

1 – QU’EST-CE QU’UN SYSTEME ?

➤ **Définition très générale** : On appelle « système » un assemblage, une collection organisée (possédant une structure) d’objets reliés ou branchés (en interrelation) les uns aux autres, de façon à former une entité ou un tout remplissant **une ou plusieurs fonctions**.



➤ **Exemples** : système d’information, système économique, système de santé, d’éducation, système d’équations, système nerveux, système technique, etc.

➤ Et l’ingénierie dans tout ça ?

On parlera en fait d’**ingénierie système** (IS) qui s’intéresse plus spécifiquement aux :

- **Systemes techniques**, c’est-à-dire des objets (ou produits) plus ou moins complexes et sophistiqués,
- **Systemes d’informations** pour lesquels l’informatique est très fortement présente, aussi bien au niveau logiciel que matériel (software et hardware en anglais).

2 – QU’EST-CE QU’UN PRODUIT ?

➤ **Définition** : Un produit est un système matériel composés de pièces organisées entre elles pour remplir une ou plusieurs fonctions afin de répondre à un besoin.

☞ *Tous les produits sont des systèmes, mais l’inverse n’est pas vrai (voir la partie précédente).*

➤ Exemples de produits :



Taille crayon



Vélo à assistance électrique



Smartphone



Centrale thermique (Gardanne, France)



Aspirateur



Train



Paire de chaussures



Char Leclerc

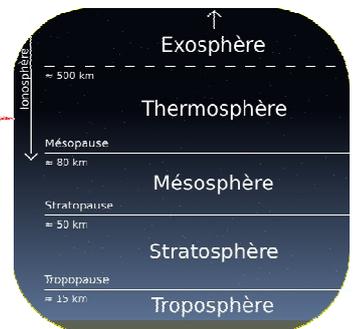
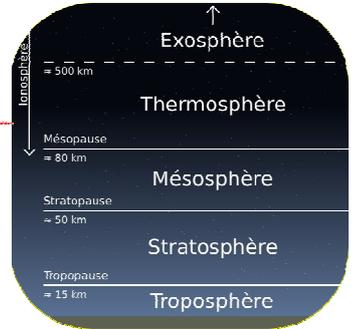


Barrière de péage autoroutier

3 – FRONTIERE D'UN PRODUIT

➤ **Définition** : la frontière d'un produit est une limite réelle ou fictive, partageant l'ensemble de ses composants du reste. Le reste est appelé « milieu extérieur ».

➤ **Interprétation et exemples** : on peut donc considérer deux choses : le système en lui-même et le reste de l'univers ; les deux interagissent toujours ensemble.



Note : la frontière peut être à géométrie variable.

Si, pour l'étude de l'aspirateur autonome, il est utile d'intégrer le chargeur au système, alors on en a le droit.



4 – TYPOLOGIES DES SYSTEMES

Rappel : les notions de « système » et de « produit » sont confondues.

Réfléchir à la typologie des systèmes revient à (essayer de) les placer dans des cases.

Quel intérêt à cela ? Mieux comprendre le contexte dans lequel on est amené à réfléchir. C'est donc utile.

↳ A qui s'adresse le système ?

- Grand public (ce qui implique une production de masse, mise à part le cas des marchés de niche)
- Secteurs (d'activité) spécifiques : armée, hôpital, infrastructures ferroviaire ou routière, industrie du médicament, de l'agroalimentaire, etc.

On peut aussi dire qu'un produit s'adresse à tel ou tel **agent économique** :

- un ménage (ou foyer, c'est-à-dire directement au grand public avec la réserve sur les niches),
- une entreprise,
- une institution (administrations publiques, ONG, etc.)

↳ Dans quel champ sociétal intervient le système ?

Santé, alimentation, habitat, défense, éducation, loisir, énergie, etc.

↳ Le système est-il simple ou complexe ?

D'après le Larousse : « *Qui contient plusieurs éléments différents et combinés d'une manière qui n'est pas immédiatement claire pour l'esprit, qui est difficile à analyser* ».

Si on se limite à cette définition, on peut très vite arriver à cela :



Voiture : système complexe



Horloge : système complexe



Stylo bille : système simple

Vue ainsi, la complexité d'un système est relative (pas absolue donc) à la capacité que possède un cerveau humain à assembler correctement un système sans utiliser la notice de montage.

Autre définition : « *Un système complexe est un ensemble composé de nombreux éléments en interaction qui possèdent un comportement global lequel ne peut être facilement expliqué à partir des seules propriétés individuelles de ces éléments* ».

Cette définition d'un système complexe pourrait mieux convenir à l'ingénieur car elle présente le système comme un ensemble de composants organisés qui :

- interagissent entre eux **et** avec le milieu extérieur (voir plus haut la notion de frontière),
- possède un comportement global (i.e. susceptible de prendre seul des décisions).

↳ Le système est-il manuel, mécanisé ou automatisé ?

Dans tous les cas, un système pour fonctionner nécessite toujours deux choses :

- de l'énergie,
- des prises de décisions.

	Manuels	Systèmes Mécanisés	Automatisés
Source d'énergie			
Prise de décision			
Exemples	 	 	  

↳ Le système est-il autonome ?

Le mot « autonome » revêt deux aspects différents : celui de l'énergie et celui de la prise de décision.

Autonomie énergétique : Elle est importante uniquement pour les systèmes mobiles ou installés sur des sites isolés. Un système présente une autonomie énergétique si **il embarque son énergie** (électricité, essence, dihydrogène, gaz, etc.) ou si **il est capable de capter** celle présente dans son environnement par ses propres moyens et pour ses propres besoins.



Voiture (toute motorisation)



Lampe de poche



Smartphone



Rover Curiosity (posé en 2012 sur Mars)



Indicateur routier

Autonomie sur la prise de décision : dans ce cas, le système **adapte de lui-même son comportement** (ses actions) en fonction des informations qu'il reçoit de l'extérieur (présence d'obstacles, température, etc.) ou de son sein (niveau de batterie, température, etc.).



Aspirateur autonome

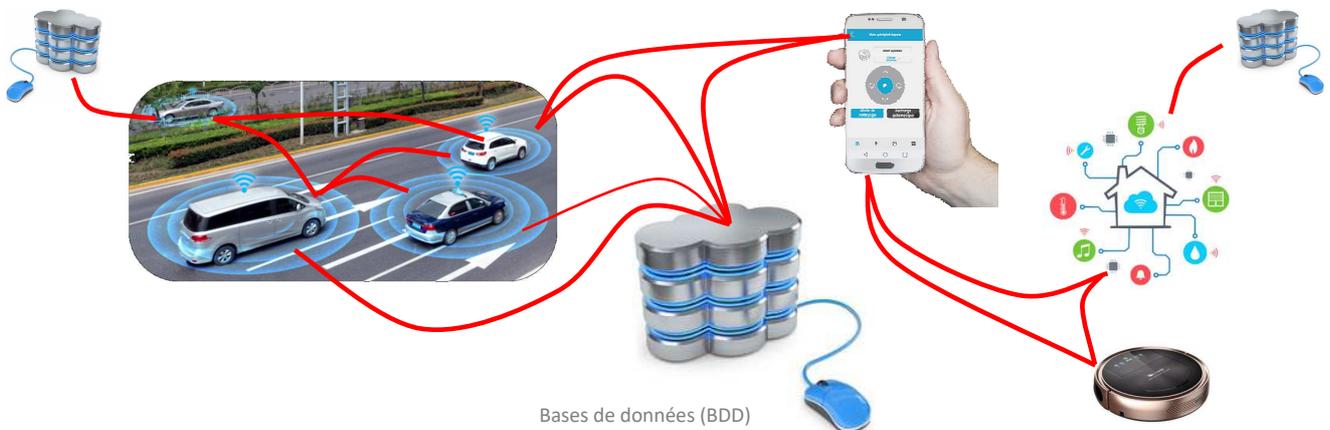


Voiture autonome

👉 Le système est-il communicant ?

A quoi ça sert ? Les systèmes communicants nous permettent d'améliorer notre quotidien. Par exemple, en optimisant la gestion de notre **consommation** (compteurs intelligents, applications domotiques), en augmentant le niveau de sécurité (réseau de capteurs pour le suivi de l'état d'un bâtiment, veille dans les transports), en étant plus **réactif** dans la surveillance de l'état de santé d'un patient (capteurs intelligents pour applications médicales).

Qui échange avec qui ? Les systèmes communicants échangent des informations avec les hommes, entre eux et aussi avec des systèmes de base de données. Tout se fait via des réseaux et des interfaces.



Qu'elles sont ces informations ? Quelle est leur nature ? Ça peut être beaucoup de choses ! Identité du système, coordonnées GPS, consommation de quelque chose, présence ou absence, température, pression, vitesse, flux audio ou vidéo, etc. Vraiment beaucoup de choses...

Les données transmises d'un système à un autre peuvent être brutes ou bien avoir subi un traitement (calcul, formatage, etc.) par le système émetteur. **Dans tous les cas, l'information est numérique.**

Ca à l'air compliqué... C'est relatif ! En tout cas, pour comprendre, il faut rentrer dans les domaines suivants : analyse algorithmique, traitement du signal analogique et numérique, communications numériques, théorie de l'information, programmation réseau, big data et IA.

👉 Le système est-il multiphysique ?

La conception ou l'analyse d'un système mobilise toujours des connaissances de sciences physiques. Très souvent, on trouve la mécanique et l'électricité mais le fonctionnement d'un système peut aussi être régi par d'autres lois comme celles de la thermie, de l'optique ou de tout autre domaine de la physique. Dans ce cas, le système est dit « multiphysique » et sa modélisation, pour être pleine et entière, devra elle aussi être multiphysique (voir le logiciel Matlab).

	Physique				
	Mécanique	Electrique	Thermique	Optique	Hydraulique
 Cric manuel	✓				
 Cric hydraulique	✓				✓
 Paire de lunettes	✓			✓	
 Vélo électrique	✓	✓			
 Sèche-cheveux	✓	✓	✓		
 Chariot de golf	✓	✓			
 Aspirateur autonome	✓	✓			