

LES INTERFACES HOMME-MACHINE

1^{ère} Partie :

Introduction aux Interfaces Homme-Machine

2^{ème} Partie :

Notions de base sur les Sciences Cognitives

3^{ème} Partie :

Recommandations ergonomiques

4^{ème} Partie :

Guides de Style

5^{ème} Partie :

Méthodes de conception et d'évaluation

6^{ème} Partie :

Principes ergonomiques des interfaces Web

Les méthodes de conception et d'évaluation

- **Les méthodes de conception**
- **L'évaluation des interfaces**
- **L'évaluation des utilisateurs**

Règles générales

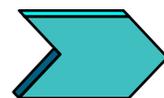
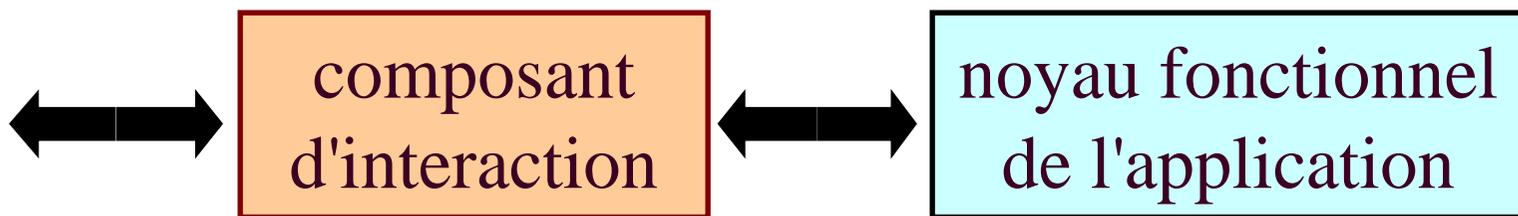
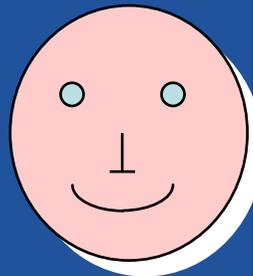
Méthodes de conception

Évaluation des interfaces

Évaluation des utilisateurs

- Séparer la conception de l'application de la conception de l'interface
- Prendre en compte les utilisateurs
- Concevoir de manière itérative
- Par une équipe pluri-disciplinaire

séparation IHM / application



modèle de Seeheim

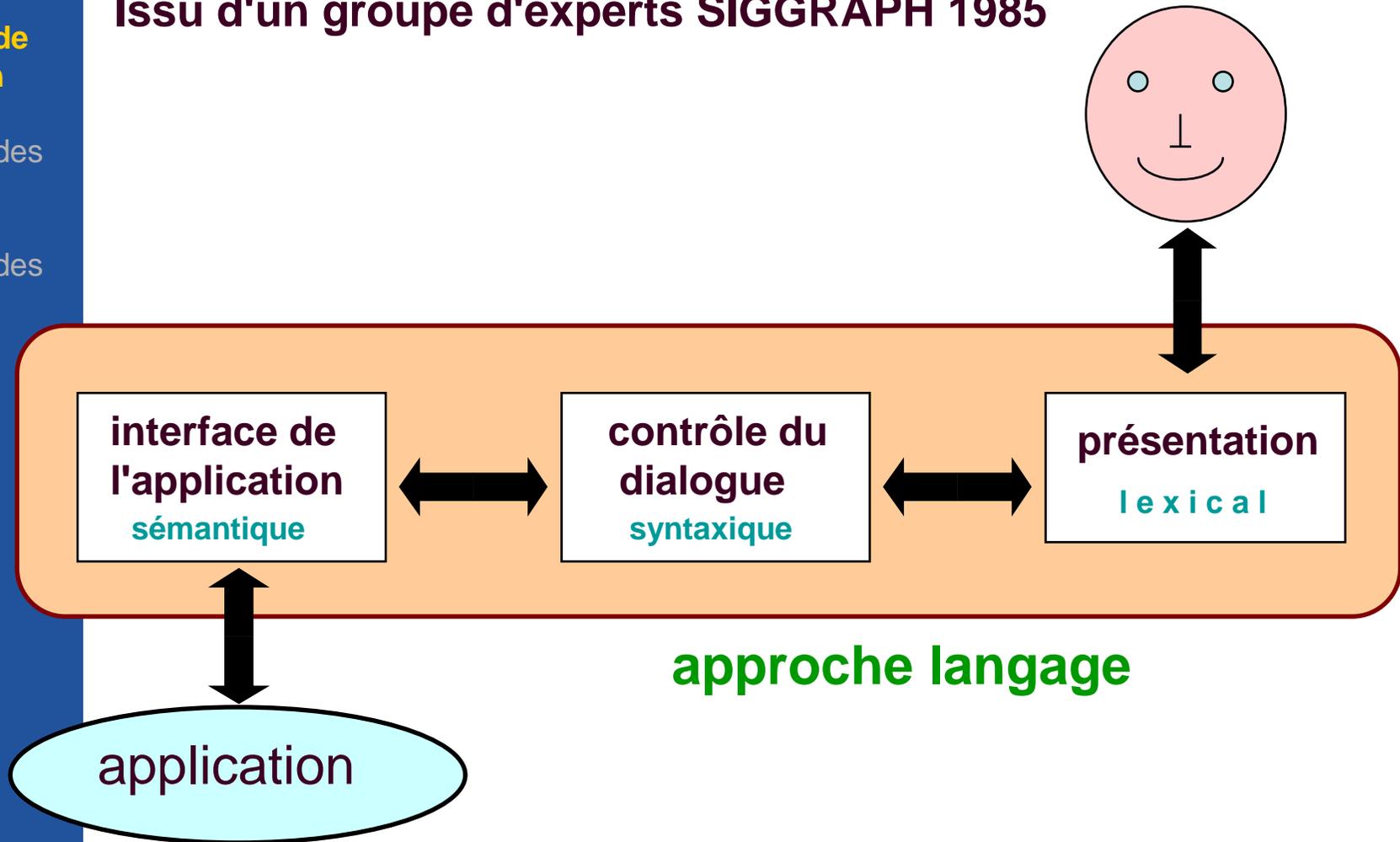
Le modèle de SEEHEIM

Méthodes de conception

Évaluation des interfaces

Évaluation des utilisateurs

Issu d'un groupe d'experts SIGGRAPH 1985



Le modèle de SEEHEIM

➤ Présentation :

Définit l'image du système pour l'utilisateur :

➔ lecture des données provenant des dispositifs d'entrée (actions utilisateurs) et traduction dans le format informatique interne (objets internes abstraits de l'application) et inversement.

➤ Contrôle du dialogue :

✓ Analyse du langage d'interaction ➔ phrases et requêtes pour l'application et inversement (vérification sémantique).

✓ Gestionnaire de l'état de l'interaction (scénarios).

➤ Interface d'application :

Traduit la sémantique de l'application pour l'interface utilisateur

La conception des IHM

- Processus itératif , avec phases d'affinement progressif
- Phase d'analyse préalable (spécification des performances d'usage)
 - ✓ Phases de spécification proprement dite
 - Niveau **conceptuel** (définit les objets , leurs relations, attributs et opérations)
 - Niveau **fonctionnel** (effets des commandes et donc des retours d'informations)
 - Niveau **syntactique** et lexical (choix de style de dialogue, niveau style guide)
 - ✓ Pas de réelle méthode pour la prise en compte des problèmes ergonomiques en dehors des cycles



PHASE DE CONCEPTION

- ✓ Investigations préalables
- ✓ Définition de l'interface
- ✓ Production du scénario
- ✓ Élaboration du plan de test

PHASE DE REALISATION

- ✓ Développement et programmation

PHASE DE VALIDATION

- ✓ Tests unitaires
- ✓ Tests d'intégration et fonctionnels
- ✓ Tests et validation utilisateur

PHASE DE PRODUCTION

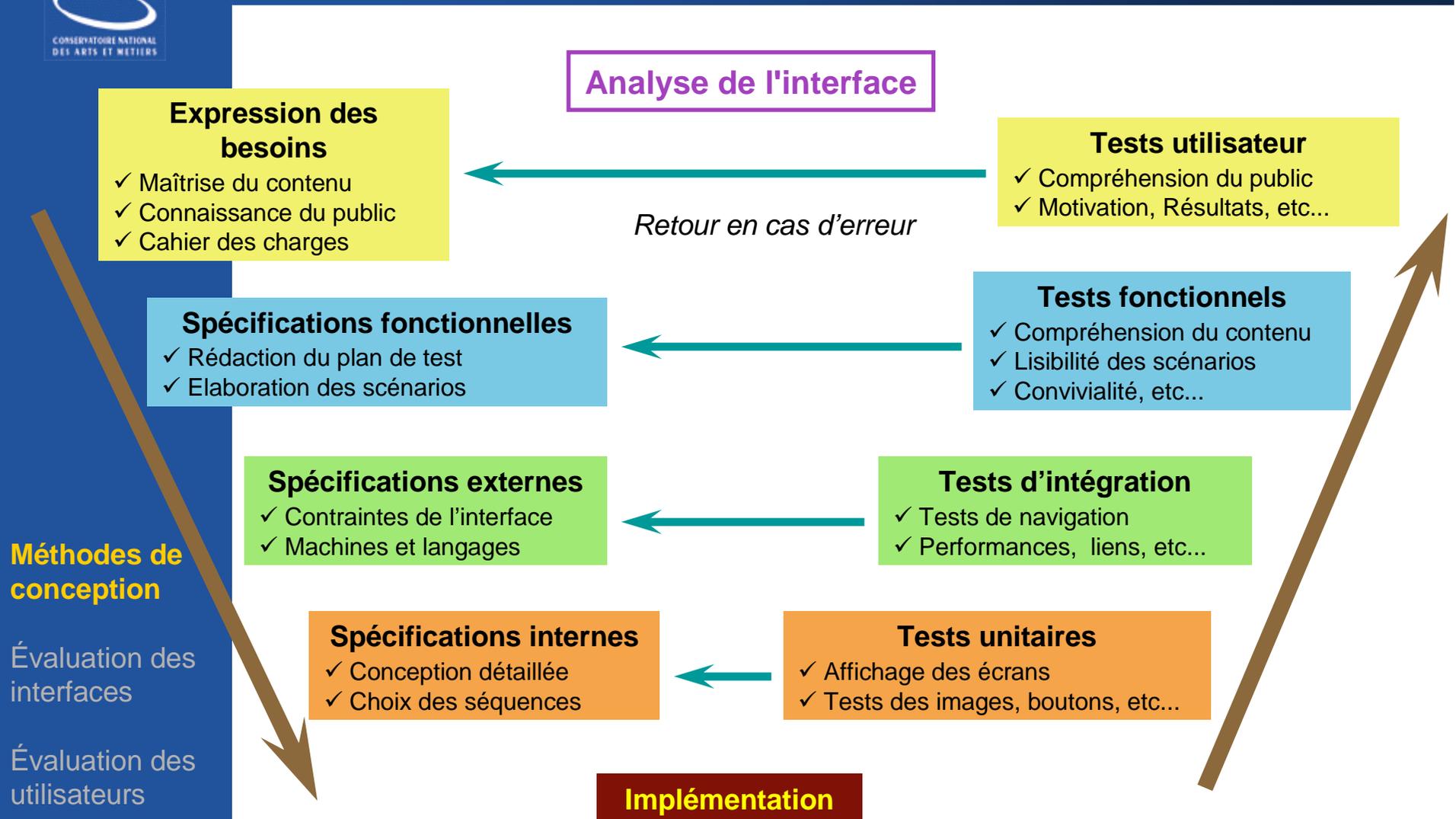
- ✓ Production finale

Méthodes de conception

Évaluation des interfaces

Évaluation des utilisateurs

La conception des IHM



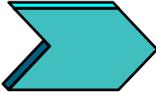
Méthodes de conception

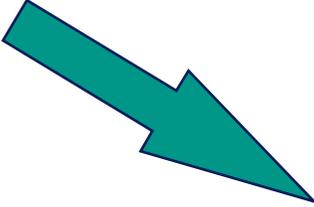
Évaluation des interfaces

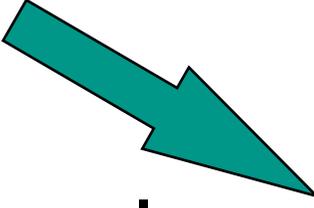
Évaluation des utilisateurs

Importance des maquettes/prototypes

pour l'évaluation et support de communication entre les intervenants (pluri-disciplinarité)

 d'où l'importance des outils de la maquette

 au prototype à jeter ou réutilisable

 vers le produit final

Les phases de conception

Méthodes de conception

Évaluation des interfaces

Évaluation des utilisateurs

Maquette :

- ✓ Ensemble d'objets graphiques donnant une image de l'écran-utilisateur, mais sans les fonctionnalités
- ✓ Support de communication entre les concepteurs (phase initiale) pas d'outil spécifique

Prototype :

- ✓ Pour l'évaluation du fonctionnement
- ✓ Importance de la rapidité de développement
- ✓ Permet la spécification précise et définitive

→ Il n'y a pas nécessairement évolution continue du prototype vers le produit final par raffinement/extension

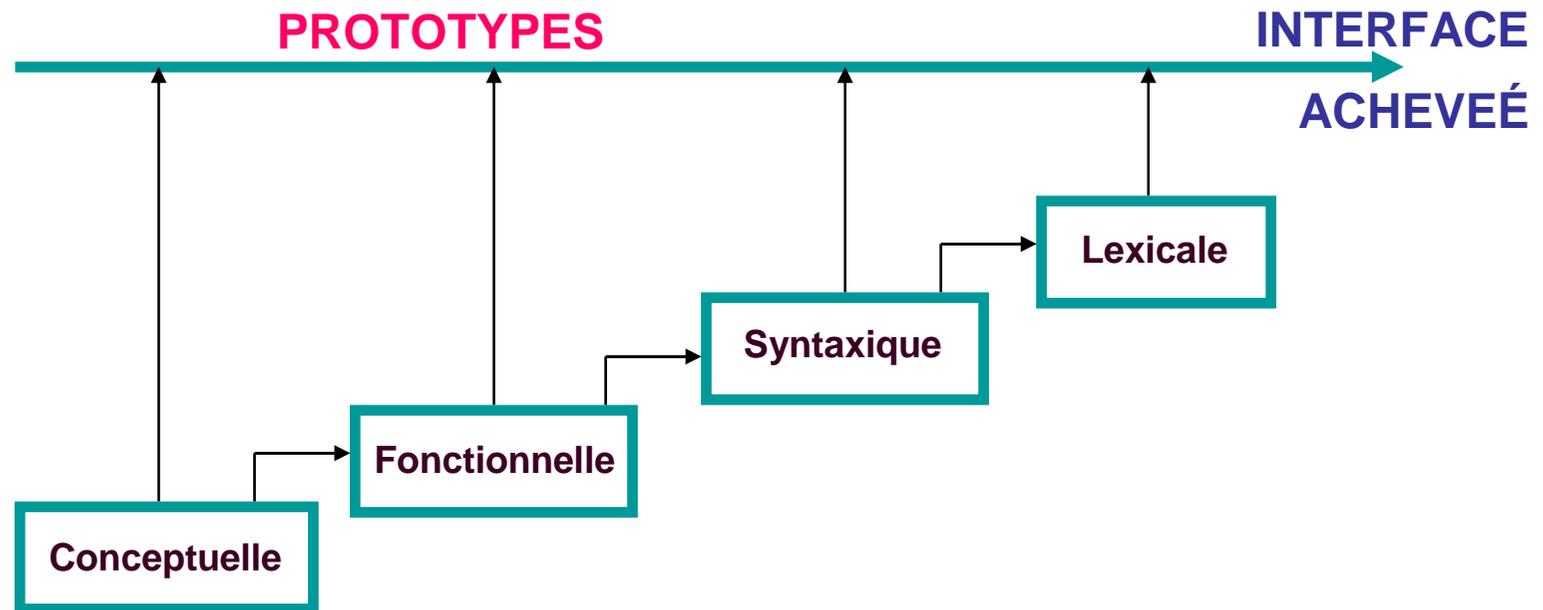
Produit final : souvent dans un autre environnement de programmation

Les phases de conception

Méthodes de conception

Évaluation des interfaces

Évaluation des utilisateurs



Méthodes de conception

Évaluation des interfaces

Évaluation des utilisateurs

➤ Analyse préalable :

- ✓ Définir les objectifs du système : **spécifier qualitativement et quantitativement les performances d'usage**
- ✓ Analyse des tâches et activité utilisateur
- ✓ Identification des caractéristiques des utilisateurs

➤ Spécifications :

- ✓ Les spécifications de niveau conceptuel
- ✓ Les spécifications de niveau fonctionnel
- ✓ Les spécifications de niveau syntaxique
- ✓ Les spécifications de niveau lexical

Les spécifications

Niveau conceptuel : modèle conceptuel de la tâche

➤ Définition des objets du dialogue : 2 types

- ✓ de présentation : issus de l'analyse de l'interaction
- ✓ abstraits de l'application : issus de la spécification des composants fonctionnels de l'application

➤ Proximité entre ces objets : bon modèle mental de l'utilisateur

➤ Définition des objets manipulés par l'utilisateur, de leurs attributs, propriétés, relations, et des opérations exécutables sur ces objets

Méthodes de conception

Évaluation des interfaces

Évaluation des utilisateurs

Niveau fonctionnel (appelé aussi **conception pragmatique**)

- **Définit la sémantique de l'interface**
 - ✓ description de l'effet des commandes utilisateur sur les objets définis dans le modèle conceptuel (sur le plan sémantique)
 - ✓ description des retours du système associés aux commandes, doit permettre à l'utilisateur de comprendre l'effet de ses commandes
 - ✓ prise en compte des erreurs de l'utilisateur (traitements de ces erreurs aux niveaux inférieurs)

- **Sont étudiées à ce niveau: réversibilité, commandes de substitution, environnement d'assistance utilisateur (voir normes AFNOR)**

Méthodes de conception

Évaluation des interfaces

Évaluation des utilisateurs

Niveau syntaxique

➤ Définit le dialogue utilisateur-ordinateur mettant en oeuvre les actions décrites en spécification sémantique

- ✓ choix du type d'IHM, de la langue
- ✓ prise en compte des normes qualité syntaxique IHM
- ✓ choix du style de dialogue (menus, formulaires, langage de commande, langage naturel, manipulation directe, action/objet,...)
- ✓ définition des scénarios d'intervention

➤ Définition précise de la syntaxe des langages d'entrée et de sortie

➤ Application des règles ergonomiques générales syntaxiques selon le type de dialogue

➤ Scénarios d'intervention issus du modèle de tâches

Méthodes de conception

Évaluation des interfaces

Évaluation des utilisateurs

Passage du modèle tâches/objectifs vers états/événements

Le pilotage d'une fonctionnalité à l'intérieur d'une application peut varier :

- L'utilisateur est contraint par l'application (sécurité, coordination avec autres intervenants)
 - L'ordre des tâches est indifférent (exemple fréquent en bureautique)
- ➔ Certains enchaînements sont fréquents sans être obligatoires (scénarios privilégiés par défaut)

Méthodes de conception

Évaluation des interfaces

Évaluation des utilisateurs

Niveau lexical

C'est le domaine de la représentation graphique et de la présentation externe :

- ✓ Dénomination
- ✓ Codage
- ✓ Guide de couleurs
- ✓ Typographie
- ✓ Touches fonctions
- ✓ Accélérateurs
- ✓ Mnémoniques



Recommandations ergonomiques courantes (guides de style)



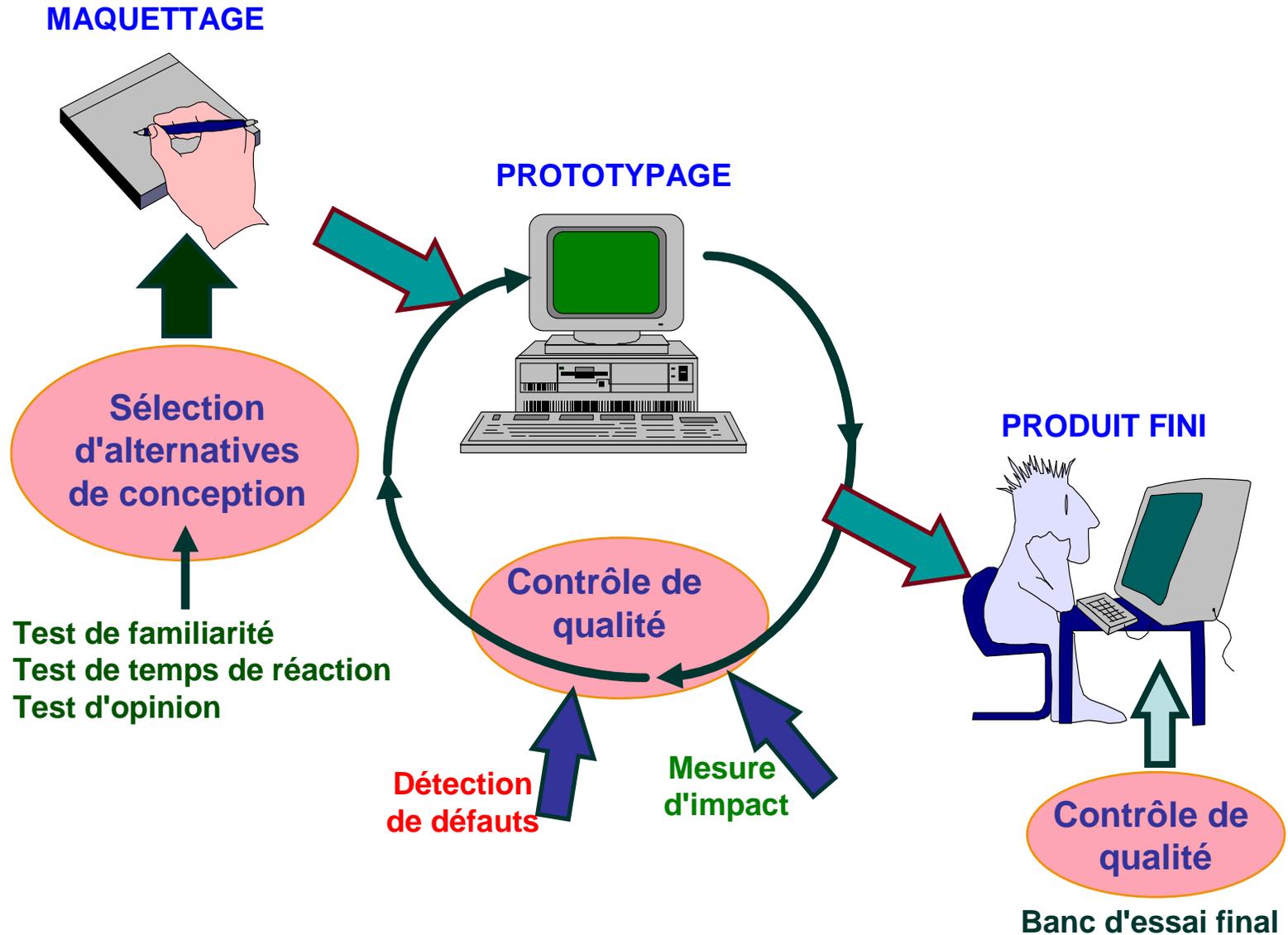
Débouche sur la spécification détaillée

Les tests de conception

Méthodes de conception

Évaluation des interfaces

Évaluation des utilisateurs

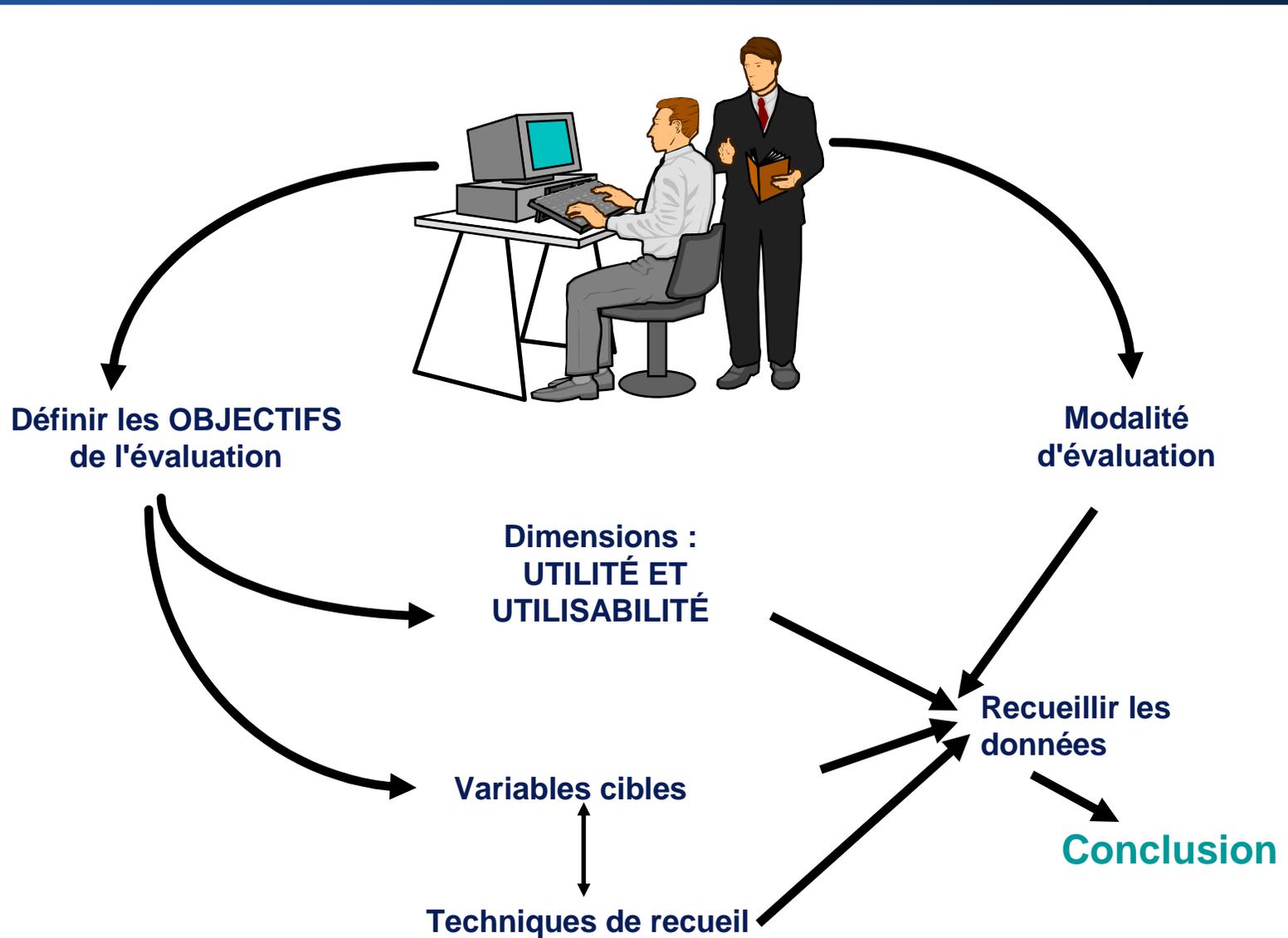


L'évaluation des interfaces

L'évaluation:

- ✓ *En cours de conception* : test papier et surtout maquettes
- ✓ *En cours de spécification* :
 - Expérimentation par prototypage (évaluation de fonctionnement, vérification de comportement, évaluation et performances à divers niveaux (limité ou complet))
 - Prototypes jetables ou évolution vers le produit fini
 - Outil de communication entre informaticiens, ergonomes, utilisateurs représentatifs,...
- ✓ *Avant diffusion puis après* : (tests, enquêtes,...)

Évaluation d'une IHM



Utilité et utilisabilité

Méthodes de
conception

Évaluation des
interfaces

Évaluation des
utilisateurs



UTILITÉ

- Capacité fonctionnelle
- Performances
- Assistance

UTILITÉ POTENTIELLE

UTILISABILITÉ

- Facilités :
 - ✓ d'apprentissage
 - ✓ d'utilisation
 - ✓ de mémorisation
- Taux d'erreurs
- Satisfaction

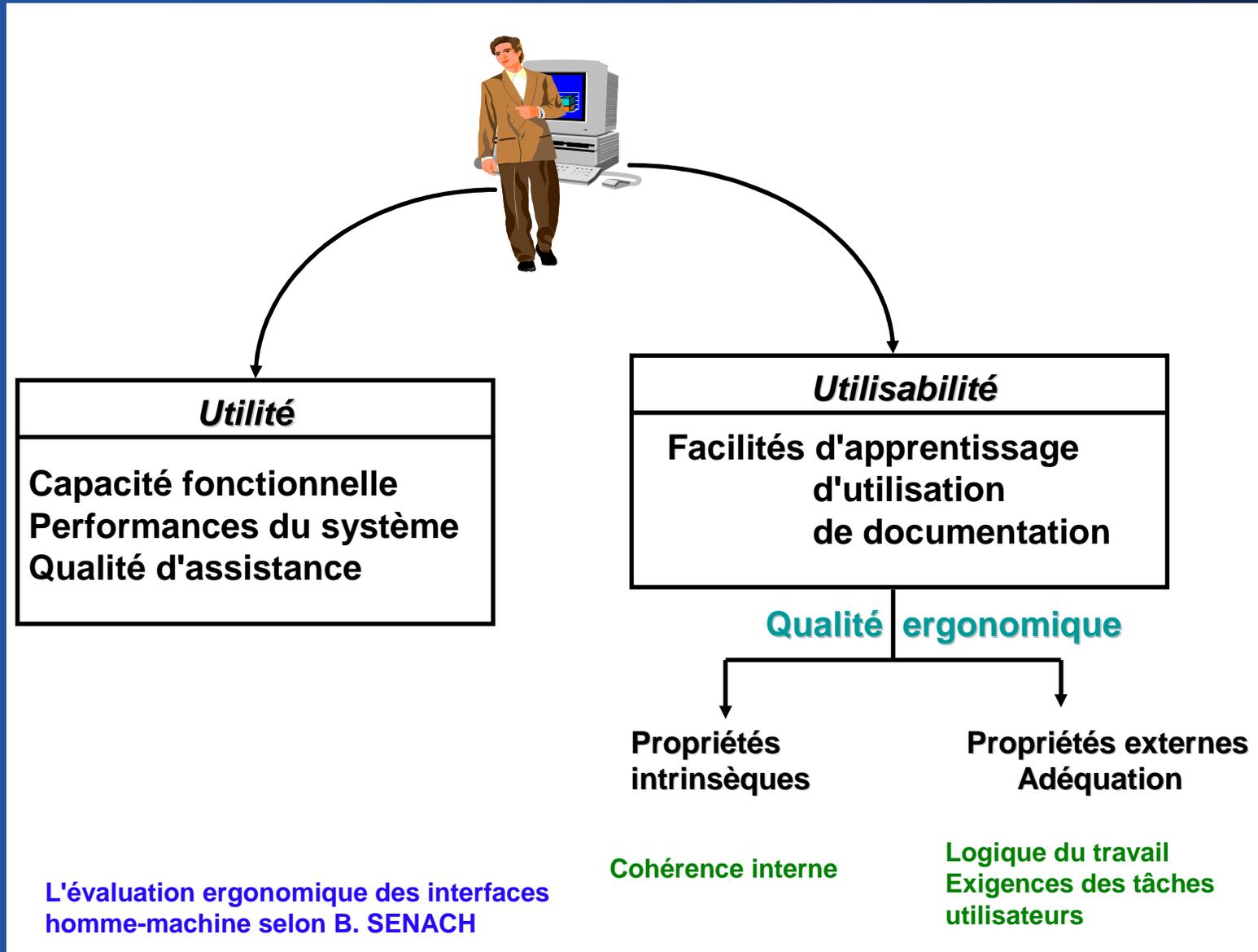
UTILITÉ RÉELLE

Schéma d'évaluation

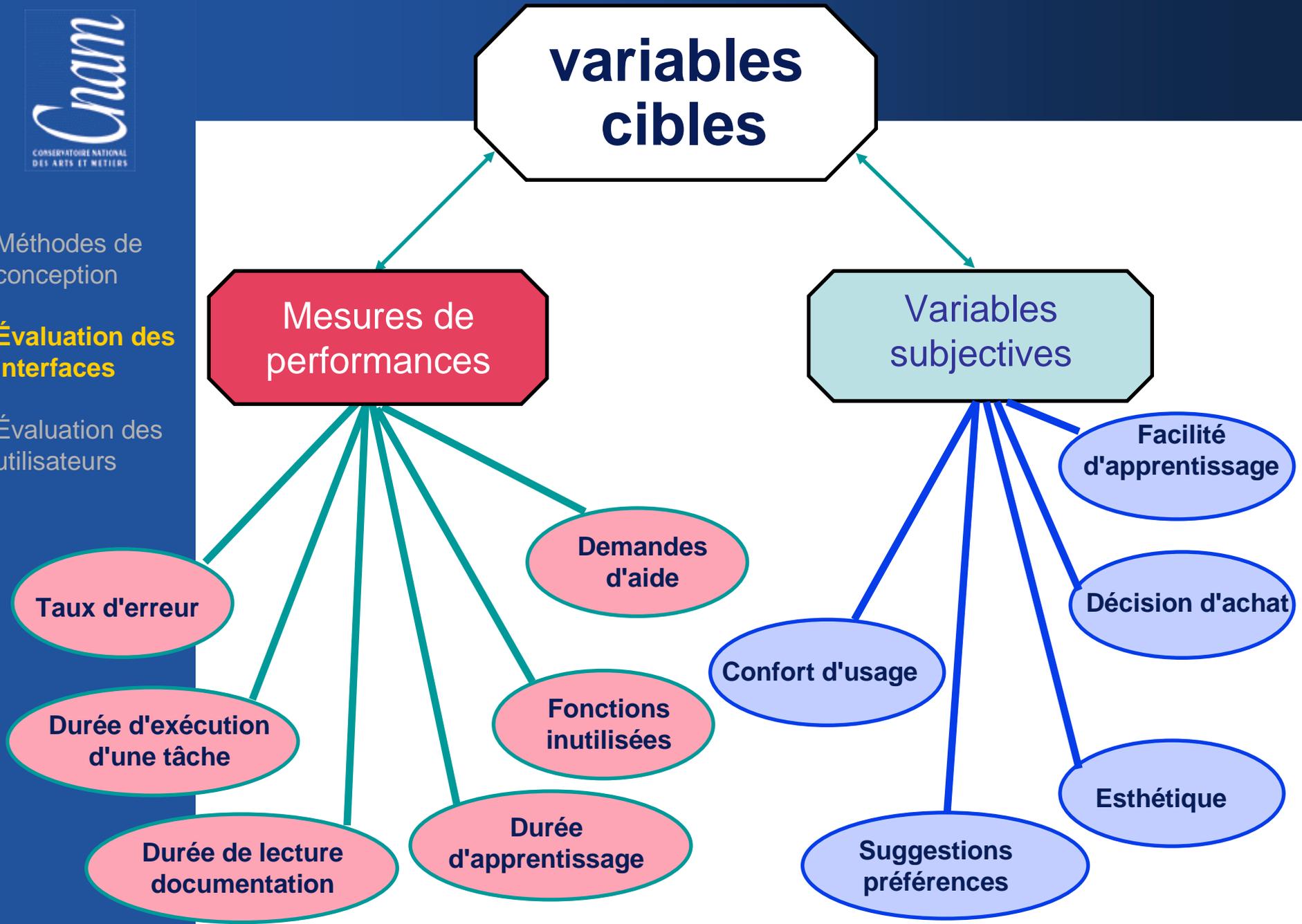
Méthodes de conception

Évaluation des interfaces

Évaluation des utilisateurs



L'évaluation ergonomique des interfaces homme-machine selon B. SENACH

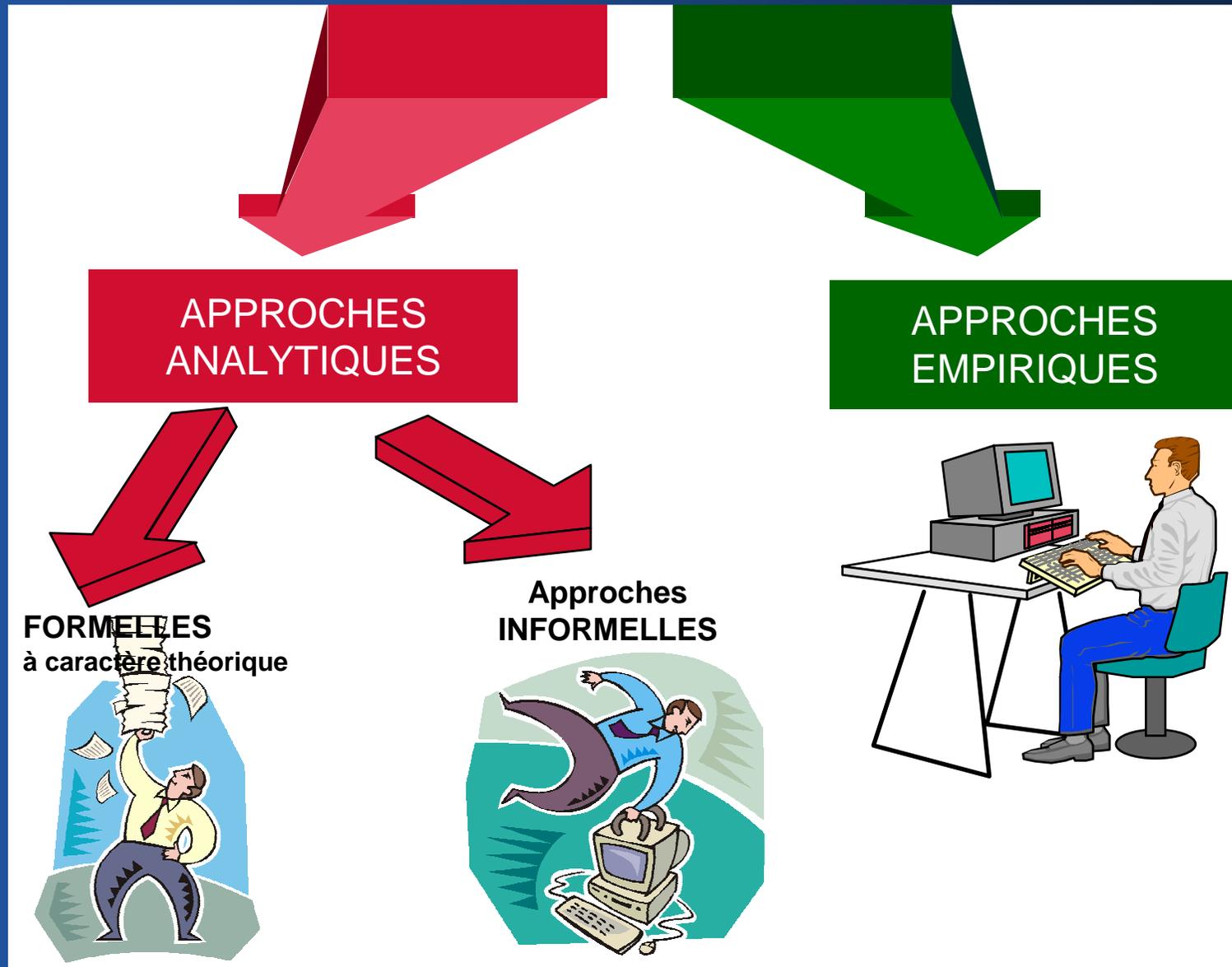


MODALITÉS D'ÉVALUATION

Méthodes de
conception

Évaluation des
interfaces

Évaluation des
utilisateurs





Méthodes de
conception

Évaluation des
interfaces

Évaluation des
utilisateurs

Approches informelles :

- Expertise "le savoir de l'expert : modèle de la bonne interface" "everyone is expert"
- Grille d'évaluation : on fournit une liste des propriétés d'une bonne interface, aussi complète que possible, et on note chacune des propriétés de la liste.

➔ L'évaluateur note sur une échelle de mesure

Exemple du Smith et Mosier 944 règles
ftp:archive.cis.ohio-state.edu



- Approche "heuristic evaluation"

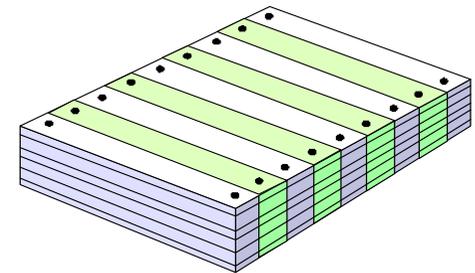
- ✓ Nielsen et Molich 1990
- ✓ Application de principes ou heuristiques (guidelines) lors de la conception et vérifications sur le prototype.
- ✓ Pas d'implication à priori d'utilisateurs dans l'évaluation

Évaluation Heuristique

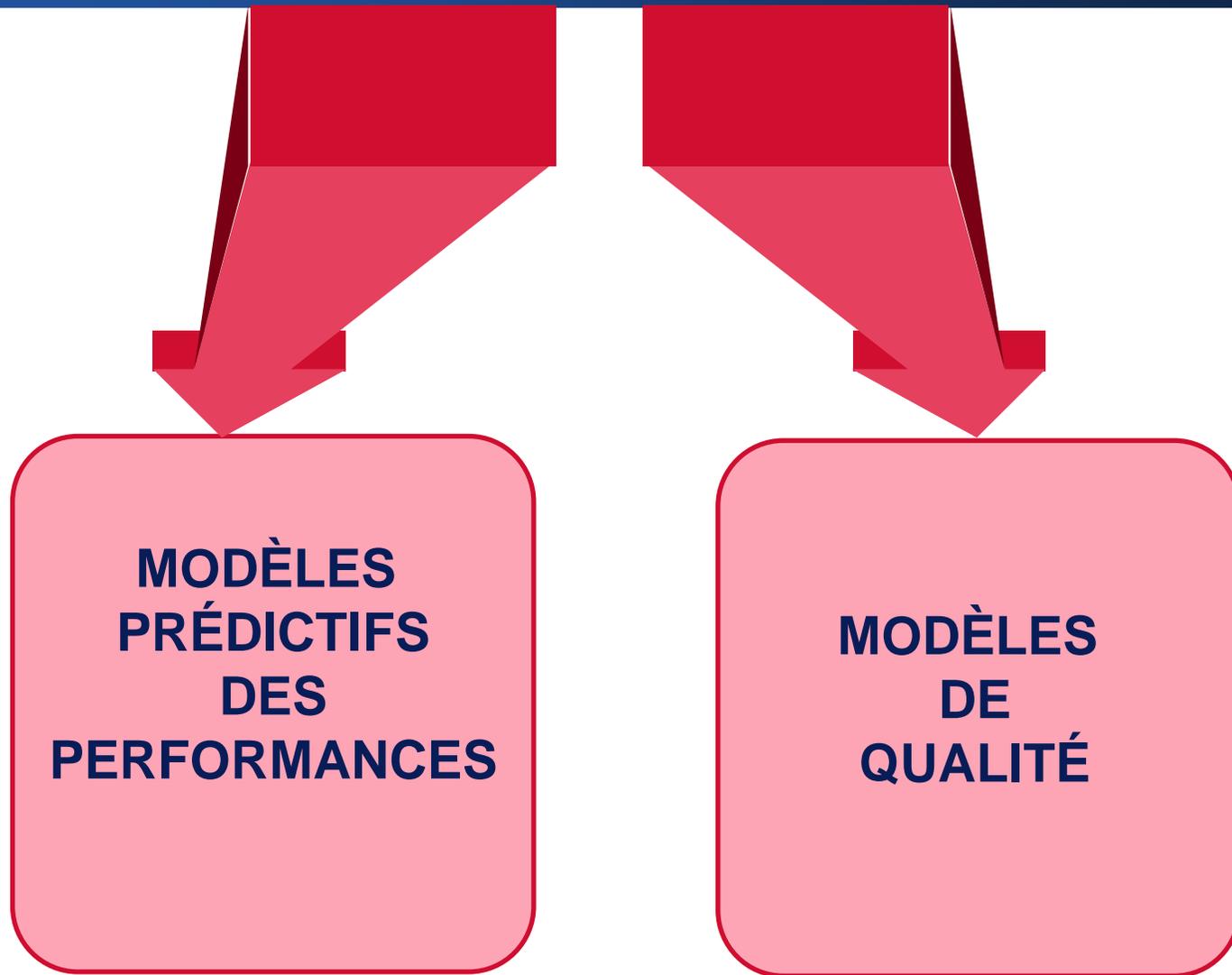
J. NIELSEN (Usability Engineering Academic Press 1994)

Caractéristiques de base d'utilisabilité :

- Dialogue simple et naturel
- Parler le langage de l'utilisateur
- Minimiser la charge mémoire
- Consistance
- Feedbacks informatifs
- Sortie explicite
- Raccourcis
- Bons messages d'erreurs
- Prévention des erreurs
- Aide et documentation



Modèles formels

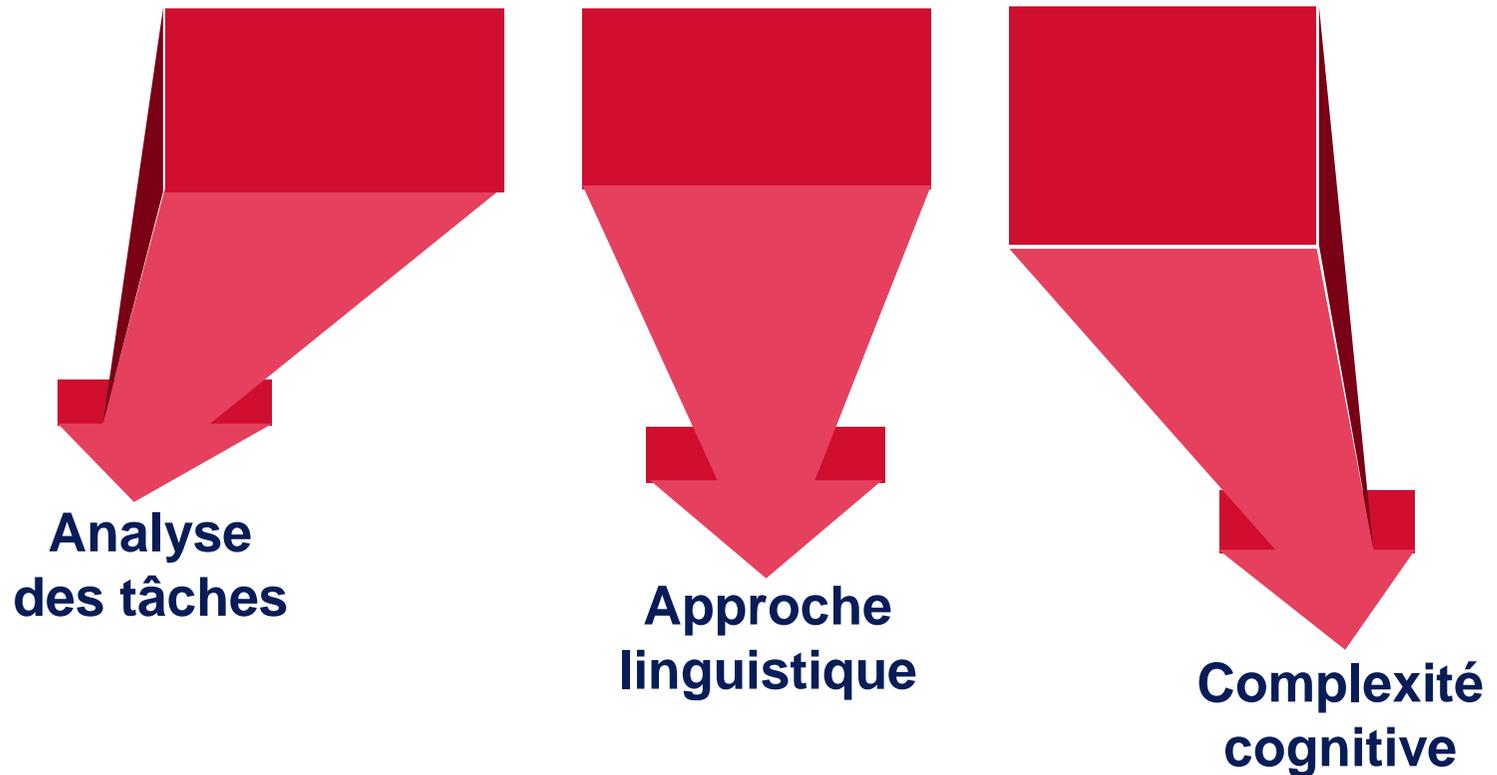


Méthodes de
conception

**Évaluation des
interfaces**

Évaluation des
utilisateurs

MODÈLES PRÉDICTIFS DE PERFORMANCES DES UTILISATEURS



Modèles formels prédictifs

Analyse des tâches



- Basé sur le principe de rationalité :
 - ✓ Comportement rationnel basé sur 4 ensembles:
 - Buts : un but définit un état recherché
 - Méthodes: décrivent un procédé permettant d'atteindre un but (connaissance procédurale, résultat de l'expérience acquise)
 - Opérateurs: actions élémentaires provoquant un changement d'état
 - Règles de sélection: pour le choix entre méthodes

- Modèle d'évaluation de performance individuelle (modélisation de comportement sans erreur)

- Modèle « keystroke », évaluation au niveau des actions physiques de l'utilisateur.

Modèles formels prédictifs

Approche linguistique: ex ALG

ALG : Action Language Grammar (Reisner)

Présentation sous forme de grammaire des actions de l'utilisateur:

Un ensemble de règles de production du type :

POUR effectuer telle action FAIRE telles opérations

→ Définit les règles d'utilisation, d'où on tire **Trois indices** pour caractériser l'interface :

- ✓ **La complexité du langage** (nombre d'actions pour atteindre un but),
- ✓ **La simplicité des procédures** (longueur des séquences pour une tâche donnée)
- ✓ **La cohérence de structures** (nombre de règles non nécessaires et nombre de règles pour des séquences terminales similaires)

Modèles formels prédictifs

Complexité cognitive

- Nombre total de règles de production pour modéliser la tâche
- Nombre de productions déclenchées
- Nombre maximal de buts en mémoire pour une fonction donnée
- Piles de buts maintenues en mémoire de travail



pas de prise en compte des différentes expériences des utilisateurs

Méthodes de
conception

Évaluation des
interfaces

Évaluation des
utilisateurs

Modèles de qualité



Approche cognitive

- ✓ Modèles mentaux
- ✓ Cohérence interne et externe

Approche perceptive

- ✓ Complexité perceptive
- ✓ Qualité d'affichage

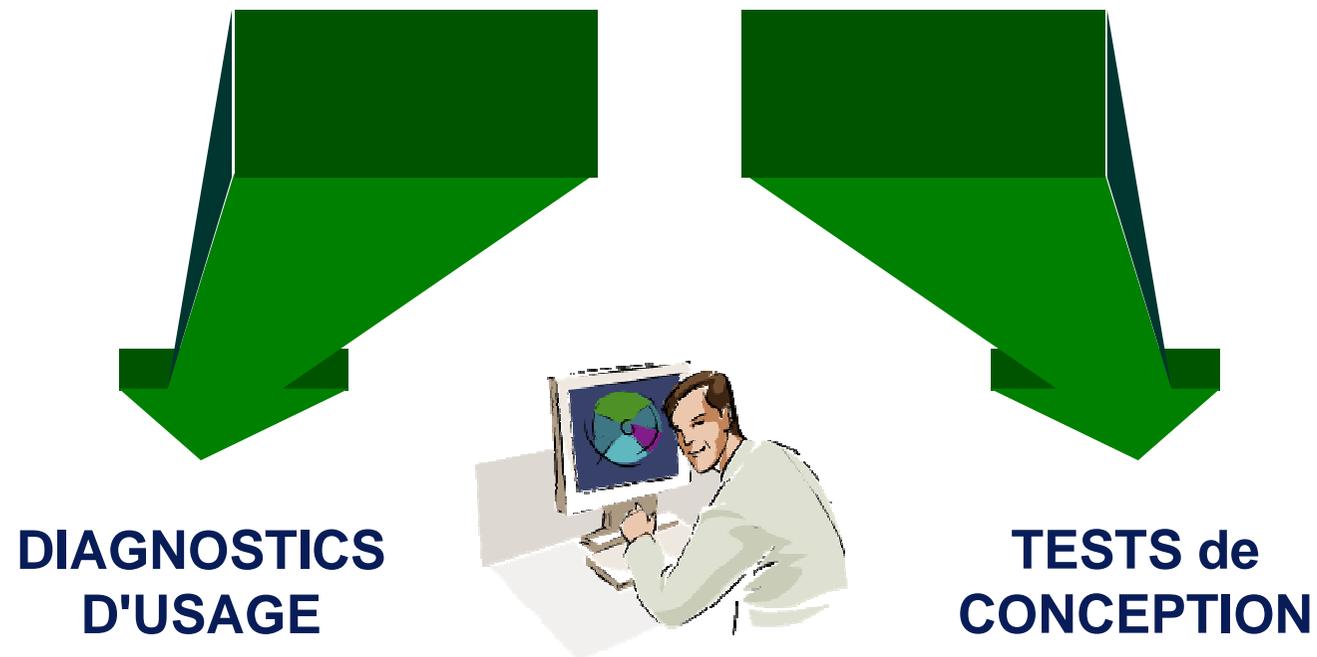
Approches empiriques

Méthodes de
conception

Évaluation des
interfaces

Évaluation des
utilisateurs

- Utilisateurs impliqués dans l'évaluation
- Contrôle à posteriori des choix
- Analyse de données comportementales



DIAGNOSTICS D'USAGE ANALYSE des INCIDENTS CRITIQUES

Recueil systématique des dysfonctionnements (interviews et observations)

1- Interview : discours du sujet
libre, dirigé, semi-dirigé

2- Observation : comportements
observables



***Insuffisamment précis pour évaluer précisément
la qualité ergonomique d'une interface***

Méthodes de
conception

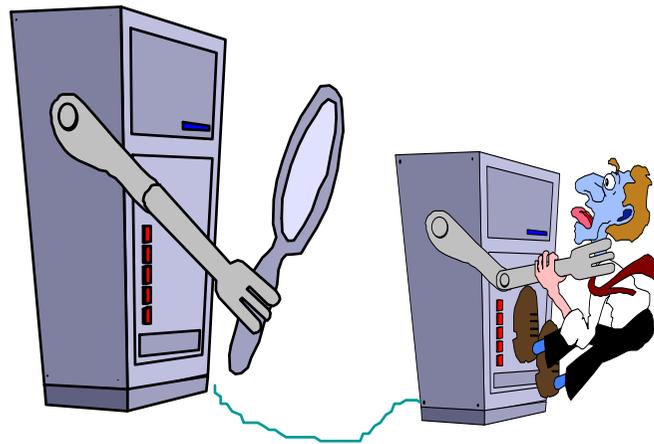
Évaluation des
interfaces

Évaluation des
utilisateurs

DIAGNOSTICS D'USAGE

Questionnaires :

- ✓ Vérifier la satisfaction des besoins utilisateurs
- ✓ Appréciations subjectives possibles(Q. ouvertes)
- ✓ Construction difficile
- ✓ Informations non quantifiées.



Mouchards électroniques :

- ✓ Courant en laboratoire
- ✓ Biais si connu
- ✓ Déontologie sinon

Approches empiriques

LA METHODE "THINK ALOUD"

Méthode très simple et puissante d'évaluation :

- Le concepteur se place derrière l'utilisateur et encourage celui-ci à penser à voix haute pendant qu'il utilise le système
- Quelques règles simples :
 - ✓ L'utilisateur aura été mis en confiance : (ce n'est pas l'utilisateur qu'on teste, c'est le système) et les conditions du test lui sont expliquées et justifiées
 - ✓ Le concepteur ne donne pas d'aides à l'utilisateur (même en cas de demandes) mais note toutes les demandes et interrogations
 - ✓ Le concepteur n'intervient qu'en cas d'impasse grave (problème à résoudre)
- Cette démarche est aussi utilisable pour tester la documentation fournie

Approches empiriques

Evaluation coopérative : les étapes

Technique pour identifier les points à modifier pour rendre un prototype plus utilisable, en 4 étapes :

- Recruter des utilisateurs/essayeurs
 - Définir le public cible (futurs utilisateurs ou profils types)
 - Choisir dans la cible

- Choisir et préparer les activités de test (spécifiques mais représentatives) , déterminer la durée d'activité et préparer un descriptif d'activité

- Organiser la session de test (think aloud)
 - Enregistrements des réactions utilisateurs (vidéo, audio, fichier log)
 - Laisser agir, parler les utilisateurs tests, et questionner

- Analyser les résultats

Connaissances et expérience de l'utilisateur

Première étape de recherche :

- Étude du comportement de l'utilisateur pour une meilleure prise en compte de ses perceptions, ses processus mentaux, ses capacités d'apprentissage

- Les facteurs de performance :
 - 1) Système humain de traitement de l'information
 - 2) Caractéristiques psychologiques
 - 3) Connaissances et expériences
 - 4) Tâches de l'utilisateur
 - 5) Caractéristiques physiques
 - 6) Environnement physique
 - 7) Outils à disposition de l'utilisateur



Connaissances et expérience de l'utilisateur

- Ne se réduit pas à expert ou novice :
 - ✓ Donc, divers niveaux d'interface, adaptables selon les utilisateurs

- Sont à prendre en compte :
 - ✓ Niveau d'éducation (capacité à abstraction, niveau de lecture)
 - ✓ Habitude à frappe clavier
 - ✓ Expérience en informatique
 - ✓ Expérience sur la tâche
 - ✓ Expérience en systèmes automatisés
 - ✓ Utilisation d'autres systèmes



Les tâches de l'utilisateur

➤ La fréquence d'utilisation :

- ✓ Forte fréquence : ➔ facilité d'utilisation
- ✓ Faible fréquence : ➔ facilité d'apprentissage et de mémorisation

➤ Les types de contrôle :

- ✓ Contrôle utilisateur : l'utilisateur choisit sa séquence d'actions parmi les commandes du système
- ✓ Contrôle par machine : le système guide l'utilisateur par une séquence imposée

➤ Les types de choix :

- ✓ Choix libre : type zone à remplir
- ✓ Choix forcé : sélection dans un choix multiple

Caractéristiques physiques de l'utilisateur

- L'utilisateur peut être :
 - ✓ Droitier ou gaucher : prise en compte pour frappe des commandes clefs
 - ✓ Déficient visuel : importance des choix et tailles de fontes
 - ✓ Inapte pour différencier les couleurs (plus fréquent chez l'homme que chez la femme)
- L'environnement physique :
 - ✓ Le niveau de bruit affecte la capacité de concentration
 - ✓ Le manque d'intimité génère le stress
 - ✓ L'insuffisance de lumière, de place, de confort → stress,

PLUS DE STRESS

PLUS DE FATIGUE

DEGRADATION DES PERFORMANCES

LES INTERFACES HOMME-MACHINE

1^{ère} Partie :

Introduction aux Interfaces Homme-Machine

2^{ème} Partie :

Notions de base sur les Sciences Cognitives

3^{ème} Partie :

Recommandations ergonomiques

4^{ème} Partie :

Guides de Style

5^{ème} Partie :

Méthodes de conception et d'évaluation

6^{ème} Partie :

Principes ergonomiques des interfaces Web