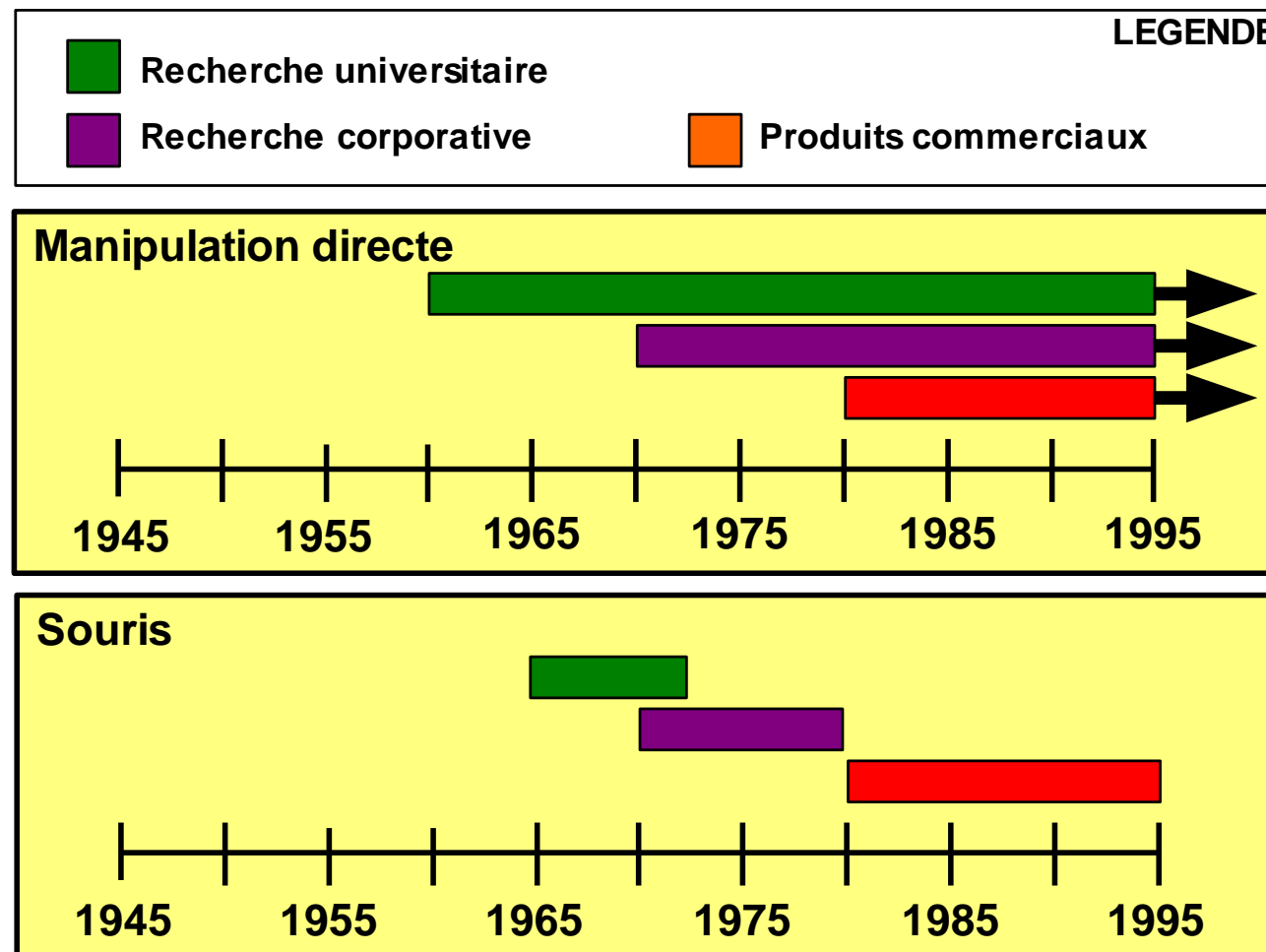
Il était une fois l'IHM...

- Microsoft Windows
 - IBM PC AT 1984 (processeur à 6MHz)
 - Windows 1.01 1987 (1983-1987)
 - Windows 2.03 1988
 - Windows 3.1 1992



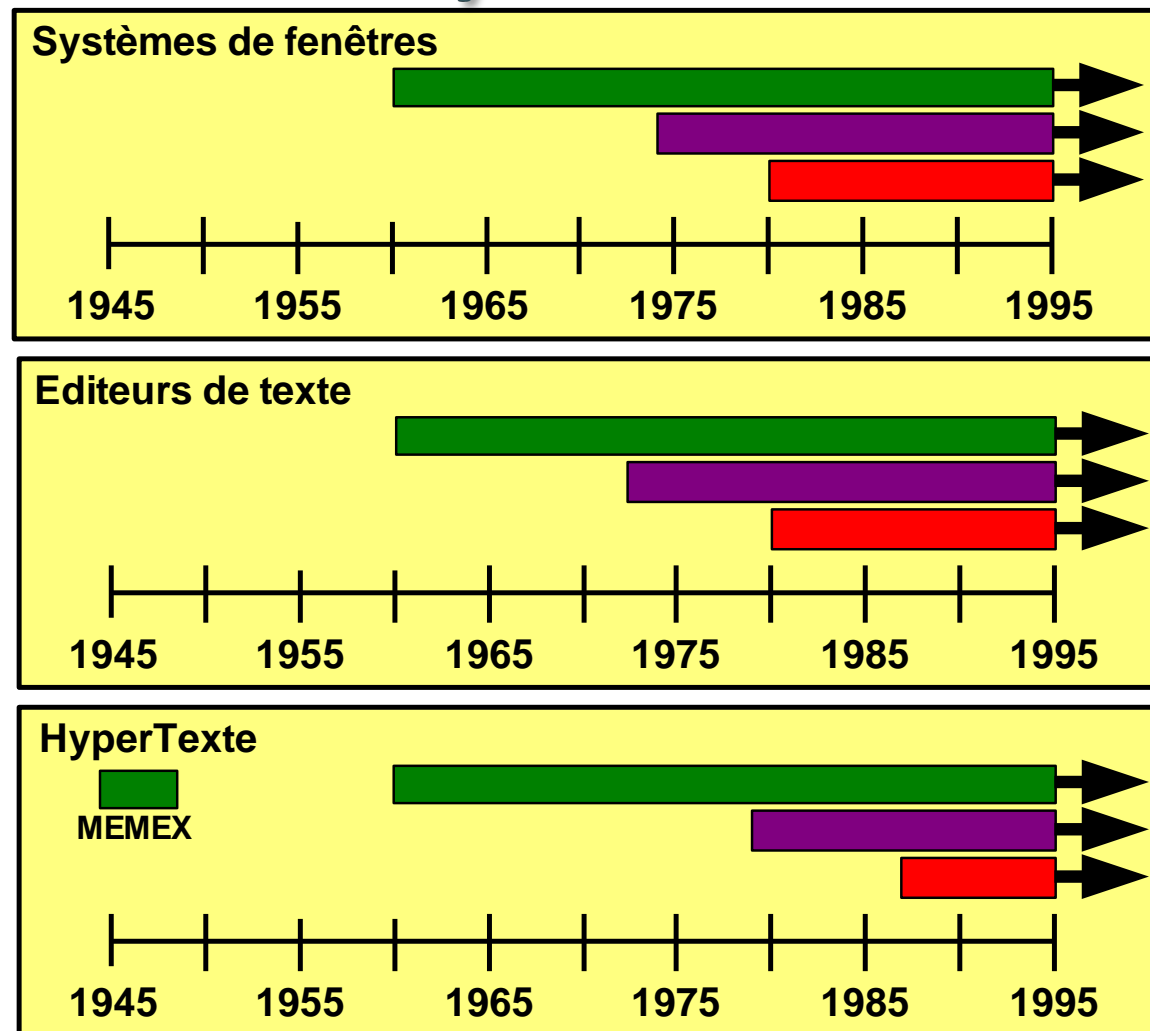
Il était une fois l'IHM...

Synthèse



Il était une fois l'IHM...

Synthèse



Il était une fois l'IHM...

- ACM SIGCHI (depuis 1982)
 - special interest group on computer-human interaction
 - conferences CHI : 2000-3000 participants
- AFIHM (depuis 1996)
 - Conférence IHM

Des clefs pour faire nos propres interactions

DÉFINITIONS

Une interaction

- substantif féminin (<http://atilf.atilf.fr/>)
 - « *Action réciproque de deux ou plusieurs objets, de deux ou plusieurs phénomènes.* »
 - (psychologie, sociologie) « *Action réciproque qu'exercent entre eux des êtres, des personnes et des groupes.* »
- Pour nous :
 - Action réciproque entre l'utilisateur et le système informatique
 - À la fois dans la perception et dans l'action
 - **Feedback**

3 raisons d'interagir

- Le système est un outil
 - « first person interfaces »
- Le système est un assistant
 - IA
- Le système est un intermédiaire (entre des personnes)
 - « social media »

- Peuvent se combiner...

Interaction + tâche = modalité d'interaction

Modalité =
<dispositif, langage>

Interaction + tâche = modalité d'interaction



Interaction = façon d'agir et de réagir
Modalité = dispositif, langage >

Interaction + tâche = modalité d'interaction




Interaction = façon d'agir et de réagir
Modalité = dispositif, langage >

Les actions des utilisateurs, les instruments

Interaction + tâche = modalité d'interaction



Interaction = façon d'agir et de réagir
Modalité = dispositif, langage >



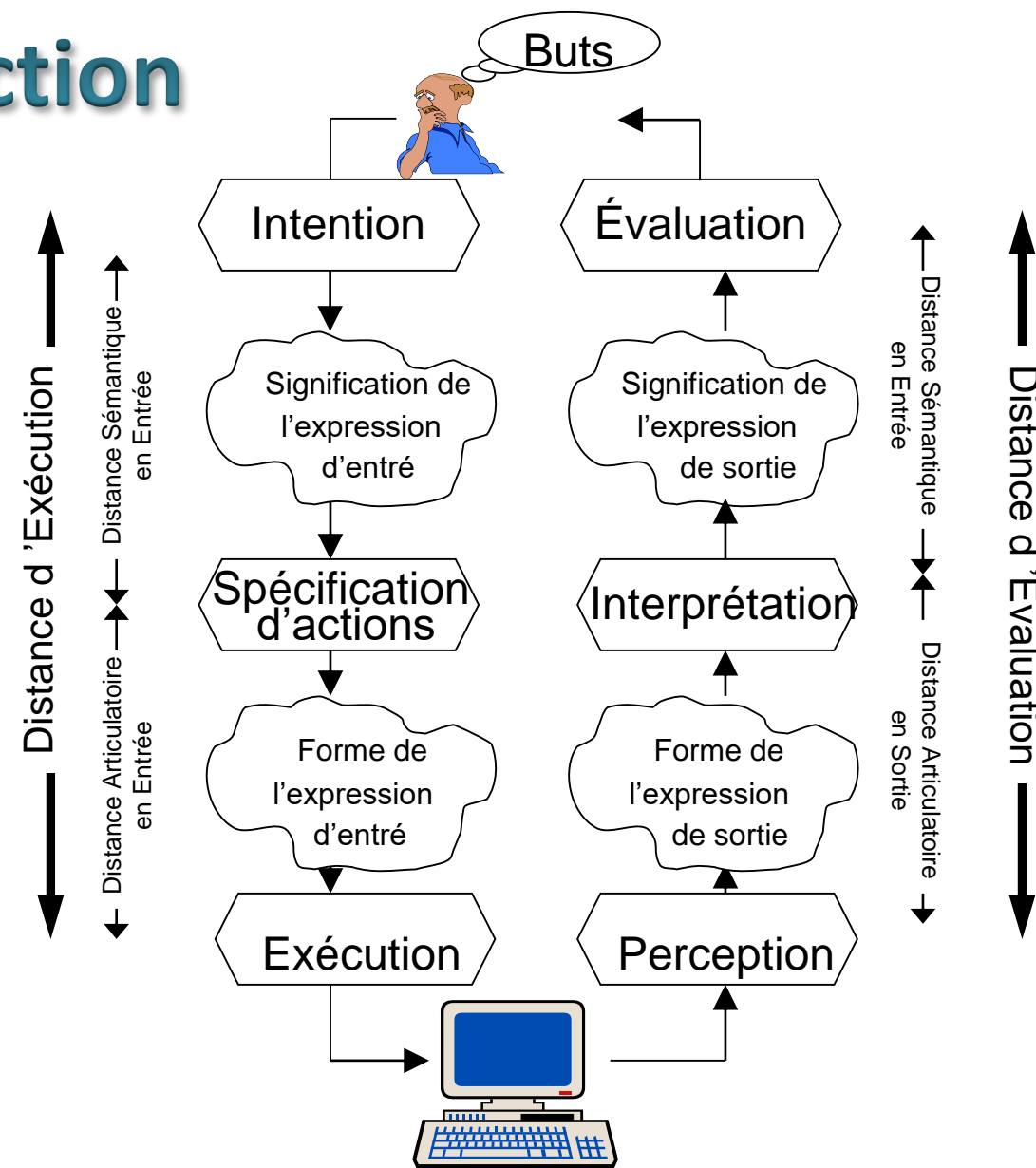
Les actions des utilisateurs, les instruments



Tâches
!

Théories pour l'interaction

- Extraits des travaux en psychologie / ergonomie
- Théorie de l'action [D. Norman "User centered design", 1986]
- [J. Rasmussen, "Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. SMC-13, no. 3, pp. 257-266, May-June 1983]
 - Skill-based level >
 - Rule-based level >
 - Knowledge-bases level



Différents Styles d'Interaction (1/2)

- Conversationnelle : ligne de commande / langage naturel (ou pseudo naturel)
 - Tapé / Parlé
- WIMP : Windows Icons Menus Pointer
 - Menu / Icône
 - Formulaire
 - Navigation
 - WISIWIG (*what you see is what you get*)
- Manipulation Directe [Shneiderman, Ben. "[Direct manipulation: a step beyond programming languages](#)" *IEEE Computer* 16(8) (August 1983), 57-69]
 - Action directement sur l'objet (ou sa représentation), résultat directement dessus (réservable)

Différents Styles d'interaction (2/2)

- Théorie de l'interaction instrumentale [Michel Baudoin-Lafon, [*Interaction instrumentale : de la manipulation directe à la réalité augmentée*](#). IHM'97, Poitiers, septembre 1997, Cépaduès-Éditions]
 - Décomposition composante physique + composante logique
 - Caractérisation des instruments
 - Degré d'indirection (spatial / temporel)
 - Degré d'intégration (degré de liberté partie physique vs partie logique)
 - Degré de Compatibilité (entre l'instrument et l'action)
- Collecticiel
 - Différentes taxonomies / modèles
 - Espace / temps [ensembles / séparés / les deux]
 - Rôles des utilisateurs
 - Droits et Partages
- Et beaucoup d'autres évolutions

Cartographie, Évolution des Interactions

Présentations de techniques passées, présentes
et...

Des évolutions, des combinaisons

- Sur la nature des informations
 - Quantité
 - Complexité (ontologie, sociale)
 - Nature (graphique, vidéo, son, etc.)
- Sur les dispositifs (entrée / sortie)
 - c.f. les transparents suivants
- Des moyens techniques différents pour un même résultats (utilisateur)
- Évolutions à la fois indépendantes et liées

Evolution(s)

- Au sein des interactions WIMP
 - 3D
 - Visualisation
 - 2 mains, tactile
 - Sur dispositif mobile
 - Sur grand dispositif
 - Interaction tangible
 - Interaction répartie
 - Interaction gestuelle, VR
- Virtualité Augmentée
- Réalité Augmentée / Système Mixte
- Environnement Augmenté -> Ubiquitaire
- *Brain-Human Interaction*
- *Affective Computing*
- *Robot-Human Interaction*

Quelques vidéos : Évolutions WIMP

- Illustration de la 3D
 - Transition
 - Intégration du son
 - Temps de transfert
 - Des paradigmes non démocratisés en WIMP mais revenu en Tactile (« scatter view », « book », etc.)
- Visualisation
 - Informations toujours plus nombreuses
 - Nouvelles techniques de présentation (Fisheye)
 - Conséquence de la Mise en contexte

Evolution(s)

- 2 mains, tactile
 - Dextérité humaine
 - Anticipation des évolutions
- Sur dispositif mobile : Baby face, sur de petits écrans
 - Adaptation à des ressources moindres, mais avec des habitudes...
 - Besoins de nouvelles techniques (embedded interactions)
 - Interaction tangible :
 - Tirer partie de tout ce qui nous entoure
 - Interactions « sans frontière »
 - Attractivité des techniques (incliner, toucher) v.s. utilisabilité à long terme (interaction involontaire, peu précise, doigt qui masque, etc.)

Wimp → Multimodale

- Évolution mise en avant par Richard Bolt
 - <http://www.youtube.com/watch?v=0Pr2KIPQOKE>
- Parfois courante
 - souris + clavier pour jouer, jeux « xDS », etc.
- Pas seulement de l'équivalence
 - Exemple : Avancer = touche « z » et direction avec la souris
 - C.f. Composition de modalités [Vernier 01, d'après Allen]
- Aspect « programmation » : fusion d'information, « fenêtre temporelle », etc.

Wimp → Tactile

- Des besoins dans l'industrie
 - des tablettes pc du début des années 2000
- Explosion avec les smartphones
- Manipulation directe
 - sans le médium « souris »
 - Avec un doigt
- Problèmes induits
 - Précision (ex: fermer le dernier onglet ou ouvrir un nouveau sur chrome sur smartphone)
 - Occultation par le doigt
 - Doigt v.s. Stylet
 - Interaction 1 main / 2 mains (ou plusieurs doigts)
 - Charge cognitive
 - Temps d'apprentissage
 - Les événements « informatiques » ne sont pas les mêmes (ex :hover ...)

Wimp → Petite taille / Mobile

- Miniaturisation des ordinateurs :
 - « PDA » dans les années 90 / début 2000
 - « Explosion » avec les smartphones
- Deux dimensions
 - La résolution
 - La taille
- Contextes encore plus variés
- Dualité
 - Entre les envies des utilisateurs
 - Les capacités des devices

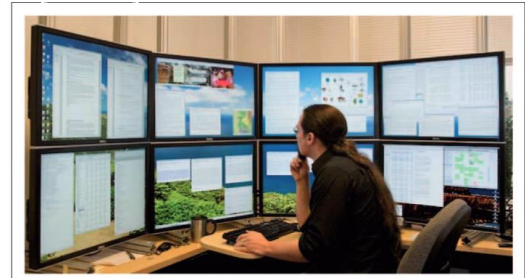
Enjeux des interfaces de « petites tailles »

- Conditions d'utilisation
 - Debout, assis, nombre de mains libres, etc.
- Fatigue potentielle
- Par certain aspect : prolongement « wimp » avec le tactile
 - Tactile : Écran = fenêtre ; icônes ; menus ; doigts = pointer
 - Mais la traduction s'arrête là
- Mise en œuvre : programmation

Wimp → Grande taille

- De l'écran 4K (UHD-1 3840x2160) à des murs d'écran en passant par des projections
 - Résolutions variables (écran(s))
 - Vue
 - Fatigue physique
- Traduction non trivial
 - Navigation
 - Souris pas vraiment utilisable si la résolution est très grande
 - Sélection dans un grand nombre
 - Position des menus et des outils...
 - Résolutions des informations (multi-échelle)
 - techniques de visualisation
 - [[cours de Renaud Blanch](#)]
- C. Andrews, A. Endert, B. Yost, and C. North. [Information visualization on large, high-resolution displays: issues, challenges, and opportunities](#). *Information Visualization* 10, 4 (October 2011), 341-355.
- Liens avec WIMP → Répartie
 - Interaction
 - Partie privée / partie publique

Andrews et al.



Wimp → Répartie

- Plusieurs dispositifs, en particulier d'affichage
 - du deuxième écran à des « ordinateurs » « reliés »
- Exemple : [WILD](#)
 - [M. Beaudouin-Lafon et al. [Multisurface Interaction in the WILD Room](#). *IEEE COMPUTER*, IEEE, 2012, Special Issue on Interaction Beyond the Keyboard, 45 (4), pp.48-56.]
 - Interaction depuis une table ou depuis un mobile



Challenge des interfaces « réparties »

- [Jens Grubert, M. Kranz, A. Quigley [Challenges in Mobile Multi-Device Ecosystems](#)]
- [E-conic: a Perspective-Aware Interface for Multi-Display Environments]
 - <https://www.youtube.com/watch?v=BX9Wc64F-Rs>
- [Thèse de Umar Rashid](#) (2012, University of St Andrews)
 - Étude du changement d'attention (mobile / large)
 - Duplication d'éléments
 - Sélection sur mobile
 - Lecture sur grand écran (sans réplication)

Design	Technological	Social	Perceptual
Device characteristics [5][14][19]	Binding [51][52][53] [54][55][56]	Privacy [68][69][70]	Visual attention [13][17][81][82] [83][84][85][86]
Fidelity gaps [3][17][33]	Security [57][58]	Social acceptability [68]	Display contiguity [17][81]
Spatial ref. frame [3][15][16][17][18]	Widget adoption [3][49]		Visual overload [83][84][88]
Fore-background int. [2]	Spatial registration [3][5][28][30] [31][61][62]		
Visibility and Tangibility [4][18]	Sensor heterogeneity [3][5]		
Proxemics [17][25][26][27][28][29][30][31]	Non-touch interaction [3][5]		
Micro-mobility [37]	Development and runtime environments [5][45][46][47][48][67]		
F-Formations [37][38][39]			

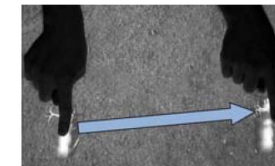


Figure 4. Fractured MDE (left) and perspective-aware MDE (right).

Wimp → 3D → VR

- [Jaemoon Jung et al. "[A Review on Interaction Techniques in Virtual Environments](#)". International Conference on Industrial Engineering and Operations Management 2014]
 - Contrôle de l'intérieur de la scène
 - « manipulation directe » (HMD, gants, regard, ...) -> intuitif
 - Outils (manette, etc.) -> mapping difficile
 - Outils en partie virtuel -> souple mais complexe à prendre en main
 - Contrôle de l'extérieur de la scène
 - « manipulation directe » (geste,...) -> intuitif
 - Objet physique qui représente un objet numérique (VA)
 - Outils en partie virtuel (c.f. CAVE pour Cave Automatic Virtual Environment)
- 3D + tactile
 - Passage de 2D à 3D : [Aurélie Cohé. Manipulation de contenu 3D sur des surfaces tactiles. Interface homme-machine [cs.HC]. Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, 2012. [<tel-00789111>](tel:00789111)]
 - Gestes
 - Association de plusieurs surfaces tactiles [[CubeTitle](#) / Immersion]
- Mise en œuvre : opengl ou unity
Casque VR (avec samsung S6)

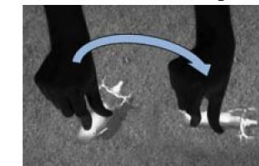
[Extrait de la thèse de A. Cohé citant Mark Hancock]



Translation dans le plan xy



Translation en z



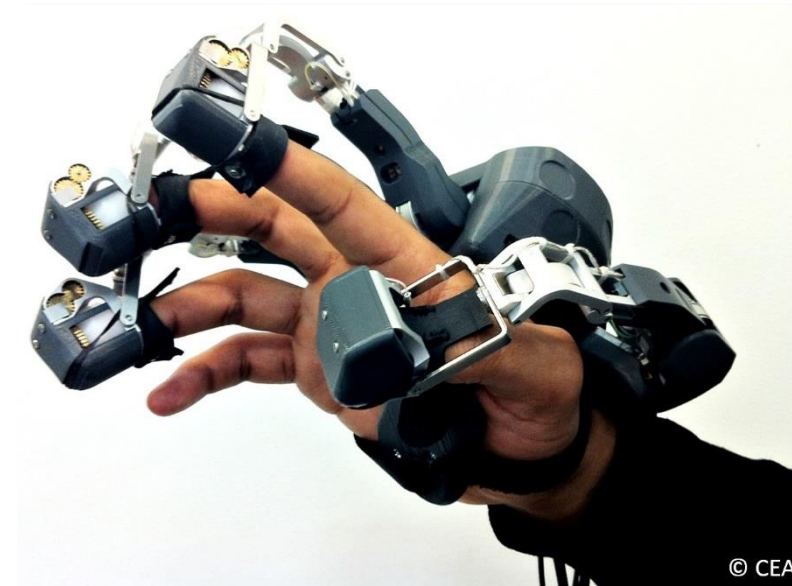
Rotation autour de z



Rotation 3D

Wimp → Multisensorielle

- Interaction « haptique »
 - Retour de force
 - Proprioception
 - Etc.
- C.f. [un article dans « techniques ingénieurs »](#)
- Vibration
- Son
- Mise en œuvre :
 - Haptique : matériel !
 - Vibration / Son : incorporation « manuelle » à évaluer

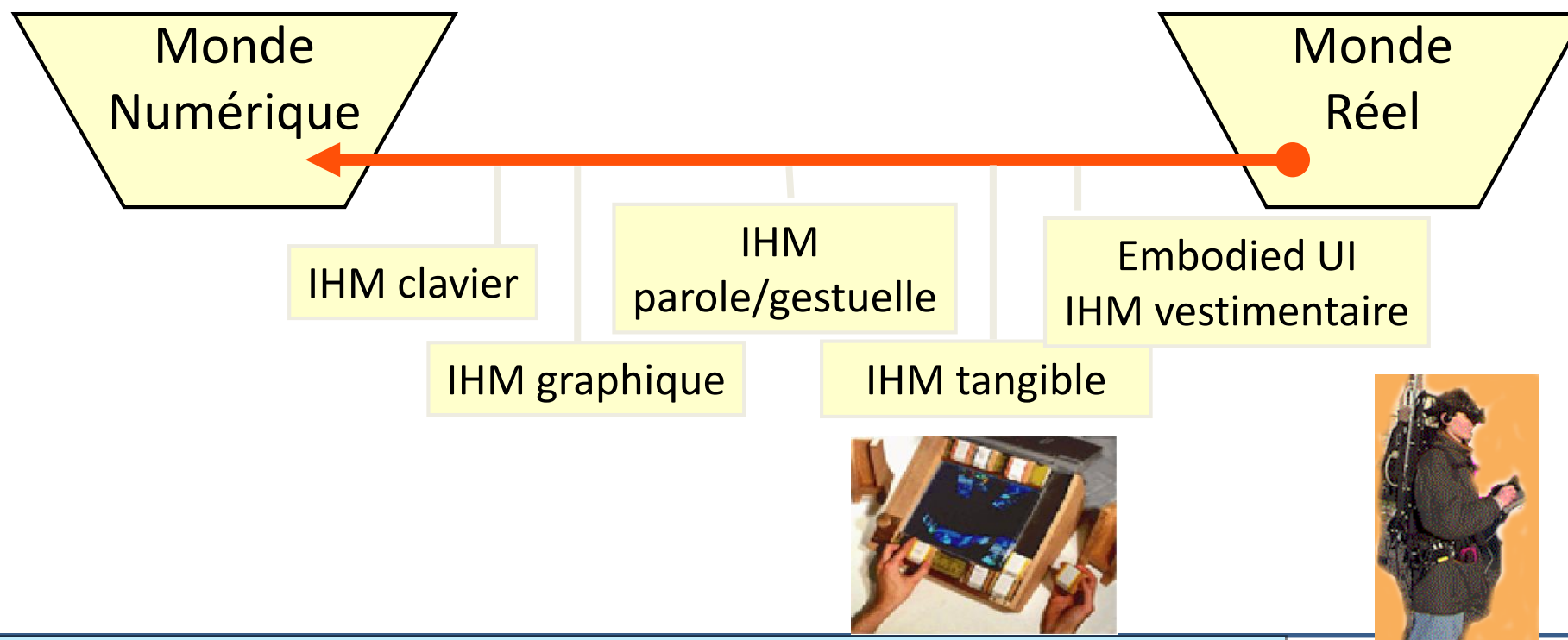


Wimp → Gestuelle

- Main(s) nue(s) ou équipée(s)
- Gestes « libres » ou sur une surface
- Ancêtre : R. Bolt (put that there)... <http://www.youtube.com/watch?v=0Pr2KIPQOKE>
- Maintenant : dans les jeux... ([comparatif kinect avec playstation move en 2010](#))
- Combinaison (geste tactile + geste physique)
 - [Adriano SCODITTI. [Gestural interaction techniques for handheld devices combining accelerometers and multipoint touch screens](#). Université de Grenoble. 2011] : vidéo <https://www.youtube.com/watch?v=KK1CSZ92GFQ>
- Mise en œuvre : via la kinect / leap motion ou des « gestures » sur surface tactile ou des « pattern » dans les données de capteurs (accéléromètres)

Virtualité Augmentée

- Limitation de la souris
- Interagir plus naturellement



Wimp → VA

- Virtualité Augmentée
- Objet de la tâche dans le monde numérique
 - Physical Icon : <http://tangible.media.mit.edu/project/metadesk/> (1997)
 - Utilisation des propriétés physiques de l'objet pour faciliter l'interaction numérique
- Manipulation d'objets physiques pour des actions sur des objets numériques
 - Augmentation des objets par des capacités à agir sur le numérique
 - Exemple : Robert Held, Ankit Gupta, Brian Curless, and Maneesh Agrawala. [3D puppetry: a kinect-based interface for 3D animation](#). In *Proceedings of the 25th annual ACM symposium on User interface software and technology* (UIST '12)
https://www.youtube.com/watch?v=Z_G_EsVDmIY
- Peut être proche de la réalité virtuelle

Systemes Mixtes

- Profusion de termes
 - Bit / Atome
 - Réalité augmentée
 - Réalité augmentée
(**mobile**)
 - ...

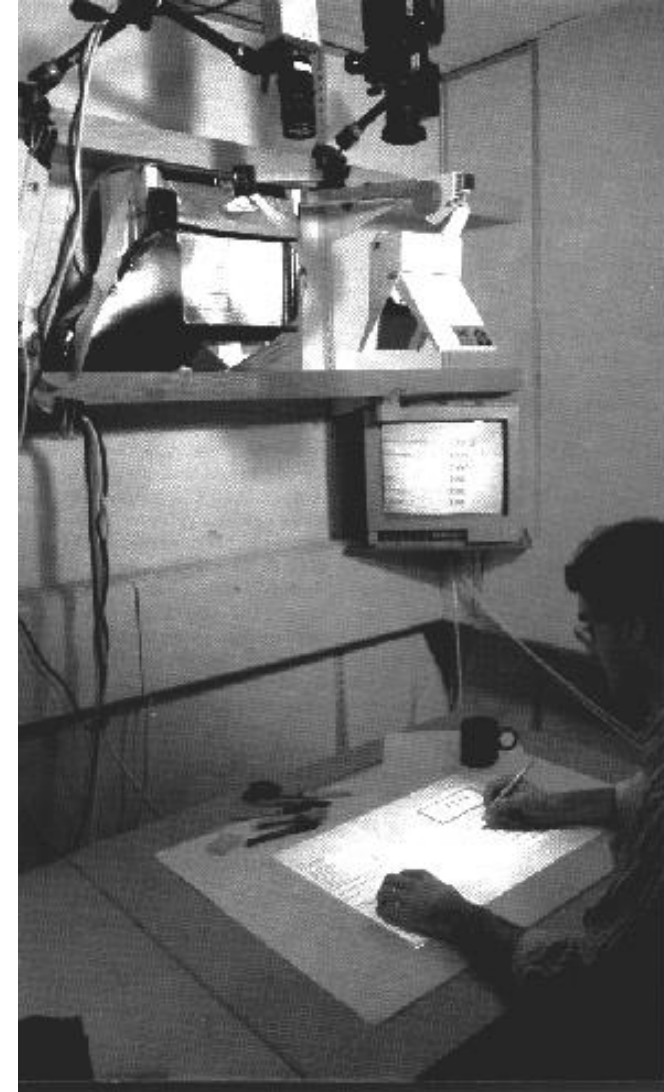
Systemes Mixtes

- Profusion de termes
 - Bit / Atome →
 - Réalité augmentée
 - Réalité augmentée
(**mobile**)
 - ...



Systemes Mixtes

- Profusion de termes
 - Bit / Atome
 - Réalité augmentée
 - Réalité augmentée
(**mobile**)
 - ...



Systemes Mixtes

- Profusion de termes
 - Bit / Atome
 - Réalité augmentée
 - Réalité augmentée
(**mobile**)
 - ...



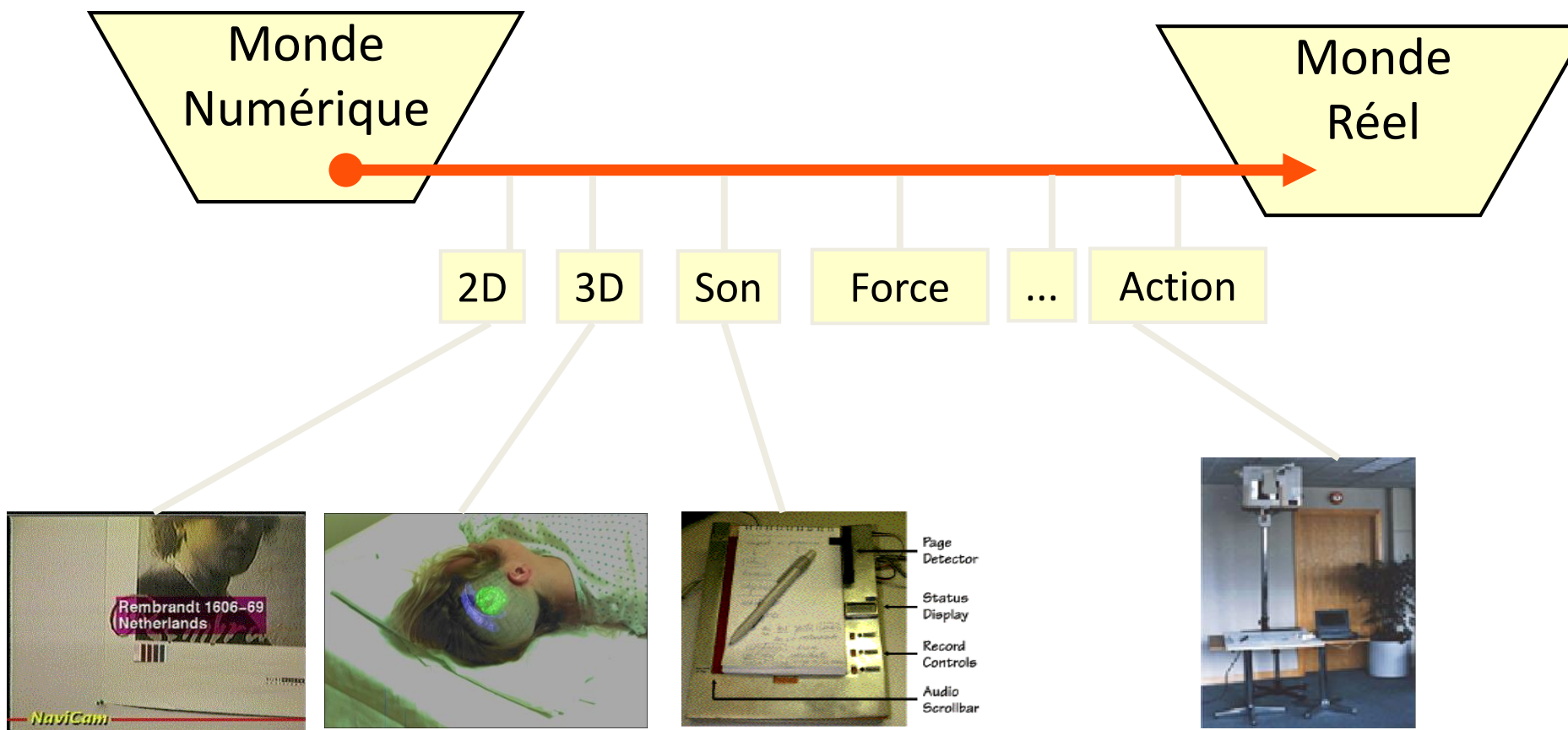
Systemes Mixtes

- Profusion de termes
 - Bit / Atome
 - Réalité augmentée
 - Réalité augmentée
(**mobile**)
 - ...
- Un but : combiner les entités physiques et numériques

Wimp → RA

- Réalité Augmentée
- Objet de la tâche dans le monde physique
- Augmentation de l'objet (présent ou pas)
- [Mackay W. "[Augmented Reality: Linking real and virtual worlds A new paradigm for interacting with computers](#)". AVI 1998] : trois cibles d'augmentation : objet / utilisateur / environnement
- Peut être proche de la mobilité
[Exemple d'une visite de musée](#) (différentes approches)
- Peut être proche de la VA :
<http://tangible.media.mit.edu/project/physical-telepresence/>

Systemes Mixtes



Systemes Mixtes

- Mélange d'activité dans le monde physique et dans le monde numérique
- S'affranchir de contraintes historiques d'interaction
- Réalité Augmentée = aller sur le terrain
- Evolution vers des systèmes alliant toutes les facettes de l'informatique
- Evolution vers une intégration complète de l'ordinateur
- Points communs avec systèmes ubiquitaires

VA / RA

- Tendances actuelles [[rapport de Lauri Härkänen et al](#)]:
 - Orientation de la tête / du regard
 - Retour des HMD
 - Multimodalité
- Plus de taxonomies / outils de conceptions : [Thèse de Céline Coutrix](#), Universités de Grenoble, 2009

C.f. Caractérisation à venir...

Cible de l'augmentation	Utilisateur	Objets	Environnement
Type de l'augmentation	Evaluation		Exécution
Temporalité de l'augmentation	Persistant		Ephémère
Mode d'interaction lors de la création de l'augmentation	Actif		Passif
Mode d'interaction lors de la modification de l'augmentation	Actif		Passif

VA / RA : réalisation

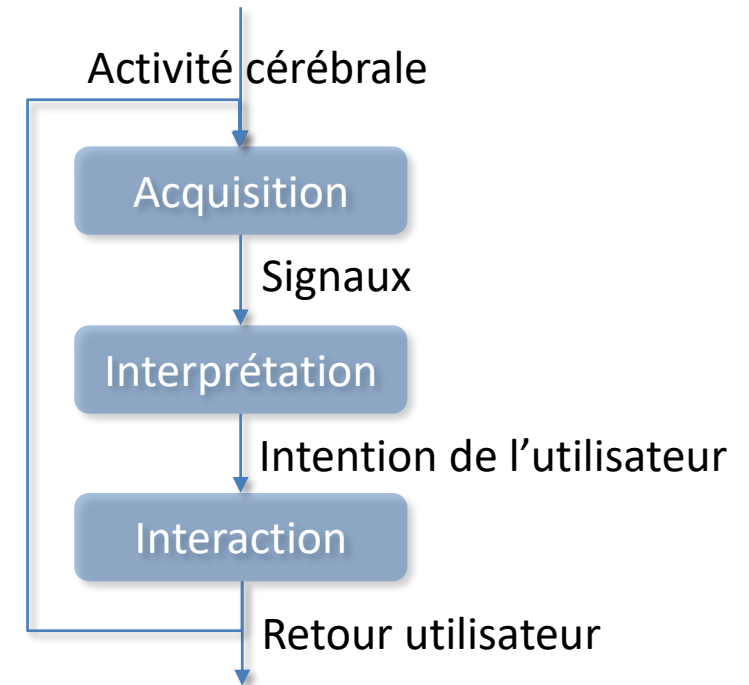
- Toolkit « RA » comme vuforia
 - Décoration de la scène vidéo
 - « tracking » d'objet (avec ou sans affichage)
 - Autres traitements de vision par ordinateurs
- Localisation
 - Géolocalisation ou autres systèmes (tag,...)
 - Par « zone » (être proche d'un beacon ou de plusieurs...)
 - Utilisateur ou Objet ou Lieu localisé
 - Être proche de... ou S'être rapproché de...
- Réaction à des événements
 - Objets + centrales inertielles → manipulation 3D
 - Des boutons virtuels (vuforia)
 - Des boutons réels (détournés)
- Aspect client – serveur (fusion de différentes informations)
- D'un point de vu dispositif (RA) :
 - Téléphone / tablette
 - « transparent »
 - Eventuellement « miroir » mais problème de déconnexion possible avec la réalité
 - Ecran fixe d'un ordinateur
 - « miroir » (caméra de face)
 - Ou « transparent »
 - Projection
 - Sur l'objet
 - Mini projecteur « difficile » (focus, luminosité)
 - Etc.
- D'un point de vu dispositif (VA)
 - Un téléphone détourné (qui sert de physical icon)
 - Un objet « décoré » (tag, ...) avec une caméra (ou plusieurs) extérieure(s)
 - Etc.
- D'un point de vu mise en place
 - La partie non informatique est **très très** importante
 - Affordance...

Wimp → Ubiquitaire / « Embedded »

- [[Mark Weiser](#)]
 - Ordinateur utile, si possible invisible, sans demander d'attention (et sans énerver)
- « Embedded »
 - IoT / Objets communicants
- Interaction parfois passive, parfois sans instruments « visibles »
- Mise en œuvre : les événements déclenchent l'interaction : beacon, détection « bluetooth », détection caméra (vuforia), autres capteurs...
 - Mise en place de serveurs
 - Communications « machine –machine » pour fusionner des événements
 - Différence avec VA / RA : les retours peuvent être intégralement dans le monde numérique

Wimp → Cerveau

- “Brain–Computer Interfaces”
- Capturer des signaux biologiques (cerveau...) et réagir à
 - Passif ou actif...
 - Entraînement
 - Mais finalement classique... (mais pas facile)
 - Gürkök, H. and Nijholt, A. “[Brain-computer interfaces for multimodal interaction: a survey and principles](#)”. International journal of human-computer interaction, 28 (5). 2012. pp. 292-307.
- Exemple :
 - <https://team.inria.fr/potioc/fr/scientific-subjects/neuroergonomics/>
 - <https://team.inria.fr/potioc/fr/scientific-subjects/teegi-tangible-eeeg-interface/>
- Mise en oeuvre :
 - Casque NIA (vieux) ou bracelet (en traitant le signal brut)
 - Aspect “traitement du signal”



Wimp → Emotion

- « Informatique Affective » (*affective computing*)
 - Reconnaître, Restituer, modéliser les émotions humaines
- Aussi bien en entrée (l'utilisateur) qu'en sortie (un agent virtuel, pour un autre utilisateur)
- Basé sur [c.f. [article wikipédia](#)]
 - Des signaux biologiques (c.f. *BCI*)
 - Sur le traitement de la voix
 - Sur le traitement des expressions du visage
 - Sur le comportement du corps
 - Etc.
- *Machine Learning*
- liée également à la RV et aux EIAH
 - <http://www.lpl-aix.fr/~acorformed/>

Wimp → Robot

- Caractérisation des interactions :

- Téléguidage ou
- « collaboration »
 - Degré d'autonomie
 - Nature des échanges, des relations humains-robots
 - Tâches
- Questions philosophiques...

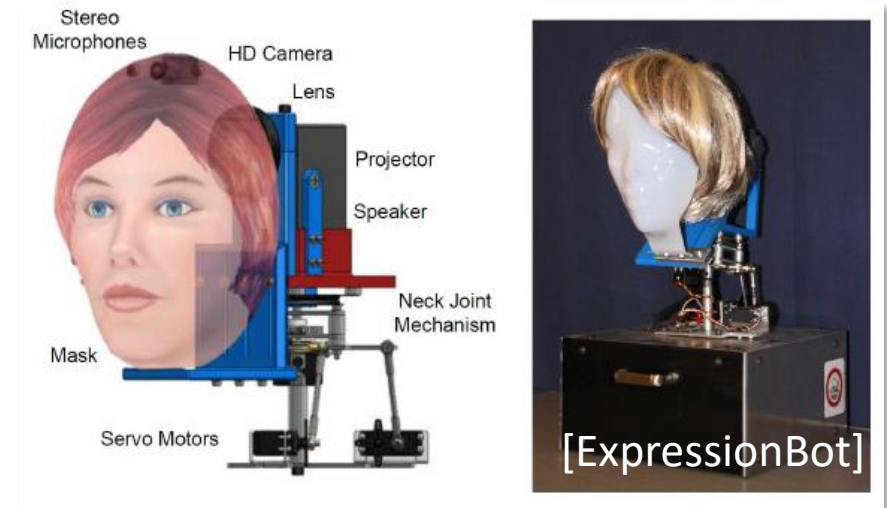
- [Michael A. Goodrich and Alan C. Schultz. [Human-robot interaction: a survey](#). *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*. 1, 3 (January 2007)]

- Humanisation des relations

- [Ali Mollahosseini et al. "[ExpressionBot: An Emotive Lifelike Robotic Face for Face-to-Face Communication](#)". 14th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids), 2014]
 - Projection sur masque articulé
 - Experience comparative à un avatar

- Mise en œuvre : sphero...

- <http://tangible.media.mit.edu/project/chainform/>



EN CONCLUSION...

Toutes les évolutions peuvent se combiner...

En plus des liens dans les transparents, voici quelques références de vidéos montrées

RÉFÉRENCES

Références – WIMP 3D

- WebBook
 - <http://acm.org/sigchi/chi96/proceedings/papers/Card/skc1txt.html>
- Project Looking Glass
 - http://www.sun.com/software/looking_glass/

Références – WIMP Visu

- Pointing & Beyond / SigmaLens
 - LRI (Orsay) : <http://www.lri.fr/~pietriga/>

Références – WIMP 2 mains

- Two hand interaction on a tablet display
 - <http://zesty.ca/tht/>
- Table Microsoft Surface
 - <https://www.youtube.com/watch?v=7WlkrQu0-v0>

Références – tangible

- Lumino
 - Baudisch, P. Becker, T, and Rudeck, F. Lumino: Tangible Blocks for Tabletop Computers Based on Glass Fiber Bundles. In Proc. CHI'10, pp. 1165-1174.
 - <http://www.patrickbaudisch.com/projects/index.html>

Références – Virtualité Augmentée

- Pixel Miroir
 - Dessin et Météo
 - Grenoble, LIG (ex CLIPS), Christophe Lachenal
 - <http://iihm.imag.fr/site/>
- Illumiroom
 - <http://research.microsoft.com/en-us/projects/illumiroom/>
 - Best Paper CHI 2013 « IllumiRoom: Peripheral Projected Illusions for Interactive Experiences” Brett R. Jones et al.

Références – Systèmes Mixtes

- AR Toolkit
 - <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- Human Pacman
 - <http://www.mixedreality.nus.edu.sg/index.php/projects/all-projects/human-pacman/>