



## 1. INTRODUCTION:

L'analyse fonctionnelle des produits est une démarche qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et valoriser **les fonctions du produit** attendues par l'utilisateur.

Cette démarche repose sur deux analyses complémentaires et intimement liées :

- Analyse **externe**, selon un aspect fonctionnel (à quoi sert le produit, quelles sont les fonctions qu'il doit remplir ?).
- Analyse **interne**, selon un aspect structurel (comment ces fonctions sont elles réalisées ? Quels systèmes ou sous systèmes ou composants assurent ces fonctions ?).

### - Le système étudié:

Mars 2004, TOYOTA crée l'événement avec la PRIUS II et sa nouvelle motorisation. Totalement innovante, elle offre des performances sans précédent tant au niveau de la consommation que des rejets de gaz nocifs. Ce produit de grande consommation, banal en apparence, est en fait un produit pluritechnique de haute technologie, issu de l'environnement quotidien.



- Voiture hybride, mi-essence, mi-électrique à essence offre une plus grande sobriété de consommation (4,2 L / 100 km en cycle extra urbain à 5 L / 100 km en cycle urbain).
- Sa propulsion est électrique seule si possible ou répartie entre propulsion électrique et thermique si nécessaire.
- Les émissions de gaz sont inférieures à la norme européenne avec 104 g / km de CO<sub>2</sub>.

Essence



Electrique



## 2. NOTION DE BESOIN:

### 2.1. Comment *exprimer* le besoin ?

- Le besoin est le désir ou la nécessité, éprouvé par un utilisateur.

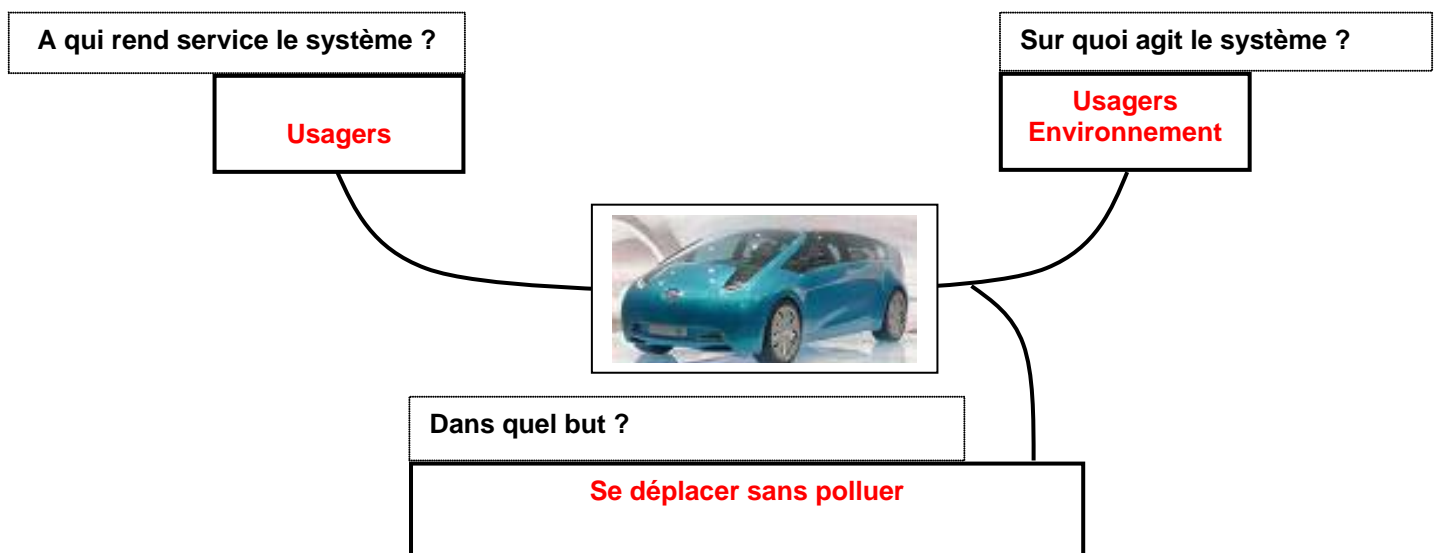
Le besoin ainsi défini concerne la **nature des attentes** de l'utilisateur et non le volume du marché.

- Un utilisateur peut être un **individu**, une **collectivité**, une **entreprise**, une **administration**.
- Un besoin peut être **exprimé** ou **implicite**, **réel** ou **potentiel**.

Dans tous les cas, il constitue le besoin à satisfaire, pour lequel l'utilisateur est prêt à déboursier de l'argent.

- Un **outil de description** appelé communément « **bête à cornes** » (méthode APTE – Application des Techniques d'Entreprise) permet d'exprimer clairement le besoin en répondant à 3 questions générales.

### - Exemple du Besoin auquel répond une voiture propre comme la Prius II



La nécessité de préserver les ressources énergétiques et l'environnement a changé nos habitudes de conduite et a fait naître de nouveaux besoins. La demande est croissante pour des véhicules plus économes et moins polluants.

Le but exprime le service que doit rendre le produit sans évoquer de solution technique.

Le terme « se déplacer en utilisant l'énergie électrique » par exemple, ne convient pas, car il enferme à l'avance dans un choix limité de solutions technologiques.



## 2.2. Comment *satisfaire* le besoin ?

### a) Le Produit :

- Le produit est ce qui est fourni à l'utilisateur pour satisfaire son besoin.
- Un produit est le résultat d'une activité. Il peut être :
  - Un matériel existant ou à venir
  - Une information
  - Une énergie
  - Un service
  - Un processus administratif ou industriel
- ❖ Un produit peut être unitaire (prototype fabriqué à l'unité) ou de série (fabriqué en grand nombre).
- ❖ Un produit peut être simple (constitué d'un petit nombre d'éléments organisés de manière claire) ou complexe.

### Exemple 1 ➔ **Produit de type « matériel » : L'automobile**



Mars 2004, la Prius II crée l'événement avec sa nouvelle motorisation. Totalement innovante elle offre des performances sans précédent tant au niveau de la consommation que des rejets de gaz nocifs. Première voiture de **série au monde** dotée d'une motorisation hybride. Cette voiture est un produit **matériel, de série, complexe**.

### Exemple 2 ➔ **Produit de type « information » : Système de navigation embarqué**



Le guidage par satellite (GPS) fournit des informations visuelles sur la position du véhicule.



### Exemple 3 ➔ **Produit de type « énergie » : énergie électrique**



La batterie fournit l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement du moteur qui, lui, produira l'énergie mécanique de rotation utilisée par les roues pour déplacer le véhicule.

### Exemple 4 ➔ **Produit de type « service » : Délivrance de la carte grise**



La carte grise est un document délivré par la préfecture suivant une procédure administrative et attestant la mise en service d'un véhicule. La préfecture effectue un **service**.



**b) Systèmes, constituants et composants :**

- Un système technique est un ensemble d'éléments en interaction, organisés en fonction d'un but.

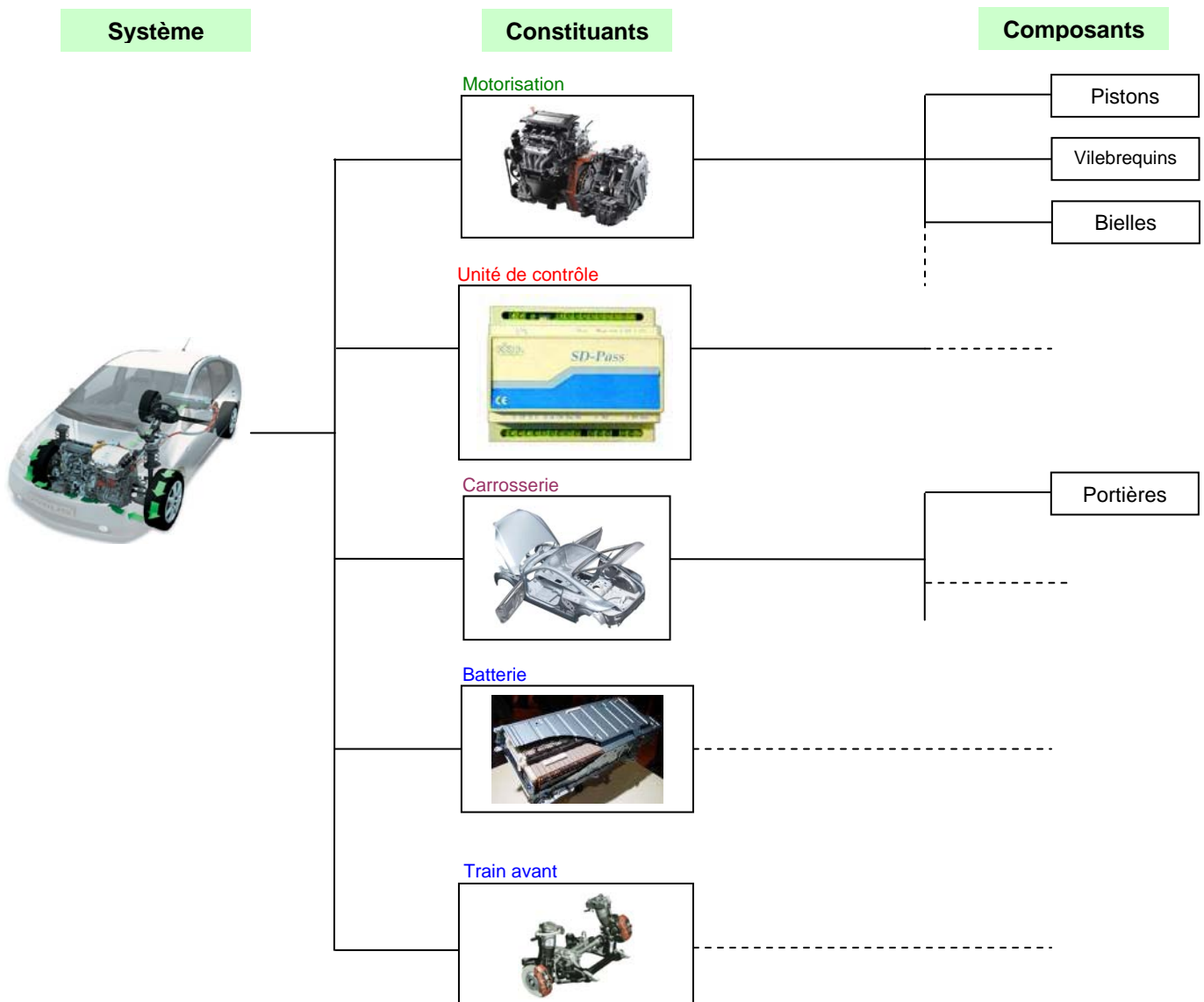
Un système regroupe des constituants ayant chacun un rôle à remplir au sein du système.

- Un constituant regroupe généralement un ensemble de composants.
- Un composant est le plus petit élément à la base du constituant ou du système ; une vis, un circuit intégré, etc.... sont des composants que l'on ne peut pas fractionner sans les détruire.

**Exemple ➔ Quelques constituants et composants de la TOYOTA PRIUS**

De part son architecture complexe, la Prius peut être considérée comme un système structuré en un certains nombres de constituants :

- Motorisation
- Unité de contrôle
- Carrosserie
- Alimentation électrique





### 3. LES FONCTIONS DE SERVICE:










- Une fonction de service est l'action d'un produit exprimée exclusivement en termes de finalité.
  - Une fonction est formulée par un verbe à l'infinitif suivi de un (ou plusieurs) complément(s).
  - La formulation de la fonction doit être **indépendante des solutions susceptibles de la réaliser**.
- Pour satisfaire le besoin d'un client, un produit doit souvent rendre plusieurs services et donc assurer plusieurs fonctions : ce sont **les fonctions de services (FS)**.
- Pour identifier les fonctions de service d'un produit, on utilise un outil de description appelé « **graphe des interactions** » ou plus communément « **diagramme pieuvre** » qui permet :
  - D'identifier **l'environnement du produit** dans une situation donnée (éléments du milieu extérieur en contact réel avec le produit), c'est-à-dire les interacteurs.
  - D'établir les **relations** entre le produit et son environnement, c'est-à-dire **les interactions** (qui traduisent les fonctions de service).

#### **Exemple** ➔ **Quelles sont les relations d'une automobile avec son environnement ?**

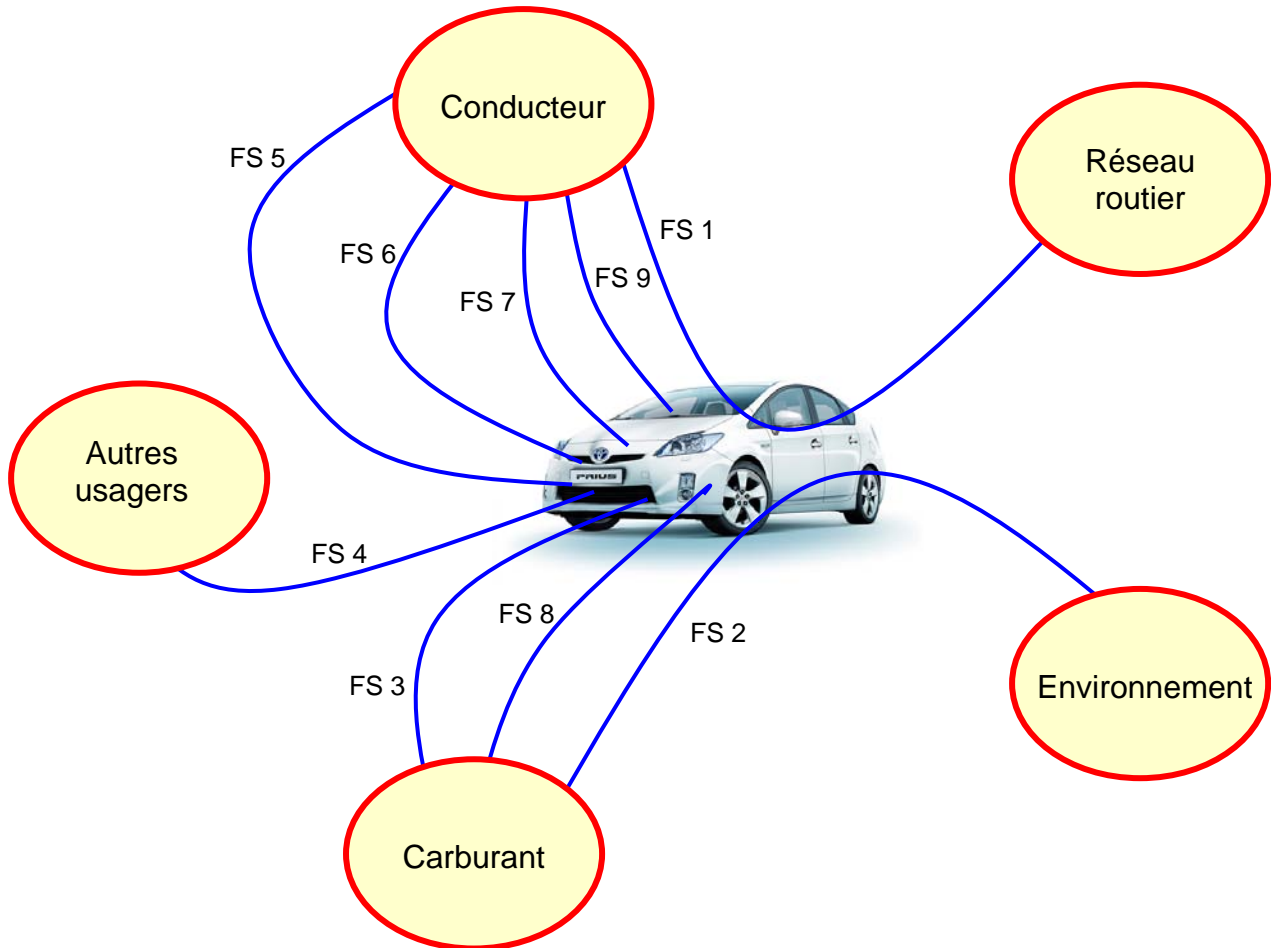
On se place en situation normale d'utilisation (situation de roulage).

La voiture est en relation directe avec certaines composantes du milieu extérieur ou établit une relation entre deux composantes du milieu extérieur.

- Les fonctions de service sont :

Illustration	Code	Intitulé de la fonction
	FS1	Déplacer le conducteur
	FS2	Respecter l'environnement
	FS3	Avoir une autonomie suffisante
	FS4	Respecter les autres usagers et se faire respecter des autres usagers
	FS5	Sécuriser le conducteur
	FS6	Etre agréable à l'œil
	FS7	Avoir un prix raisonnable
	FS8	Résister aux agressions du milieu ambiant (pluie, neige, etc.)
	FS9	Etre confortable

➤ Graphes des interactions ou diagramme « pieuvre » de la Prius II



3.1 Comment distinguer les différentes fonctions ?

a) Classement par importance

- Les **fonctions de services** peuvent être classées selon leur importance :
- Les fonctions **principales FP** justifient l'existence du produit.

**Une fonction principale (FP) est représentée par une relation entre deux éléments du milieu extérieur par l'intermédiaire du produit.**

- Les fonctions **contraintes FC** limitent la liberté du concepteur.

**Une fonction contrainte (FC) est représentée par une relation entre le produit et un élément du milieu extérieur. La sécurité, le respect des normes ou de lois, etc. constituent autant de limites à la liberté du concepteur.**

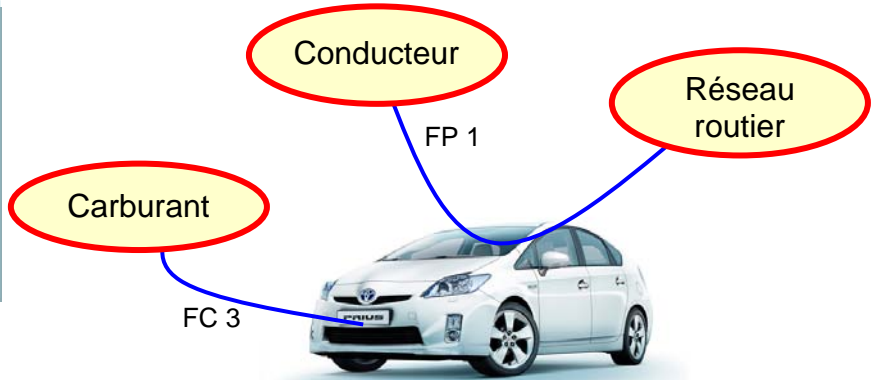
- La fonction pour laquelle le produit a été créé est une fonction principale particulière appelée **fonction de base**.



**Exemple** → Les fonctions principales et contraintes d'une automobile

Un véhicule doit bien sûr, permettre de « **déplacer le conducteur** ». Cette fonction met en relation le « conducteur » et le « réseau autoroutier ».

FS1 est une **fonction principale (FP)** puisqu'elle justifie l'existence du produit.



La fonction de base d'une automobile est : « FS1 déplacer le conducteur »

FS1 devient FP1 (fonction principale et fonction de base)

FS3 devient FC3 (fonction contrainte)

« Consommer peu de carburant » est un argument de vente primordial qui impose aux constructeurs certaines obligations (comme l'amélioration des motorisations, etc.)

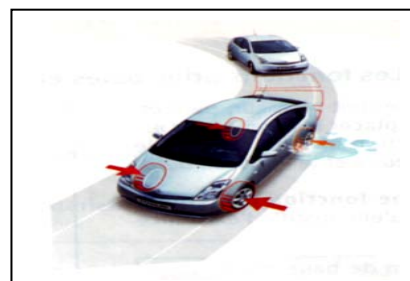
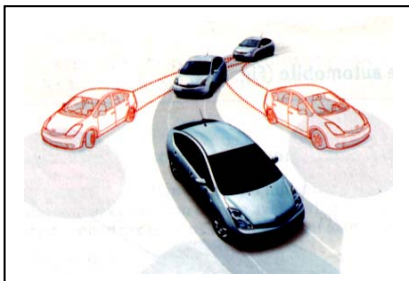
Cette obligation met directement en relation le véhicule et le carburant.

FS3 est une fonction contrainte (FC) puisqu'elle limite la liberté du concepteur.

**b) Classement par nature**

- Les fonctions de services peuvent également être classées par **nature** :
  - Les fonctions **d'usage FU** liés à l'utilisation du produit ;
  - Les fonctions **d'estime FE** qui ont un impact affectif sur l'utilisateur (esthétique,...)
- Les fonctions définies permettent au client d'apprécier la valeur (d'usage ou d'estime) qu'il attribue au produit et pour lesquelles il est prêt à un sacrifice pécuniaire.

**Exemple** → Les fonctions d'usage et d'estime d'une automobile



« Aider le conducteur à conserver la maîtrise du véhicule » est une **fonction d'usage**.

« Avoir un profil stylisé, des formes très actuelles, des lignes élancées et agréables au regard » est une **fonction d'estime**.



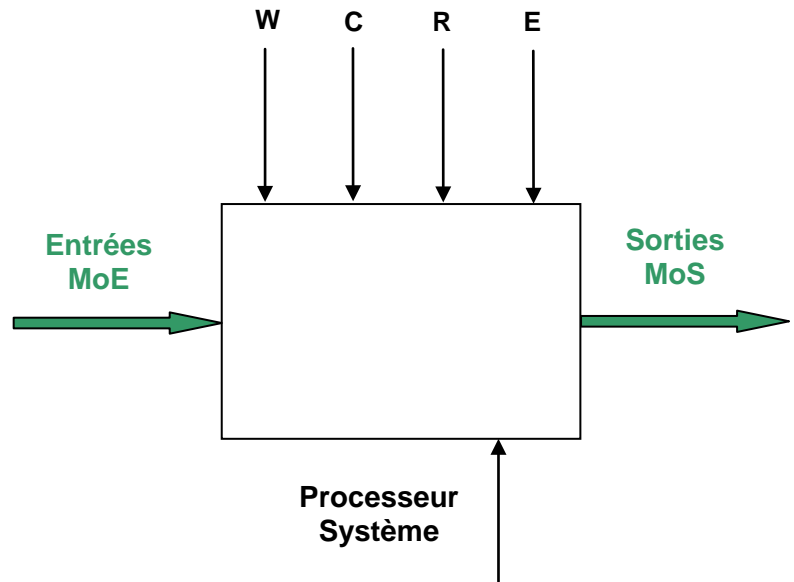


### 4. La Méthode SADT (Structured Analysis and Design Technic)

Un diagramme appelé **diagramme d'activité** (ou actigramme) présente les divers échanges, appelés « flux », du système avec son environnement.

- La frontière du système est représentée par un rectangle encadrant la fonction globale.
- Des flèches horizontales marquent les **flux** (entrées-sorties) des matières d'œuvre sur lesquelles le système agit. Une matière d'œuvre peut être un produit matériel, une énergie ou une information.

La modification de l'état d'une **matière d'œuvre** entre l'entrée et la sortie peut être liée à la forme (transformation), à l'espace (déplacement) ou au temps (stockage) ; Cette modification est appelée « **valeur ajoutée** ».



$$\text{Valeur ajoutée} = \text{MoS} - \text{MoE}$$

- Au dessus du rectangle sont précisées différentes données de contrôle qui entrent dans le système pour provoquer ou modifier la mise en œuvre de la fonction :

**W** : données énergétiques

**R** : données de réglage

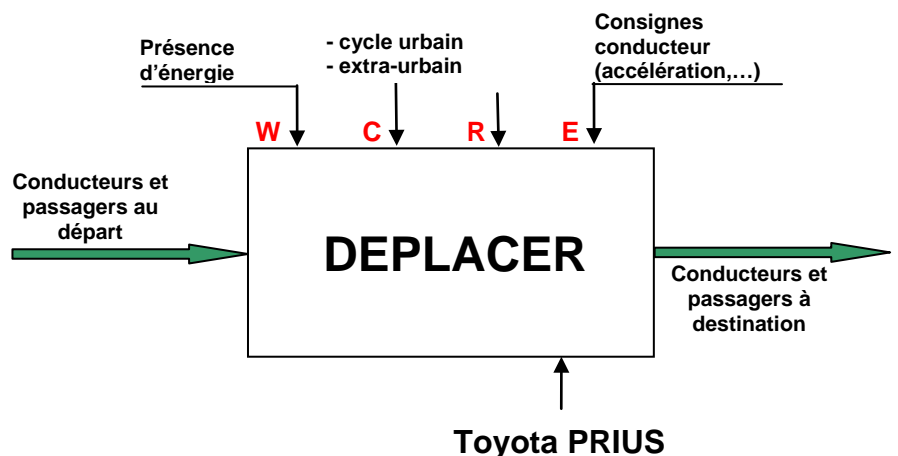
**C** : données de configuration

**E** : données d'exploitation

- En dessous du rectangle est indiqué le système étudié qu'on appelle aussi processeur.

#### Exemple → Actigramme de la Toyota Prius

En utilisation normale, la Toyota Prius assure le déplacement de ses occupants d'un lieu à un autre. Le conducteur réagit en fonction des autres usagers de la route. Le carburant fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement qui engendre inévitablement une pollution sonore et atmosphérique.





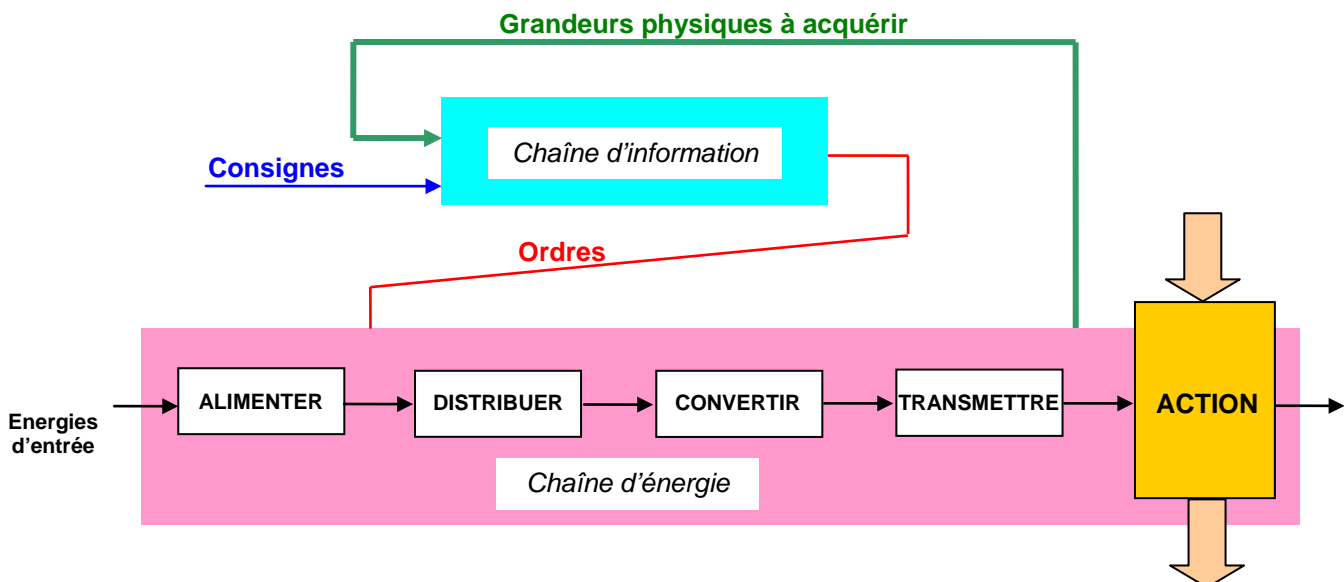
## 5. La Chaîne d'énergie

- Pour assurer leurs fonctions, beaucoup de produits présentent une architecture commune nécessitant une **alimentation** en énergie, qu'ils doivent **distribuer** et **convertir** avant de la **transmettre**.

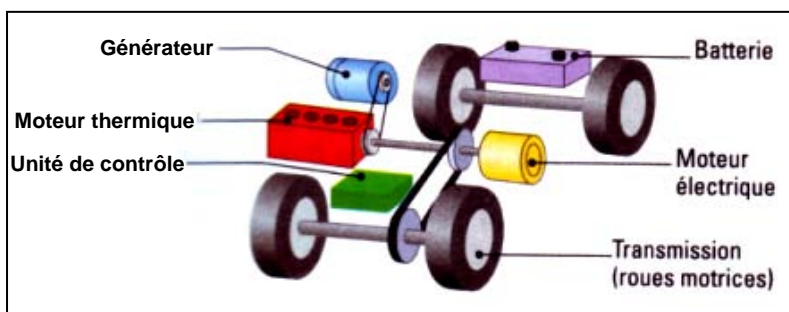
**Alimenter, distribuer, convertir, transmettre sont les quatre maillons essentiels de ce que l'on appelle la chaîne d'énergie.**

La chaîne d'énergie est chargée d'apporter en bonne quantité et sous la forme adaptée, avec un minimum de perte, au bon endroit et au bon moment, l'énergie nécessaire à l'action voulue.

- Architecture et chaîne d'énergie d'un produit

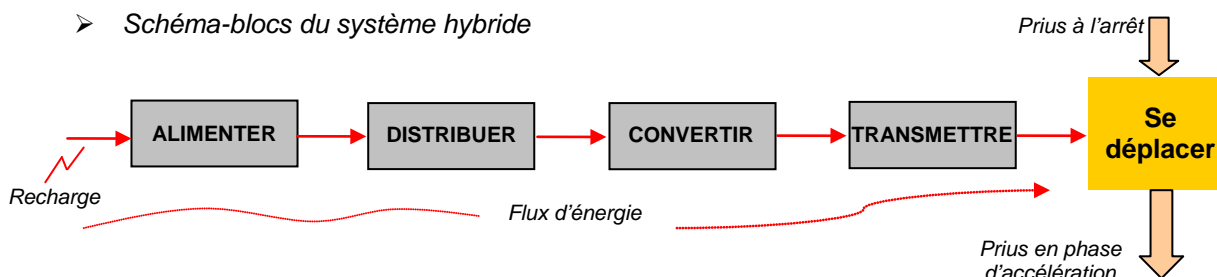


### Exemple → Chaîne d'énergie de la Toyota Prius en phase de démarrage



En phase de démarrage, la Prius puise exclusivement son énergie dans la batterie. En ajustant la tension, l'unité de contrôle fait le lien vers le moteur électrique qui entraîne la voiture grâce à la transmission.

- Schéma-blocs du système hybride



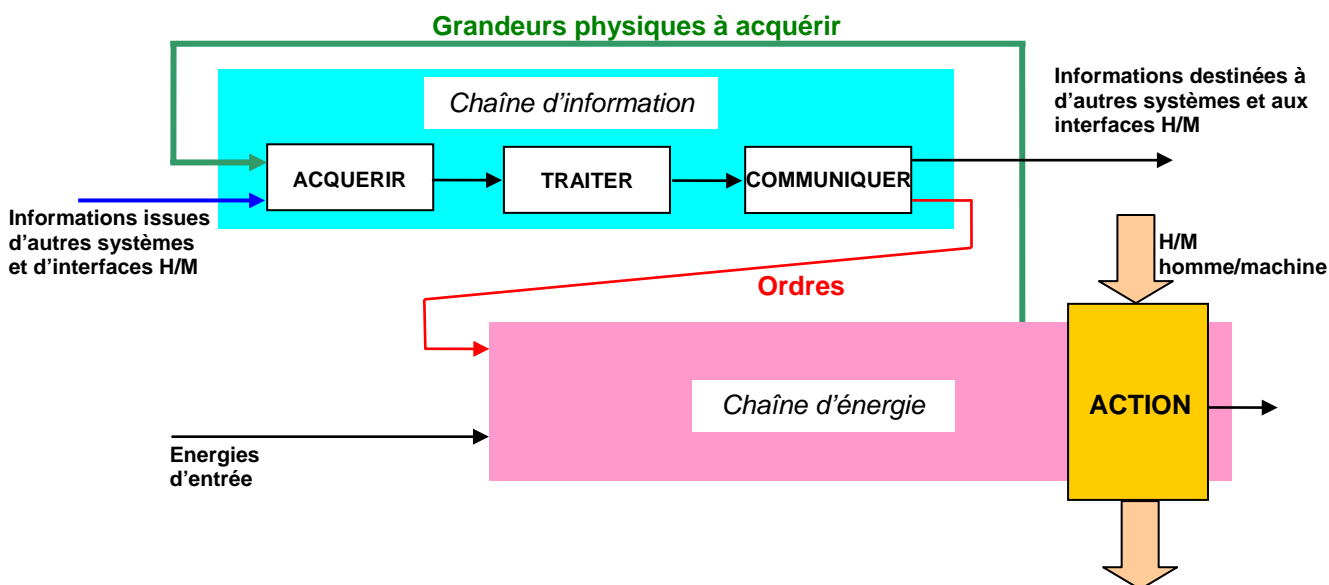


### 6. La Chaîne d'information

- La tendance des produits à se complexifier est naturelle : progrès technologiques et soucis permanent de l'homme de se soulager des tâches pénibles ou répétitives conduisent souvent à l'automatisation des produits. Une **chaîne d'information** doit alors être associée à la chaîne d'énergie.

**Acquérir, traiter, communiquer sont les trois maillons de la chaîne d'information, chargée de piloter avec le maximum d'efficacité la chaîne d'énergie, à partir de grandeurs physiques acquises sur celle-ci, et de consignes données par l'utilisateur.**

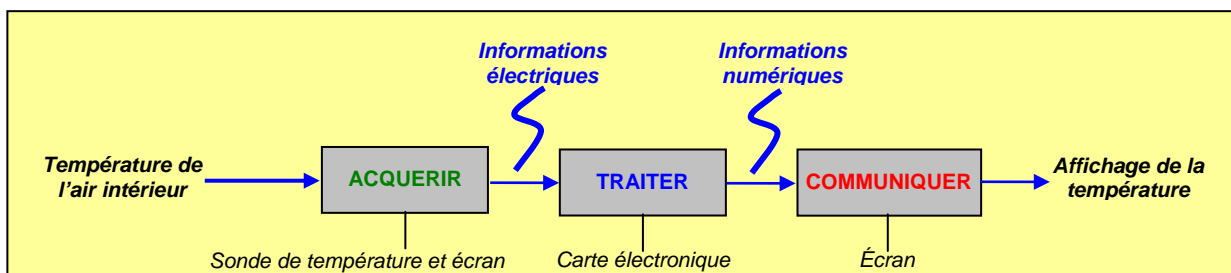
- Par ses informations sortantes, la chaîne d'information rend compte du **fonctionnement** du système.



#### Exemple ➔ Chaîne d'information de la climatisation de la Toyota Prius



Véritable outil de dialogue « homme-machine », l'écran tactile permet au conducteur de la Prius d'observer le flux d'énergie décrit précédemment. Il permet également la commande des systèmes audio, de téléphonie, de navigation par satellite et de climatisation. Cette dernière est automatique : elle régule la température au degré près. Un capteur (sonde de température) recueille la température de l'habitacle, la mise en marche du système de climatisation est ordonnée si un écart est constaté avec la température consignée par le conducteur.





## 7. Diagramme de décomposition fonctionnelle des produits techniques

- Un diagramme appelé FAST (Function Analysis System Technic) présente une traduction rigoureuse de chacune des fonctions de service en fonction(s) technique(s), puis matériellement en solution(s) constructive(s).
- Le diagramme FAST se construit de gauche à droite, dans une logique du pourquoi au comment.
  - Grâce à sa culture technique et scientifique, l'ingénieur développe les fonctions de services du produit en fonctions techniques. Il choisit des solutions pour construire finalement le produit.
  - De la droite vers la gauche, la lecture du FAST permet de retrouver les fonctions qu'assure une solution.



# ANALYSE FONCTIONNELLE

**Exemple** → Chaîne d'information de la climatisation de la Toyota Prius

