

# IHM et adaptabilité

Franck TARPIN-BERNARD  
franck.tarpin-bernard@insa-lyon.fr  
MCF Département GI  
V-P SBT

## Plan du cours

- L'IHM : un domaine pluridisciplinaire
- L'ergonomie
- Le multimédia et la multimodalité
- Conception d'applications interactives
- IHM multi-cibles, plasticité et adaptabilité

## L'IHM : un domaine pluridisciplinaire

## Historique

- Evolution de l'IHM liée aux progrès technologiques :
  - ↗ des périphériques (écran, souris...)
  - ↗ des systèmes d'exploitation
- Ex :
  - Appel à un opérateur
  - Traitements par lots [batch]
  - Interactivité par langage de commande [shell]
  - Interactivité graphique (Macintosh)
  - Interactivité multimédia ...

## Une évolution

- du vocabulaire :

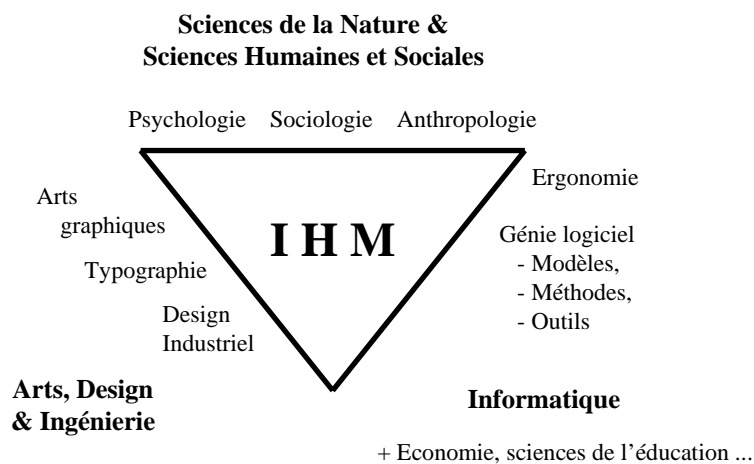
- ↪ Interface Homme-Machine
- ↪ Communication Homme-Machine
- ↪ Interaction Homme-Machine

- des mentalités :

Aujourd'hui, on se rend compte qu'il ne suffit pas d'utiliser les dernières technologies pour concevoir des logiciels conviviaux

- ↪ Prise en compte de différentes disciplines scientifiques

## L'IHM : un domaine pluridisciplinaire



## Psychologie cognitive et IHM

### ↗ Modéliser

- Modèles expérimentaux / théoriques
- Modèles prédictifs / explicatifs
- Modèles de performances / comportements
  - activités sensori-motrices (perception...)
  - activités mentales (acquisition de connaissances, raisonnement...)

### ↗ Comprendre et détecter

- Ce qu'il faut faire / ne pas faire

### ↗ Expliquer / Construire

### ↗ Evaluer

MRI-RTS3 : IHM et adaptabilité

7

## Psychologie cognitive

- Qu'est ce que la connaissance ?
  - Elle ne se transmet pas.
  - Ce que l'on transmet, c'est l'information
  - La connaissance est ce que l'on tire de l'information en fonction d'antécédents propres.

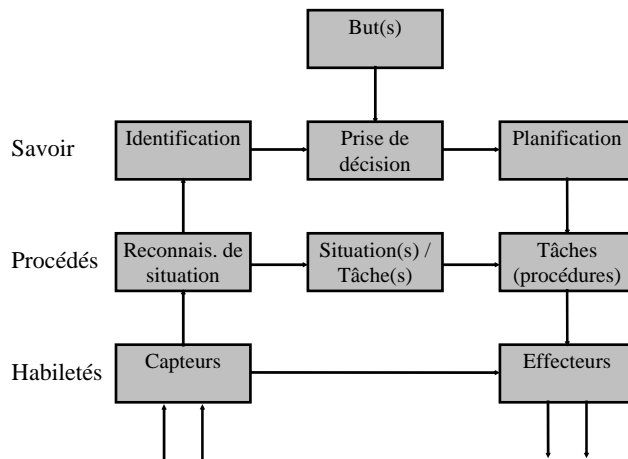
- Modèle de la connaissance de Rasmussen

Homme ← Connaissances → Système

MRI-RTS3 : IHM et adaptabilité

8

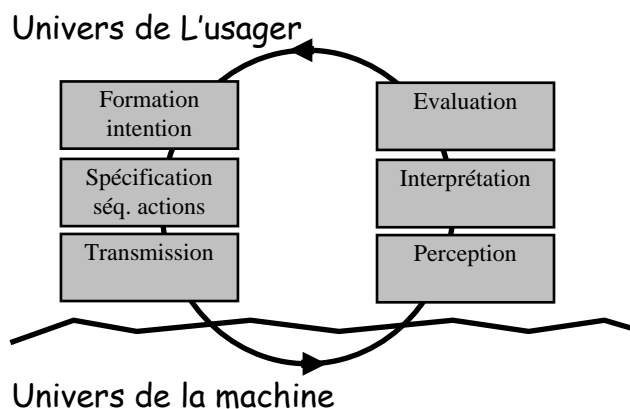
## Modèle de la connaissance de Rasmussen



MRI-RTS3 : IHM et adaptabilité

9

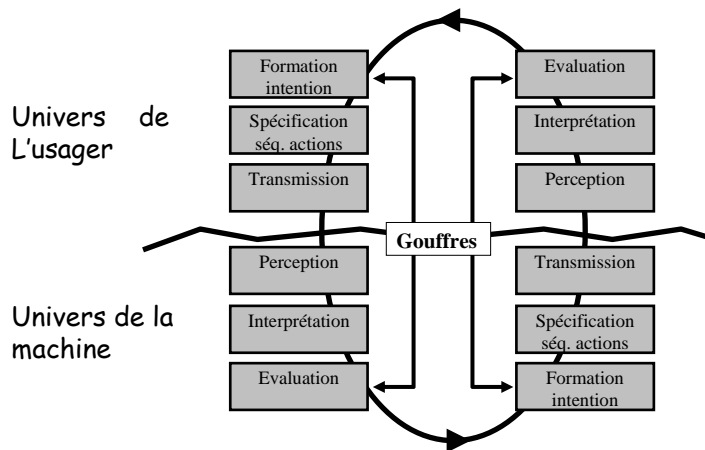
## Théorie de l'action de Norman



MRI-RTS3 : IHM et adaptabilité

10

# Ingénierie cognitive



# Neurosciences

- Modèle des hémisphères du cerveau

Gauche	Droit
Verbal (nommer, décrire)	Non verbal
Analytique	Synthétique
Abstrait	Concret
Rationnel	Non rationnel
Numérique	Analogique
Logique	Intuitif
Linéaire	Global

⇒ Intérêt du **Multimédia** dans les interfaces

## Conséquences sur la conception d'IHM

- **Systemes d'apprentissage**
  - ↪ Action (Théorie des 3 A : Auditeur-Acteur-Auteur)
  - ↪ Emotion
  - ↪ Pédagogie globale (Analyse / Synthèse) & différenciée
- **Mémoire**
  - ↪ Mémoire court terme & mémoire de travail
  - ↪ Mémoire à long terme (contexte)
- **Notion de charge mentale**
  - ↪ Surcharge cognitive
  - ↪ Fatigue, énervement, stress

## La dimension sociale en IHM

- **En amont :**
  - L'analyse des besoins dans contexte organisationnel, social, culturel, affectif...
  - Les usagers sont rarement dans l'isolement, ils communiquent à propos de leurs usages et inventent de nouveaux usages.
  - Constitution de communautés de pratique
- **En aval :**
  - Evaluation : de l'utilisable, de l'utile, de l'acceptable
  - Etude de la vie du système et des stratégies de réussite : rôle des autres acteurs, poids de la hiérarchie, notion de bénéfice partagé par tous les acteurs.

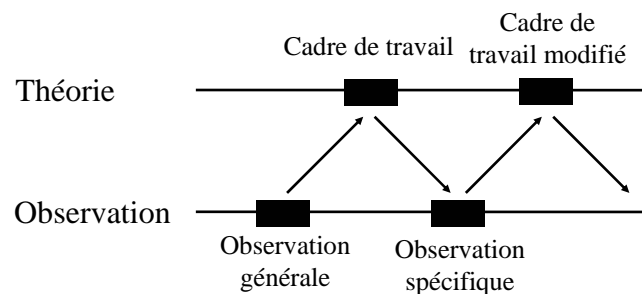
## L'anthropo-centrisme

- La connaissance de l'utilisateur dans son milieu par l'**anthropologie** et l'**ethnologie** entre autre.
- L'ethnologie est la discipline servant à décrire les mœurs des peuples dits archaïques ou primitifs...
- Travail matériel sur le terrain et collecte de matériaux = méthode de travail : ethnographie
- Anthropologie (culturelle, sociale) plus générale que l'ethnologie mais souvent confusion...
- Taille des collectifs.
  - ↳ Influence sociologie et anthropologie encore plus grande dans le domaine du TCAO (Travail Coopératif Assisté)

## 2 approches concurrentes

### • Anthropologie

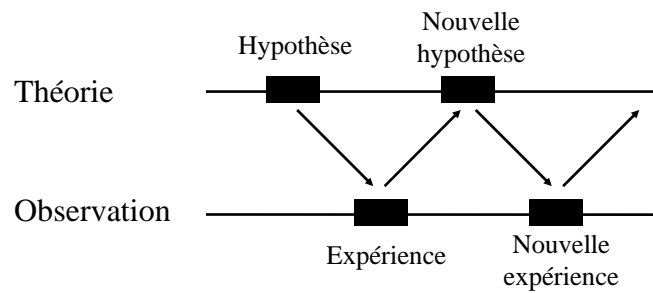
- Théorie de l'action située
- Très qualitatif



## 2 approches concurrentes

### • Psychologie cognitive

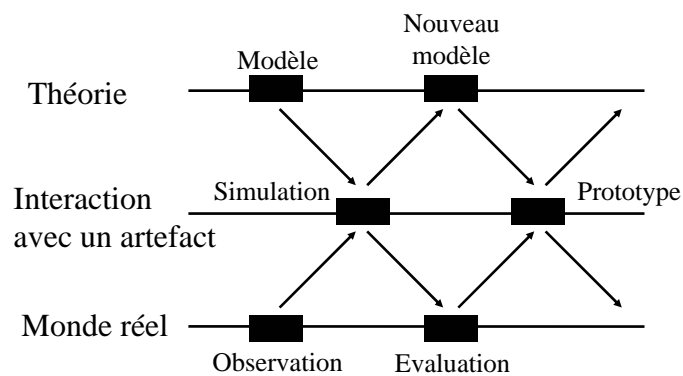
- " Plans " et analyse de tâches
- Très quantitatif



MRI-RTS3 : IHM et adaptabilité

17

## Interaction Homme-Machine



MRI-RTS3 : IHM et adaptabilité

18

## L'ergonomie

## Ergonomie

- Etudie l'adaptation de l'outil à l'homme (et non le contraire)
  - Poste de travail (seul et dans son contexte d'utilisation)
  - Modes d'interaction
  - Respect d'un style
- Constitution d'ensembles de règles parfois contradictoires

## Périphériques d'entrée / sortie

- **Sortie :**
  - Image : écran graphique, projection
  - Son
  - Retour d'effort
  - Odeur
- **Entrée :**
  - Clavier
  - Dispositif de localisation et de pointage :
    - ♦ Souris, Trackball, Joysticks, Tablette, Ecran tactile
  - Caméra
  - Microphone

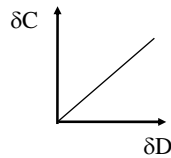
## Classification des périphériques d'entrée

- **Absolu / Relatif** : Relatif ne convient pas au dessin à main levée mais permet au programme de repositionner le curseur n'importe où sur l'écran
- **Direct / Indirect** : Pointage direct plus naturel mais plus fatiguant et moins précis
- **Loi de Fitts (système moteur)**
  - ↪ Temps de pointage d'une cible de taille L à une distance D

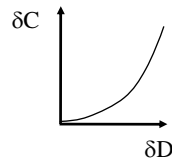
$$T(s) = 0.1 \log (2D / L)$$

## Paramètres d'un pointeur

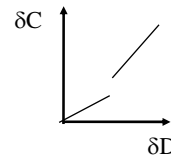
- Paramètre important :  
**control to display ratio C/D**  
(mouvements de la main / mouvements du curseur)



Tablette



Souris Mac



Souris X

- C/D grand : bonne précision, lenteur de déplacement

## Gestion des entrées

- Périphériques logiques (*driver*)
- Modes d'entrée :
  - Requête (attente bloquante)
  - Echantillonnage (réponse immédiate)
  - Événement (file d'attente)
    - date d'occurrence
    - périphérique concerné
    - état
- Systèmes récents :  
Événements avec échantillonnage

## Techniques et styles d'interaction graphiques

# Respect d'un style d'interaction indispensable

## Styles d'interaction à respecter

- Saisie de formulaires (valeurs dans champs et validation)
- Navigation (hypertexte)
- Edition de documents
  - ↳ WYSIWYG (*What You See Is What You Get*)  
mieux que  $d \neq \sqrt{b^2 - 4ac}$
- Interaction iconique (manipulation d'icône)
- Interaction par reconnaissance de trace (cf. Palm / PocketPC)

## Manipulation directe (Schneiderman 1983)

- L'utilisateur a l'impression d'agir directement sur un monde qui s'apparente à un monde réel.
- **Principes :**
  - Représentation continue des objets
  - Utilisation d'actions physiques au lieu de syntaxe complexe
  - Opérations rapides, incrémentales et réversibles, dont les effets sur les objets sont visibles immédiatement: *feedback*
  - Apprentissage progressif
- Nécessité d'un périphérique de localisation

## Tâches interactives réalisables par manipulation directe

- Saisie de valeurs
- Sélection d'un ou plusieurs objets parmi un ensemble
- Déclenchement de commandes
- Défilement de documents
- Spécifications de propriétés ou d'arguments
- Transformations graphiques
- Bien sûr, ces opérations peuvent être réalisées selon d'autres styles

## Saisie de valeurs


- Texte :
  - boîte de saisie (ligne unique, multiligne, filtrée)
- Quantité :
  - saisie clavier,
  - positionnement curseur,
  - incrémenter et décrémenter avec boutons,
  - liste...
- Position :
  - pointage et validation (clic).
  - Variations suivant opérations (rectangle, ligne brisée...)
- Tracé :
  - échantillonnage du pointeur

## Sélection d'un ou plusieurs objets

- **Dans un ensemble variable de choix**
  - Directe : par pointage de la cible. Pour aider : feedback de la cible potentiel et gravité.  
Si sélection multiple : par groupe (rectangle, lasso) ou par ajout/retrait (ctrl-click).
  - Dans liste : par sélection de l'item.  
Si sélection multiple : par intervalle (premier, dernier) ou par ajout/retrait (ctrl-click).
  - Par nom : Si l'utilisateur connaît les identificateurs et qu'ils sont simples
- ↪ Parfois, on combine liste et nom :  
Au fur et à mesure que l'on saisie les premières lettres d'un nom, la liste se positionne.

## Sélection d'un ou plusieurs objets

- Dans un ensemble fixe de choix

- Directe : par pointage de la cible. Pour aider : feedback de la cible potentiel et gravité. Si sélection multiple : par groupe (rectangle, lasso) ou par ajout/retrait (ctrl-click).
- Menu : Fixe ou surgissant. Hiérarchique ou circulaire. Nombre de rubriques limité (7 +/- 2) sauf liste homogène (ex: polices) qui doit être ordonnée. Importance des *feed-back*, séparateurs et grisés.
- Exclusif : Bouton radio 
- Binaire : Case à cocher, bouton 2 états

## Déclenchement de commandes

- Rubrique de menu
- Bouton de boîte de dialogue ou de palette
- Manipulation directe (ex: *Drag and Drop*)
- Double click
- Raccourci clavier (pour expert)
- Entrée gestuelle



Création



Sélection



Déplacement  
Copie



Destruction



Editeur musical



Tableur

## Défilement de documents

- Barres de défilement (ascenseur)
  - ↔ Attention inversion sens
  - ↔ Vitesse de défilement variable (ligne ou page)
- Défilement direct (main, roulette de souris type intellimouse, joystick)
- Défilement automatique (curseur en limite de zone)

## Spécifications d'arguments ou de propriétés

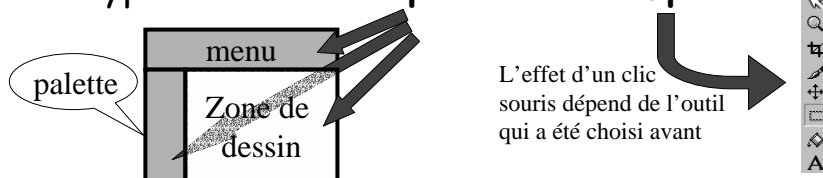
- Spécification d'arguments :
  - Directe (dans l'action)
  - Implicite (sélection en cours)
  - Explicite (boîte de dialogue)
- Boîte de dialogue (modales et non modales) :
  - Validation (OK), Annulation (Annuler)
  - Importance des valeurs par défaut
  - Parties optionnelles (à conserver dans l'état précédent)
  - Rubriques (onglets)
  - Boîtes de progression (dès que attente > 2 secondes...)
  - Boîtes de propriétés non modales

## Transformations graphiques

- **Simplicité et confort**
  - ↳ Poignées de manipulation directe
    - déplacement
    - agrandissement
    - rotation
- **Précision**
  - ↳ Boîtes de dialogue
    - ex : Angle d'une rotation, position X,Y

## Modes d'interaction

- Un mode est un état de l'interface dans lequel les actions de l'utilisateur sont interprétées par le système de manière homogène et différente des autres modes.
- 2 types de modes : **spatiaux et temporels**



## Modes d'interaction

- **Micro-modes :**

- ↪ mode temporel lié à une action physique continue de l'utilisateur, ex: *drag*

- Privilégier **mode spatial** et **micro-mode** car plus simples à mémoriser

- Si possible syntaxe "objet-verbe" plutôt que "verbe-objet"

- ↪ Mais difficile pour création

## 10 règles de conception

- Favoriser la simplicité
- Parler le langage de l'utilisateur
- Minimiser la charge mentale
- Etre cohérent
- Informer l'utilisateur
- Indiquer clairement les sorties
- Soutenir les experts & les novices
- Prévenir les erreurs
- Offrir un traitement simple des erreurs
- Ne rien cacher

## Favoriser la simplicité

- KISS : Keep It Simple and Stupid
- L'IU doit soutenir les tâches de l'utilisateur le plus simplement possible
- Eviter les fonctions et informations superflues



24 caractéristiques



7 caractéristiques

## Parler le langage de l'utilisateur

- Terminologie de l'utilisateur omniprésente

The screenshot shows a software interface with three main components:

- Rechercher**: A search form with fields for 'Critère' (set to 'client.nom'), 'Opérateur' (set to '='), and 'Valeur' (set to 'Picard'). Buttons for 'Annuler' and 'Soumettre' are at the bottom.
- Ouvrir - Plaintes**: A window titled 'Rechercher les plaintes dont' with a dropdown menu set to 'est' and a text input field containing 'Picard'. A 'Rechercher' button is on the right. Below is a table of results:

Client	Adresse	NAS
Picard Jean-Luc	825 du Meunier, St-Jn-Chrys.	123 456 789
Picard, Marie	876 des Menseis, Québec	282 736 747
Picard, René	766 René-Lévesques, Québec	143 242 221
Picard, Robert	825 des Poiners, St-Jn-Chrys.	989 888 222

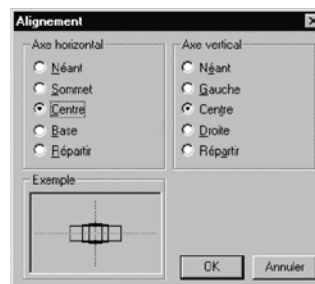
- Erreur fatale !!! [-1002-WBF-1]**: A dialog box with a red 'X' icon and the text: 'Impossible de créer l'enregistrement TBL\_CLIENT. Contrainte d'intégrité référentielle violée!'. An 'OK' button is at the bottom.

## Minimiser la charge mentale

- Mémoire à court terme très volatile et capacité réduite ( $7 \pm 2$  éléments)
- Il est plus facile de reconnaître que de se rappeler
- Mémoire à long terme à très grande capacité mais l'effort de rappel est fatigant
- Exemples :

## Minimiser la charge mentale

- Reconnaissance
- Regroupement selon le sens
- Listes et énumérations plutôt que codes
- Info-bulles pour les icônes et les abréviations



## Etre cohérent

- Respect du style d'interaction
- Terminologie (texte mais aussi iconographie)
- Raccourci
  - ↪ ex: Ctrl-S ne doit pas vouloir dire parfois Sauver et parfois Supprimer
- La cohérence doit être globale au poste de travail (ex: respect du style Windows)
- Respect des standards de l'industrie

## Informier l'utilisateur

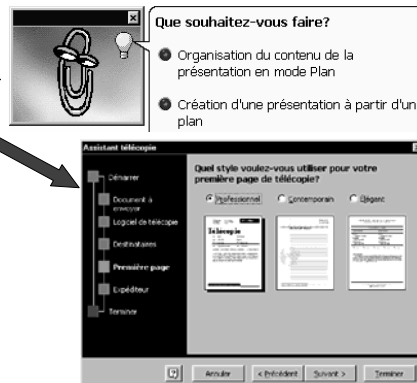
- A chaque action de l'utilisateur doit correspondre un *feed-back* du système
- Messages de progression
  - ↪ Jauge, animation en boucle
- Eviter le syndrome du *Ctrl-Alt-Del*
  - ↪ Confirmation des actions critiques
  - ↪ Possibilité de défaire (*undo*)

## Indiquer clairement les sorties

- Offrir des façons simples et évidentes de terminer une opération ou de sortir d'une fenêtre
  - ↖ Toute fenêtre d'application ou de document doit avoir un article de menu Fermer ou Quitter
  - ↖ Toute fenêtre de dialogue doit avoir un bouton « Annuler »

## Soutenir les experts & les novices

- Pour les novices
  - ↖ Agents ou guide
  - ↖ Assistants (*wizard*)
  - ↖ Version *light*
- Pour les experts
  - ↖ Raccourcis clavier
  - ↖ Menus contextuels
  - ↖ Options avancées
  - ↖ Icônes dans la barre d'outils



## Prévenir les erreurs

- Mieux vaut prévenir que guérir !
- Inactiver les fonctionnalités que ne peuvent ou ne doivent être utilisées
- Indiquer le format de certains champs à l'aide d'info-bulles ou utiliser des filtres
- Utiliser des messages d'avertissement pour les opérations longues ou risquées
  - ↳ Attention aux estimations de temps folkloriques

## Offrir un traitement simple des erreurs

- Etre prescriptif : indiquer ce qui ne va pas et comment y remédier
- Utiliser des exemples de solutions dans les messages
- Eviter les mots violents : illégal, fatal, sévère, avorté
- Eviter les points d'exclamation !!!
- Les messages doivent être auto-explicatifs (il ne faut pas avoir recours au manuel)



## Ne rien cacher

- Ne cacher aucune fonction derrière une séquence de touches magiques
- Tout résultat d'action doit être visible
- Tout état doit être visible



## Le multimédia et la multimodalité

## Intérêts du multimédia

- **Pourquoi le multimédia ?**

- ↪ L'homme par essence et par ses sens est multimédia.

- Des études portant sur l'**interactivité** montrent que l'être humain ne retient que :

- 10 % de ce qu'il LIT
  - 50 % de ce qu'il VOIT et ENTEND
  - 70 % de ce qu'il VOIT et ENTEND et LIT

## Historique

- **Multimédia (en informatique) :**

- ↪ Réunion sur un même support de plusieurs média.

- Se posent alors des problèmes de :

- dépendance entre média,
  - synchronisation (spatiale, temporelle et sémantique).

- Base technologique : **la numérisation**

## La multimodalité

- **Historique**

- 1983 au USA création du MediaLab (intégration des nouvelles technologies)
- 1990 en France naissance du concept d'interaction multimodale :

**Modalité : technique d'interaction**

- ↔ En entrée : clavier, souris, geste, parole ...
- ↔ En sortie : image, son, odeur, toucher...

## Le geste

- Le **geste du toucher** : connaître (fonction épistémique) - Perceptions tactilo-kinesthésique et proprioceptive
- Le **geste moteur** : agir (fonction instrumentale)
- La **communication gestuelle** : faire connaître (fonction sémiotique)

## La reconnaissance du geste

- **Reconnaissance de geste :**
  - continu / discontinu,
  - à la volée / à la fin,
  - structuré / non structuré
- **Périphériques :**
  - souris (2D /3D),
  - owl,
  - crayon + tablette,
  - gant,
  - caméra (reconnaissance de forme).

## La parole

- **Un système de compréhension automatique de la parole dispose de connaissances :**
  - **Phonétiques** (sons),
  - **Phonologiques** (variantes : prononciation, conjugaison, liaison),
  - **Prosodiques** (ponctuation acoustique),
  - **Lexicales** (vocabulaire),
  - **Syntaxiques** (grammaire),
  - **Sémantiques** (relations entre les objets),
  - **Pragmatiques** (contexte).

## La parole

- Utilisation :

- ↗ Reconnaissance de mots isolés (commande)
- ↗ Dictée continue (*ViaVoice, Naturally Speaking...*)
  - Encore quelques problèmes de taux de reconnaissance
  - Bonnes conditions d'enregistrement indispensables

- En sortie :

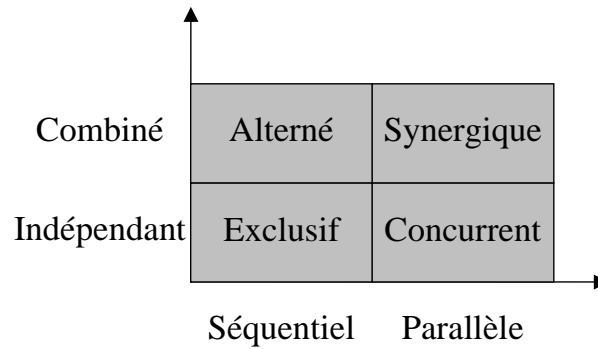
- ↗ Synthèse vocale (*Text To Speech*) et animation

## Coopération entre modalités

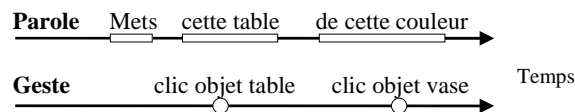
- La multimodalité peut servir à :

- Faciliter l'interprétation des énoncés,
- Améliorer les résultats obtenus par les modalités,
- Améliorer le confort de la communication,
- Adapter l'interface à différentes applications, à un environnement changeant (bruit, urgence...) à différents utilisateurs (handicapés...)

## Modes de coopération



## Difficulté majeure : la fusion



### • Critères d'intégration :

- Proximité temporelle
- Complémentarité sémantique
- Complémentarité par attribut
- Incompatibilité des modalités
- Ordonnancement des références
- Complétude des événements utilisateur

## Multimodalité en sortie

- **Problème de la multimodalité en sortie**

- ↪ Génération + Présentation
- ↪ Quelles modalités choisir ? Critères :
  - Conditions d'utilisation (poste de travail et environnement)
  - Caractéristiques de l'utilisateur
  - Nature de la tâche


## Réalité augmentée

- Il s'agit de

- ↪ Prendre des instruments et des objets physiques pour y **Intégrer des capacités de traitement de l'information**
- Ex: Wearable computing

## Réalité augmentée

- Projection de données informatiques
  - Réparation matériel
  - Poste de travail

Caméra   Projecteur

