

Conception & Évaluation des Interfaces Hommes-Machines

L'Interaction Homme-Machine



S. Conversy la définit ainsi :

L'Interaction Homme-Machine est une discipline consacrée à la conception, à la mise en oeuvre et à l'évaluation de systèmes informatiques interactifs destinés à des utilisateurs humains ainsi qu'à l'étude des principaux phénomènes qui les entourent

Conception & Évaluation des Interfaces Hommes-Machines

- On s'intéresse au processus de conception des systèmes interactifs.
- La conception pluridisciplinaire
 - Fait appel à de nombreuses sciences humaines et disciplines de design
 - Emprunte des méthodes et en crée de nouvelles

Ingénierie des IHM

- **But : Fournir aux concepteurs d'interfaces un environnement de génie logiciel leur permettant de créer dans de bonnes conditions des interfaces utilisateurs pour un poste de travail moderne (graphique, iconique avec multi-fenêtrage).**

- **Objectifs :**

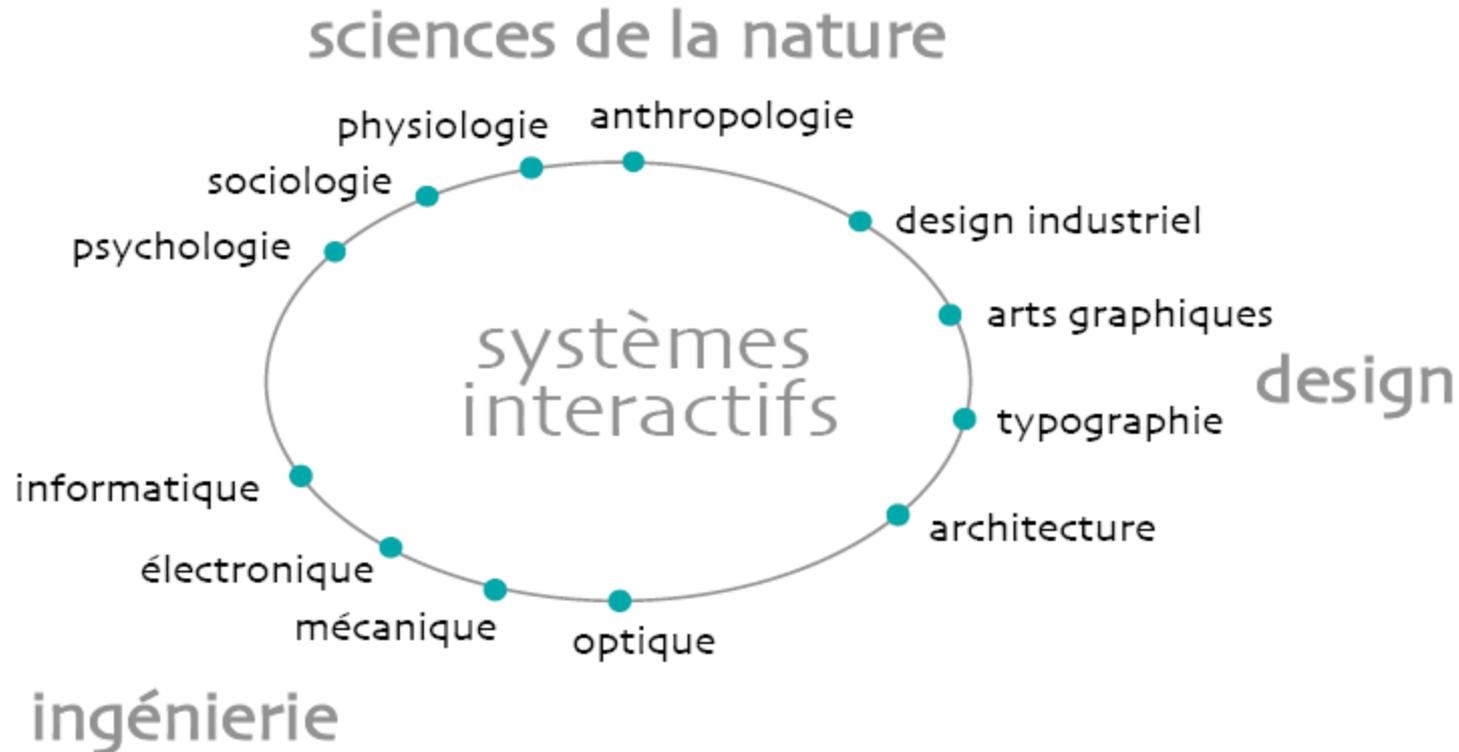
- réduire le temps de conception,
- augmenter la qualité de l'interface,
- permettre le test par prototypage,
- diminuer la programmation,
- augmenter la réutilisation,...

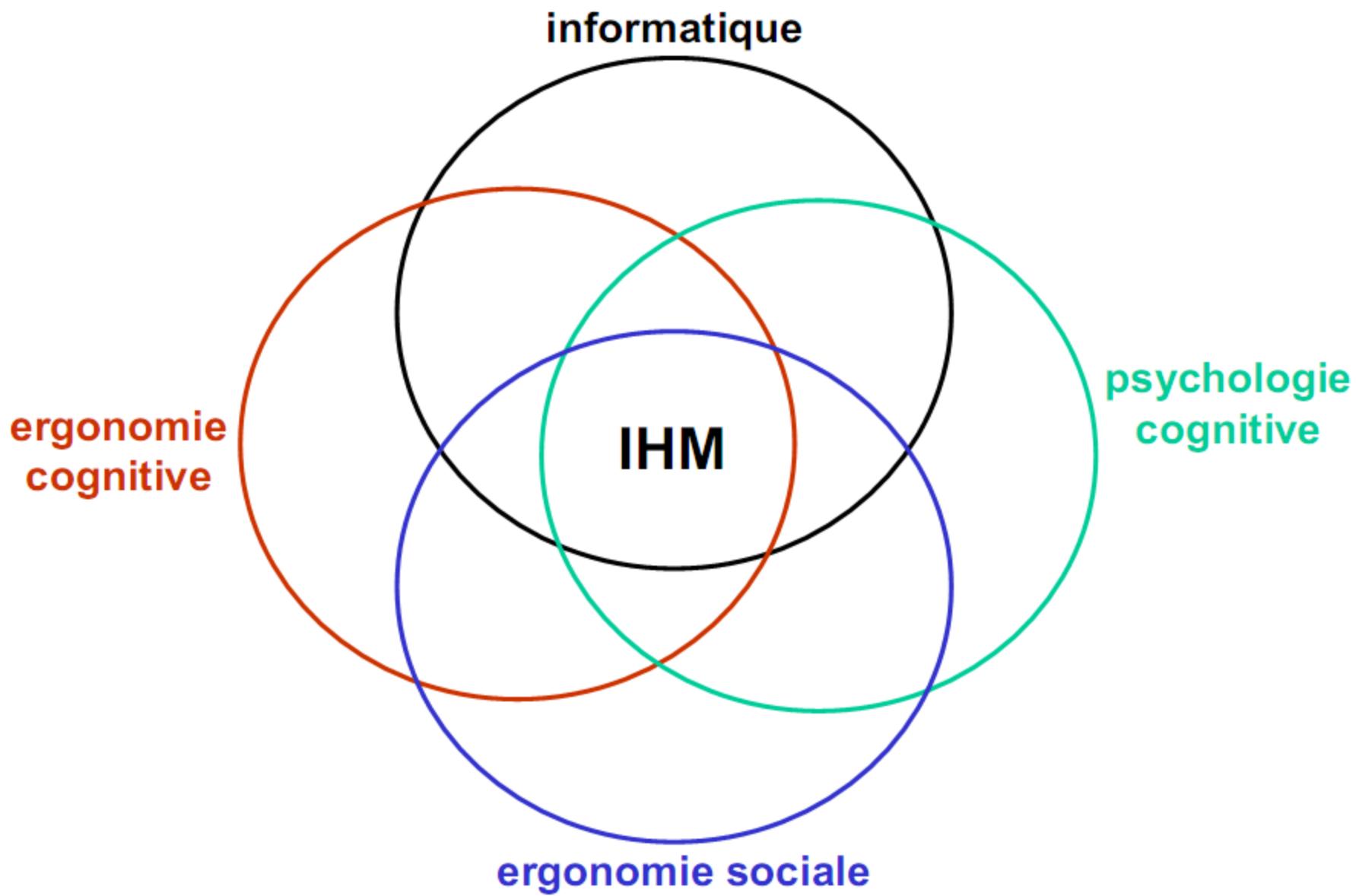
Systemes de Gestion d'Interface Homme-Machine - SGIHM

- **Un environnement intégré de développement de systèmes interactifs proposant :**
 - une méthodologie d'élaboration s'appuyant sur un environnement bien organisé et ayant pour cible une architecture logicielle bien structurée.
 - des outils de spécification et de mise en œuvre coordonnés,
 - une interface concepteur appropriée.

Conception & Évaluation des Interfaces Hommes-Machines

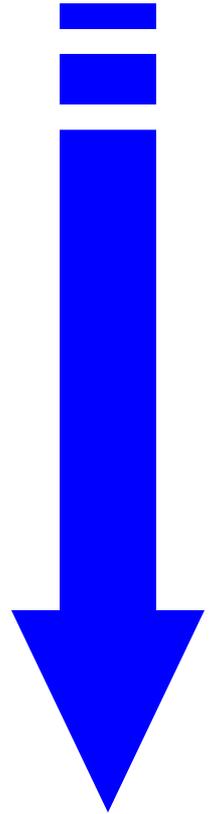
- **Approche pluridisciplinaire**





Prise en compte de l'utilisateur

- Approche technocentrique
 - centrée sur la machine
 - et ses possibilités
 - l'utilisateur doit s'adapter à la machine
- Approche anthropocentrique
 - centrée sur l'homme
 - et ses besoins
 - la machine doit s'adapter à l'utilisateur
- Approche instrumentale
 - Co-adaptation des machines et des humains



Prise en compte de l'utilisateur

- *L'approche "technocentriste" est remplacée par une approche "anthropocentrique"*
- Approche technocentriste : centrée sur le système, l'utilisateur doit s'adapter à la machine
- Approche facteurs humains : pour que les machines soient efficaces il faut tenir compte des « erreurs humaines » et les éviter, il faut tenir compte de l'utilisabilité dans l'usage
- Approche anthropocentrée : conception centrée sur les humains ; les machines assistent les humains dans leurs activités ; on parle des acteurs humains
- Approche anthropotechnologique (Dourish), instrumentale (Rabardel 1995) : les machines évoluent en fonction des technologies mais aussi en fonction des usages (instrumentation) et réciproquement les machines font évoluer l'activité humaine et même, l'homme cognitif, émotionnel, social, culturel est changé par la machine (instrumentation).

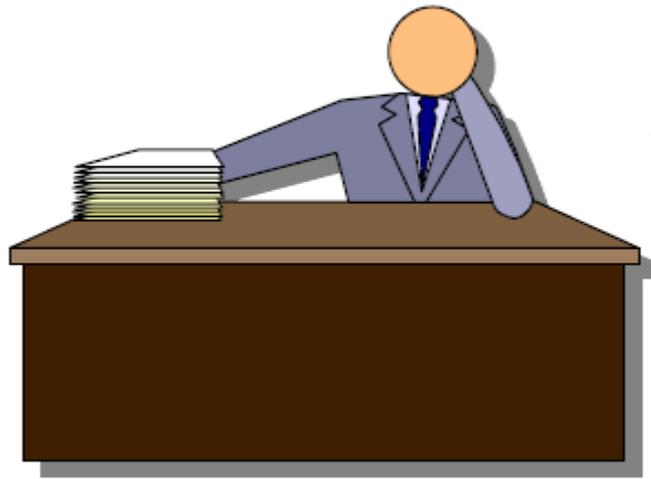
La conception centrée utilisateur (CCU)



■ Deux principes fondateurs

- On passe de l'étude de la fonction (programme) à celle de l'usage
 - À quoi sert ce système ?
 - Comment s'en sert-on ?
- L'utilisateur est l'évaluateur
 - Définit la métrique permettant de mesurer la valeur d'un système
 - L'ingénieur et la direction ne sont plus les seuls concepteurs

du concepteur à l'utilisateur



concepteur

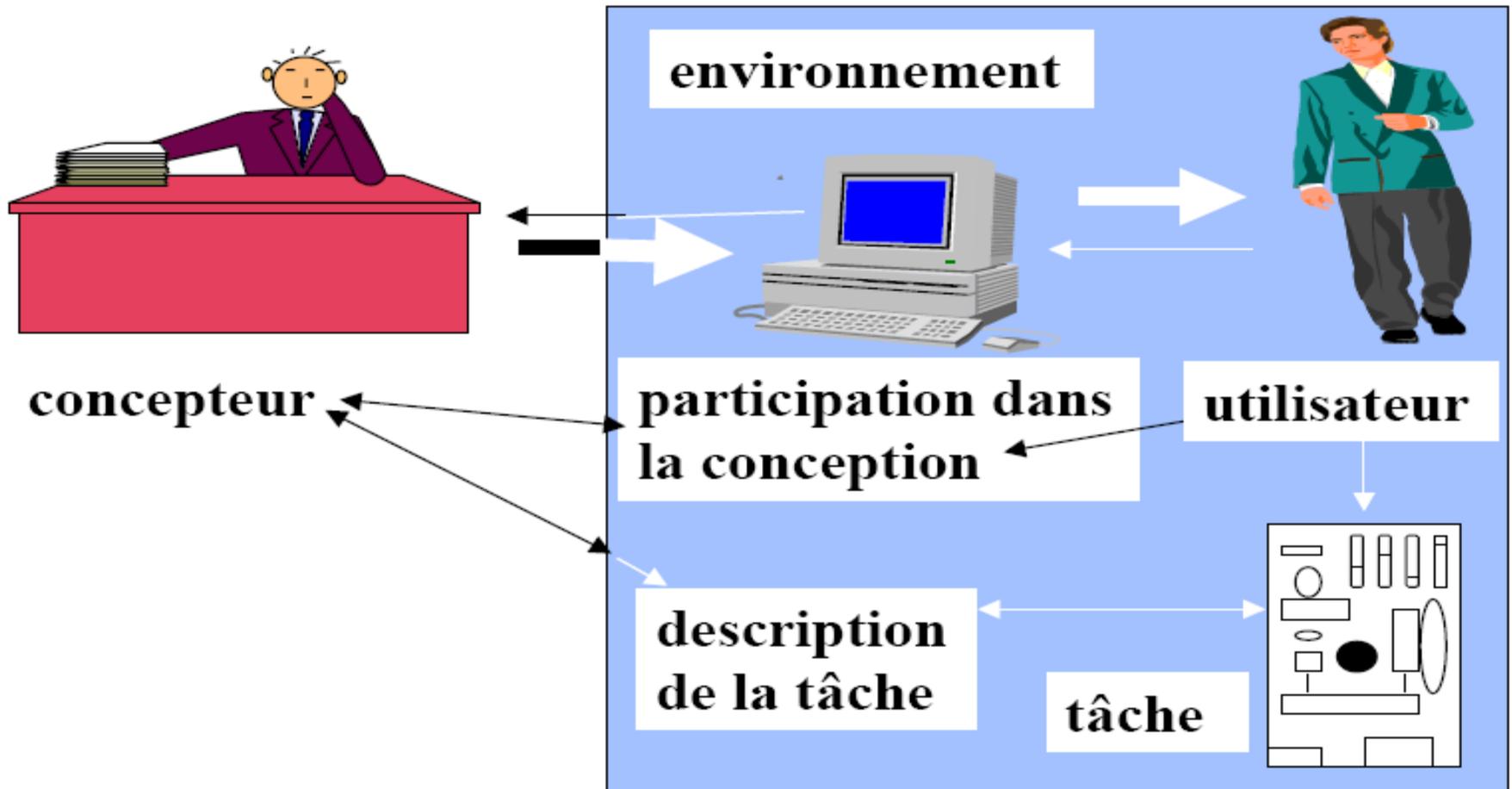


Ordinateur



utilisateur

du concepteur à l'utilisateur



les 3 participants dans la conception des interfaces homme-machine

- l'**utilisateur** (user) : participant avec choix
- la **machine** (computer) : participant avec programme
- le **concepteur** (designer) : participant qui anticipe les choix possibles de l'utilisateur et les code dans un programme

L'utilisateur dispose de la **documentation** pour l'aider dans ses choix

- manuels, aide en ligne : ensemble de **connaissances fournies à l'utilisateur**

CCU veut dire

concevoir pour les utilisateurs,
c'est-à-dire :



- Comprendre le travail des utilisateurs
 - Que font-ils ? Comment le savoir ?
- Demander aux utilisateurs
 - Interviews, questionnaires, etc.
- Observer les utilisateurs
 - Études d'utilisabilité, observation en environnement réel, etc.
- Générer des idées avec les utilisateurs

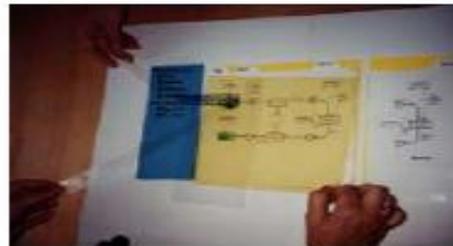
que la conception va suivre ce cycle où l'on va passer de l'observation...



Observation



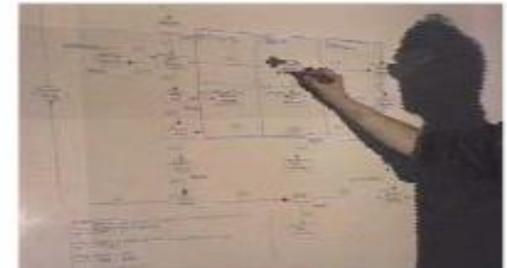
Evaluation



Brainstorming



Prototypage



que la conception sera participative,
c'est-à-dire :



- L'utilisateur intervient dans toutes les phases
 - Analyse, conception, évaluation
 - Le processus est itératif (i.e. progressif)
- Cette forme de conception permet de
 - redéfinir le problème et la résolution du problème
 - comprendre l'interaction dans un contexte réel
 - intégrer le contexte dans le système

Cadrage donné par la norme ISO 13407 de la CCU



- La normalisation en ergonomie des interfaces couvre deux champs distincts :
 - celui des produits et celui des processus
 - Les normes développées en matière d'ergonomie informatique ont d'abord été dédiées à la qualité ergonomique finale du produit (cf. norme ISO 9241)
 - La norme ISO 13407 vise le champ plus large du cycle de conception d'applications informatiques et détermine les exigences auxquelles un projet doit répondre pour être considéré comme "centré sur l'humain"
 - Elle concerne la méthodologie de conception et l'intégration de la démarche ergonomique dans un cycle de développement

<http://www.ergolab.net/articles/conception-centree-utilisateur.html>

La norme ISO 13407



- Le champ produit (suite) : concept
 - Les utilisateurs finaux sont
 - les mieux placés pour évaluer et influencer le développement d'un produit
 - Si le produit final correspond à leurs besoins, envies et caractéristiques,
 - il aura toutes les chances d'être adopté, et c'est bien le but ultime de tout produit
 - La conception centrée utilisateur impose que
 - le développement du produit doit être guidé par les besoins des utilisateurs plutôt que par les possibilités technologiques

La norme ISO 13407



■ Le champ processus

- Le processus de conception d'une application doit
 - mettre en oeuvre des moyens pour adapter le produit à la cible utilisateur
- La conception centrée utilisateur (CCU) en tant que processus de développement inclut
 - un ensemble de méthodes spécialisées, destinées à recueillir des entrées utilisateur et à les convertir en choix de conception

La norme ISO 13407



■ En résumé

- 5 principes sont nécessaires à la satisfaction de cette norme :
 1. Une analyse des besoins des utilisateurs, de leurs tâches et de leur contexte de travail
 2. La participation active des utilisateurs à la conception
 3. Une répartition appropriée des fonctions entre les utilisateurs et la technologie
 4. Une démarche itérative de conception
 5. L'intervention d'une équipe de conception multidisciplinaire

La norme ISO 13407



- Étapes du processus de CCU
 - Un processus de CCU typique comprend trois phases principales mises en oeuvre de façon itérative :
 - ANALYSE DES BESOINS
 - CONCEPTION
 - EVALUATION
 - De façon plus précise, l'ISO 13407 définit les étapes du cycle de conception centrée utilisateur comme suit :

Les concepts à la base des interfaces graphiques

- **WYSIWIG (What You See Is What You Get) :**
 - ❑ **contrôle à l'utilisateur**

- **WIMPS : Windows, Icons, Menus, Pointers**

- **Manipulation directe**
 - ❑ **souris, visualisation immédiate du résultat de la manipulation**
 - ❑ **apprentissage rapide, efficace aussi pour les experts**
 - ❑ **limite les efforts de mémorisation**
 - ❑ **permet l'expérimentation (vérification immédiate, réversibilité)**

- **Métaphore :**
 - ❑ **rôle est de transférer sur un nouveau contexte une perception existante (ou supposée) chez l'utilisateur, et ce tant au niveau des objets que des opérations ou des règles de manipulation**
 - ❑ **« La métaphore du bureau »**
 - ❑ **autre : tableau de bord, navigation, feuille de calcul**

La conception centrée utilisateur

Norme ISO 13407

Source : <http://www.ergolab.net/articles/conception-centree-utilisateur.html>

Les normes ISO

• Les normes ISO

- ISO 13407 Processus de conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs
- ISO/TR 16982 : Méthodes d'utilisabilité pour la conception centrée sur l'opérateur humain
- ISO 9241-10 : Principes de dialogue
- ISO 9241-11 : Lignes directrices concernant l'utilisabilité
- ISO 9241-12 : Présentation de l'information
- ISO 9241-13 : Guidage de l'utilisateur
- ISO 9241-14 : Dialogues de type menu
- ISO 9241-15 : Dialogues de type langage de commande
- ISO 9241-16 : Dialogues de type manipulation directe
- ISO 9241-17 : Dialogues de type remplissage de formulaires
- ISO 14915 : Conception d'interfaces utilisateur multimédia

• D'autres normes

- IUSR & CIF
- ISO/TS 16071 : L'accessibilité des logiciels

Principes de la norme ISO 13407

- 1. Une préoccupation amont des utilisateurs**
- 2. La participation active des utilisateurs**
- 3. Une répartition appropriée des fonctions entre les utilisateurs et la technologie**
- 4. L'itération des solutions de conception**
- 5. L'intervention d'une équipe multi-disciplinaire**

Étapes du processus

■ Analyse

1. Planifier le processus
2. Comprendre et spécifier le contexte d'utilisation
3. Comprendre et spécifier les exigences utilisateurs et organisationnelles

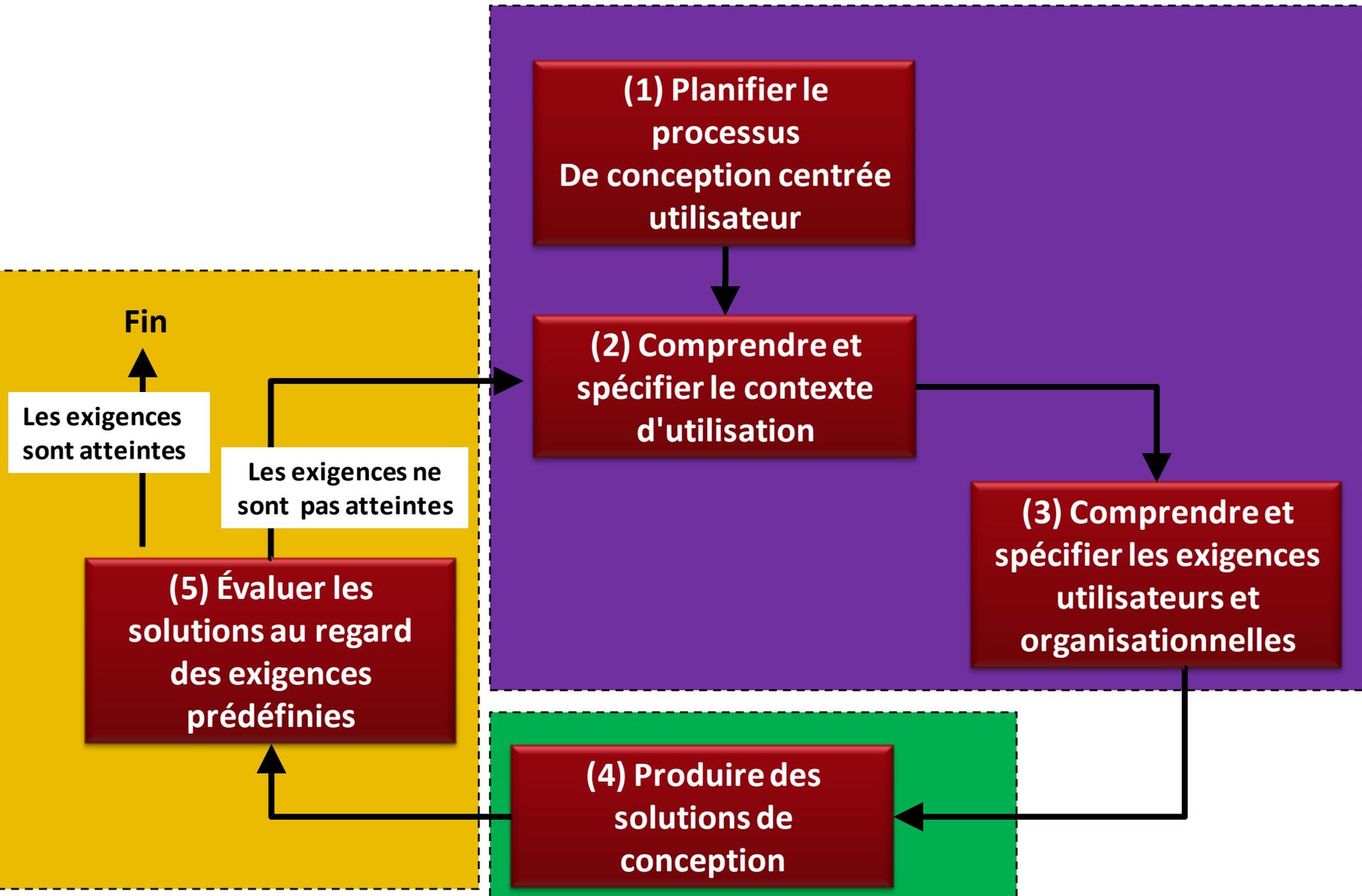
■ Conception

1. Produire des solution de conception

■ Évaluation

1. Évaluer les solutions au regard des exigences prédéfinies

Le déroulement du processus



(1) Planifier le processus de conception centrée utilisateur

- Tous les participants doivent avoir compris et acceptés les principes de la conception centrée utilisateurs
- Définition du type conception
 - **maquette, prototype, ...**
- Définition des techniques utilisées pour l'implication des utilisateurs
 - **Entretiens, questionnaires, focus group, ...**

(2) Comprendre et spécifier le contexte d'utilisation

- **But : comprendre la population cible et ses caractéristiques, ses buts et tâches, ses environnements**
- **Description des environnements**
 - Technique, physique, social, organisationnel, législatif, ...
- **Identification des profils utilisateurs**
 - Identification des caractéristiques : connaissances, compétences, fonctions, tâches, niveau d'expérience de l'outil informatique, ...
- **Techniques**
 - Spécification des groupes d'utilisateurs (Personnas)
 - Spécification des tâches (Analyse hiérarchique de tâches)
 - Analyse de l'existant
 - Méthodes de benchmarking (étude des sites concurrents)
 - Tri de cartes

(3) Comprendre et spécifier les exigences utilisateurs et organisationnelles

- Définir les objectifs basés sur les spécifications de **l'activité (2)** précédente
- Objectifs concernant :
 - Taux de succès
 - Nombre d'erreur
 - Temps d'exécution des **tâches**
 - Nombre d'étapes pour la complétion d'une **tâche**
 - Satisfaction des utilisateurs
 - ...
- Objectifs opérationnels et financiers

(4) Produire des solutions de conception

- Le choix des solutions se fait en deux étapes :
 1. L'ergonome détermine un éventail de solutions possibles
 2. Les solutions possibles sont testées auprès des utilisateurs
- **Techniques de concrétisation de solutions**
 - **Prototype papier**
 - **Storyboard**
 - **Prototype réalistes : HTML, Powerpoint, Flash, ...**

(5) Évaluer les solutions au regard des exigences prédéfinies

- Les solutions produites à l'étape précédente sont **évaluées par les utilisateurs.**

Étapes de conception centrée utilisateur d'un système interactif

Ce que l'on doit retenir des étapes de construction d'un S.I. en CCU



- **Étape 1 : analyse des besoins : Modèle utilisateur**
 - L'utilisateur type
 - Définition des besoins
 - Cahier des charges
- **Étape 2 : conception : Modèle de conception**
 - Définition de l'architecture globale
 - Définition des tâches utilisateur
 - Réalisation du prototype
- **Étape 3 : évaluation de l'interface**
 - Tests avec différents utilisateurs
 - Modifications apportées

Étape 1 : catégorisation des types d'utilisateurs



1. Identifiés

→ Améliorer l'interface d'un logiciel déjà utilisé

2. Ciblés

→ Proposer de nouveaux moyens adaptés à un secteur d'activités

3. Potentiels (?)

→ Quels services et applications pour exploiter une technologie existante ?

Le modèle utilisateur

Étape 2 : meilleure connaissance des utilisateurs



- Par les besoins
 - Quels besoins et envies d'usage ?
- Par des questionnements
 - Propositions de prototypes
 - Entretiens, interviews dirigés
 - Enquêtes
 - Observations des activités
 - Scénarios
 - ...

Étape 3 : classification des utilisateurs / interfaces



■ L'utilisateur naïf

- Exigent vis-à-vis de sa machine
- N'en connaît pas (vraiment) le fonctionnement
- Son but : utiliser l'application sans trop s'appesantir sur l'apprentissage du logiciel
- L'interface pour ce genre d'utilisateur doit être :
 - **Auto-descriptive et le guidage très développé**
 - i.e. chaque étape doit être clairement présentée pour le diriger immédiatement vers la fonction ou la requête qu'il désire accomplir (ex. Minitel)

Le modèle utilisateur

■ L'utilisateur expert

- Expert soit dans la tâche à accomplir soit dans l'utilisation de l'interface
- L'interface pour ce genre d'utilisateur :
 - ne doit évidemment pas avoir les mêmes caractéristiques que dans le cas de l'utilisateur naïf
 - son temps est précieux, par csq, l'interface doit être optimisée au maximum

■ L'interface : l'utilisateur moyen

- Plus expérimenté que l'utilisateur naïf mais ne possède pas encore les compétences de l'utilisateur professionnel
- Il utilise un nombre restreint de fonctions qui sont très souvent les mêmes
- L'interface pour ce genre d'utilisateur :
 - lui fournir des raccourcis qui contribuent à le rendre de + en + productif et une aide en ligne lui permettant d'accroître sa compétence dans l'application

Analyse des utilisateurs : Le modèle utilisateur

| Catégorisation des types utilisateurs | Meilleure connaissance des utilisateurs | Classification des utilisateurs/interfaces |
|--|--|---|
| Identifiés | Par les besoins | Naïfs |
| Ciblés | Par les questionnements | Moyens |
| Potentiels | | Experts |
| | | |
| | | |
| | | |

► Pourquoi un modèle ?



- pour structurer et gérer un SI : un processus complexe
 - faisant intervenir plusieurs compétences
 - pour réaliser un produit répondant à des besoins
 - qui soit satisfaisant pour les utilisateurs

Les modèles de conception

Que dit le modèle ?



→ ce qu'il faut faire (i.e. les blocs d'activité)

- Cahiers des charges
- Choix techniques
- Découpage en modules
- Codage
- Validation des modules
- Intégration
- Évaluations...

→ suivant quelle organisation

- **Plusieurs modèles** : extraits du Génie logiciel

Les modèles de conception

les étapes

+

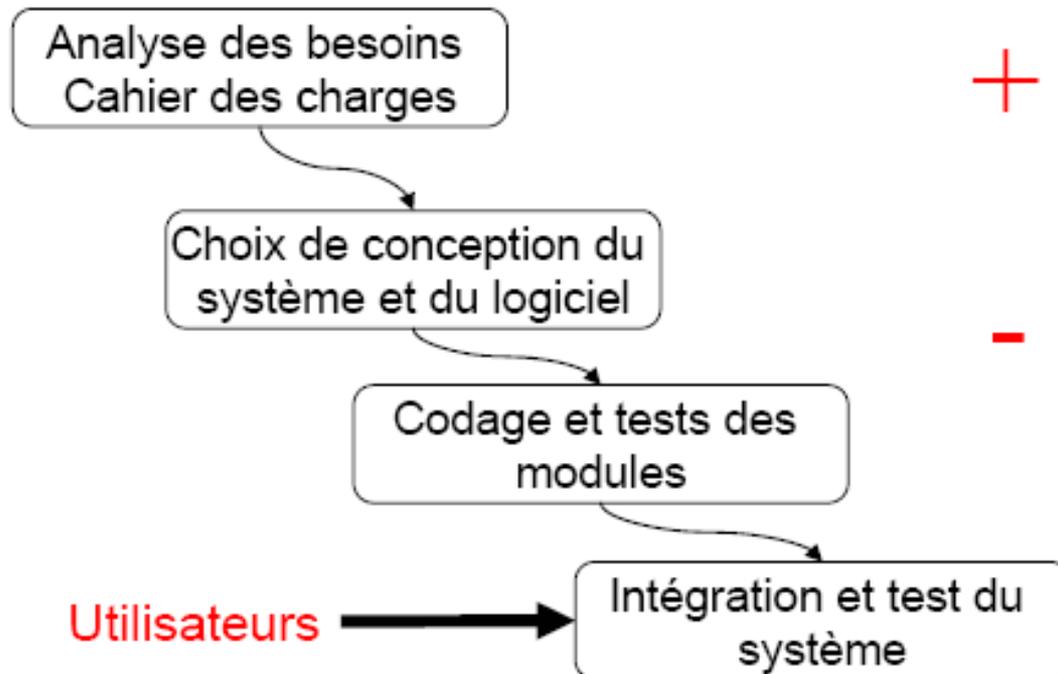
la démarche

Les modèles de conception

Le modèle en "cascade" (waterfall) 1970



→ Une planification stricte



+

- Simple
- "Facile" à mettre en œuvre
- Processus rapide

-

- Dangereux
- Évaluation tardive →
risque de rejet ou
d'ajustements bricolés

Les modèles de conception

Le modèle en "cascade"

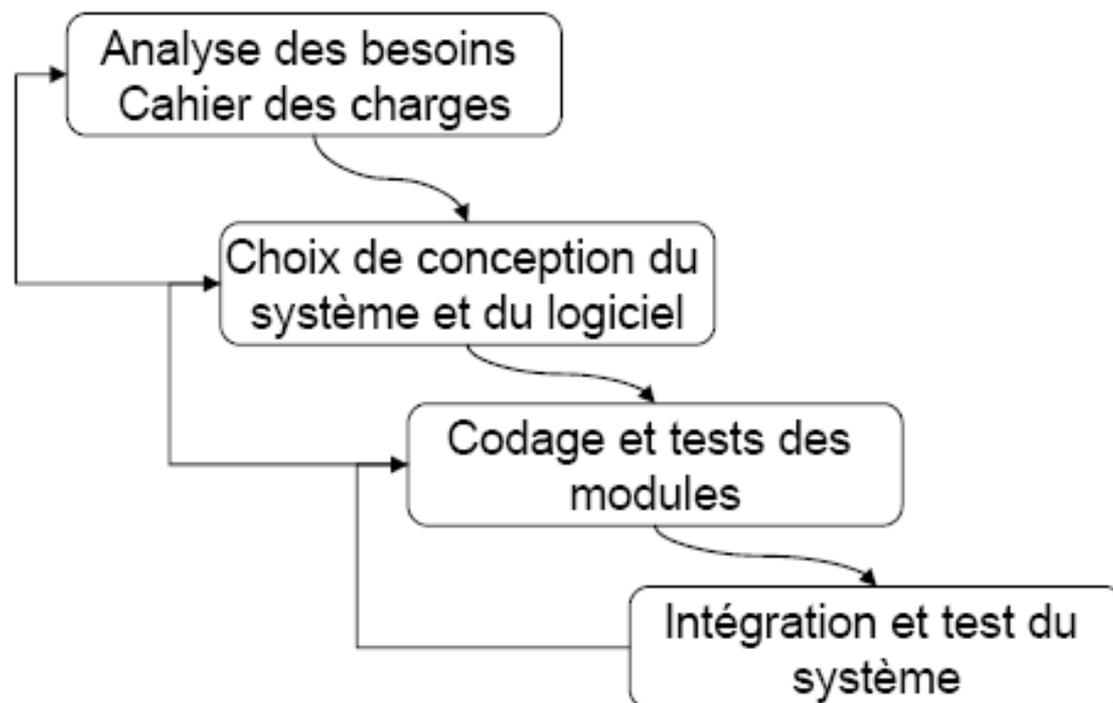


■ Caractéristiques

- Modèle séquentiel linéaire
- Pas de modification possible des besoins
 - Après le démarrage du projet
- Fort coût de correction des erreurs
 - En particulier si elles sont découvertes tardivement
- Étapes différentes = personnes différentes
 - Risques d'incohérences

Les modèles de conception

Variante 1 : Modèle en cascade avec itérations



Le modèle en cascade avec itérations



■ Caractéristiques

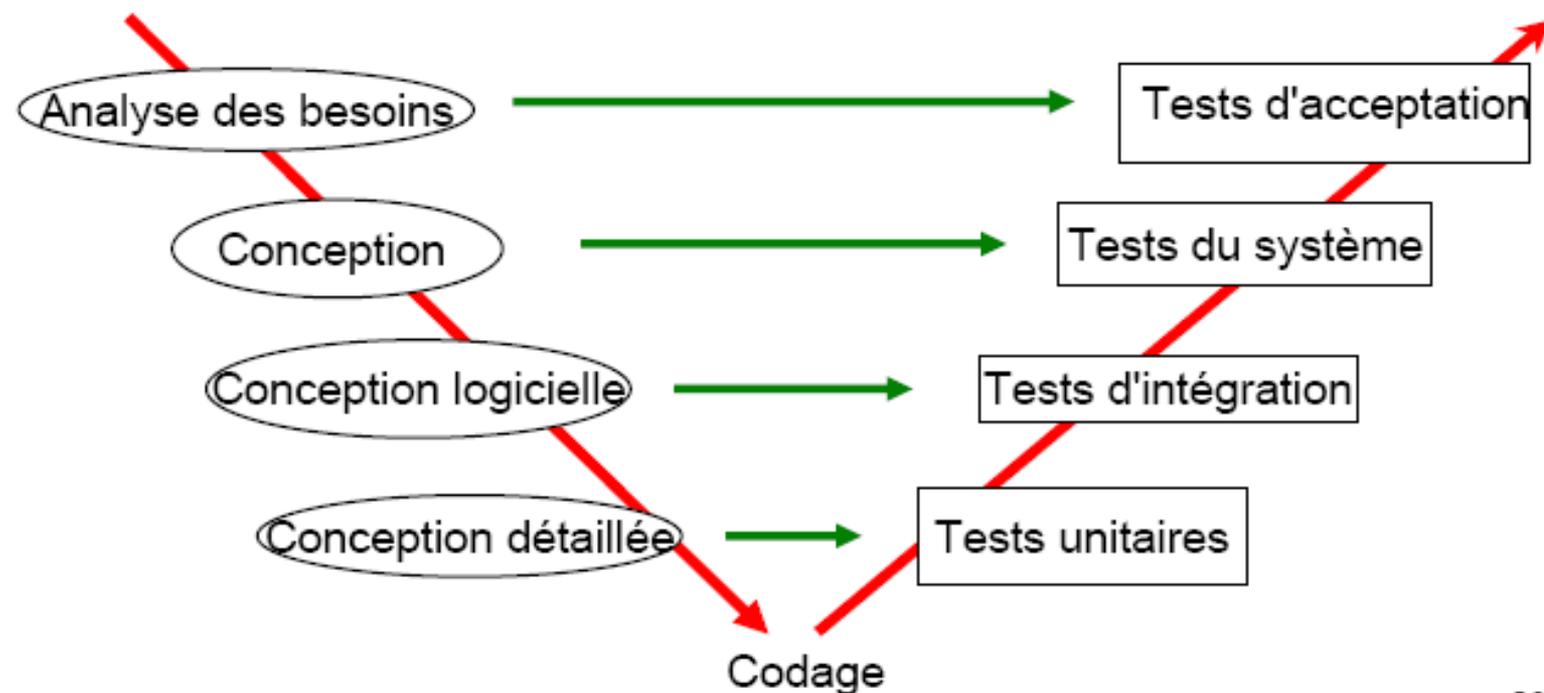
- Portions toujours croissantes du logiciel
- Permet la correction
 - Erreurs de codage
 - Erreurs de conception
 - Erreurs de spécification

Les modèles de conception

Variante 2 : Le modèle de conception en "V"



- Pour les systèmes où la finalité est bien cernée, 1981
 - L'évaluation se fait seulement après le codage



Les modèles de conception

Le modèle en V



■ Caractéristiques

- Confronte les différents niveaux de test avec les phases de projet de même niveau
 - Ceci permet à chaque étape de définir non seulement les fonctions, mais également les critères de validation
- La cohérence entre les deux éléments permet de vérifier en continu que le projet progresse vers un produit répondant aux besoins initiaux
- Ce modèle est adapté aux projets de taille et de complexité moyenne
 - C'est une amélioration du modèle en cascade traditionnel
- Il permet d'identifier et d'anticiper très tôt les éventuelles évolutions des besoins

Le modèle en V



■ Caractéristiques (suite)

- C'est aussi un moyen de vérifier la maturité des utilisateurs, car s'il en était autrement, ils se trouveraient dans l'incapacité de fournir des tests de recettes dès la phase de spécification
- C'est un modèle avantageux pour une maîtrise d'œuvre, rassurant pour une maîtrise d'ouvrage qui doit cependant s'engager significativement

Les modèles de conception

Le modèle en Spirale

<http://www.intuilab.com/presentation/302b-methode-defi.html>



■ Constat

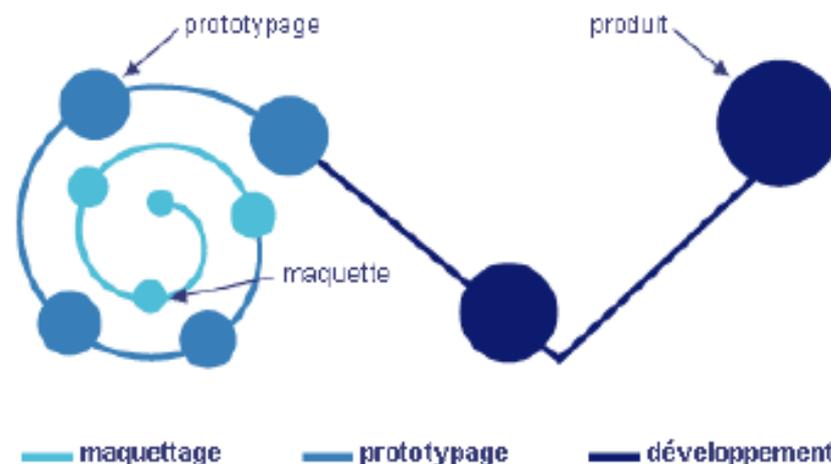
- Le modèle en V est bien adapté quand les spécifications sont complètement définies
- A montré ses **limites** dans le cas des IHM, en particulier pour les systèmes complexes
- En effet, il est difficile à la fois de définir précisément les exigences et de les formaliser avant que ne démarre la conception
- Cela faisait peser sur les projets des risques importants d'acceptation par les utilisateurs, et de remise en cause des développements

Les modèles de conception

Le modèle en Spirale



- Pour remédier à ces difficultés
 - Une solution consiste à combiner un cycle en spirale de conception et un cycle de développement en V.
 - Il convient bien évidemment de l'adapter à la complexité et aux risques du projet



Le modèle en Spirale



■ Trois phases apparaissent :

– Maquettage :

- Objectif : tester un maximum de solutions dans le temps et budget impartis, pouvoir aller vite, innover, stimuler la créativité des concepteurs et favoriser l'expression des besoins par les utilisateurs

– Prototypage :

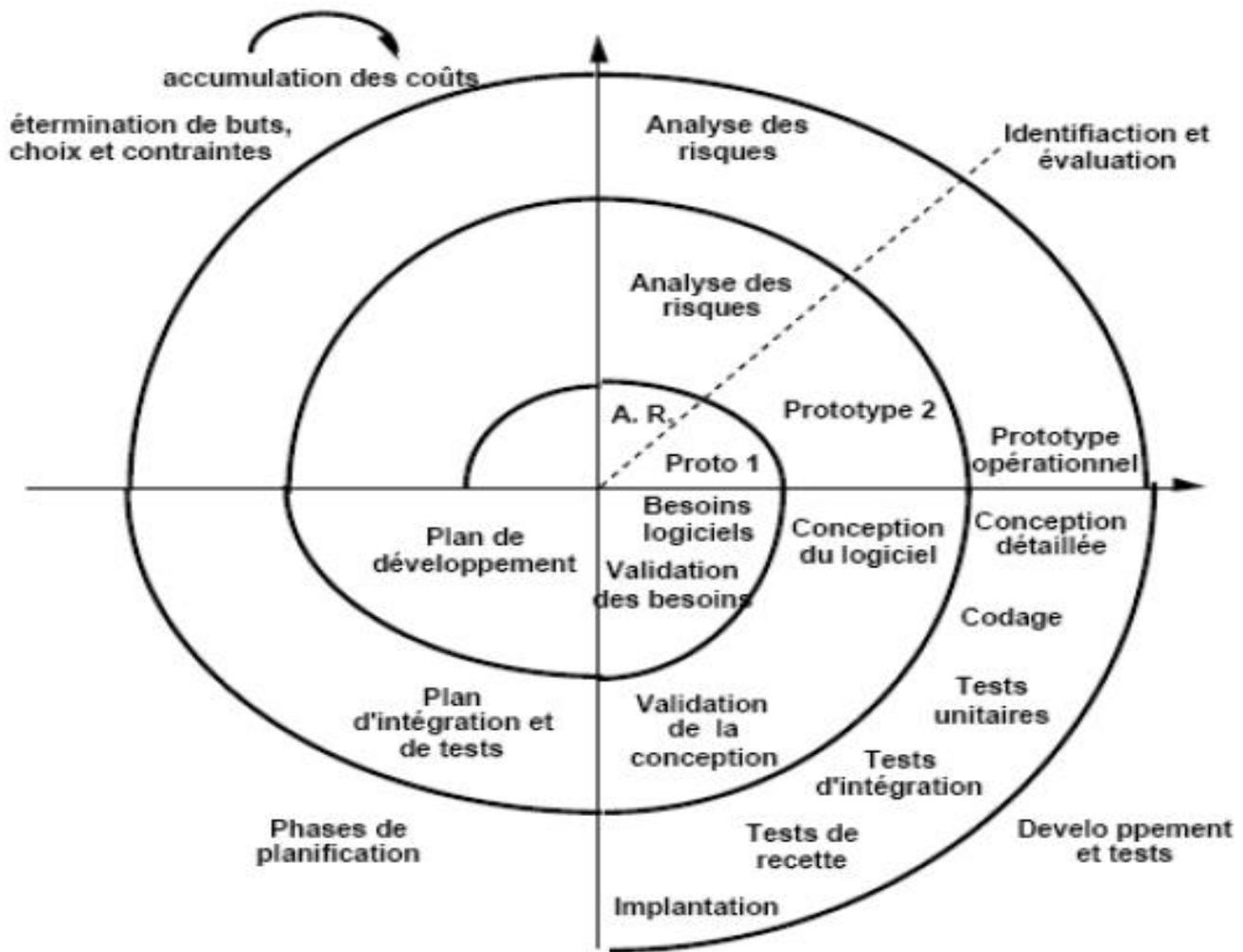
- Objectif : augmenter le réalisme des maquettes, pour pouvoir expérimenter et évaluer le système dans des conditions proches de celles du produit final

– Développement :

- Objectif : aboutir à un produit de qualité (fiabilité, pérennité, performance, documentation, test) en respectant les objectifs de coût et de délai fixés

Les modèles de conception

Le modèle en spirale



Le modèle en spirale



■ Caractéristiques

- Proposé par B. Boehm en 1988, ce modèle est beaucoup plus général que le précédent. Il met l'accent sur l'activité d'**analyse des risques** : chaque cycle de la spirale se déroule en quatre phases :
 1. détermination, à partir des résultats des cycles précédents – ou de l'analyse préliminaire des besoins, des objectifs du cycle, des alternatives pour les atteindre et des contraintes
 2. analyse des risques, évaluation des alternatives et, éventuellement maquetage
 3. développement et vérification de la solution retenue, un modèle "classique" (cascade ou en V) peut être utilisé ici
 4. revue des résultats et vérification du cycle suivant

Le modèle en spirale



■ Caractéristiques (suite)

- L'analyse préliminaire est affinée au cours des premiers cycles
 - Le modèle utilise des maquettes exploratoires pour guider la phase de conception du cycle suivant
 - Le dernier cycle se termine par un processus de développement classique
- Ce modèle a été moins expérimenté que les deux précédents
 - Sa mise en œuvre demande de grandes compétences et devrait être limitée aux projets innovants à cause de l'importance qu'il accorde à l'analyse des risques
 - Néanmoins, ce dernier concept peut être appliqué aux autres modèles

Le modèle en spirale



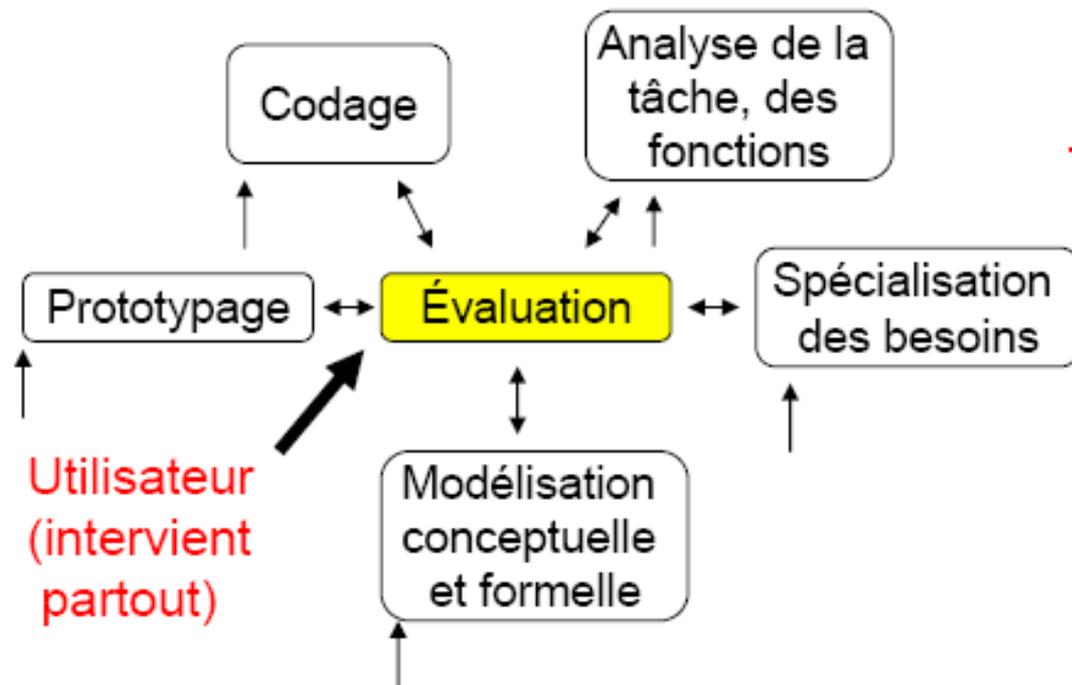
- Caractéristiques (suite)
 - Le dernier cycle comprend :
 - en phase 2 développement de la version finale
 - en phase 3 tests et installation
 - et s'arrête là

Les modèles de conception

Le modèle du "cycle de vie en étoile" (Star life cycle)



■ Un processus centré sur l'utilisateur



- Sécurité
- Garantie de répondre aux besoins
- Évaluations intermédiaires sur des maquettes, proto ...
- Processus lent
- Maintenir l'équipe de conception tout au long du processus
- Critères et contrôle

Les modèles de conception

les étapes

1. Maquettage :

- Ensemble d'objets graphiques donnant une image de l'écran-utilisateur, mais sans les fonctionnalités
 - Offre un support de communication entre les concepteurs

2. Prototypage : permet :

- l'évaluation du fonctionnement : rapidité de développement
- la spécification précise et définitive

3. Réalisation du produit final :

- souvent dans un autre environnement de programmation
 - Il n'y a pas nécessairement évolution continue du prototype vers le produit final

Les modèles de conception

la démarche

- Itérative, avec phases d'affinement progressif
 - Phase d'analyse préalable
 - Définition des objectifs du système
 - spécifier qualitativement et quantitativement les performances d'usage
 - Analyse des tâches et activité de l'utilisateur
 - Identification des caractéristiques des utilisateurs
 - Phases de spécification proprement dite
 - Niveau conceptuel
 - définit les objets, relations, attributs et opérations
 - Niveau fonctionnel
 - effets des commandes et donc des retours d'information
 - Niveau syntaxique et lexical
 - choix de style de dialogue, représentation graphique