

Introduction à l'ingénierie système

Sommaire

I	Notion de systèmes pluri-technologiques en CPGE	3
II	Cycle de vie d'un système et démarche de l'ingénieur en CPGE	4
III	Éco-conception	5
IV	Les outils de modélisation système	5

(1) Rapidement, tout en répondant le mieux possible aux besoins des utilisateurs potentiels.

La **création** d'un **nouveau système** peut se faire efficacement⁽¹⁾ à condition qu'elle soit réalisée de manière **organisée** et **méthodique**.

Pour assister les ingénieurs dans cette tâche, il existe de nombreux **outils associés** aux différentes **étapes du cycle de vie** du système, de l'idée à l'origine de sa conception jusqu'à sa mise à disposition auprès des utilisateurs.

On parle d'**ingénierie système**.



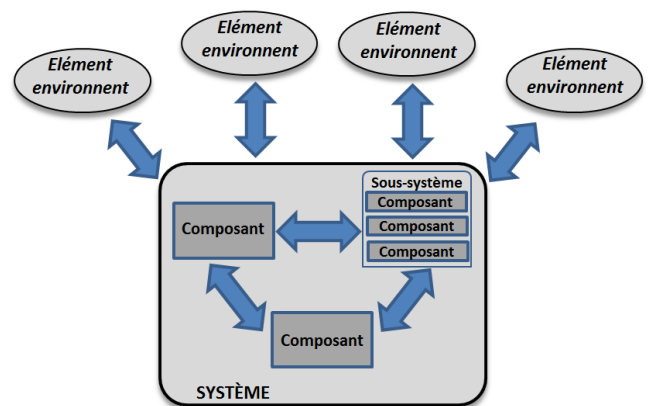
I Notion de systèmes pluri-technologiques en CPGE

Un **système** est une **association structurée d'éléments** (sous-systèmes ou composants) qui **interagissent** d'une manière **organisée** pour accomplir une **fonction globale**.

La fonction globale du système répond à un **besoin** d'un utilisateur.

Un système est dit **complexe** et **pluri-technologique** lorsque les éléments sont nombreux et les interactions (échanges de matière, d'énergies ou d'informations) de formes différentes.

Tout système s'insère dans un **milieu environnant**.



Exemples de systèmes complexes pluri-technologiques :



Ipad
(Apple)



Falcon 7X
(Dassault Aviation)



I-step runner
(Matra Sports)

Dans le laboratoire de sciences industrielles de l'ingénieur du lycée : cordeuse de raquettes de tennis, direction assistée électrique, robot espion, dispositif médical de prélèvement sanguin...

Les systèmes sont généralement classés selon leur domaine d'application : transport, électronique grand public, santé, domotique, service...

Dans chacun de ces domaines se développe des technologies et des contraintes spécifiques.

Pour maîtriser le comportement d'un système, il faut maîtriser le comportement de chaque élément et les interactions entre ces éléments.

système =
association
structurée de
constituants



comportement du système
= $\sum$ comportements des
constituants
et des interactions

La formation en sciences industrielles de l'Ingénieur (SII) en CPGE a pour objectif d'apprendre aux futurs élèves ingénieurs à aborder méthodiquement cette complexité. Pour cela, les compétences suivantes doivent être développées :

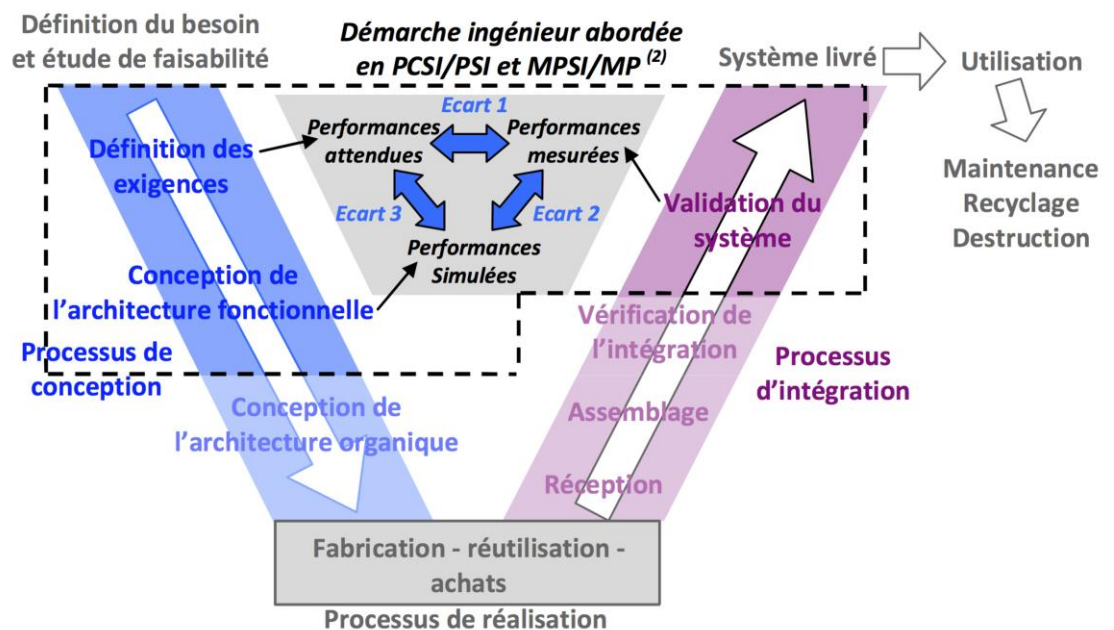
- **analyser** Analyser les fonctions et la structure des systèmes complexes pluri-technologiques rencontrés.
- **modéliser** Proposer une représentation équationnelle du système en vue d'une simulation.
- **résoudre** Réaliser une simulation manuelle (calculs) ou assistée par logiciel pour pouvoir prévoir le comportement du système.
- **expérimenter** Réaliser des mesures sur le système réel pour valider le comportement anticipé par simulation.
- **concevoir** Proposer une évolution matérielle ou logicielle pour améliorer le comportement du système et la réaliser.

Tout en utilisant les outils adaptés pour **communiquer**.

II Cycle de vie d'un système et démarche de l'ingénieur en CPGE

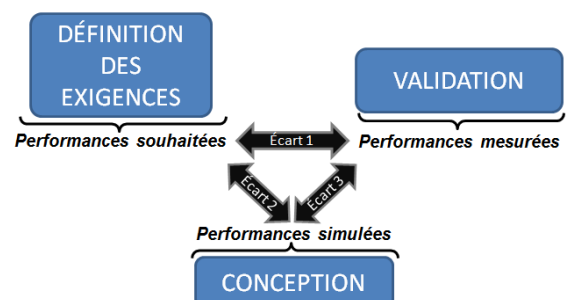
Le **cycle de vie** recense les **différentes étapes** de la vie d'un système, de l'identification **du besoin** à l'origine de sa conception **jusqu'au recyclage** de ses constituants lorsqu'il n'est plus utilisé.

Le cycle en V présente graphiquement ces étapes :



(2) la démarche et les objectifs proposés sont donc indissociables d'analyses et mesures expérimentales réalisées sur systèmes réels.

En PCSI/MPSI, seule une partie du cycle est abordée. La démarche se focalise sur la détermination de performances et des écarts entre ces performances.



III Éco-conception

L'éco-conception a pour objectif de **réduire l'impact environnemental** d'un système pendant son **cycle de vie**.

Elle s'appuie sur une analyse du cycle de vie (norme ISO 14040) prenant en compte l'extraction des matières premières jusqu'au traitement en fin de vie.

(3) les composantes sociales et économiques ne sont pas directement prises en compte.

👁 Une des conséquences de la gestion catastrophique des déchets :



Utiliser des matières recyclées



Diminuer la consommation en eau et énergie



Réduire les emballages



Limiter les transports

Pour les entreprises, les enjeux de l'éco-conception sont :

- la **recherche de la compétitivité** avec l'apparition de nouveaux marchés
- de répondre aux **pressions externes** (réglementation, normes...) et aux attentes des clients (boycott, labels...)
- la **diminution des coûts** (recyclage des matières, réduction des emballages, diminution des coûts de dépollution...).

IV Les outils de modélisation système

(4) Grâce à internet, et en particulier au « Cloud », tous les documents peuvent maintenant être partagés en temps réel avec tous les collaborateurs.

Le travail des différents acteurs intervenant lors des étapes du cycle de vie d'un système est collaboratif ⁽⁴⁾ et souvent multi-sites.

Cela signifie que de nombreux acteurs, répartis sur plusieurs pays, doivent en permanence être informés et tenir compte des évolutions initiées par d'autres.



Bureau d'études Dassault Aviation

Dans ce contexte, les entreprises utilisent des outils communs de communication et de définition du produit :

- **maquette numérique** unique et partagée ;
- **langage unique et compréhensible par tous** les métiers ;
- **modélisations** du système basées sur cette maquette et ce langage.

(5) Airbus, Thalès, Alstom...

C'est un langage adapté de l'UML utilisé en ingénierie informatique.

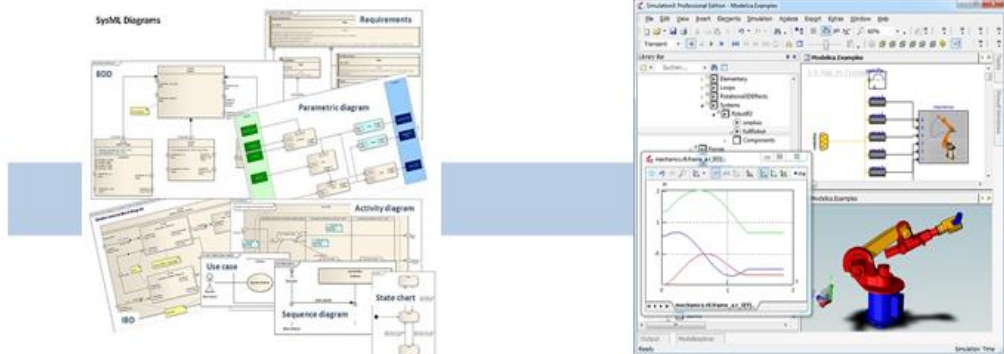
Une des solutions vers laquelle se tournent certaines entreprises ⁽⁵⁾ est le **langage SysML** (Systems Modeling Language), langage de description de **l'ingénierie système**.

Il a l'avantage de proposer différents outils de description graphique (diagrammes), permettant de modéliser le système dans les différentes phases du cycle. Ces diagrammes interagissent entre eux grâce à des logiciels dédiés, ce qui permet de répercuter immédiatement toute modification à l'ensemble des acteurs concernés par le projet.

Maquettes numériques et diagrammes sont complétés par des **logiciels de simulation**. Grâce à ces derniers, on peut anticiper la façon dont va se comporter un système avant même d'avoir réalisé un premier prototype.

Modèle SysML

simulation multi-physique



(6) Les diagrammes qui seront abordés dans ce cours peuvent être utilisés pour concevoir ou améliorer un système.

Cependant, à notre niveau, nous les utiliserons pour analyser un système déjà existant.

En CPGE, concernant ces outils de l'ingénierie système :

- vous utiliserez des maquettes numériques dans un logiciel professionnel (Solidworks) ;
- vous utiliserez certaines diagrammes⁽⁶⁾ du langage SysML permettant de décrire les fonctions et la structure matérielle des systèmes étudiés ;
- vous réaliserez des simulations numériques afin d'évaluer les performances de ces systèmes.