



Le projet **DELIRE**  
**D**éveloppement par **E**quipe  
**d**e **L**ivrables **I**nformatiques  
**e**t **R**éalisation **E**ncadrée

**G5 - ... à l'approche systémique**



## Systèmes industriels

Dans votre carrière, vous serez amenés à travailler dans le cadre de systèmes complexes. En particulier, le développement de gros logiciels...

Étymologiquement, un système - "*systêma*" - désigne un ensemble. Joël de Rosnay le définit comme "*Un système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé en fonction d'un but.*" (Le Macroscopie, 1975)

J'ai presque envie, à la lecture de cette définition, de dire : tout est système, et réciproquement. Mais ce qu'il est nécessaire de comprendre est que c'est l'interaction dynamique entre les composants, en d'autres termes les flux d'échange entre ceux-ci, qui va structurer notre démarche, quand l'analyse cartésienne se focalisait d'avantage sur la finalité de chacun des composants.

Pour comprendre et modéliser un système, il est nécessaire:

1. D'adopter une démarche globale, en s'attachant davantage aux échanges entre les parties du système qu'à l'analyse de chacune d'elles
2. De raisonner par rapport à l'objectif du système (téléologie)

Les sociétés modernes reposent sur des systèmes industriels de plus en plus complexes que la maîtrise des technologies de l'information a notamment permis de concevoir, de développer et de mettre en œuvre.

Une des raisons majeures de la complexité de ces systèmes industriels vient de ce qu'ils sont souvent eux-mêmes des systèmes de systèmes et qu'ils résultent donc de l'intégration de nombreux autres systèmes industriels relativement complexes.

Un système se caractérise fondamentalement par son comportement temporel entrées-sorties: c'est à dire une fonction de transfert qui transforme, à un instant donné, un ensemble de paramètres (appelés les paramètres d'entrée du système) en un autre ensemble de paramètres (appelés les paramètres de sortie du système).

Les systèmes simples sont des objets d'études privilégiés.

1. Pendant longtemps ils ont été les seuls systèmes pour lesquels on pouvait faire des calculs, mais ce n'est plus vrai maintenant, grâce aux ordinateurs.
2. Ce sont aussi les seuls systèmes que l'on peut bien caractériser lors d'une expérience et c'est un point important pour la reproductibilité (le fait que l'on peut reproduire la même expérience plusieurs fois et obtenir toujours le même résultat).
3. Cet intérêt de la simplicité explique en partie pourquoi on trouve dans tous les livres et les laboratoires de physique les mêmes géométries simples (cercle, sphère, cylindre ...)

Les systèmes industriels complexes se rencontrent essentiellement dans trois grandes catégories:

1. Systèmes de transports :
  - Aéronautique
  - Automobile
  - Ferroviaire
  - Construction navale
  - Industrie spatiale



2. Equipements industriels
  - Automatismes industriels
  - Micro-électronique
  - Télécommunication : radars, infrastructures, réseaux...
3. Systèmes d'information
  - Logiciels d'infrastructure : BI, CRM, ERP, PLM...
  - Logiciels d'intégration : EAI, EII...

On distingue ainsi deux grandes familles de systèmes industriels

1. Les systèmes technologiques. Ils reposent avant tout sur la maîtrise de phénomènes physico-chimiques, les systèmes informatiques gérant les interactions en temps réel avec les couches physiques. Les paramètres appartiennent à des espaces continus
2. Les systèmes à logiciel prépondérant. Ils s'appuient fortement sur des systèmes d'information. Les paramètres appartiennent plutôt à des espaces discrets. continus

Les 2 familles de systèmes industriels s'appuient:

1. sur des cultures scientifiques et technologiques, sur des méthodes de conception, de modélisation et de réalisation extrêmement différentes
2. mais en même temps totalement complémentaires.

La réalisation de tels systèmes industriels fait typiquement appel à des milliers d'ingénieurs issus de nombreuses spécialités différentes:

Dans l'industrie automobile, un projet "véhicule":

1. représente ainsi en moyenne une charge de 1.500 hommes-années de travail, répartie sur 4 ans
2. fait intervenir 30 à 50 corps de métiers différents
3. met en jeu des budgets de l'ordre du milliard d'euros.

Dans le contexte des systèmes d'information:

1. Les grands projets d'infrastructure informatique s'étalent souvent sur plusieurs années
2. En impliquant des équipes de plusieurs centaines d'informaticiens à temps complet
3. Sur des budgets de plusieurs centaines de millions d'euros.

### **Systèmes industriels et complexité**

Les exemples étudiés dans les livres sont souvent simples. Mais la réalité l'est beaucoup moins.

1. On peut dire qu'en première approximation les systèmes complexes sont tous les systèmes.
2. La complexité est la règle
3. La simplicité l'exception.

Intuitivement, un système est complexe lorsqu'il est compliqué.

Selon Grady Booch, un des pères d'ADA et de la COO, il existe cinq attributs communs à tous les systèmes complexes:

1. La complexité prend souvent la forme d'une hiérarchie de sous-systèmes complexes reliés entre eux. Et ceci s'applique de façon récursive (fractale



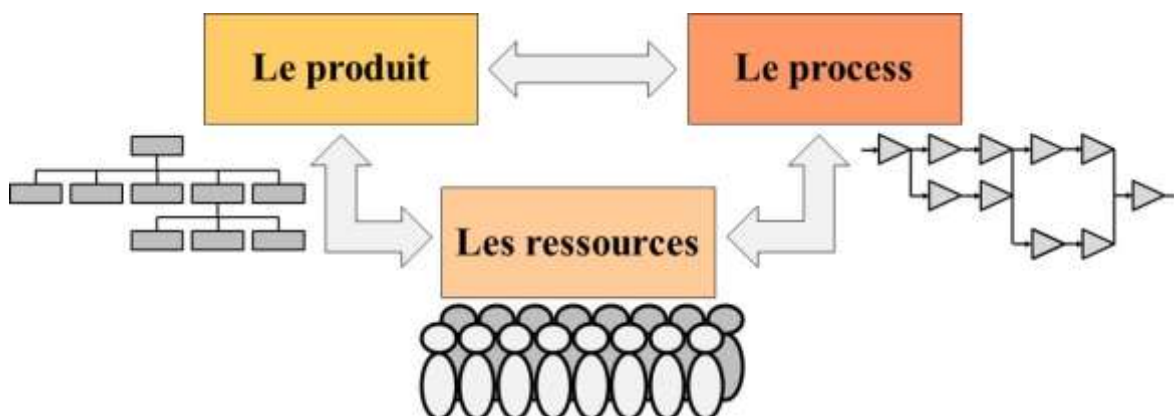


devrait-on dire) jusqu'aux composants élémentaires. C'est ce principe de décomposition qui permet de modéliser les systèmes.

2. Le choix des composants primaires d'un système complexe est arbitraire, il dépend de l'observateur du système. Ce qui est simple pour un observateur peut se situer à un haut niveau d'abstraction pour un autre. L'échelle est toujours relative.
3. Les liaisons intra – composants sont plus fortes que les interfaces entre composants. Ceci permet d'étudier chaque partie prise isolément.
4. Les systèmes complexes sont composés d'un petit nombre de sous-systèmes qui forment des combinaisons et des arrangements variés. Les composants peuvent être réutilisables, véritables briques de base.
5. Dans un monde réel, un système complexe qui fonctionne a toujours évolué à partir d'un système simple qui a fonctionné. Un système complexe conçu ex nihilo ne fonctionnera pas. Il faudra tout recommencer à partir d'un système simple qui fonctionne et le faire évoluer.

Dans la conception d'un système industriel, on est en réalité confronté à 3 systèmes :

1. Un système technologique, assemblage de composants physiques et de composants informatiques : le produit
2. Un système organisationnel, ensemble de tâches réalisées en s'appuyant généralement sur un système d'information : le process
3. Un système humain, constitué par les acteurs et les entreprises impliqués dans le process de conception du produit: les ressources.



Deux critères permettent de caractériser plus finement la notion de systèmes complexes:

1. le nombre de composants
2. l'indépendance de ses parties.

Appliquée au 3 système (technologique, organisationnel et humain), cette définition permet de mieux comprendre les 3 premières causes de complexité présentées dans le document G3 – De la complexité

1. La complexité due à la multitude de tâches à identifier, à planifier et à enchaîner ; avec une aide plus ou moins grande de l'expérience passée, dépendant du degré de répétitivité du processus à réaliser
2. La complexité due à l'architecture complexe du produit composé de multiples constituants à intégrer et à interfacer, ce qui nécessite en général des technologies pointues.



3. La complexité due au nombre élevé d'acteurs intervenants dans un réseau clients-fournisseurs très ramifié, acteurs à coordonner, à informer, à motiver

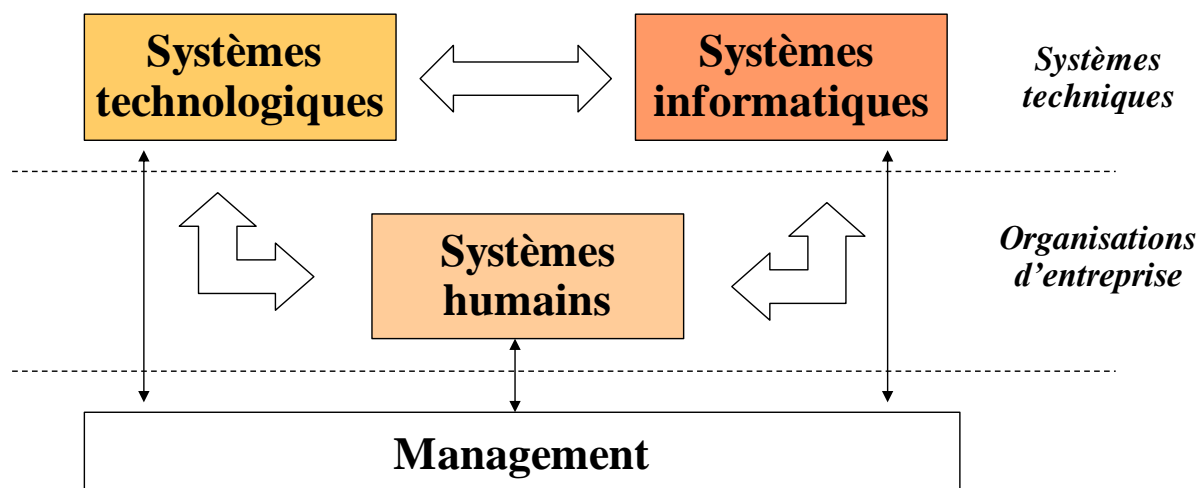
Mais la conception d'un système industriel reste également un projet (plus exactement un ensemble de projet, appelé programme), et comme tout projet il doit atteindre de objectif de qualité, de coût et de délai, ce qui permet de mieux comprendre les 3 autre causes de complexité présentées dans le même document :

4. La complexité due à l'obtention de performances à haut degré de changement nécessitant la mise en œuvre de nouvelles technologies avec tous les risques que cela comporte
5. La complexité due à l'optimisation et la maîtrise d'objectifs de coûts avec des montants élevés (coût élevé) et avec des marges pour aléa les plus faibles possibles (coût serré)
6. La complexité due à l'optimisation et la maîtrise d'objectifs de délai sur des durées très longues (long délai) et avec des marges pour aléa les plus faibles possibles (délai serré)

Le nombre et la complexité des actions du process nécessaires pour concevoir le produit nécessite le déploiement et l'utilisation d'un S.I. (Système d'Information). Dans sa chaire « Ingénierie des Systèmes Complexes » à l'école Polytechnique, Daniel Krob a donc une approche assez similaire mais un tantinet différente. Pour lui, un système industriel complexe résulte du croisement ou de l'interaction de trois pôles dominants de toutes nos industries :

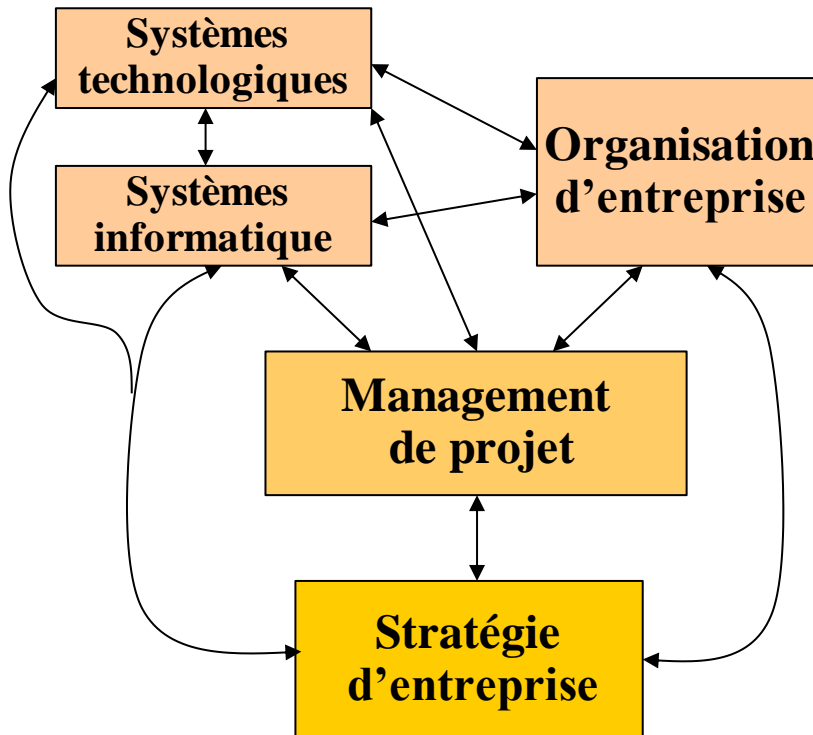
1. les systèmes technologiques
  - C'est-à-dire l'ensemble des systèmes regroupant les technologies utilisées dans la conception et la production, que ces technologies soient réelles (machines) ou conceptuelles, tels les éléments de recherche fondamentale ou appliquée impliqués dans la conception d'un produit.
2. les systèmes informatiques
  - Les S.I. ERP facilitant la gestion au quotidien d'une entreprise
  - Les S.I. PLM facilitant le développement et la mise en production.
3. les systèmes humains.
  - l'organisation de l'entreprise, ses hommes
  - mais également les processus de gestion qui la caractérisent.

Un système industriel complexe type



La conception d'un système industriel complexe se heurte à 3 difficultés

1. La difficulté technique : savoir gérer les couplages entre les systèmes technologiques et les systèmes informatiques
2. La difficulté managériale : savoir gérer les couplages entre les systèmes techniques et les organisations d'entreprise
3. La difficulté stratégique : savoir répercuter une stratégie d'entreprise à tous les niveaux d'un système industriel complexe



## La conception d'un système industriel

Selon Grady Booch, un système complexe conçu ex nihilo ne fonctionnera pas. Il faudra tout recommencer à partir d'un système simple qui fonctionne et le faire évoluer. La première caractéristique de l'ingénierie c'est la capitalisation et la réutilisation ; ce que je traduis souvent par « la première qualité d'un ingénieur c'est la paresse »

Le management des systèmes complexes, c'est la capacité à fabriquer un nouveau système industriel à partir de plusieurs systèmes existants.

La difficulté principale de la réalisation d'un système industriel complexe vient bien entendu de la nécessité de maîtriser concrètement les deux paramètres de complexité: nombre et indépendance, qui provient des propriétés suivantes:

1. La quantité et la diversité des éléments qui la composent
2. La non linéarité
3. L'émergence
4. L'auto-organisation
5. Et l'imprévisibilité

Tous les systèmes réels sont complexes, ou presque tous:

1. Mais plus un système est complexe, plus il est difficile de le connaître avec précision.
2. Le nombre des combinaisons possibles, par exemple, pose problème.
3. Comme les parties sont indépendantes, les états envisageables a priori sont toutes les combinaisons d'états des parties.
4. L'explosion combinatoire conduit à des nombres gigantesques de cas possibles, souvent plus que le nombre de particules dans l'univers connu, même pour des systèmes relativement peu complexes.

La gestion de projet d'un système industriel complexe pose aujourd'hui des difficultés majeures car plus personne n'arrive à en appréhender la globalité:

1. La complexité des systèmes industriels est certes une notion floue et subjective, mais elle correspond à une réalité industrielle forte
2. Elle caractérise les systèmes dont la maîtrise de la conception, de la maintenance et de l'évolution pose des problèmes importants, liés à leur taille et au nombre de technologies utilisées, qui rendent l'ensemble difficile à appréhender.
3. En cela, les systèmes complexes se distinguent d'autres systèmes techniquement compliqués mais dont les difficultés de conception peuvent être résolues par un seul ingénieur talentueux.

Un système industriel se comprend donc toujours à l'intérieur d'une hiérarchie arborescente de systèmes à laquelle il appartient.

Il possède en général à la fois:

1. un sur-système qui l'englobe et avec lequel il interagit
2. un ensemble de sous-systèmes qui forment ses éléments constitutifs.

Aux deux extrémités de cette hiérarchie, on trouve bien entendu:

1. à la racine de l'arbre, le système industriel que l'on analyse,



2. tout au bas de l'arbre, des systèmes élémentaires qui sont suffisamment simples pour ne pas être décomposés eux-mêmes en sous-systèmes: il s'agit en général d'objets industriels dont la réalisation est parfaitement maîtrisée.

Un système industriel complexe est donc composé de systèmes techniques (technologiques et informatiques) fortement couplés, ayant des interactions fortes avec des organisations d'entreprise

La modélisation de tels systèmes est donc une vraie problématique, puisqu'elle nécessite structurellement de s'appuyer sur un modèle unifié de système, qui doit lui-même intégrer de nombreux modèles de nature très différente.

Cette approche intégrative, qui consiste à faire inter-fonctionner les nombreux sous composants hétérogènes de façon à obtenir un comportement homogène global du système résultant par rapport à son environnement, sous-tend la mise en œuvre de la plupart des grands systèmes industriels

La méthode classique de conception d'un système industriel consiste en effet:

1. à partir de la mission attendue du système, à définir les sous-systèmes qui le composent et la manière de les intégrer
2. puis à passer à une phase de développement qui s'apparente à un processus d'intégration de (sous)-systèmes

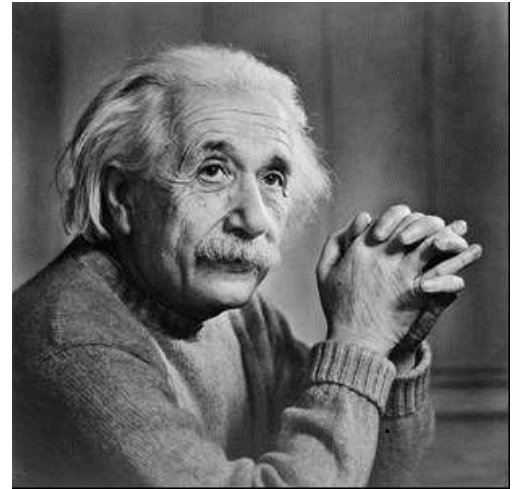




## L'approche systémique

*"Si nous ne changeons pas notre façon de penser, nous ne serons pas capables de résoudre les problèmes que nous créons avec nos modes actuels de pensée"*

Albert Einstein



*"Un système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé en fonction d'un but."*

Joël de Rosnay

Une autre approche est désormais requise, pour appréhender cette réalité complexe. Cette nouvelle manière de modéliser le monde, est connue sous le nom d'approche systémique.

On distingue couramment deux vagues de systémiques.

La première systémique apparaît dans les années 1950 :

1. Elle se développe aux États-Unis:
  - guidage des missiles,
  - modélisation du cerveau humain et du comportement,
  - stratégie des grandes entreprises,
  - conception et réalisation des premiers grands ordinateurs ...
2. Elle est centrée sur les concepts de structure, d'information, de régulation, de totalité et d'organisation.
3. Le concept essentiel est celui de régulation.

La deuxième systémique naît dans les années 1970 et 1980

1. Elle représente une profonde évolution vers l'étude de la complexité, avec une attention particulière donnée aux systèmes dynamiques et évolutifs
2. Elle intègre deux autres concepts essentiels : la communication et l'auto-organisation.



Selon Jean-Louis Le Moigne, père de la théorie du système général, on distingue:

1. Les systèmes vivants et systèmes artificiels complexes
  - processus de mémorisation,
  - centres de décision, coordination
2. Les systèmes humains et sociaux
  - apparition de l'intelligence
  - auto-organisation par des mécanismes abstraits d'apprentissage et d'invention
  - finalisation (l'intentionnalité), réorganisation du système en fonction de fins sélectionnées
3. Les systèmes-machines,
  - qui relèvent de la mécanique et de l'ingénierie.

Les principaux domaines sont les suivants :

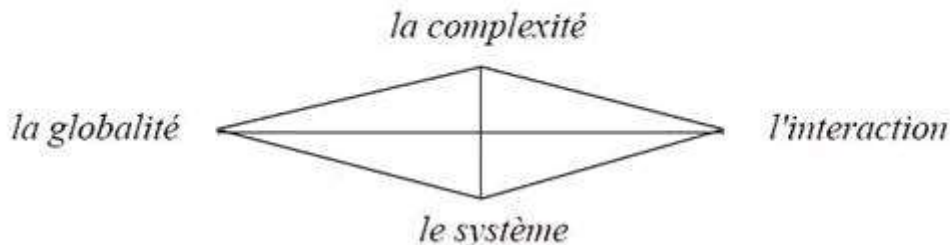
1. les sciences de la nature :
  - Les sciences de la vie et de la Terre,
  - Ecologie,
  - Archéologie
  - Biologie
  - Neurosciences
2. les échanges économiques et l'entreprise :
  - Economie,
  - Marketing,
  - Management,
  - Analyse de la valeur
3. Organisation du travail dans les entreprises
  - Sociologie :
  - Typologie des organisations,
  - Sciences sociales, Sciences politiques,
4. Recherches sur le comportement humain :
  - a. Sciences cognitives,
  - b. Psychologie,
  - c. Thérapies de groupe,
  - d. Pédagogie,
  - e. Linguistique,
5. Recherches en ingénierie :
  - Urbanisme,
  - Informatique,
  - Automation et Robotique,
  - Intelligence artificielle,
  - Réseaux de communications.



Pour comprendre et modéliser un système, il est nécessaire:

1. D'adopter une démarche globale, en s'attachant davantage aux échanges entre les parties du système qu'à l'analyse de chacune d'elles.
2. De raisonner par rapport à l'objectif du système (téléologie).

### Quatre concepts de base de la Systémique



Combinant en permanence connaissance et action, la systémique fait appel à des concepts spécifiques généraux:

1. Le système
2. La complexité
3. La globalité: elle exprime à la fois l'interdépendance des éléments du système et la cohérence de l'ensemble
4. L'interaction : la complexité est contenue dans les relations entre les constituants

La systémique fait également appel à des concepts techniques orientés vers l'action:

1. la structure et les niveaux d'organisation
2. l'information
3. la finalité
4. la rétroaction
5. la causalité circulaire
6. la régulation
7. la variété
8. l'ouverture & la fermeture
9. la boîte noire & la boîte blanche
10. le synchronisme et le diachronisme

#### La structure et les niveaux d'organisation

La structure décrit le réseau des relations, incluant le réseau des chaînes de régulation, entre les composants du système.

Il existe deux sortes d'organisation :

1. l'organisation en composants, modules, sous-systèmes, qui renvoie aussi à l'organisation en réseaux.
2. l'organisation en niveaux hiérarchiques.

La notion d'organisation recouvre:

1. un aspect structurel ou logique: comment est construit le système
2. un aspect fonctionnel: ce que la structure lui permet de faire.



### L'information

L'information se décompose en:

1. L'information circulante, les flux entre et au sein des systèmes.
2. L'information structurante, incluse dans les composants du système

### La finalité

C'est le rôle du système :

1. Pour les systèmes industriels, on parle d'utilité.
2. Pour les systèmes humains, on parle de finalité

### Le processus de régulation

Le fonctionnement d'un système repose sur l'existence de multiples boucles de rétroaction internes, certaines négatives, d'autres positives, Ces boucles combinent leurs interactions pour d'une part maintenir la stabilité du système et d'autre part l'adapter aux évolutions de son environnement.

### La causalité circulaire

L'existence de rétroactions rend difficile la distinction entre effet et cause d'un phénomène au sein d'un système.

Une boucle doit toujours être étudiée dans sa globalité dynamique sans l'ouvrir ou la couper.

### La variété

C'est le nombre de configurations possibles du système.

Le principe de variété requise énonce qu'un système S1 ne peut assurer la régulation d'un système S2 que si sa variété est supérieure ou au moins égale à celle de S2.

### L'ouverture et la fermeture

On parle :

1. De système ouvert, qui échange des flux de matière, d'énergie, d'information avec l'extérieur.
2. De système fermé, qui n'échange rien avec son environnement.

### La boîte noire et la boîte blanche

La technique boîte noire ignore la constitution du système pour ne considérer que ses entrées et sorties et les effets de son action sur l'environnement.

La technique boîte blanche se focalise sur l'aspect interne seulement, en regardant l'ensemble des éléments en interaction mutuelle pour mettre en évidence le fonctionnement du système.

### Synchronisme et diachronisme

Les comportements synchrones d'un système s'observent pendant un palier structural, en l'absence d'évolution.

La diachronie, c'est la dynamique d'évolution: à la fois historique et prospective.





Sous son aspect structurel, un système comprend quatre types de composants :

1. les éléments constitutifs,
2. une limite, ou frontière, qui sépare la totalité des éléments de son environnement,
3. des réseaux de relations : les éléments sont en effet inter-reliés. Les deux principaux types de relations sont :
  - les transports (matériaux ou énergie),
  - et les communications (information),
4. des stocks (ou réservoirs), où sont entreposés les matériaux, l'énergie ou l'information,

Sous son aspect fonctionnel, un système c'est:

1. des flux de matériaux, d'énergie ou d'informations, via les réseaux de relations et transitant par les stocks : ils fonctionnent par entrées/sorties avec l'environnement,
2. des centres de décision, qui organisent les réseaux de relations, c'est-à-dire coordonnent les flux et gèrent les stocks,
3. des boucles de rétroaction, qui servent à informer sur le flot des entrées et des sorties, de façon à permettre aux centres de décision de connaître plus rapidement l'état général du système,
4. des ajustements, réalisés par les centres de décisions en fonction des boucles de rétroaction et de délais de réponse.

La démarche de conception d'un système se déroule par étapes :

1. Observation du système.
2. Analyse des interactions et des chaînes de régulation.
3. Modélisation, en tenant compte des enseignements issus de l'évolution du système
4. Simulation et confrontation à l'expérimentation.

Une telle démarche doit être:

1. prudente : pas d'idées préétablies mais des faits,
2. ambitieuse :
  - la meilleure appréhension possible des phénomènes,
  - ni approximation, ni synthèse rapide.

L'analyse systémique met en œuvre 2 outils spécifiques:

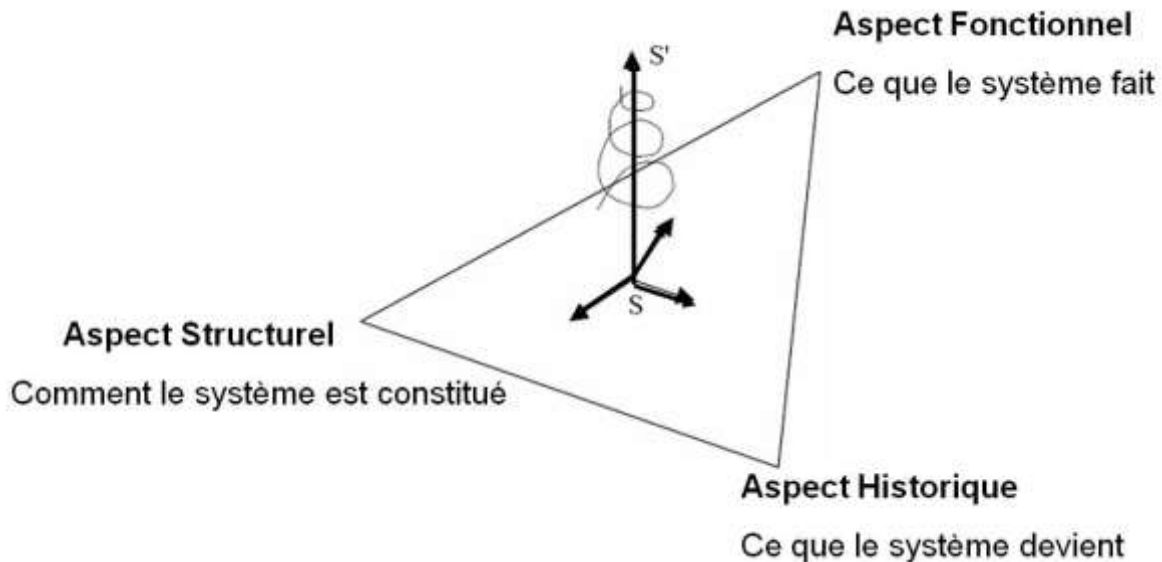
1. La triangulation systémique,
2. La décomposition systémique,

et un processus de modélisation



### La triangulation systémique

1. L'aspect fonctionnel: ce que le système fait, ce qui est sensible aux finalités du système.
2. L'aspect structural ou logique: comment le système est composé.
3. L'aspect historique: ce que le système était et ce qu'il devient.



### Le découpage systémique

À la différence de la méthode analytique, on ne recherche pas l'ensemble des composants élémentaires. On cherche à identifier les sous-systèmes:

1. modules, composants,
2. organes,
3. sous-ensembles...

qui jouent un rôle dans le fonctionnement du système. Cela suppose de définir clairement les frontières de ces sous-systèmes, pour faire ensuite apparaître les relations qu'ils entretiennent entre eux et leur finalité par rapport au système global

Tout découpage s'accompagne d'un certain arbitraire, mais se doit de s'appuyer sur des critères robustes :

1. le critère de finalité : quelle est la fonction du module par rapport à l'ensemble ?
2. le critère historique : les composants du module partagent-ils une histoire propre ?
3. le critère du niveau d'organisation : par rapport à la hiérarchie des niveaux d'organisation, où se situe le module étudié ?
4. le critère de la structure : en particulier, l'identification des structures répétitives et récurrentes.

La modélisation est un art par lequel le modélisateur exprime sa vision de la réalité.



Le processus de modélisation doit prendre en compte certains critères et respecter certaines lois de construction :

1. Admettre qu'on ne peut tout connaître, et accepter de se jeter à l'eau
2. Alternier la théorie et la pratique
3. Préciser au départ le but que l'on vise, et les limites que l'on se fixe en moyens et en durée, pour éviter de se disperser ou de dépasser les délais.
4. Apprendre à décomposer le système en niveaux d'observation, en sous-systèmes et en modules fonctionnels
5. Identifier la frontière du système, pour pouvoir distinguer ce qui fait partie du système de ce qui appartient à l'environnement,
6. Faire autant d'itérations que nécessaire pour assurer la cohérence entre:
  - fonctions et structures,
  - global et local,
  - synchronique et diachronique,
  - vision externe et vision interne.

### Fonctionnel et logique

La démarche systémique insiste, dans le cadre de la triangulation systémique, sur l'importance d'une double vue fonctionnelle et logique. Bien entendu, il ne s'agit pas de 2 états successifs du même objet, ou de deux mondes disjoints, mais bien de 2 façons de voir simultanément le même objet.

La définition fonctionnelle spécifie ce pour quoi est fait mon produit : une définition donnée du point de vue du client et qui indique le bénéfice retiré par le client de l'usage du produit. Exemple du micro-ondes : un appareil économique pour sécher les carreaux de plâtre rapidement et à cœur, sans qu'ils craquent.

On appelle Définition Fonctionnelle l'opération qui consiste à identifier et spécifier les fonctions à partir des besoins. Le produit est défini comme un support de fonctions.

La définition logique spécifie la façon dont est assemblé mon produit : une définition donnée du point de vue du fournisseur et qui concerne le contenu de la fourniture.

Exemple du micro-ondes : système de génération d'onde électromagnétique par magnétron et guide d'onde pour exciter des molécules d'eau

On appelle Définition Logique l'opération qui consiste à identifier les composants du produit et leurs connexions (appelés parfois fonctions techniques) pour satisfaire l'ensemble des fonctions du produit en optimisant Coût, Délai et Qualité du projet

Dans la définition fonctionnelle, on distingue 2 types principaux de fonctions :

1. Les fonctions de services
  - Encore appelées fonctions finales (au sens de la finalité)
  - Elles sont destinées à satisfaire les besoins ou les désirs de l'utilisateur et ne doivent pas être supprimées.
  - Le rôle du marketing est d'identifier les fonctions nécessaires à la résolution du besoin du client.
  - Être différencié, c'est être meilleur que ses concurrents sur une fonction particulièrement recherchée par le client.
2. Les fonctions Contraintes
  - Elles sont en général identifiées par les équipes techniques



### Les fonctions de services

1. Les fonctions d'usage
  - Fonctions principales, qui donnent leur raison au produit : ma montre donne l'heure
  - Fonctions secondaires ou complémentaires, qui peuvent être néanmoins indispensables : ma montre s'attache au poignet.
2. Les fonctions d'estime, qui ont trait au bénéfice psychologique que le client peut retirer de l'usage du produit :
  - avoir l'air solide,
  - être à la mode,
  - faire sérieux,
  - donner un statut...

Le fournisseur va identifier les fonctions de service clé, ou fonctions critiques. Ce sont les fonctions qui déterminent le pouvoir différenciateur de l'offre

1. soit par leur nature,
2. soit par la performance unique qu'elles confèrent au produit.

### Fonctions contraintes

1. Ce sont les fonctions qui sont imposées par des sous-ensembles voisins ou par l'environnement du produit.
2. Ce sont les contraintes auxquelles le produit devra résister en usage :
  - Température - Humidité – Choc
  - Quantité de chaleur à évacuer
  - Ne pas faire de bruit - Ne pas polluer
  - Ne pas provoquer d'allergies

Dans la définition logique, l'existence d'un composant, ou d'une connexion, doit être la conséquence de l'existence d'une fonction d'usage ou d'estime. Sinon elle est inutile.

Définition fonctionnelle et définition logique ne sont pas des opérations séquentielles ; elles sont menées simultanément. La définition logique crée de nouvelles fonctions contraintes





## L'approche systémique dans DELIRE

Le projet DELIRE n'est pas un projet de conception de système industriel. Il n'est donc pas nécessaire de mettre en place une démarche systémique.

Mais la démarche du cycle en V, en vous imposant de réaliser simultanément :

1. L'architecture fonctionnelle : ce que le système fait
2. L'architecture logique : comment le système est constitué
3. L'évolution du produit dans le temps : au travers des 3 versions (Basic, Standard et Advanced) ce que le système devient

vous donne une première approche de systémique.

