

# Introduction au domaine de l'Interaction Homme-Machine



Philippe Palanque

LIHS-Université Paul Sabatier  
palanque@irit.fr  
<http://lihs.irit.fr/palanque>  
Bureau 275 IRIT 2




1

## Objectifs du cours



- Introduction au domaine
- Introduction aux concepts
- Introduction aux techniques
- Table des matières du Master IHM
- Lien entre les différents cours du Master
- Informations générales pour les chefs d'oeuvre


2



## Contenu du cours

- Eléments de «User Centered Design»
- Eléments d 'ergonomie
- Eléments de psychologie cognitive
- Eléments de génie des systèmes interactifs
- Eléments de technologie des systèmes interactifs

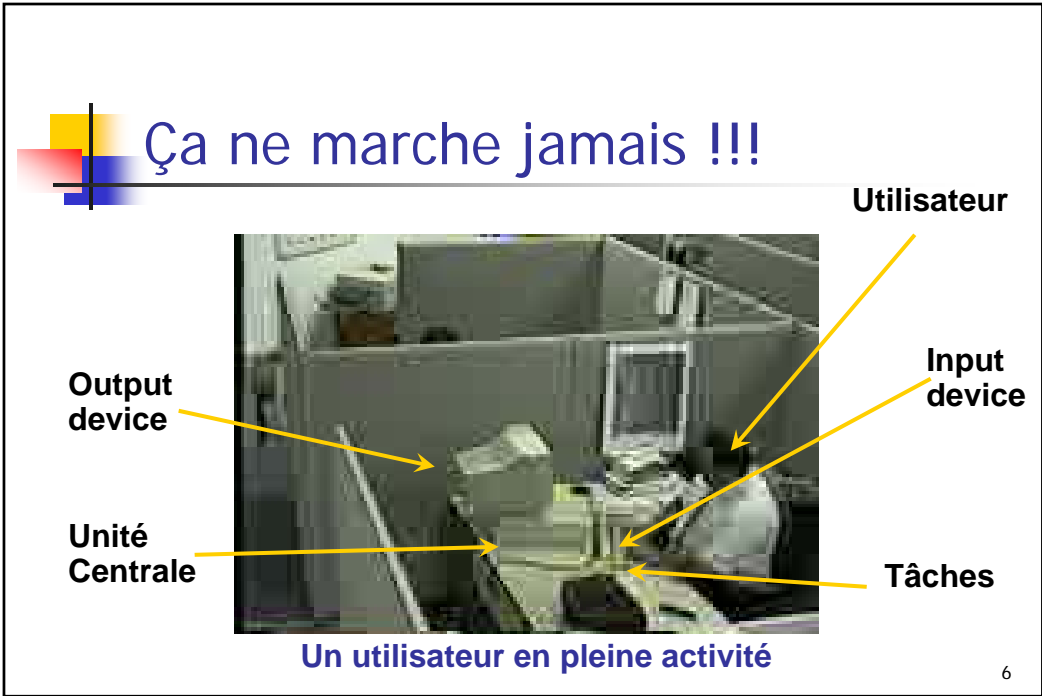
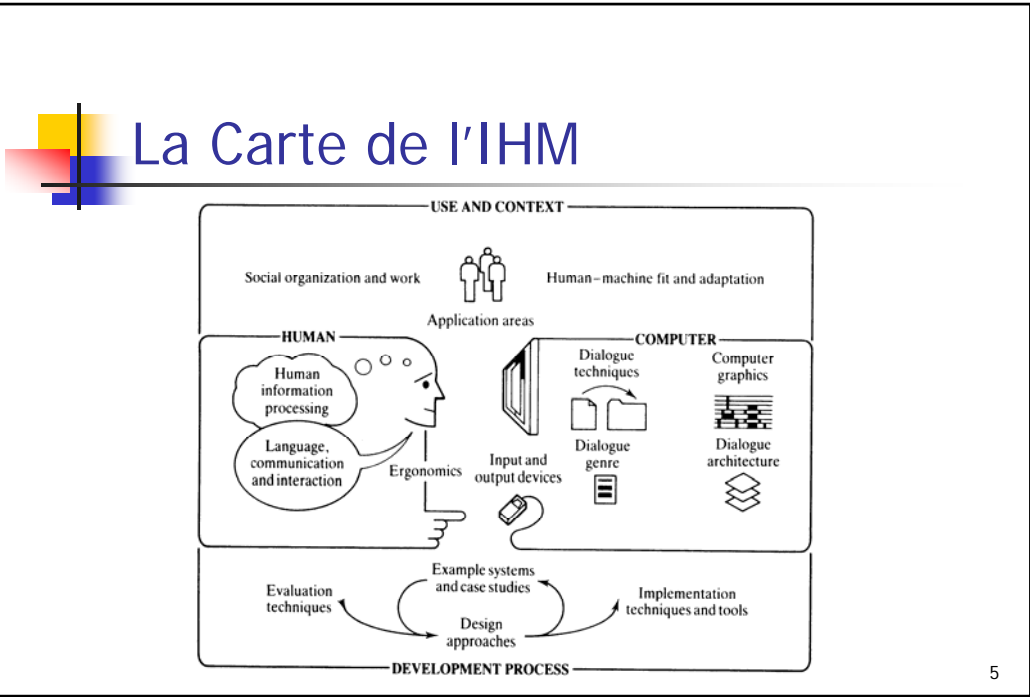
3



## Bibliographie

- Les Interfaces Homme-Ordinateur Joëlle Coutaz, Dunod, 1990 épuisé
- Designing the User Interface B. Shneiderman 1997
- The psychology of everyday things Donald Norman, BasicBooks, 1988
- User Interface Management Systems Dan Olsen, 1998
- The Psychology of HCI, Card Moran & Newell 83 Lawrence Erlbaum eds.
- Human Computer Interaction, Jenny Preece
- Human Computer Interaction Alan Dix, Greg Abowd, Janet Finlay

4

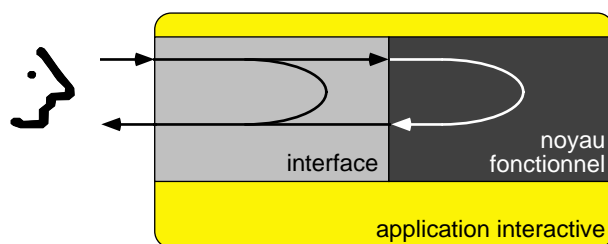


## Quelques définitions

- Systèmes Interactifs
- Interface Homme-Machine
- Communication Homme-Machine
- Modèle d'interaction
- Style d'interaction
- Métaphore d'interaction
- Dialogue, noyau fonctionnel

7

## Systèmes interactifs




Interface => Communication - Canal, Langage, Sens

Homme => Tâche - Prise en compte de facteurs humains

Ordinateur => Processus - Aspects logiciels


8



# Communication Homme-Machine

- **Canaux de communication**
  - Entrée/sortie: 2 Plans différents
    - E: Textuel: Langage de commande
    - Gestuel: Souris, Interface Graphique
    - Vocal, Gestuel évolué, Multi modal
  - S: Ecran, Ecran Graphique, Synthétiseur...
- **Langage = Mode d'interaction**
  - Plusieurs Méthodes d'expression pour un même média
- **Objectif de la communication**
  - Exécuter une tâche = Entrer des commandes et interpréter des sorties

9



# Modèle d'interaction

**Modèle d'interaction** : Aspect morphologique de l'interaction

**Style d'interaction** : Aspect morfo-lexical et morfo-syntaxique  
=> choix d'utilisation des périphériques

Compromis entre plus naturel et plus simple à implanter

Exemple: interfaces iconiques

- choix objet-verbe ou verbe-objet...
- cohérence inter-applications

10

## Modèle d'interaction

- Modèle d'interaction : Look (qu'est-ce que l'on montre)
- Style d'interaction : Feel (comment on manipule)
- Métaphore d'interaction
- Exemples :
  - Représentation des objets sous forme iconique
  - Construction d'une commande (action-paramètre ou paramètre action)
  - Mode de saisie de la commande :
    - Drag and drop
    - Sélection Menu
    - Langage de commande

11

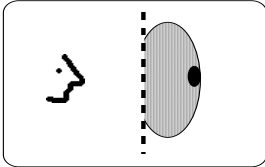
## Séparation Interface/Application

**Application non modulaire**

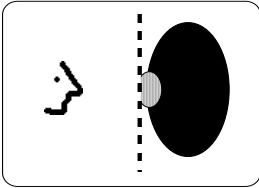
80 % du code d'une application peut être considéré comme faisant partie de la gestion du dialogue (Brad Myers 90)

12

## Proportion interface/noyau



**Editeurs (de textes, de dessins, ...)**

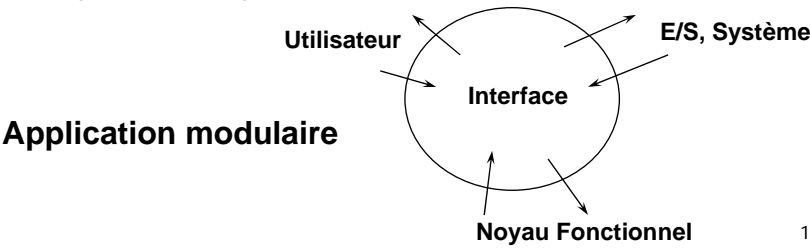


**Code de calcul**

13

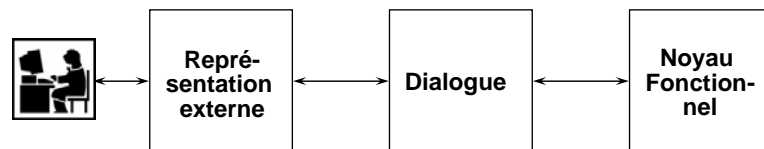
## Séparation interface/noyau

- Au niveau de l'ordinateur, architecture logicielle séparer :
  - Ce qui établit la communication,
  - Ce qui gère le dialogue
  - Ce qui fait les opérations effectives.



14

## Séparation Interface/Application



Architecture Seeheim  
Un exemple d'architecture favorisant  
la séparation interface / application


15

## Objectifs d'une interface utilisateur

### Améliorer la communication

- Communication "naturelle"
  - Cohérence intra et inter applications
  - Métaphores
- Communication efficace
  - Choix des styles d'interaction
  - Structures de tâches et sous-tâches
  - Étude de la fréquence des commandes
  - Méta-communication


16



## Caractéristiques d'une bonne IHM

- Adaptée aux besoins
- Facile à apprendre
- Intuitive : prédictible
- Rassurante : apprentissage par essais - erreurs
- Agréable - esthétique - dynamique - ludique
- Performante : tâches rapides à exécuter - réactions immédiates


17



## Compétences Requises

- Une Approche multi-disciplinaire
  - Informatique
  - Domaine de l'Application
  - Connaissance de l'utilisateur
- Nécessite d'être centré sur l'utilisateur
  - Penser à lui
  - Connaître ses caractéristique cognitives
  - Connaître son environnement
  - Se mettre à sa place
  - Communiquer avec lui


18



## Domaines abordés

- Tous et même plus
  - Application de bureau
  - Systèmes temps réel critiques (avion, ATC, ...)
- Systèmes E/S
  - Systèmes standard (souris, clavier, écrans)
  - Systèmes exotiques (tout !!)

19



## Enjeux Socio-Economiques

- Un sujet de plus en plus à la mode
  - Presse et médias
  - Industrie
  - Recherche
- Change l'aspect du dév. informatique
  - 80 % du code des applications interactives est consacré à l'interface
- Change le marché
  - Informatique
  - Non-informatique

20

## Pourquoi des IHM graphiques

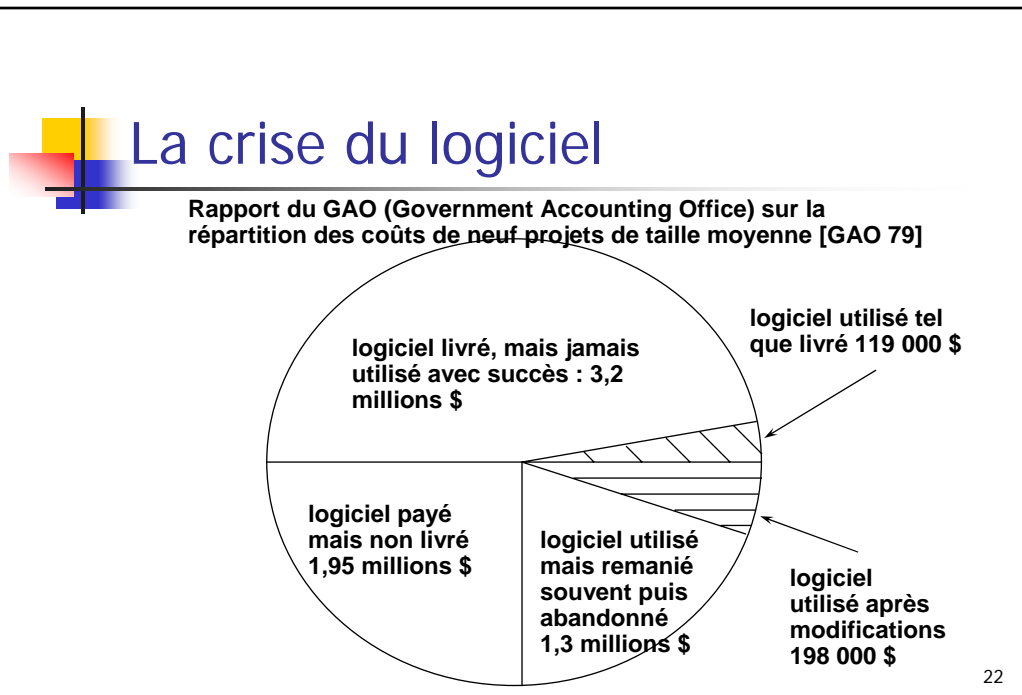
Enquête du DOD, 1970 et de la crise du logiciel  
(75 % des logiciels livrés ne sont pas utilisés)

- Pb de modification des besoins (**Maintenabilité**)
- Pb d'erreurs d'exécution (**Fiabilité**)
- Pb de refus d'utilisation (**Utilisabilité**)


Les remèdes apportés par le génie logiciel

- Approches à objets (composants réutilisables)
- Méthode formelles de conception
- Prise en compte de l'utilisateur lors de la conception
- Ateliers de Génie Logiciel

21




22



## Pourquoi de nouvelles interfaces

- Information plus complexe à manipuler
- Nouveaux types d'application
- Tâches moins précises
- Utilisateurs plus variables (niveau de connaissance, catégorie (cadres))
- Faire un outil qui exploite plus les caractéristiques de l'utilisateur (informatique : outils très complexes)
- Mais aussi révolution technologique permet de mettre en œuvre ce type d'interfaces

23



## Exigences du marché

- De plus en plus de produits efficaces:
  - Il faut se tenir à jour avec la concurrence
  - ou: il faut garder la compétitivité de l'entreprise
  - en améliorant la circulation de l'information
- > **création d'un besoin**
- Impossible de revenir en arrière
- De nos jours il faut concevoir pour les NTIC, ou au moins savoir le faire

24



## Dangers d'une "mauvaise" IHM

- Rejet pur et simple par les utilisateurs
- Coût d'apprentissage (formation)
- Perte de productivité des utilisateurs
- Utilisation incomplète: manque à gagner
- Coûts de maintenance
- Perte de crédibilité

25



## Rentabilité d'une IHM

- Concevoir une application interactive: Coût Important à la conception: tests, expérimentations, consultations
- Choisir un bon compromis
- Deux parties (une visible - une cachée)
  - Présentation --- Dialogue
  - Statique --- Dynamique
- Facteurs humains très coûteux

26



## Exemples de mauvaise conception

---

- Libellés non clairs ou ambigus (syntax error...)
- Fonctionnalités inutiles
- Ecrans trop denses, mal structurés
- Ecrans trop nombreux
- "Chemins" trop longs
- Contexte inconnu ou oublié
- Essai en vol (Aéro)

27



## Détecter une mauvaise IHM

---

- Convivialité:
  - Qui a la main ?
  - Où suis-je, où en étais-je ?
  - J'ai peur de faire une bêtise, ...
- Efficacité:
  - Passages claviers/souris
  - Dans quel menu se trouve quelle fonction ?
  - Complexité des commandes

28

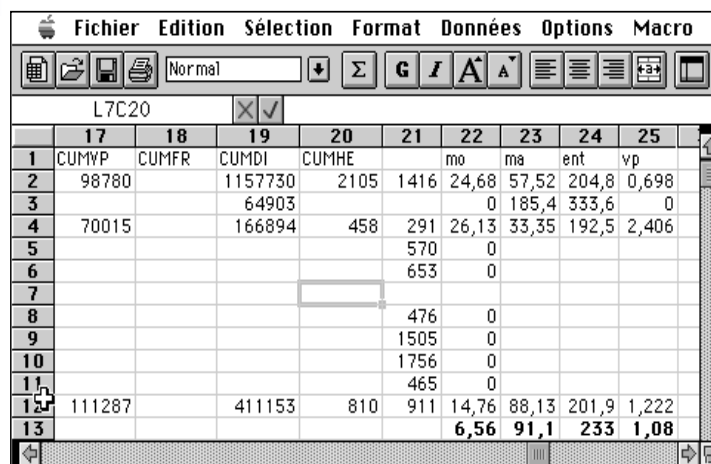
## Exemple : logiciel de calcul

prochaine valeur ? 5.45  
prochaine valeur ? 3.00  
prochaine valeur ? 8.33

résultat = 65.43

29

## Exemple : tableur



The screenshot shows a spreadsheet application window with a menu bar and a toolbar. The menu bar includes: Fichier, Edition, Sélection, Format, Données, Options, Macro. The toolbar contains icons for file operations, a font style dropdown (Normal), a sum symbol (Σ), bold (G), italic (I), text color (A), background color (A), and other formatting options. The spreadsheet data is as follows:

L7C20									
	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	CUMYP	CUMFR	CUMDI	CUMHE		mo	ma	ent	vp
2	98780		1157730	2105	1416	24,68	57,52	204,8	0,698
3			64903				0	185,4	333,6
4	70015		166894	458	291	26,13	33,35	192,5	2,406
5					570	0			
6					653	0			
7									
8					476	0			
9					1505	0			
10					1756	0			
11					465	0			
12	111287		411153	810	911	14,76	88,13	201,9	1,222
13						<b>6,56</b>	<b>91,1</b>	<b>233</b>	<b>1,08</b>

30

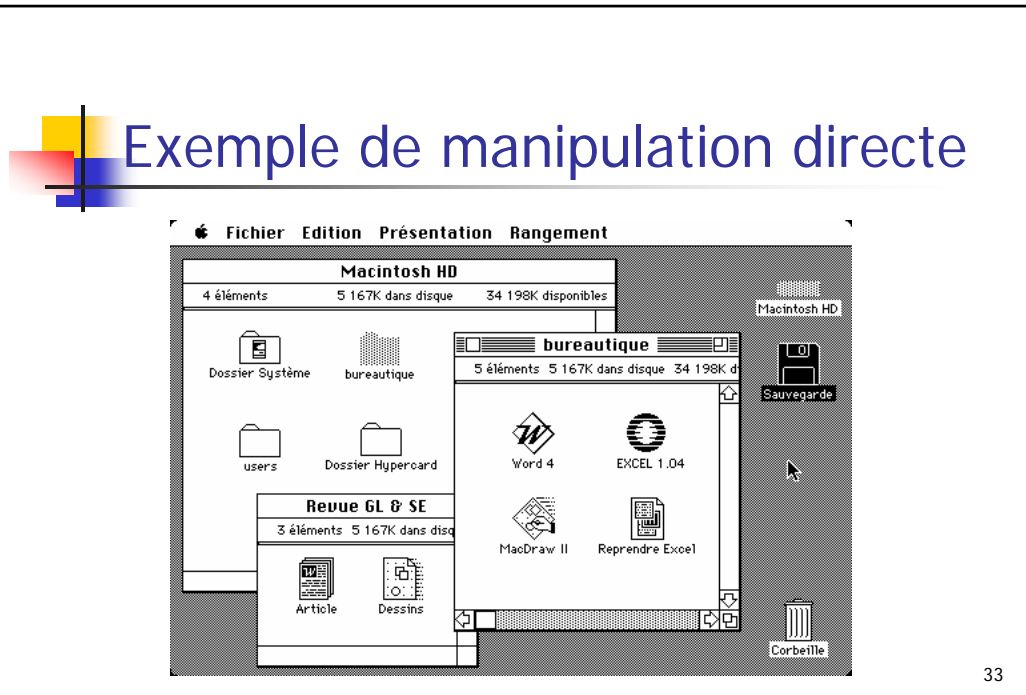
## Exemple de manipulation indirecte

31

## Manipulation directe

- Représentation visuelle des objets
- Visualisation des commandes possibles
- Interaction constante, construction progressive du but à atteindre.
- "Manipulation" comme dans le monde réel

32




- ## Taxonomie des modèles et styles d'interaction
- Matérielle - Historique - Fonctionnelle
  - Modèle Télétype (Ligne de Commande)
  - Modèle Terminal Vidéo (Ecran + Clavier)
  - Menus & Ecrans de saisie
  - Interfaces Iconiques
  - Systèmes de Fenêtrage
  - Manipulation Directe & Interaction Graphique
  - Navigation
  - Langage Naturel
- 34



## Périphériques d'entrée

- **Claviers**
- **Potentiomètres (rotatifs, linéaires)**
- **Souris, tablettes, manches à balai, boules**
- **Ecrans tactiles, crayons optiques**
- **Lecture optique**
- **Capteurs de position et de direction**


35



## Outils de pointage

	Inconvénients	Avantages
<b>Crayon optique</b>	peu confortable peu fiable	
<b>Ecrantactile</b>	fatigue précision médiocre proximité de l'écran assez cher	pratique et simple robuste
<b>Souris</b>	précision moyenne	pratique rapide robuste
<b>Tablette</b>	saisie du stylet assez cher	très précis calque
<b>Manche à balai</b>	précision moyenne contrôle plus difficile moins rapide	robuste bon marché contrôle déplacement
<b>Boule</b>	précision moyenne moins rapide	robuste bon marché


36



## Hypertextes

- Technique de présentation de documents
- Ensembles de pages (cartes, fiches)
- Texte, dessin
- Liens entre pages (ordre + zones sensibles)
- Services pour aider la navigation

37



## Hypertextes

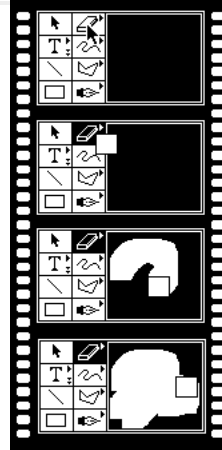
- évolution : d'une technique de présentation à un outil d'interaction
- animation, interaction sur une page
- langage de programmation
- extension à d'autres médias (hypermédias)

-> excellents outils de prototypage d'interfaces graphiques

38

## Utilisation de l'animation

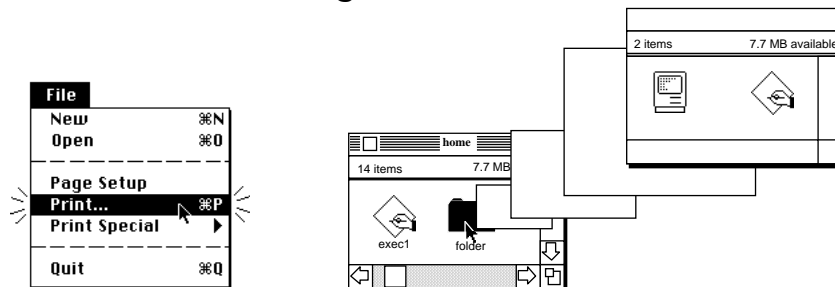
- médium de présentation
  - dessin animé,
  - aide animée, etc.
- artifice de présentation
- visualisation scientifique
- animation de programmes



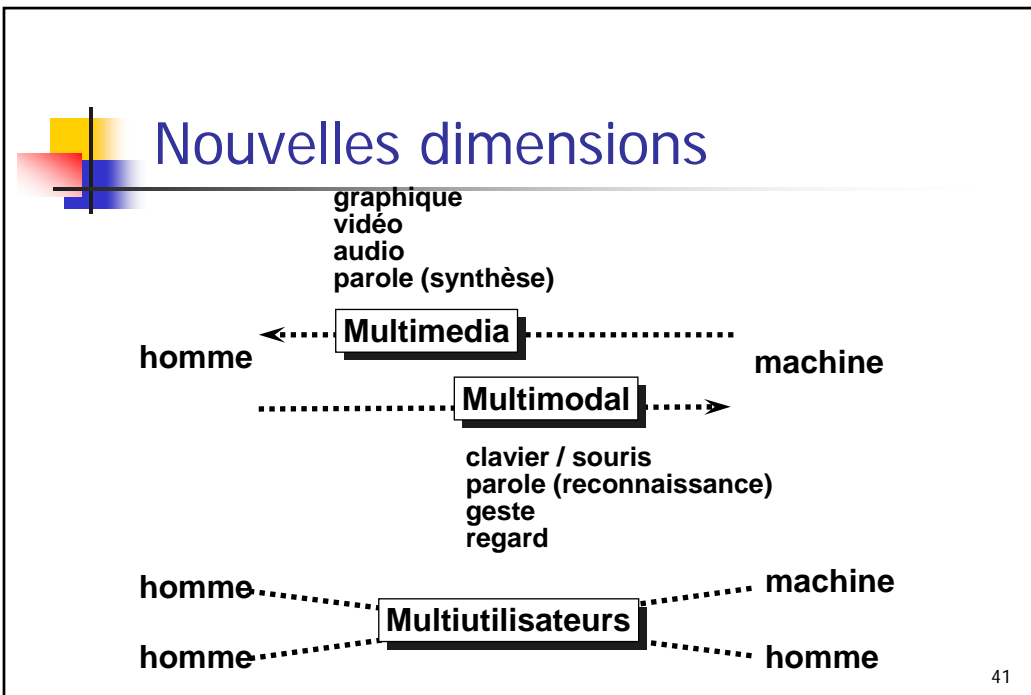
39

## L'animation comme artifice

- donne du feed-back
- facilite les changements de contexte



40



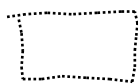
## Erreurs peuvent avoir de graves conséquences

- The captain (Kevin Hunt) believed the right engine was malfunctioning due to the smell of smoke, because in previous Boeing 737 variants, **bleed air** from the engines for the air conditioning system was taken from this engine. However, starting with the Boeing 737-400 variant, Boeing redesigned the system so both engines fed it. Several cabin staff and passengers also noticed that the left engine had a stream of unburnt fuel igniting in the jet exhaust, but this information was not passed to the flight crew, because they thought that the pilots knew what they were doing.
- Forty-seven of the 118 passengers (126 people on board including flight staff) died (39 at the scene, 8 later). All eight of the flight crew survived the accident. Of the 79 survivors, 5 had minor injuries and 74 were seriously injured. No-one on the motorway was hurt (and no vehicles were damaged), although one driver did subsequently receive damages for **post-traumatic stress** disorder.

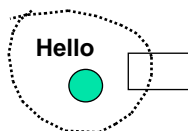


## Entrée gestuelle

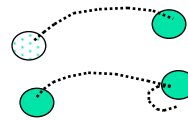
### Reconnaissance de tracés à main levée



**Création**



**Sélection**



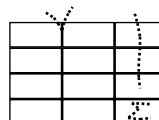
**Déplacement  
Copie**




**Destruction**



**Editeur musical**



**Tableur**



## Entrée gestuelle

---


**Avantages**

- domaine + action en une seule opération
- naturel
- extensible

**Inconvénients**

- inadapté à la souris
- vocabulaire non explicite
- ambiguïtés possibles

45



## Geste en 3 dimensions

---

- Gant numérique (Dataglove, Powerglove)
- Capteur de position (Polhemus)
- Caméra vidéo
- Avantages :
  - mouvements naturels, mains libres
- Inconvénients :
  - erreurs de reconnaissance
  - syndrome d'immersion

46



## Utilisation du toucher

---

- Complément de l'entrée gestuelle
- Force / chaleur / toucher
- Exemples :
  - ressorts des joysticks
  - manche à balai des avions
  - boutons à texture variable ?
- Réalisation technique très difficile
  - résolution (toucher), inertie (force)

47



## Langage naturel

---

- un vieux rêve...
- reconnaissance de la parole ou texte saisi
- techniques de traitement des langages, mais :
  - vocabulaire énorme
  - grammaires mal définies et ambiguës
  - ellipses, références implicites, etc.

48



## Langage naturel

---

- Un vieux rêve... pour longtemps ?
- Faible efficacité
- Coûterait cher à interfacer avec un noyau fonctionnel traditionnel

49




## Reconnaissance de la parole

---

- handicapés
- mains ou yeux occupés, ou mobilité requise
- situations extrêmes (champ de bataille, pilotes)
- "vol" d'informations dans des conversations humaines
- mélange avec geste (interaction multimodale)


50



## Parole : aspects techniques

- Signal sonore numérisé
- Reconnaissance de phonèmes
- Segmentation + reconnaissance de mots
  - programmation dynamique
  - réseaux de neurones
- Ambiguïtés : utilisation du contexte, du sens
  - avec les difficultés du langage naturel

51



## Parole : types de systèmes

- Reconnaissance du locuteur
- Mots isolés / parole continue
- Taille du vocabulaire
- Mono/multi-locuteurs
- Durée de l'entraînement
- Taux de reconnaissance
- Environnement bruité

52



## Synthèse de parole

---

- Applications :
  - ordinateurs pour aveugles
  - systèmes grand public (gares, horloge parlante, ...)
- Production à partir de :
  - texte écrit
  - phonèmes
  - enregistrement numérique
- Qualité variable :
  - richesse des règles
  - type de voix, prosodie

53



## Synthèse de sons

---

- Complément naturel de l'image
- Approche "langage"
  - chaque son a un sens
  - superposition, juxtaposition
  - utilisation d'instruments de musique
  - "earcons"
- Approche "simulation"
  - sons "du monde réel"
  - le paramétrage porte le sens (sourd/métallique, réverbération, etc.)

54



## Sons : techniques

- Convertisseurs analogique <-> numérique
  - sons échantillonnés
- Algorithmes de synthèse
  - addition/combinaison d'harmoniques
  - modèles physiques
- Processeurs spécialisés : DSP
  - plus rapide, très bas niveau
- Son stéréo, 3D

55



## Interaction multimodale

- Combinaison de plusieurs moyens d'entrée
- "Mets-ça ici"
- Permet d'utiliser plus largement la voix
- Modalité : canal de communication + langage
  - gestes 2D ° WIMP, langage naturel
  - langage de commandes

56

## Multimodalité : typologie


		Usage des médias	
		Séquentiel	Parallèle
Interprétation	Indépendant	<b>Exclusif</b>	<b>Concurrent</b>
	Combiné	<b>Alterné</b>	<b>Synergique</b>

- synergique => *fusion* des actions/événements

57

## Interaction à deux mains

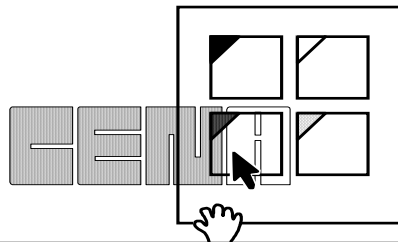
- extension naturelle de la manipulation directe
  - deux moyens de désignation (boule + souris)
  - augmente le réalisme et la souplesse
- plus efficace
  - élimination des aller-retour vers les menus et palettes
  - parallélisation partielle des actions
- nombreuses techniques d'interaction à imaginer



58

## Toolglass & Magic Lenses

- Xerox PARC, 1993
- fenêtres transparentes + interaction à deux mains
- économie des mouvements des yeux



59

## Multimédia

- Mélange de types/supports de données
  - texte, graphique
  - vidéo, animation
  - son
- applications :
  - enseignement (hypermédias)
  - collectif
  - argument publicitaire !

60



## Réalité virtuelle

---

- Convergence de la synthèse 3D et des interfaces
- Utilisation de lunettes ou casque à vision stéréo
- Périphériques d'entrée exotiques
  - gants, combinaison, suivi de l'œil
  - mouvements de la tête
- Immersion totale dans un monde virtuel
- Utilisation pour jeux, simulateurs, pilotes de chasse, etc.

61



## Réalité virtuelle : problèmes

---

- techniques : qualité et fréquence des images
- d'interaction
  - syndrome d'immersion
  - communication avec l'extérieur
- d'application : applicable seulement à certaines tâches
- de fond : est-ce la bonne direction ?

62



## Collecticiel

---

- ordinateurs personnels et temps partagé : pas d'interaction
- messagerie, réseaux locaux, connexion entre sites : collaboration, communication entre utilisateurs.
- domaine multi-disciplinaire :
  - psychologie,
  - linguistique,
  - sociologie, anthropologie,
  - réseaux et télécommunications, systèmes distribués
  - IHM,
  - IA

63

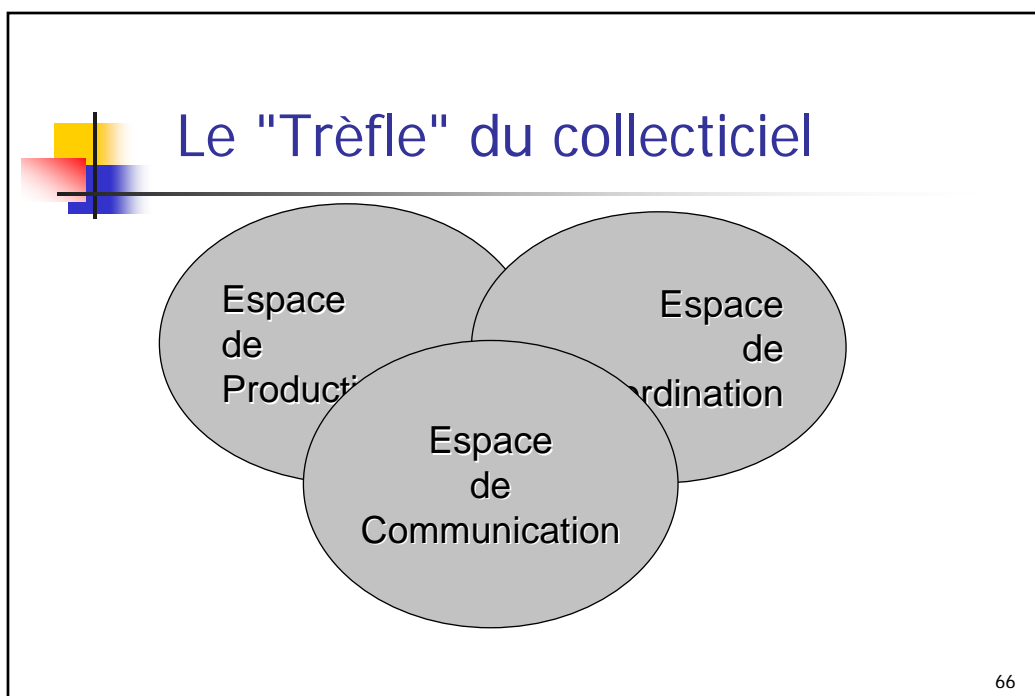
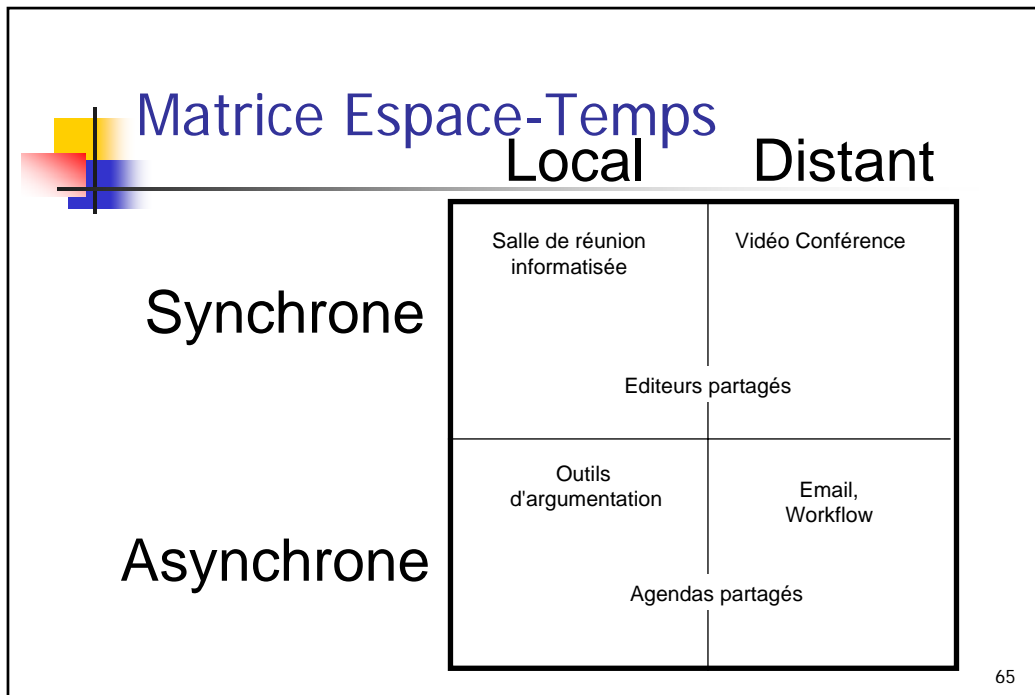



## Collecticiel : définitions

---

- Computer Supported Cooperative Work (CSCW, TCAO) :
  - systèmes informatiques offrant un support pour des groupes de personnes engagées dans une tâche commune, et fournissant une interface à un environnement partagé.
- groupware (collecticiel, collectique, etc.) :
  - aspects logiciels du CSCW

64






## Typologie

- Espace de Production : ex Group-Design
  - Caractérise les objets qui résultent de l'activité du groupe
- Espace de Coordination : Ex Workflow
  - Définition des acteurs (individus, groupes, rôles, agents logiciels) Identification des activités et des tâches
- Espace de communication : Ex Médiaspace
  - Communication directe entre acteurs, contenu non-interprété par le système

67

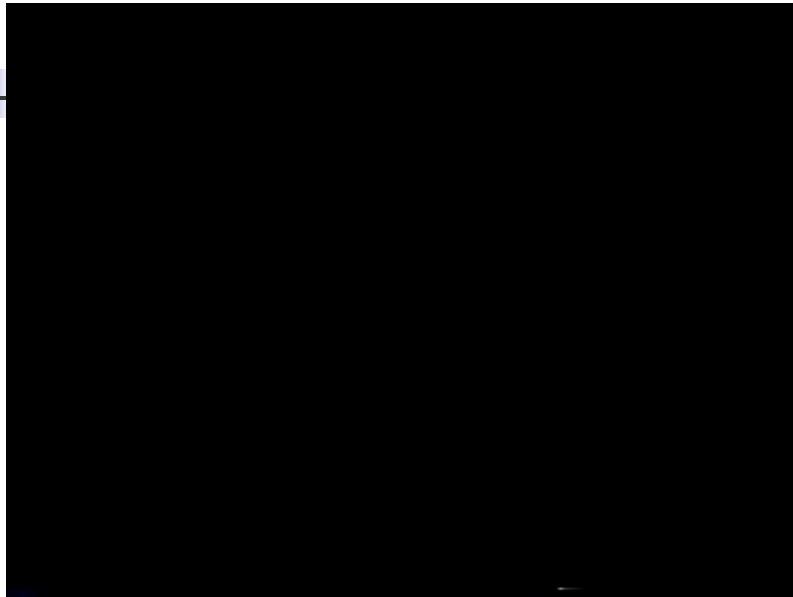


## Architectures du collectif

- Centralisée
  - Un seul process gère l'application, affichée simultanément sur plusieurs écrans
- Répliquée
  - Un process par utilisateur, avec diffusion des modifications
- Hybride
  - Application répartie avec données communes centralisées

68

## CSCW et Interfaces




69

## Vidéo



- Visiophone, "mediaspace"
- Mélange données + image
- Problèmes techniques
  - bande passante
  - contact visuel
  - gauche/droite
- Problèmes d'utilisation (privacy)
  - feed-back, réciprocité

70



## Réalité augmentée

- réaction contre la réalité virtuelle
- immerger les ordinateurs dans le monde quotidien
- enrichir plutôt que remplacer
- réseaux + ordinateurs partout : informatique ubiquitaire
- exemples : badges actifs, Digital Desk

71



## Réalité Augmentée Demo



Copyright © 1992 RANK XEROX Limited  
All Rights Reserved

72

## Réalité Augmentée (BrightBoard)



73

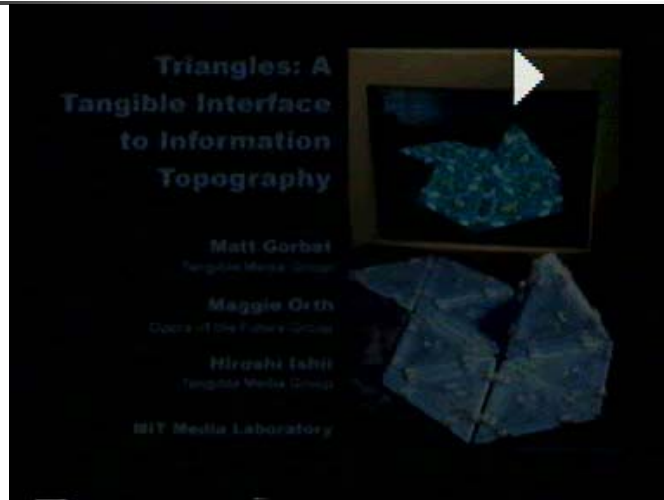
## Conclusion



- Domaine en pleine mutation
  - on sait faire beaucoup
  - il reste beaucoup à inventer
- Enjeux commerciaux très grands
  - besoin de standards
  - les standards sont parfois dangereux

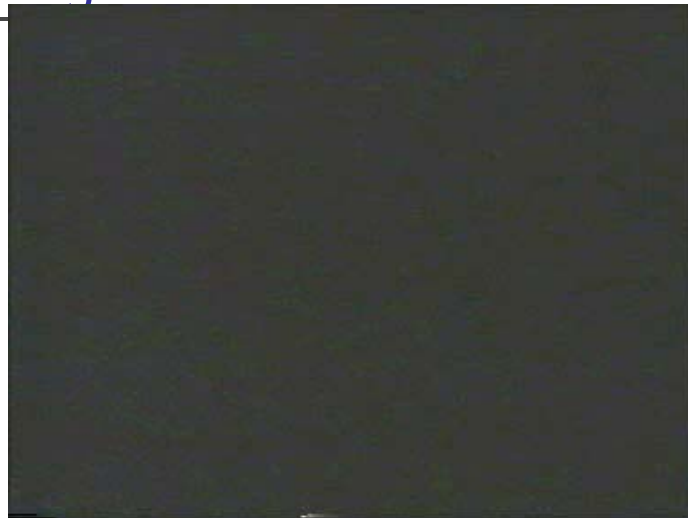
74

## Tangible User Interfaces (Triangles)




75

## Tangible User Interfaces



76

 Futur ??? (Ambient room)

