

# Ergonomie pour la conception centrée utilisateur

Françoise Détienne

Directrice de Recherche

LTCI - UMR 5141

CNRS - Telecom ParisTech

[francoise.detienne@telecom-paristech.fr](mailto:francoise.detienne@telecom-paristech.fr)

<http://ses.telecom-paristech.fr/detienne/>

## Objectifs du cours

Sensibiliser à *l'ergonomie*

- Présentation de l'ergonomie
- Ergonomie et système informatique
  - Approches des relations humains-systèmes
  - Approches de la conception

Faire connaître les méthodes et outils d'une *conception ergonomique* ou *centrée utilisateur*

- Recueil de données
- Techniques de conception
- Techniques d'évaluation

## Plan

Définitions et objectifs de l'ergonomie

Domaines d'applications

Diversité des approches

Connaissances en ergonomie

Concepts clé

## Définitions\* *Ergonomie (1/2)*

**Science** du travail et des activités humaines

- *Ergon* (travail) et *nomos* (règles)
- *Human Factors*

Vise la **compréhension** des **interactions humains système**

- **Optimisation du bien-être** des personnes et de la **performance globale des systèmes**
  - ✓ Efficaces
  - ✓ Fiables, sûrs
  - ✓ Favorables à la santé de leurs utilisateurs
  - ✓ Favorables au développement de leurs compétences

## Définitions *Ergonome* (2/2)

**Métier** contribuant à la planification, la conception, l'évaluation et la correction

- ✓ des tâches
- ✓ des emplois
- ✓ des produits
- ✓ des organisations
- ✓ des environnements

En Compatibilité avec les *besoins*, les *capacités* et les *limites* des personnes

## Objectifs de l'ergonomie

Objectifs centrés sur les **personnes**

- ✓ Santé
- ✓ Sécurité
- ✓ Confort, Facilité d'usage, Satisfaction, Plaisir
- ✓ Intérêt de l'activité, du travail
- **Santé cognitive** *Comment concevoir des systèmes qui favorise le développement de compétences?*

Objectifs centrés sur la **performance**

- ✓ Efficacité, Productivité, Fiabilité, Qualité

## Domaines d'applications

**Ergonomie physique** Caractéristiques anatomiques, physiologiques, biomécaniques...

- postures de travail, les mouvements répétitifs, la disposition du poste de travail, des terminaux, la sécurité et la santé

**Ergonomie cognitive** Focus sur les processus mentaux (perception, mémoire, raisonnement, réponses motrices) dans les interactions humain - systèmes

- charge mentale, la prise de décision, la performance experte, l'interaction homme-machine la fiabilité humaine, le stress professionnel et la formation dans leur relation à la conception personne-système.

**Ergonomie organisationnelle** Optimisation des systèmes sociaux techniques (structure organisationnelle, règles et processus)

- Communication et gestion des ressources des collectifs, conception du travail, conception des horaires de travail, travail coopératif, le télétravail...

## Diverses approches en Ergonomie

**Human Factors** (approche anglo-saxonne)

- Approche normative (caractéristiques anthropométriques, psychophysiologiques, rythmes biologiques)
- Critique ergonomie de l'homme moyen

**Ergonomie de l'activité** (approche francophone)

- Analyse d'êtres humains particuliers dans une situation particulière
- Distinction tâche prescrite/ activité réelle
- Perspective développementale
- Activité vue comme un processus d'interactions entre des personnes et entre des personnes et un environnement
- Méthode analyse de terrain et démarche écologique

Ergonomie, design et ergonomie du produit

- Dominante en Italie

Anthropotechnologie

- Transfert des technologies dans différents pays
- Spécificités culturelles, sociales, ethniques
- Technologies supposent un environnement et un support social

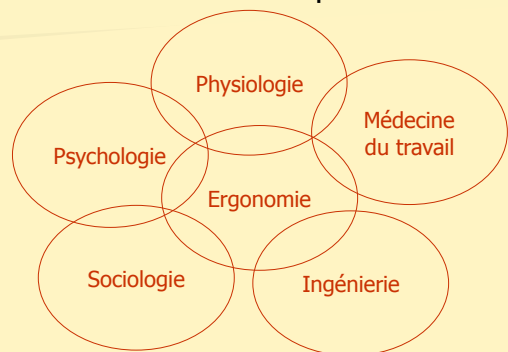
## Connaissances en ergonomie (1/3)

### Connaissances sur l'être humain et sur l'action

- ≠ des études de laboratoire
- Êtres humains engagés dans une **activité finalisée** et dans un **contexte**
  - Dimensions physiologiques
  - Dimensions cognitives
  - Dimensions sociales
- Production de connaissances utiles à l'action
  - Transformation ou conception de situation de travail ou d'objets techniques
- Production de méthodes
  - Analyse et intervention sur les situations de travail
  - Participation à la conception et à l'évaluation des dispositifs techniques et organisationnels

## Connaissances en ergonomie (2/3)

### Connaissances multi-disciplinaires



### Connaissances sur l'être humain en activité (physique et intellectuelle)

- Ce qui est fait **réellement** par le sujet pour réaliser la **tâche** (ce qui est à faire)

## Connaissances en ergonomie (3/3)

### Connaissances **méthodologiques**

- d'interventions et d'analyse
- de conduites de projet
- d'observations, d'entretiens

### Connaissances **spécifiques**

- Ergonome comme spécialiste des activités présentes et futures
  - Recommandations relatives aux situations de travail ou aux dispositifs techniques ou organisationnels
  - Bibliothèques de situations
- Ergonome comme acteur d'un processus de conception
  - Mobilisation des connaissances sur les aspects collectifs et méthodologiques de l'activité de conception
  - Connaissances sur les autres acteurs

## Concepts Variabilité et Diversité (1/2)

L'homme standard, moyen, lambda... n'existe pas

### Diversité des êtres humains

- ✓ âge, sexe, conditions de vie, formation, caractéristique physique, santé, déficiences...
- ✓ expertise
- ✓ Populations vieillissantes

### Déficiences et handicaps\*

- *Déficiences* partie du corps de fonctionnement pas ou mal
- *Incapacités* entraînées par des déficiences « on ne peut pas faire »
- *Handicaps* provoqués par la non-adaptation de l'environnement
  - Situation handicapantes même sans déficiences
  - Déficiences sans handicaps si situations adaptées

## Concepts Variabilité et Diversité (2/2)

### Variabilité intra-individuelle

- ✓ *A court terme* rythme circadien, vigilance, mémoire...
- ✓ *A long terme* vieillissement physique et cognitifs, Evolution et développement des personnes

### Variabilité de l'environnement

- ✓ *Prévisible* saison, matières premières
- ✓ *Aléatoire* urgences, aléas

### Objectifs de l'ergonomie

- Comprendre les stratégies de régulation face à la variabilité
- Limiter la variabilité
- Proposer des outils, des organisations, des formations adaptés
- Proposer des systèmes *adaptés*, *adaptables* et *adaptatifs*

## Concepts Adaptation des systèmes

### Systèmes adaptés

- À un homme moyen?
- A une activité?

### Systèmes adaptables

- Réglages
- Prises en compte de la variabilité des personnes

### Systèmes adaptatifs

- Adaptation autonome du système à ses utilisateurs, leurs tâches et leurs états
- Repère de régularité
- Niveau de fatigue
- Compétences
- Niveau de charge allocation des tâches dans les systèmes à risques

## Concepts Tâches/Activités (1/2)

**Tâche** *ce qui est à faire, ce qui est prescrit par l'organisation*

- **But** état final souhaité en terme de quantité et de qualité
- **Conditions** de réalisation
  - ✓ **Procédures** (méthodes de travail, consignes, opérations admissibles, contraintes de sécurité...)
  - ✓ **Contraintes** de réalisations (rythmes, délais...)
  - ✓ **Caractéristiques de l'environnement physique** (ambiances sonores, visuelles, thermiques...)
  - ✓ **Caractéristiques de l'environnement cognitif** (outil d'aide) et **collectif** (présence ou non de collègues, de pairs de hiérarchie, modes de communications...)
  - ✓ **Caractéristiques sociales** du travail (rémunération, sanctions, contrôle...)

## Concepts Tâches/Activités (2/2)

**Activité** *ce qui est fait, mis en jeu, pour effectuer la tâche*

- Ce que l'opérateur/utilisateur fait réellement pour réaliser sa tâche ou atteindre son but dans une situation particulière
- Eloigné du prescrit (objectifs, résultats, modes opératoires, outils, instruments et dispositifs)
- Pas toujours conscient
- Comportement observable et inobservable (activité mentale)
- Inspiré des travaux de Vygotsky\*



## Concepts Régulations (1/2)

### Régulations

- Mécanisme de contrôle
- Comparaison des sorties d'un processus à une production désirée
- Réglage de ce processus en fonction de l'écart constaté

### En ergonomie

- Régulation de leurs activités (modes opératoires, stratégies) par les opérateurs
  - en fonction des répercussions négatives de l'activité sur lui-même (si possible); de leurs charges de travail
  - Pour atteindre les objectifs de la tâche
  - Pour apprendre
- Régulation collective des règles de travail

## Concepts Régulations de l'activité (2/2)

### Caractéristiques des opérateurs/ utilisateurs

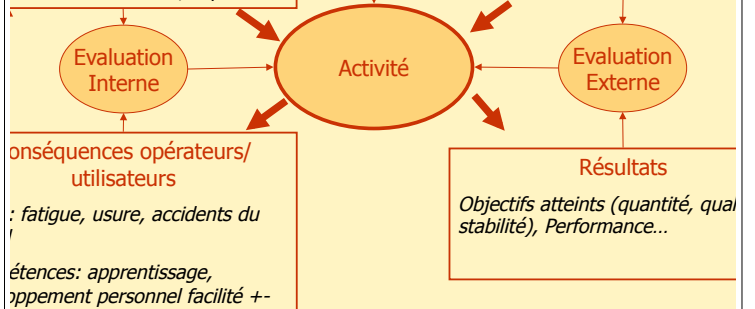
*générale : Âge, Sexe, capacités physiques, déficiences*

*instantanée: moment de la tâche, fatigue, stress*

*acquisitions: formation, expertise...*

### Caractéristiques de la tâche l'entreprise

*Procédures, organisation du travail (horaires, équipes, accès à la formation matériel, locaux...*



## Objectifs du cours

Sensibiliser à l'*ergonomie*

- Présentation de l'ergonomie
- Ergonomie et système informatique
  - Approches des relations humains-systèmes
  - Approches de la conception

Faire connaître les méthodes et outils d'une *conception ergonomique* ou *centrée utilisateur*

- Recueil de données
- Techniques de conception
- Techniques d'évaluation

## Plan

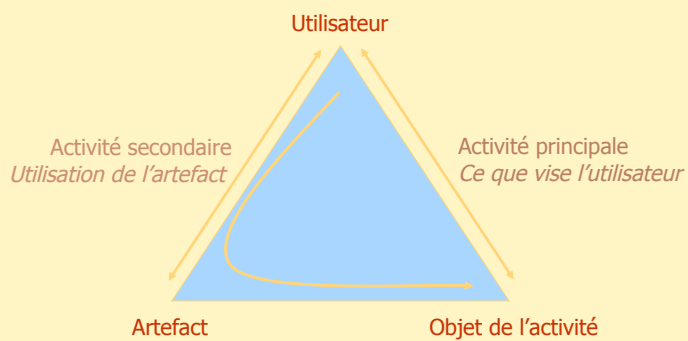
### 3 approches complémentaires des Relations Humains-Machines

- Interaction Humains-Machines (IHM)
- Systèmes Humains-Machines (SHM)
- Perspective développementale

### Concepts clé

### Un système tripolaire

- Opérateur (utilisateur)-artefact (outil, dispositif)-objet de l'activité



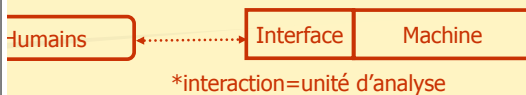
### 3 approches complémentaires

- *IHM* interaction entre l'humain et la machine
- *SHM* humain et machine vus comme *système coopératifs* engagé dans une même *tâche*
- *Perspective développementale*

### Visant une meilleure adéquation des dispositifs aux humains

- ✓ *Utilité* (adéquation du système aux tâches et besoins des utilisateurs)
- ✓ *Utilisabilité* (facilité d'usage des dispositifs)
  - ✓ *Efficacité* (niveaux de performances)
  - ✓ *Efficience* (efficacité atteinte à moindre coût)
  - ✓ *Satisfaction* (confort, acceptabilité)
- ✓  $Usage = utilité * utilisabilité$
- ✓ *Universalité*

## RHS Interaction Humains Systèmes (1/3)



**Machine** outil de manipulation et d'appréhension de l'objet de l'activité

**Interaction\*** ensemble des phénomènes cognitifs, matériels, logiciels et sociaux mis en jeu dans l'accomplissement de tâches avec un dispositif

**Interface** Partie matérielle et logicielle de la machine servant aux échanges d'informations et permettant de créer un milieu pour l'**interaction** de l'humain et de la machine

## RHS Interaction Humains Systèmes (2/3)

### Optimisation de l'interaction Humains-Machines

- ✓ Facilité d'apprentissage
- ✓ Qualité des affichages et des moyens d'action
- ✓ Adaptation aux différences individuelles
- ✓ Protection contre les erreurs de l'utilisateur du dispositif
- ✓ Transparence : concevoir des machines qui ne gênent pas l'action

### Bases théoriques

- ✓ Ergonomie des dispositifs de commande (perception des signaux, terminologie...)
- ✓ Physiologie, métrologie humaine
- ✓ Psychophysiologie (perception)
- ✓ Psychologie cognitive (attention, planification des actions, mémoire...)

## RHS Interactions Humains Machine (3/3)

### Méthodes et outils

#### ➤ Recommandations ou spécifications formalisées

- ✓ Présentation de l'information sur écran de visualisation (Cail, 1993)
- ✓ Dispositifs de commande, terminologie (code couleur, symbole, discrimination des caractères)
- ✓ Critères ergonomiques de Bastien et Scapin (1997) ou Nielsen (2000)

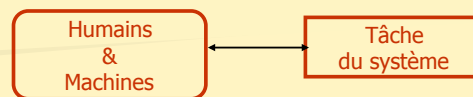
#### ➤ Normes, standard

- ✓ ISO 9241-11 mesure de l'utilisabilité
- ✓ ISO 13407 conception centrée utilisateur

Outils pour la conception et l'évaluation de systèmes

## RHS Système Humains Machines (1/2)

\*



- Système homme-machine\*: unité d'analyse

Humains et Machines engagés *conjointement, opérant*, dans la réalisation d'une tâche

- ✓ But précis
- ✓ Environnement donné
- ✓ Plusieurs humains et plusieurs machines

Machine = partenaire

## RHS *Système Humains Machines (2/2)*

### Coopération humains-machines vus comme deux systèmes cognitifs

- Systèmes *interactifs et coopératifs*
  - Capable de mener des actions intelligentes
  - Capable d'effectuer des choix entre plusieurs solutions
- Assistance intelligente, allocation des tâches

### Objectifs

- Performance, sécurité, fiabilité...
  - Cas des systèmes complexes et à risque
- Cf. salle de contrôle d'une centrale nucléaire, Régulateur de vitesse*

### Bases théoriques

- ✓ Ergonomie cognitive, Automatique, Systémique, Sciences cognitive, Théorie de l'activité

### Méthodes et outils

- Démarche ergonomique (analyse de la tâche et de l'activité)
- Conception centrée utilisateur

3

ENST-Détienne

## RHS *Bilan SHM/IHM*

### Meilleure adaptation des systèmes techniques à l'humain

- *IHM* Prise en compte des caractéristiques des êtres humains en lien avec l'interface (capacités psychologiques, physiologiques...)
- *SHM* Prise en compte des processus cognitifs impliqués dans la réalisation de tâches au sein de systèmes complexes (planification, allocation des tâches...)

### Pertinents pour

- Définir une partie des caractéristiques des systèmes techniques
- Faciliter l'interaction humain-machine en maximisant la performance globale

### MAIS

- Pas de prise en compte de l'aspect développemental
- Activité située, finalisée, nécessitant la mobilisation et la construction de ressources

3

ENST-Détienne

## RHS *Perspective développementale*

### Focus sur usage des *outils*

#### Compréhension

- des *transformations* des *tâches* et des *activités* dans l'usage des outils
- des modalités du *développement* des individus à travers leur *appropriation* des outils (développement de ressources pour l'action et de compétences)

#### ■ Bases théoriques

- Théorie de l'activité
- Psychologie historico-culturelle
- Ecole Piagetienne

#### ■ Méthodes et outils

- Démarche ergonomique
- Conception centrée utilisateur

ENST-Détienne

## RHS *Concepts (1/3)*

**Utilisabilité** Degré selon lequel un produit peut-être utilisé par des *utilisateurs identifiés*, pour atteindre des *buts* définis avec *efficacité*, *efficience* et *satisfaction*, dans un contexte d'utilisation spécifié

**Efficacité** Précision ou degré d'achèvement selon lesquels l'utilisateur atteint des objectifs spécifiés

- Mesure : réussite de la tâche et qualité de la performance

**Efficience** Capacité à produire une tâche donnée avec le minimum d'effort

- Mesure : Taux et nature des erreurs, temps, nombre d'opérations requises, charge de travail

(e ISO 9241-11, 1998)

ENST-Détienne

## RHS Concepts (2/3)

**Satisfaction** confort ressenti par l'utilisateur lorsqu'il utilise un objet technique

- Evaluation subjective entre ce que l'usage apporte et ce que l'utilisateur attend recevoir
- *Mesure* questionnaire de satisfaction, observations des utilisateurs pendant l'usage

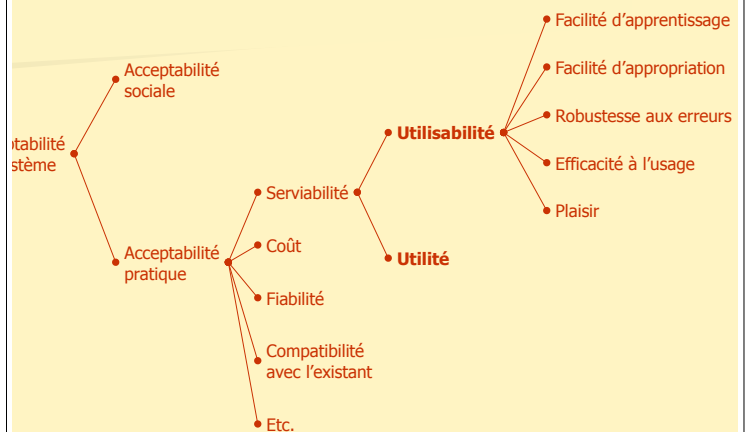
**Intuitivité efficacité, efficience et satisfaction** avec lesquelles des utilisateurs peuvent réaliser des tâches définies avec un dispositif particulier *dès le premier usage*

- L'intuitivité se mesure ce n'est pas une appréciation

**Apprenabilité et mémorisation** Facilité d'apprentissage apprécié lors de la première utilisation ou après une période d'inactivité et amélioration et stabilité de la performance dans le temps

- *Mesure* performance atteinte lors des 1ères utilisations

## RHS Concepts (3/3)





## Objectifs du cours

Sensibiliser à l'*ergonomie*

- Présentation de l'ergonomie
- Ergonomie et système informatique
  - Approches des relations humains-systèmes
  - Approches de la conception

Faire connaître les méthodes et outils d'une *conception ergonomique* ou *centrée utilisateur*

- Recueil de données
- Techniques de conception
- Techniques d'évaluation

## Conception Processus finalisé

Dans les processus de conception, peu de prise en compte

- Du fonctionnement humain
- De l'activité déployée lors de l'usage de dispositif ou l'exploitation de système de production

Action lors du processus de conception implique de le comprendre

- Processus finalisé
- Contraintes temporelles
- Multiplicité des acteurs

Activité de conception

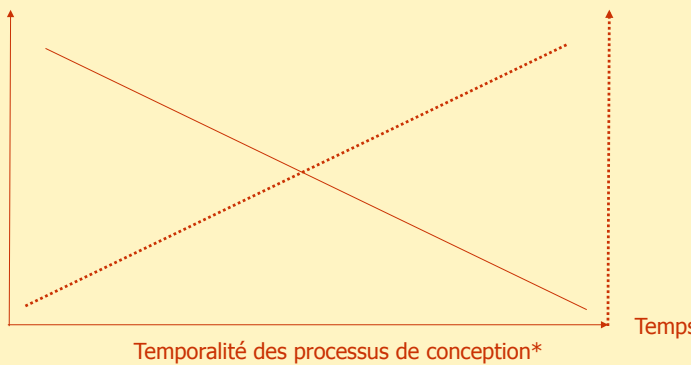
- Résolution de problèmes mal définis
- Choix de solutions acceptables parmi un ensemble de solutions possibles
- Processus cyclique et itératif

## Conception Processus cyclique

### Evolution des données du problème durant la conception

possibilité d'action

Connaissances de la situation future



1996

ENST-Détienne

## Conception Multiples acteurs

### Travail complexe

- Différenciation des tâches
- Diverses acteurs et expertises

### Maître d'ouvrage MO

- ✓ Initiateur du projet
- ✓ Définition des objectifs, recherche du financement
- ✓ Garant de la pertinence du système conçu
- ✓ Connaissances stratégiques sur la faisabilité technique

### Maître d'Œuvre MOE

- ✓ Compétences techniques, organisationnelles, formation
- ✓ Choix techniques
- ✓ Faisabilité

### Difficultés d'intégration des points de vue et des contraintes

- Importance de la coordination entre acteurs
- Processus de négociation entre ces logiques et la cohérence du projet

3

ENST-Détienne

## Conception Conduite du projet

### Difficultés mises en évidence

- Faiblesse de définition des objectifs du projet (performance quantitative attendue)
- Faible présence de la MO pour conduire le projet et projet conduit par la MOE « par la technique »
  - Questions relatives aux ressources humaines, conditions de travail ou d'utilisation, organisation de travail et formation traitées comme des conséquences
- Faible association des futurs utilisateurs-exploitants, e.g. responsables de la production et de la maintenance, opérateurs qui feront fonctionner le système

## Conception Apport de l'ergonomie

### Enrichissement du projet de conception par l'ergonomie

- Intégration du fonctionnement de l'être humain et activité dans la conception
  - Place de l'activité dans le projet
  - Diagnostic ergonomique comme action dans le projet=moyen pour la conception
- Prévoir l'espace possible d'activités futures
  - Basée sur des connaissances des activités humaines
  - Basée sur des méthodes de conception/évaluation\*

D'une conception *technocentrée*

- A une conception *anthropocentrée*

## Usage et Conception *Approches*

### Conception *technocentrée*

- Optimisation du système technique recherchée
- *Logique de fonctionnement*
- L'être humain doit s'adapter à la machine

### Conception *anthropocentrée*

- Prend en compte
  - ✓ Caractéristiques, capacités et ressources des utilisateurs finaux
  - ✓ Contexte d'utilisation des systèmes conçus
  - ✓ Activité des utilisateurs
  - ✓ Construction des usages se poursuivant après la conception
- *Logique d'utilisation*
- La machine est *adaptée, adaptable* ou *adaptative* à l'être humain

## Usage et Conception *Approches*

### Conception centrée utilisateurs (Norman, 1986 et normes ISO 13407)

- analyse des **besoins** des utilisateurs, de leurs **tâches** et **activités** ainsi que de leur **contexte** de travail (variabilité, spécificité, différence...)
- centrée sur les dimensions humaines, sociale et cognitives de l'utilisation d'un système
- **participation active** de ces utilisateurs à la conception
- démarche itérative de conception
- intervention d'une équipe de conception multi disciplinaire

## Usage et Conception *Approches*

### Ramener l'usage dans la conception

- *Objectif* des systèmes adaptés
- Analyse de l'existant comme moyen de spécification
- Paradoxe prévoir les usages de systèmes inexistants

### La construction des usages pendant la conception

- *Objectif* ramener l'usage en conception, favoriser la découverte et l'invention
- Conception participative

### La conception se poursuit dans l'usage

- *Objectif* des systèmes *adaptables* (*l'humain peut adapter la machine*) et *adaptatifs* (*la machine s'adapte à l'humain*)
- Tirer parti des premiers usages

3

ENST-Détienne

## Objectifs du cours

### Sensibiliser à l'ergonomie

- Présentation de l'ergonomie
- Ergonomie et système informatique
  - Approches des relations humains-systèmes
  - Approches de la conception

### Faire connaître les méthodes et outils d'une *conception ergonomique ou centrée utilisateur*

- Recueil de données
- Techniques de conception
- Techniques d'évaluation

3

ENST-Détienne

## Plan

### Méthodes et outils

- Méthode générale
- Recueil de données
  - *Pourquoi?*
    - identification des utilisateurs
    - Identification des besoins spécifiques
    - Analyse des tâches
  - *Comment?*
    - observations de situation de références
    - magiciens d'OZ
    - entretiens-verbalisations
    - questionnaires
- Techniques de conception
- Supports à la conception
- Techniques d'évaluation

## Méthode Générale

### Identifier les caractéristiques des utilisateurs Analyser les tâches et activités en contexte de travail usuel

- Observer les pratiques usuelles de travail (Routinières, Exceptionnelles, Situations de stress)
- Identifier les buts des utilisateurs et les contraintes organisationnelles (entretiens, observations, questionnaires...)

### Produire des solutions de conception et les matérialiser

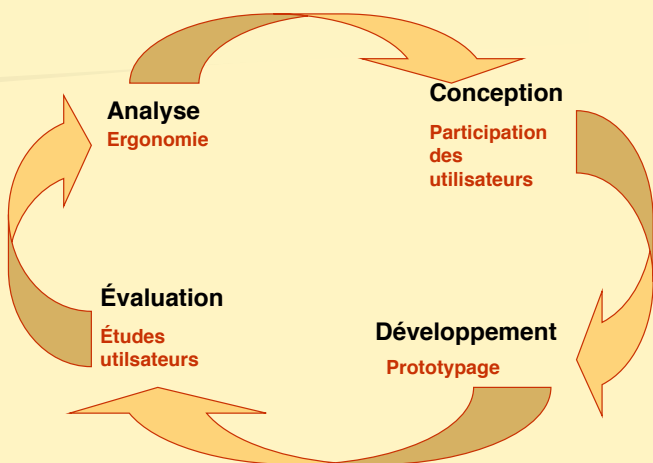
- Tester les idées nouvelles **avant** de développer un logiciel (maquette, simulation, prototypage)

### Evaluer ces solutions de façon constante

- Créer des scénarios d'utilisation réelle

### Ne pas oublier que la conception est un processus itératif

## Méthode générale



ENST-Détienne

## Recueil de données Utilisateurs/besoins (1/3)

### Identifier les *caractéristiques des utilisateurs*

- ✓ Âge, sexe, état de santé (malvoyant, malentendant, vieillissant.
- ✓ *Expertise* expert, spécialiste, novice, intermittent
- ✓ *Type d'utilisation* direct, indirect, éloigné, support

Avec autres services (marketing, ergonomie, DRH...) et utilisateurs

### Identifier leurs *besoins spécifiques*

- ✓ Problèmes et demandes des utilisateurs en terme d'accessibilité physique, d'apprentissage, de communication...
- ✓ ≠ de la solution technique « toute prête »
- ✓ Améliorations pertinentes pour les utilisateurs finaux

ENST-Détienne

## Recueil de données Utilisateurs/besoins (2/3)

### Identification des besoins (suite)

- Qui a besoin de quoi, pour faire quoi, comment et à quel moment?
- Déterminer
  - Fonctionnalités dont les utilisateurs ont un besoin réel
  - Durée de l'apprentissage, Exigences de formation
  - Caractéristiques du matériel, Date de mise en service, Performances du système, Temps de réponse
  - Fréquence d'utilisation
  - Rôle coopératif ou non du système
  - Critères de sécurité
  - Autonomie ou dépendance d'utilisateurs les uns par rapport aux autres
  - Modifications de l'organisation, de conditions et du contenu du travail
  - Accompagnement de l'évolution des besoins

## Recueil de données Utilisateurs/besoins (3/3)

### Identification des besoins (suite)

- *Méthodes*
  - ✓ Analyse des artefacts existants
  - ✓ Observation sur le terrain
  - ✓ Enregistrement d'activités dans un contexte de travail
  - ✓ Entretiens
  - ✓ Questionnaires
- *Synthèse des résultats*
  - ✓ Création de *scénarios de travail*
  - ✓ *Exploration de ces scénarios lors de la conception*



## Recueil de données Tâches (1/3)

### *Analyse des tâches* des utilisateurs dans des situations de référence

- Situations où sont assurées les fonctions du futur système même sous une autre forme
- Situations existantes avec composantes techniques ou organisationnelles du futur système
- Situations correspondant aux contextes géographiques, anthropologiques

### *Objectifs*

- détection des sources de variabilité et de diversité liées à la technologie, à l'organisation, au contexte

## Recueil de données Tâches (2/3)

### Identifier

- les *buts* des utilisateurs
- la *façon* dont ils les atteignent
- les *informations* qui leur sont *nécessaires* dans les *situations*
  - ✓ *normales*
  - ✓ *dégradées, urgentes, risquées et accidentées*
  - ✓ et dans son *contexte* d'utilisation

### Composantes

- ✓ Etude de la situation (organisation du travail, techniques de production)
- ✓ Etude des objectifs (performance exigée par l'organisation ou l'utilisateur)
- ✓ Etude des moyens (machine, procédure...)
- ✓ Etude des contraintes (exigences physiques et mentales pour exécuter la tâche)

## Recueil de données Tâches (3/3)

### Objectifs finaux

- Répartition des fonctions entre l'humain et le système (opération manuelle ou automatique etc..)
- Adaptation aux caractéristiques des utilisateurs
- Conception de l'interaction (emplacement des menus, nombres, commandes, affichages)
- Réflexion sur l'organisation du travail (nombre de personnes requises, apprentissage..)
- Evaluation de la fiabilité humaine (erreurs, incidents, accidents...)

## Recueil de données Observations (1/3)

### Observations directes

- ✓ Observer et enregistrer les utilisateurs au travail avec système vidéo ou sans (papier-crayon)
- ✓ En laboratoire ou sur le terrain
- *Inconvénients* méthode intrusive, prend du temps, à négocier avec les utilisateurs
- *Avantages* permet de voir ce que les gens font et non ce qu'ils disent (ou ce qu'on dit) qu'ils font
- Utilisée en conception et en évaluation

## Recueil de données Observations (2/3)

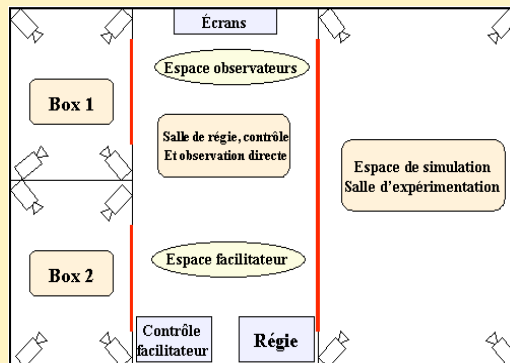
### Observations directes

- Avec *verbalisation simultanée* on demande à l'opérateur de penser à haute voix
  - *Avantages* la situation de travail est éclairée sur l'instant
  - *Inconvénients* place les utilisateurs en situation de double tâche (plus complexe)
- Avec *verbalisation consécutive*
  - Dans un environnement sonore bruyant, dans le cas de tâche automatisée, déplacement continu
  - Impose la vidéo (auto-confrontation) ou un relevé papier crayon minutieux
- Auto-confrontation peut-être collective ou croisée

## Recueil de données Observations (3/3)

### Observation en laboratoire

- Ergonomie et Usage des Nouvelles Technologies en Santé  
<http://www.univ-lille2.fr/evalab/index.htm>
- Laboratoire LUTIN



## Recueil de données Questionnaires

### Objectifs

- Identification des caractéristiques des utilisateurs (âge, expérience, sexe, formation...)
- Estimation subjective du niveau de charge de travail
- Identification des attentes, des besoins des préférences
- Recherche des habitudes et des préférences
- *Evaluation subjective de l'utilisabilité et de la satisfaction de l'existant ou du produit conçu (cf. techniques d'évaluation)*

### Avantages

- Très utiles pour avoir des informations quantitatives
- Des retours d'utilisation (formulaire sur un site)

### Inconvénients

- Connaissances déclaratives

ENST-Détienne

## Recueil de données Entretiens (1/4)

### Objectifs

- Constitution d'un glossaire des termes des utilisateurs
- Création de répertoires de raisonnement
- Détermination des processus cognitifs qui régissent les activités
- Définition des enchaînements logiques des actions de l'utilisateur
- Recensement des besoins
- Enrichissement des données recueillies

ENST-Détienne

## Recueil de données Entretiens (2/4)

### *Entretiens structurés directs ou semi-directifs*

- mêmes questions et mêmes formats pour tout le monde
- + facile à mener, + facile de comparer

### *Entretiens ouverts*

- permettent de saisir des réactions spontanées
- permettent de saisir la façon de faire des utilisateurs

### *Entretiens individuels ou collectifs*

**Attention** à ne pas induire les réponses aux questions

- Empathie, acceptation inconditionnelle des propos, et attitude non-directive

techniques utiles

- Incident critique, journée particulière

## Recueil de données Entretiens (3/4)

### *Technique de l'incident critique*

- Interroger un utilisateur à propos d'un évènement récent pour étudier les problèmes spécifiques rencontrés par les utilisateurs

### Procédure

- Entretiens d'un utilisateur *dans son environnement de travail*
- Lui demander
  - de se souvenir d'un *problème particulier* récent (moins d'une semaine)
  - de le décrire en détails
  - ce qui dans l'incident est habituel et ce qui ne l'est pas

### Analyse

- les incidents sont regroupés en une classification hiérarchique
- puis problèmes plus généraux e.g. erreur sur commande, interprétation erronée d'affichage

## Recueil de données Entretiens (4/4)

### *Une journée particulière*

- Variante de l'incident critique
- **Objectif** Obtenir des exemples pour contraster la description officielle du travail (travail prescrit)
- **Procédure**
  - Demander à la personne
    - de décrire une période particulière ou une journée typique incluant des problèmes
    - d'autres exemples typiques
- **Conseil**
  - Partir d'exemples précis avant de généraliser

## Recueil de données Synthèse

- Multiplier les perspectives
- Croiser les informations
  - ✓ Étude des documents de formation, consignes etc
  - ✓ Entretiens, Observations, Enquêtes
- Croiser les interprétations
- Faites parler les gens, ET les regarder faire
- Synthétiser les données
  - ✓ Analyse de tâches
  - ✓ Scénarios de travail

## Méthodes *Techniques de conception*

### Phase de production et d'évaluation des solutions de conception

- La conception est itérative
- La conception est un processus collectif
  - ✓ Concepteurs de différents métiers (informaticiens, graphistes, fiabiliste, télécom...)
  - ✓ Utilisateurs
  - ✓ Ergonomes
  - ✓ Client, décideurs (maître d'ouvrage)

La conception est outillée par des techniques de réunions et de matérialisation des solutions de conception

## Tech. de conception *Scenario (1/3)*

Description d'une suite d'événements possibles

*Forme* histoire, « story board », video, tableau, description formelle

### *Catégories*

- *scénarios d'utilisation* décrivent l'utilisation d'un système existant
- *scénarios de conception* (ou de travail) imaginent l'utilisation de systèmes futurs

### *Pourquoi utiliser des scénarios ?*

- Pour stimuler l'imagination et la créativité, susciter de questionnements (« et si ? »), pour un design pertinent pour de vrais utilisateurs dans un vrai contexte, pour pallier aux insuffisances et à la rigidité des analyses hiérarchiques

## Tech. de conception Scenario (2/3)

Utilisés tout au long du cycle de développement du produit

- *Analyse de besoins*
  - Scénario problème, scénario d'utilisation
  - Scénario observé ou des mixages de scénarios observés
- *Conception et prototypage*
  - Scénario de conception, scénario de travail
  - Brainstorming
- *Évaluation*
  - Scénario d'utilisation
  - Revue d'utilisabilité

## Tech. de conception Scenario (3/3)

### Principes\*

- Descriptions concrètes
- Accent mis sur des exemples particuliers (pas génériques)
- Dirigé par le travail (pas par la technologie)
- Ouvert, fragmentaire (ni complet, ni exhaustif)
- Informel, brut, familier

### En pratique

- Création d'un ou plusieurs personnages
  - ✓ Buts, attentes, motivations
  - ✓ *Qui* ? Age, sexe, éducation, expérience en informatique et s internet
  - ✓ *Contexte* Quand ? Où ? Sur quel ordinateur ? Taille de l'écran ? Sur quel navigateur ? Quelle connexion ?
- Raconter une histoire dans un intervalle de temps donné; inclure des événements courants ou moins et des incidents en s'inspirant des données récoltées

roll, 1997



## Tech. de conception Brainstorming (1/2)

### Objectif

- Générer le plus grand nombre possible d'idées créatives rapidement

### Procédure

- ✓ Réunir un petit groupe avec différents rôles et expertises
- ✓ Limiter le temps (1h)
- ✓ Décrire un problème de conception spécifique
- ✓ Générer autant d'idées que possible et les lister au tableau ou au rétroprojecteur
- ✓ Sélectionner les meilleures idées
- Peut intervenir à différentes phases
  - ✓ Idées de conception
  - ✓ Dessin des écrans
  - ✓ Evaluation

## Tech. de conception Brainstorming (2/2)

### Quelques règles

- ✓ *Phase 1* Générer une grande quantité d'idées
  - Faire participer tout le monde
  - Enregistrer toutes les idées
  - Ne pas évaluer les idées
- ✓ *Phase 2* Classer les idées en fonction de leur qualité
  - Chacun annonce les idées qu'il préfère
  - Les idées sont classées par nombre de votes
  - Commencer la conception à partir des idées les mieux classées
  - Ne pas oublier les idées insolites

## ech. de conception Conception participative

Utilisateurs comme parties prenantes dans la conception

- Organisation de groupe de travail incluant des utilisateurs (groupe décisionnel, groupe fonctionnel)
- Importance des supports type maquette pour permettre les interactions
- Difficile à mettre en œuvre, l'ergonome joue souvent le rôle de médiateur

## Supports à la conception

**Problème** complexité des spécifications techniques

- problèmes ouverts et difficiles à spécifier
- communication au sein de l'équipe, avec les utilisateurs, les clients

**Solution** Prototypage comme support pour l'interaction

- construction de maquettes et/ou de prototypes
  - ✓ développement de solutions partielles ou intermédiaires
  - ✓ apparition de nouveaux objectifs
  - ✓ tests d'alternatives de conception évaluations des solutions retenues
- succession de phases
  - ✓ raffinements progressifs des spécifications du produit
  - ✓ réalisations et intégrations des aménagements jusqu'à obtention d'un produit satisfaisant

Utilisé pour concevoir et évaluer de façon constante en conception itérative

## Supports à la conception

### *Intérêt des maquettes et prototypes*

- ✓ étudier des alternatives de conception
- ✓ s'assurer de l'utilisabilité dans différentes conditions
- ✓ aider les concepteurs, les utilisateurs (ou les clients) imaginer l'interface
- ✓ se concentrer sur les parties problématiques de l'interface
- ✓ se concentrer sur des détails qui font qu'un système bon en théorie est inutilisable

*En pratique* Garder trace des évaluations de solutions et du « pourquoi? » une solution a été ou non retenue (logique de conception)

*Inconvénients* contraintes de temps et d'argent perturbent ce cycle idéal

## Supports à la conception Maquette

### Modèle réduit du produit

- Présentation, organisation, simulation des écrans
- Ne fonctionne pas mais illustre quelques aspects

### Matériel

- post-it
- tableaux de papier
- logiciels de présentation
- générateurs d'interface

### Intérêt

- phases initiales de la conception (analyse des besoins, spécification )
- réalisables rapidement et par des non-informaticiens (ergonomes, futurs utilisateurs) facilement modifiables et paramétrables
- supports de communication au sein de l'équipe de conception
  - ✓ faire surgir de nouvelles idées, fonctionnalités, difficultés (réactions spontanées)
  - ✓ vérifier l'adéquation des choix aux besoins des utilisateurs, des clients
  - ✓ éviter les malentendus

## Supports à la conception Prototype

### *Objet*

- Comprend l'ensemble des fonctionnalités du système
- N'atteint pas les performances maximales du système

### *Matériel*

- générateurs d'interface
- plate-forme de développement

### *Intérêt*

- vérifier la faisabilité technique ou l'interopérabilité
- valider une solution
- mesurer un temps de réponse

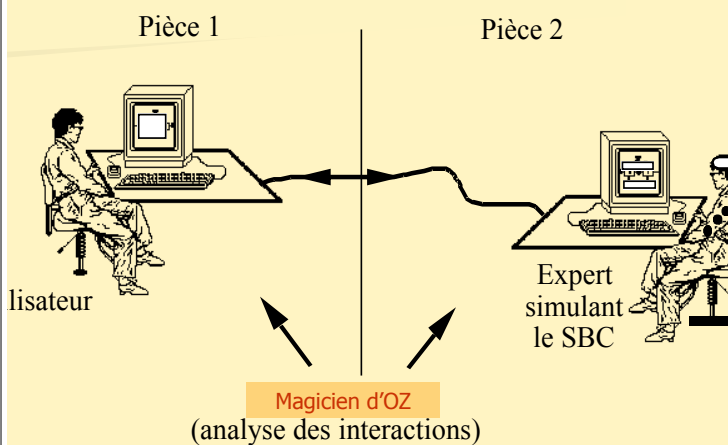
## Supports à la conception Simulation

### *Magicien d'Oz (1/2)*

Un humain supplée les déficiences du prototype et simule le futur système

- intelligence naturelle pas artificielle
- Interprétation des entrées de l'utilisateur par le "Magicien"
- Contrôle du comportement du système
- Sensation d'utilisation d'un vrai système
- Enregistrement des sessions

## Simulation Magicien d'Oz (2/2)



## Techniques d'évaluation

*Enquête d'usage* analyse la manière dont les utilisateurs agissent avec le produit dans une situation réelle

*Revue de conception*

*Techniques d'inspection* s'appuie sur les connaissances d'un expert en facilité d'usage qui examine, selon des critères éprouvés, l'utilisabilité d'un produit mais sans utilisateur

*Tests d'utilisabilité* permettent l'observation d'utilisateurs réels lorsqu'ils interagissent avec un système. Les utilisateurs sont priés d'effectuer des tâches (scénario d'utilisation) pendant que des experts enregistrent et interprètent

## Tech. d'évaluation Enquête d'usage

Observations des usages

Entretiens

Questionnaires

Focus Group

## Tech. d'évaluation Enquête d'usage

### *Focus group* ou groupe de discussion

➤ Une dizaine d'utilisateurs et un *animateur*

#### ➤ *Objectifs*

- recueillir des données sur la manière dont les utilisateurs s'échangent des informations et parler des produits
- Obtenir leur feedback et leur réaction face à la conception

➤ *Avantages* moins coûteux que les entretiens individuels, interactions de groupe pour raviver les mémoires et expériences

➤ *Inconvénients* technique plus adaptée à l'élaboration de stratégie marketing

## Tech. d'évaluation Revue de conception

Réunion d'évaluation des solutions de conception mettant en présence

- Évaluateurs
- Concepteurs
- Utilisateurs
- Scribe
- Président

### Objectif

- Détecter des problèmes de conception (utilisabilité)

### En pratique

- Répondre aux questions (Who, What, Where, When, Why) et What if...?
- Tout le monde a une voix égale
- Le concepteur-évaluateur doit ôter sa casquette de concepteur
- Conserver les remarques

## Tech. d'évaluation Jugements d'expert

Choisir plusieurs experts (domaine et utilisabilité)

### Procédure

- Faire jouer un des scénarios par les experts
- Noter tous les problèmes rencontrés
- Analyser les causes
- Proposer des solutions
- En garder traces

## Tech. d'évaluation Inspection experte (1/2)

### Inspection par des connaissances expertes (heuristiques)

- Liée à des critères ergonomiques formalisés\*
- Jugement sur la capacité d'un produit à être efficace, efficient, tolérant aux erreurs, facile à apprendre, satisfaisant
- Utiles pour
  - Recenser les difficultés d'usage et détails et fournir des recommandations
  - Construire une grille d'évaluation
  - Evaluer sans utilisateurs en début de conception

### Mais pas d'intégration de

- l'analyse du travail
- des dimensions organisationnelles sociales ou culturelles de l'activité

tien et Scapin, 1998

3

ENST-Détienne

## Tech. d'évaluation Inspection experte (2/2)

### Exemples de critères ergonomiques pour l'évaluation des interfaces

- Compatibilité
- Homogénéité
- Feed-back et guidage
- Gestion des erreurs
- ...

3

ENST-Détienne



## Tech. d'évaluation Tests d'utilisabilité

Test expérimentaux permettant la confirmation ou l'infirmité de choix d'utilisabilité

- Mesure grâce à des scénarios
- Accès à un laboratoire d'usage
- Résultats quantitatifs (nombre d'erreurs, temps, performance, prélèvements d'informations visuelles ...) et qualitatifs (impression, vécu, sentiments de satisfaction...) complétés par des entretiens
- Interprétation pour aboutir à des recommandations

### Intérêts

- Preuve expérimentale de la facilité d'utilisation
- Mesures objectives de l'utilisabilité
- Rapidité

## Tech. d'évaluation Grilles d'évaluation

Couplé à expérimentation

Evaluation par des juges

Focus sur activité

- Exemple pour conception collaborative

## Tech. d'évaluation Grille d'évaluation de la qualité de la collaboration

dimensions de la (qualité) de la collaboration

- Fluidité de la collaboration
- Compréhension mutuelle soutenue
- Échange d'information pour la résolution de problèmes
- Argumentation et prise de décision
- Processus de travail et gestion du temps
- Orientation coopérative
- Orientation individuelle envers la tâche

1. Faire preuve de motivation et encourager la motivation de ses collaborateurs
2. Garder un niveau élevé d'efficacité dans l'activité
3. Focaliser son attention sur les informations pertinentes

### Modalités d'évaluation

- Jugement subjectif (note) sur chacune des 7 dimensions (Likert 1 à 5)
- Réponses aux 30 questions des indicateurs (oui, oui/non, non)
- Identification modalités d'interaction dominante (gestuelle/ graphique/ électronique)

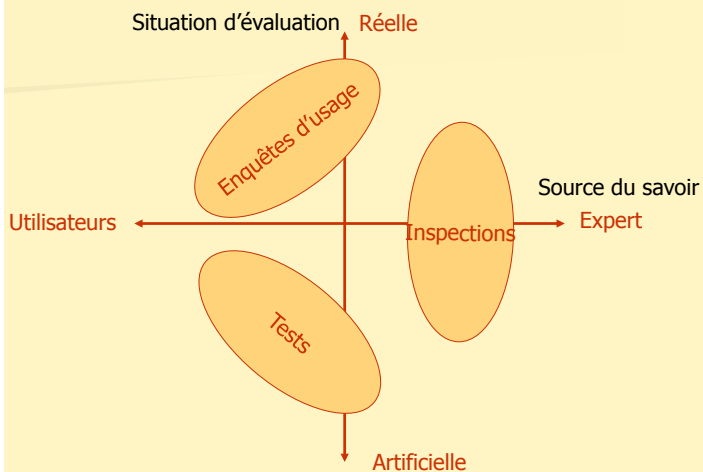
Détienne et al. 2008

## Tech. d'évaluation Grille d'évaluation de la qualité de la collaboration

Compréhension mutuelle soutenue

solliciter/donner des feedbacks sur la compréhension de l'état du problème/solution	Question +	Question -
modalités: Questionner, clarifier, donner des compléments d'information verbaux et complémentaires		Incompréhension sur l'état du dispositif pendant une durée assez longue?
solliciter/donner des feedbacks sur l'état du dispositif	Question +	Question -
Note finale: 1 2 3 4 5 (pas bon) (très bon)		

## Tech. d'évaluation Bilan



## Références *Ergonomie Générale*

- Chapanis, A. (1996). *Human Factors in systems engineering*. New York, USA: Wiley.
- Daniellou, F. et Béguin, P. (2004) Méthodologies de l'action ergonomique. P. Falzon (Coord.) *L'ergonomie (pp335-358)*. Paris, France: PUF.
- Falzon, P. (2004). Natures, objectifs et connaissances de l'ergonomie. In F Falzon (Coord.) *L'ergonomie (pp17-36)*. Paris, France: PUF.
- Guérin, F., Laville, T. Daniellou, F., Durrafourg, J., Kerguelen, A. (1997) *Comprendre le travail pour le transformer, la pratique de l'ergonomie*. Lyon France: ANACT.
- Leplat, J. (2000). *L'analyse psychologique de l'activité en ergonomie. Aperçu sur son évolution, ses modèles, ses méthodes*. Toulouse, France : Octarès.
- Vygotski, L.S. (1934). *Pensée et langage*. Paris, France: La dispute

## Références

### Deux manuels de référence

- > Schneiderman, B. (2004) *Designing the User Interface*. Addison Wesley.
- > J.-F. Nogier, *Ergonomie du logiciel et design des sites web, l'ergonomie des interfaces utilisateurs* Dunod, 3<sup>e</sup> édition 2005

### Une excellente introduction à l'ergonomie du logiciel

- > Brangier, E. et Barcenilla, J. (2003) *Concevoir un produit facile à utiliser : Adapter les technologies à l'homme*. Editions d'organisation.

### Des méthodes, des conseils et des exemples

- > Van Duijn, D. K., Landay, J., Hong, J. (2003) *The design of sites : Patterns, Principles and process for crafting a Customer Centered Web experience*. Addison-Wesley.

### Une synthèse sur l'état de l'art en IHM

- > Kolski, C. (2001) *Interaction homme-machine pour les systèmes d'information* Vol. 1 & 2. Hermès.

### Guide to usability (1993). Open University, 144 p., 1993

Bastien, C. et Scapin, D. (2004). La conception de logiciels interactifs centrée sur l'utilisateur: étapes et méthodes. In P. Falzon (Coord.) *L'ergonomie*, pp451-462. Paris, France: PUF

Burkhardt, J.M et Sperandio, J. C. (2004). Ergonomie et Conception informatique. In P. Falzon (Coord.) *L'ergonomie*, pp437-461 Paris, France: PUF

Calvary, G. (2002) Ingénierie de l'interaction homme-machine : rétrospective et perspectives, Interaction homme-machine et recherche d'information. In C. Paganelli (Coord.), *Traité des Sciences et Techniques de l'Information*, 19-63. Hermès.

Carroll, J.M. (2001) *Human Computer Interaction in the new Millennium*. Addison Wesley

Cail F. (1993). Présentation d'information sur écran de visualisation. *Revue bibliographique Cahiers de notes documentaires n° 151*, ND 1928151-93, INRS, pp 305-311

Folcher, V. et Rabardel, P. (2004) Hommes, artefacts, activités: perspective instrumentale. In P. Falzon (Coord.) *L'ergonomie*, pp 251-268. Paris, France: PUF

Falzon, P. (2004) Cours d'ergonomie cognitive du CNAM B7. Paris, Mars 2004.

## Références

Béguin, P. (2004) L'ergonome, acteur de la conception. In P. Falzon (2004) *L'ergonomie*. pp375-390. Paris, France: PUF

Daniellou, F. (2004). L'ergonomie dans la conduite de projet de système de travail. In P. Falzon (2004) *L'ergonomie*. pp357-373. Paris, France: PUF

Midler, C. (1996) Modèles gestionnaires et régulation économiques de la conception In G. de Terssac and Friedberg (Coords.) *Coopération et conception*. Toulouse, France: Octarès.

Norman, D.A (1988) *The psychology of everyday things*. Cambridge, USA: MIT.

Détienne, F. (2006) Collaborative design : managing task interdependencies and multiple perspectives. *Interacting With Computers*. 18(1), 1-20.

Barcellini, F., Détienne, F., Burkhardt, J.M, Sack, W. (2008) A socio-cognitive analysis of online design discussions in an Open Source Software community. *Interacting With Computers*, 20(1), 141-165.

Détienne, F., Boujut, J.-F., & Hohmann, B. (2004) Characterization of Collaborative Design and Interaction Management Activities in a Distant Engineering Design Situation. In F. Darses, R.. Dieng, C. Simone, M. Zaklad (Eds) *Cooperative Systems design*. IOS Press, 83-98.

Détienne, F., Burkhardt, J.-M., Hébert, A.-M., Perron, L. (2008) Assessing the quality collaboration in design : bridging cognitive ergonomics and CSCW approaches. In Workshop "CSCW and Human Factors", CSCW'2008, November 9, San Diego, US