

Cours d'ingénierie des systèmes complexe

Remaci Zeyneb Yasmina

Université Abou Baker Belkaid Tlemcen

Faculté des sciences

Département d'informatique

25.0 16/04/2026



| Conception du système

1. Introduction à la conception

Objectifs spécifiques

- Comprendre le **processus de conception**.
- Réaliser une **analyse fonctionnelle**.
- Appliquer la **décomposition fonctionnelle**.
- Construire une **architecture fonctionnelle**.
- Passer à une **architecture physique (organique)**.
- Tout système est vu comme une composition d'éléments en interaction entre eux et avec un environnement.
- Face à un problème complexe, la quête d'une solution immédiate est souvent vouée à l'échec.
- La conception devient essentielle pour transformer un problème complexe en une série de sous-problèmes plus simples, qui peuvent être résolus individuellement.
- Etape cruciale de recombinaison ou de synthèse, permettant de réintégrer ces solutions partielles en une solution globale et cohérente.

☐ **Définition : Définition de la conception**

•La conception de systèmes est un processus itératif dans lequel prend part une équipe multidisciplinaire qui tente de transformer des besoins client en une solution optimisée.^{2 p.8}

☐ **Définition : Conception de haut niveau**

•Conception de haut niveau : **concevoir une architecture de système** de haut niveau répondant aux caractéristiques techniques et permettant la maintenance, les mises à jour et l'intégration à d'autres systèmes.

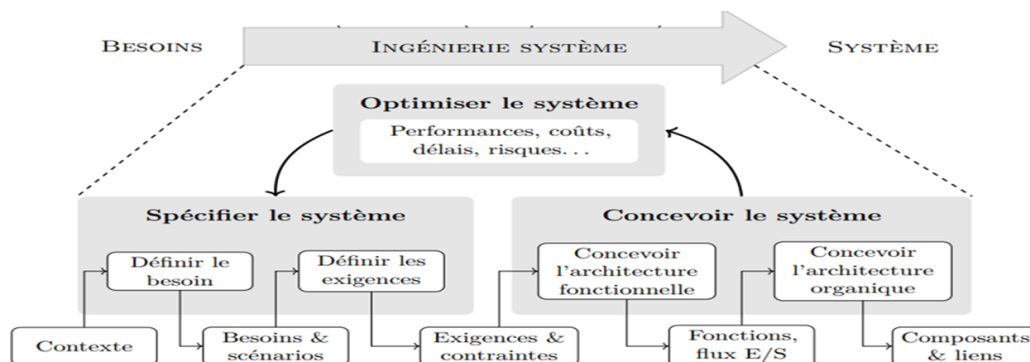
☐ **Définition : Conception détaillée**

Détailler la conception jusqu'au niveau des composants et allouer les exigences à ce niveau. Les composants seront identifiés de manière à permettre leur développement ou leur achat dans le respect du budget initial.

☐ **Complément :**

Ce diagramme illustre le processus d'**ingénierie système**, qui transforme des **besoins** en un **système** finalisé. Il s'articule autour de trois grandes activités interdépendantes :

Spécifier le système consiste à partir du contexte pour définir le besoin, puis formaliser les exigences et contraintes à partir des besoins et scénarios identifiés. **Concevoir le système** traduit ces exigences en une architecture fonctionnelle (fonctions et flux E/S), puis en une architecture organique (composants et liens physiques). Enfin, **optimiser le système** est une activité transversale qui pilote et ajuste l'ensemble du processus en tenant compte des performances, coûts, délais et risques, dans une logique itérative et continue.



2. Processus de conception

□ **Définition : Analyse fonctionnelle**

• L'Analyse Fonctionnelle est la démarche qui consiste à recenser, caractériser, ordonner, hiérarchiser et valoriser les fonctions.

• Une fonction est une transformation de ses entrées pour produire des sorties en utilisant des ressources et en respectant des règles de contrôle.

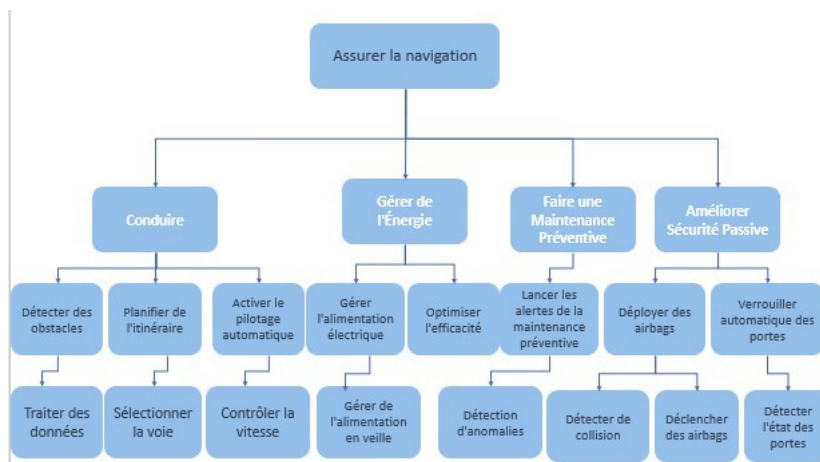
• Elle décrit ce que fait le (sous-)système, sa "fonction", indépendamment de la façon dont elle le fait

• Cahier des charges fonctionnelles.

□ **Définition : Décomposition fonctionnelle**

Elle consiste à :

- Ouvrir la boîte noire.
- Développer l'architecture fonctionnelle du système par décomposition itérative des fonctions.
- La décomposition fonctionnelle découlera l'architecture fonctionnelle du système.



□ **Complément : les Principes de décomposition fonctionnelle**

- Gestion de la complexité
- Pour gagner en lisibilité, il est généralement recommandé de ne pas dépasser :

4 Etages de profondeur. 7 Eléments de large.

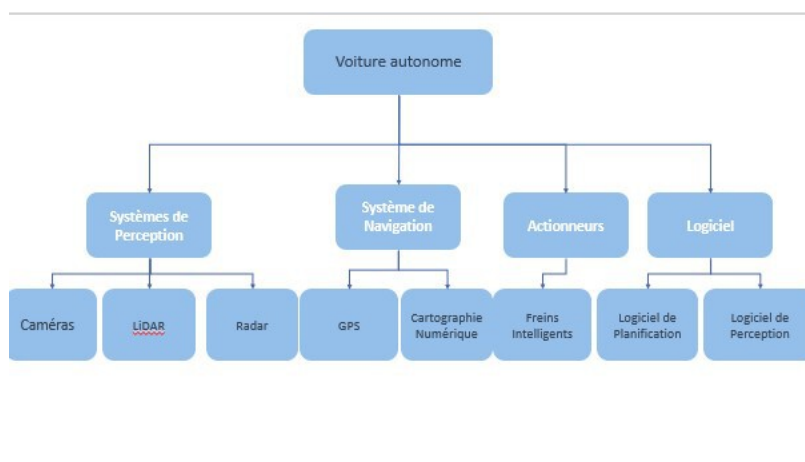
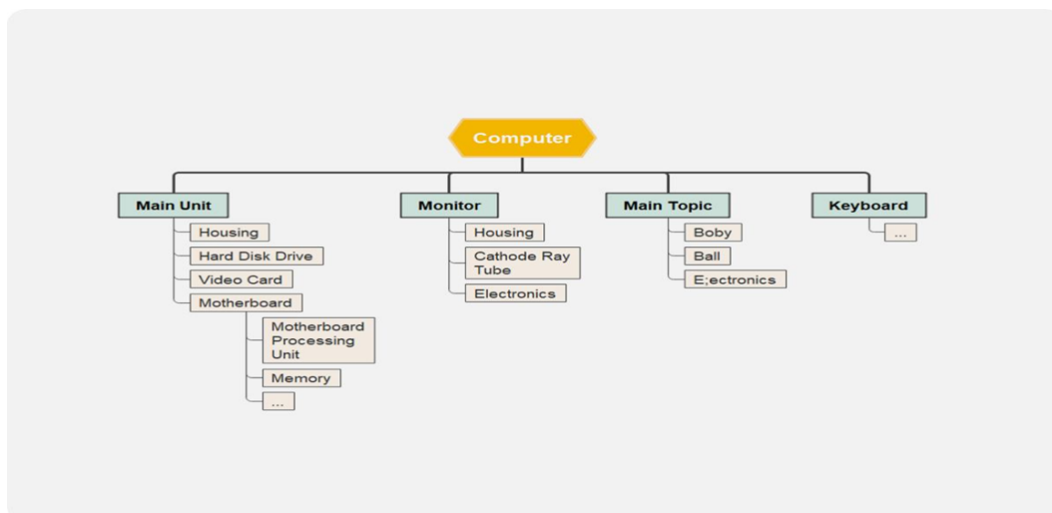
□ **Fondamental** : Arrêter la décomposition

•Condition d'arrêt:

- On s'arrête lorsqu'une fonction est associée à un seul et unique composant.
- S'arrêter quand ce n'est plus possible de décomposer.
- Quand c'est possible d'utiliser un composant déjà développé en interne (réutilisation):
- Implique une opération de vérification avec les exigences.

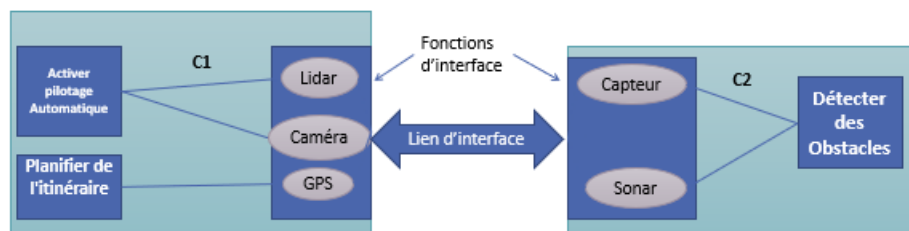
□ **Méthode** : De la décomposition fonctionnelle vers une décomposition physique

- Physique ou organique :le système est appréhendé comme des constituants physique (organes) en interaction.
- Décomposition en termes fonctionnelle ensuite physique
- Les fonctions sont allouées à des organes qui les réalisent.
- Alors le système est vu comme une composition d'organes aptes à réaliser des fonctions.
- Le résultat est l'arborescence physique.
- Exemple : Product Breakdown Structure (*PBS*^{p.7})



□ **Fondamental : Interfaces entre composants**

- Identification des interactions entre les éléments de la décomposition à interfaces dans les architectures



□ **Définition : Architecture du système**

L'architecture du système est une étape centrale du processus d'ingénierie système. Elle vise à traduire les exigences et contraintes, issues de la phase de spécification, en une description structurée et cohérente du système à concevoir. Elle se décompose en deux niveaux complémentaires.

D'abord, l'**architecture fonctionnelle** décrit le système en termes de fonctions à réaliser et de flux d'entrées/sorties (E/S) entre ces fonctions. Elle répond à la question "*que doit faire le système ?*" en définissant les blocs fonctionnels et leurs interactions, sans encore s'engager sur des solutions techniques précises.

Ensuite, l'**architecture organique** concrétise cette vision en affectant les fonctions à des composants physiques ou logiciels réels, et en définissant les liens entre eux. Elle répond cette fois à la question "*comment le système est-il réalisé ?*", en s'appuyant sur des choix technologiques et structurels concrets.

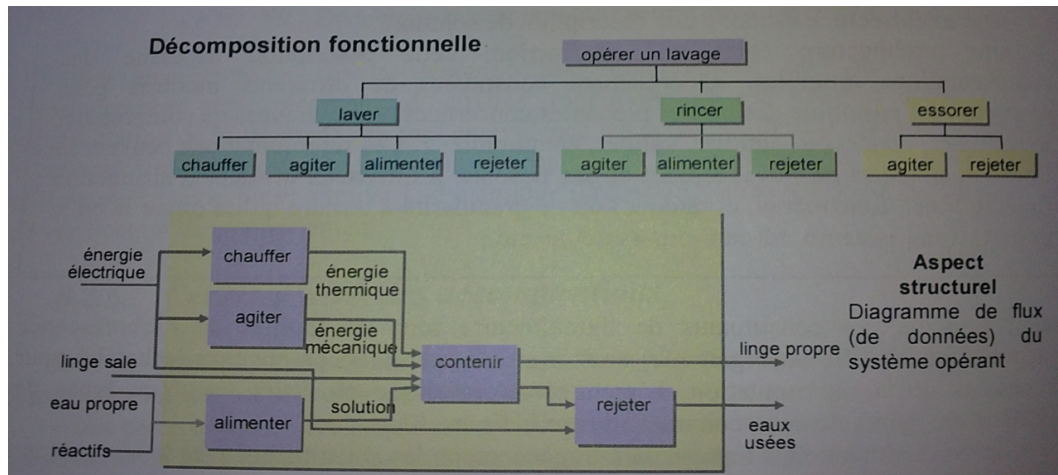
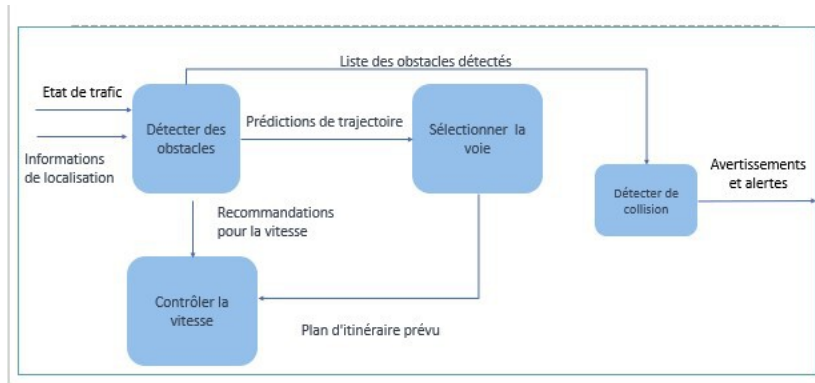
Ces deux niveaux d'architecture sont étroitement liés et font l'objet d'itérations continues avec l'activité d'optimisation du système, qui veille à ce que les solutions retenues respectent les critères de performance, de coût, de délai et de maîtrise des risques fixés dès le départ.

□ **Définition : Architecture fonctionnelle**

- *Description du système sous forme d'un arrangement de fonctions, de leurs sous-fonctions et de leurs interfaces définissant le séquençement de leur exécution, les flux de données et de contrôle qui le conditionnent et les performances requises pour répondre aux exigences.*^{3 p.8}

□ **Complément :**

- Elle se concentre sur la manière dont les différentes fonctions du système sont organisées et interagissent pour réaliser les objectifs du système.
- Vous commencez à définir la structure du système, en identifiant les composants fonctionnels et leurs interactions. C'est le passage du "quoi" (conception fonctionnelle) au "comment" (architecture fonctionnelle).
- Architecture = résultat de la recomposition
- La possibilité d'éléments de solutions et d'agencement à Plusieurs recompositions possibles à architectures candidates
- Le choix de la solution retenue doit prendre en compte son coût, son délai, sa fiabilité (maturité technologique).
- Peut être représentée par plusieurs modèles pour pouvoir comprendre, investiguer, concevoir, simuler, valider, communiquer, réutiliser, ...



□ Définition : Architecture physique

- Modélise une solution sous la forme d'un assemblage de constituants:
 - Existants.
 - Ou réalisables par les différents génies.
- Attribution de fonctions spécifiques et de critères de performance à chaque composant conformément à l'architecture fonctionnelle.
- Définition des interfaces pour chaque composant et spécification des caractéristiques de chaque élément physique.
- Détermination des caractéristiques des composants à créer.

Abréviations

PBS :

Product Breakdown Structure

Références

- 2 INCOSE. (2004). *Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities* (Version 3.1). International Council on Systems Engineering.
- 3 IEEE Computer Society. (1990). *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology* (IEEE Std 610.12-1990). New York: IEEE.