

ETUDE DES SYSTEMES PLURITECHNIQUES

ANALYSE DU BESOIN – ANALYSE FONCTIONNELLE

ANALYSE FONCTIONNELLE EXTERNE : il s'agit d'une analyse qui part du besoin pour définir les fonctions attendues d'un produit. Lors de cette analyse, le produit n'existe pas encore, à fortiori aucune solution n'est envisagée. On se place du point de vue du client.

I – Le produit : histoire d'un besoin

1. Le besoin

Dans la société d'aujourd'hui, les individus sont amenés à acheter des **PRODUITS**, pour réaliser un **rêve**, satisfaire une **envie** ou pour répondre à un **BESOIN**.

Les entreprises réalisent donc des produits pour satisfaire le besoin du client. Le client sera content si le produit qu'il achète satisfait son besoin.

Au cours du **temps** les besoins évoluent : de "répondre à une conformité d'usage (1960)", en passant par "répondre à une conformité de coût (1980)" ou encore "répondre à une exigence d'innovation (1980-1980)", les besoins se tournent aujourd'hui vers une exigence d'environnement.

Cette évolution des besoins va de pair avec l'évolution des produits, des processus de fabrication des produits... L'entreprise doit anticiper ces évolutions.



Dictionnaire : "Un besoin est une exigence qui naît de la nature, de la vie sociale ou économique".

NF X50 – 150 : "Un besoin est une nécessité, un désir éprouvé par un utilisateur".

Le **besoin** doit être exprimé (pas facile), il est souvent latent, suscité (société de consommation...), il peut être imposé (normes, lois...). L'analyse du besoin va permettre de caractériser le besoin, pour rédiger le cahier des charges fonctionnel.

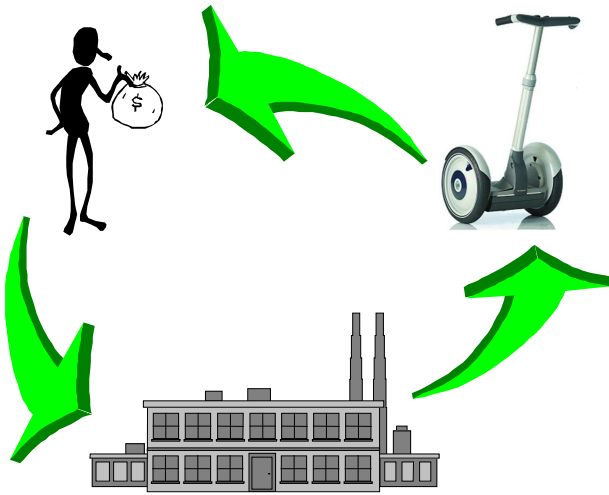
2. Le produit

Un **produit** est une réalisation de l'homme, il n'est pas le fruit de la nature : il a été imaginé et réalisé pour satisfaire un besoin de l'homme (*exemple : une loi, un tableau, une voiture...*).

Un produit peut être :

- Un objet ;
- Un processus ;
- Un service.

On se limitera dans ce cours à l'analyse des produits industriels, c'est-à-dire aux produits qui sont le fruit de l'activité d'homme au sein d'un groupe socialement organisé pour cette réalisation et soumis aux impératifs des techniques et des coûts.



Dans un contexte industriel, le client achète le produit réalisé par l'entreprise.

Cependant, le client n'a pas de relation avec l'entreprise sinon au travers du produit qu'il se procure, et des attentes qu'il peut avoir.

Le **produit** est bien au cœur de la boucle.

II – Expression du besoin

1. Besoin exprimé – Besoin Caractérisé

Le client rêve en dehors de toutes contraintes, les enquêtes, les prototypes, l'analyse de la concurrence permettent aux groupes « produits » d'exprimer le besoin du client potentiel : c'est le **besoin exprimé**. Cette première étape est *l'expression du besoin*.

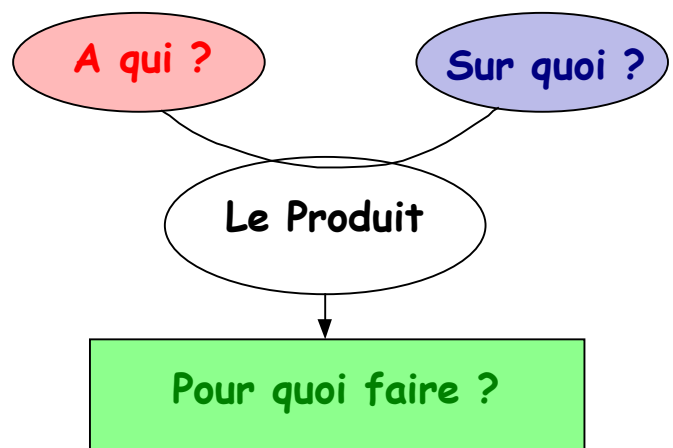
L'analyse du besoin est une méthode qui contribue à la caractérisation du besoin c'est-à-dire la détermination de la grandeur mesurable qui va être modifiée par l'utilisation du produit : c'est le **besoin caractérisé**. De plus, l'analyse du besoin peut générer l'innovation :

“Ce qu'un homme a rêvé, un homme peut le faire.” Jules Verne

2. Graphe des prestations – "bête à cornes"

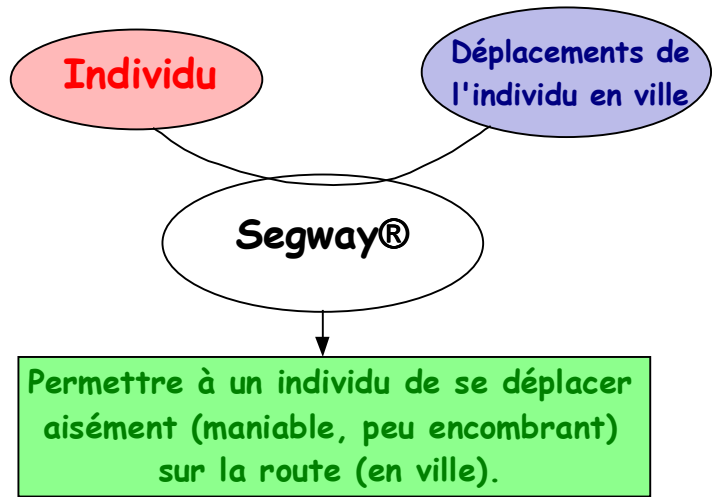
La méthode d'expression du besoin repose sur trois questions :

- **A qui** le produit rend-il service ?
À celui qui l'utilise : le client utilisateur
- **Dans quel but** ?
Pour satisfaire le besoin exprimé
- **Sur quoi** le produit agit-il ?
Sur l'état d'une matière d'œuvre



Le graphe des prestations est le schéma normalisé de l'expression du besoin

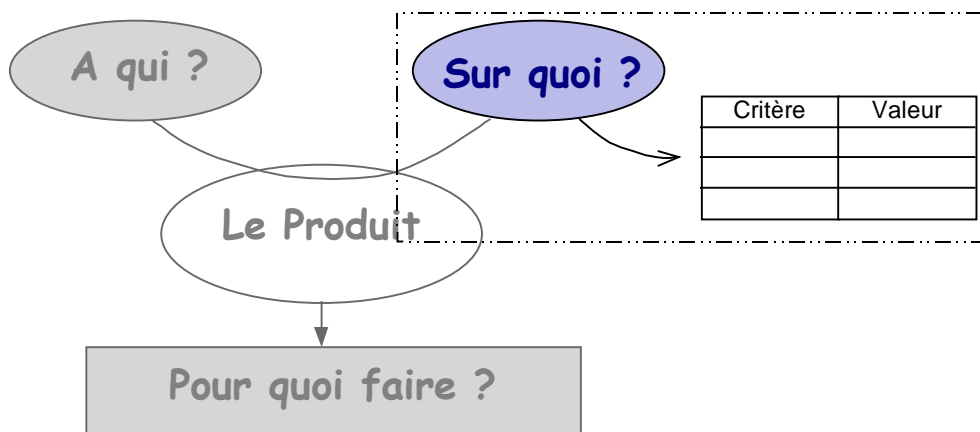
Le **produit** rend service au **client** en agissant sur la **matière d'œuvre** pour **satisfaire le besoin**. La satisfaction du produit est générée par la modification de l'état d'une matière d'œuvre.

Exemple : Le Segway**3. Caractérisation du besoin**

L'expression du besoin n'est pas suffisante, l'étape suivante est la caractérisation du besoin : il s'agit de qualifier et quantifier. La caractérisation précise les grandeurs mesurables liées à la matière d'œuvre.

Qualifier : c'est identifier et exprimer le phénomène physique sur lequel le produit va agir et qui va générer la satisfaction du client (la matière d'œuvre).

Quantifier : il s'agit de préciser la métrique qui va permettre d'appréhender l'effet du produit sur le phénomène et de donner le seuil de satisfaction du client. On définit un critère (grandeur physique Mesurable) et on précise une valeur c'est-à-dire un niveau attendu.



La caractérisation permet la validation de la satisfaction du client. Le client sera supposé satisfait lorsque le phénomène physique aura atteint ou dépassé le seuil, le niveau.

Exemple : Le Segway

Le Segway agit sur les déplacements de l'individu, les phénomènes physiques mesurables sont en particulier la vitesse du déplacement, la distance possible (en autonomie)...

Critère	Valeur
Distance en autonomie	30 km
Vitesse	De 0 à 20 km/h
...	...

Remarques :

- Une matière d'œuvre est caractérisée par plusieurs critères.
- Un même besoin exprimé peut être satisfait par la modification de différentes matières d'œuvre. Il est alors caractérisé par plusieurs bêtes à cornes.

4. Validation du besoin

Pour valider l'expression du besoin, il reste à poser trois questions complémentaires :

Pourquoi ?

Pourquoi le produit existe-t-il ? Cette question permet de valider l'effet de l'utilisation du produit sur la matière d'œuvre. Le produit existe pour faire évoluer la matière d'œuvre.

Evoluer ?

Qu'est-ce qui pourrait faire évoluer le besoin ? Afin de valider la stabilité du besoin donc de la grandeur physique qui évolue lors de l'utilisation du produit. Cette question permet d'anticiper les évolutions du besoin.

Disparaître ?

Qu'est-ce qui pourrait faire disparaître le besoin ? Cette question permet de valider la pérennité du besoin. Elle assure la pertinence de l'étude qui débute.

Conclusion : le besoin est exprimé, caractérisé et validé, on parle de **Prestation**, il est maintenant possible de procéder à l'**analyse fonctionnelle du besoin**.

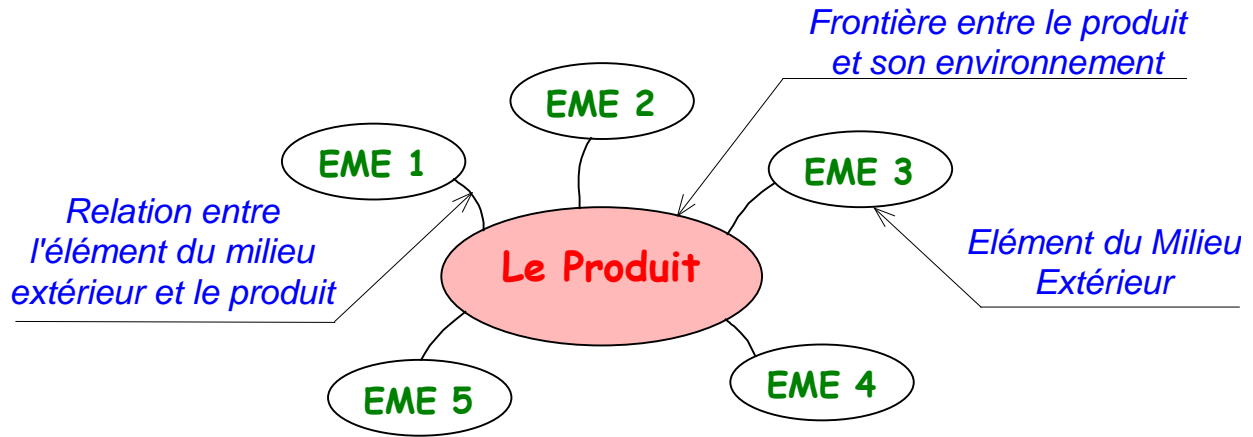
III – Analyse fonctionnelle du besoin**1. Présentation**

L'analyse fonctionnelle du besoin, permet de caractériser les **fonctions de service attendues** et générées par l'**usage** du produit.

On a vu que le besoin exprimé par le client est satisfait si lors de son utilisation le produit répond à ses attentes. Il s'agit donc d'étudier le **produit en situation d'utilisation**, dans un milieu environnant.

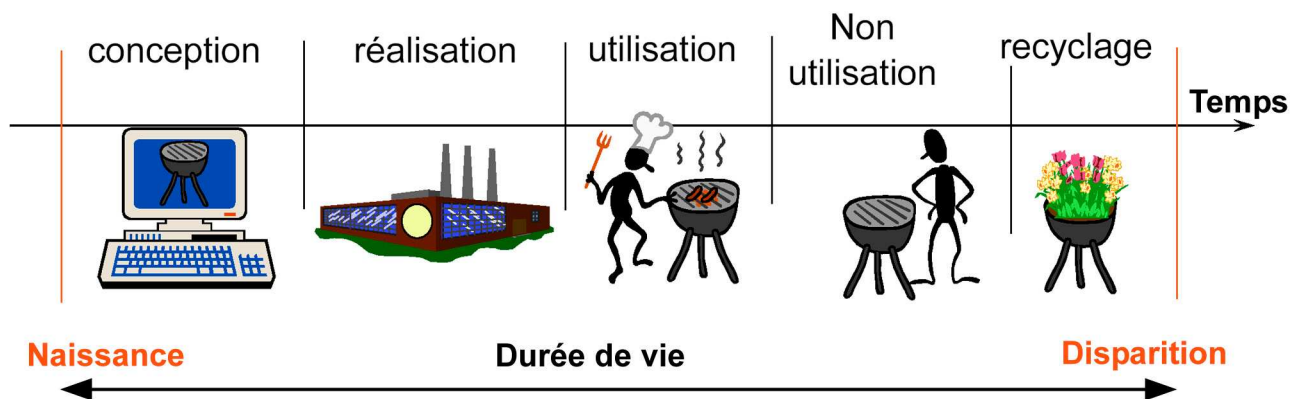
Il faut en particulier imaginer les interactions du produit avec son environnement. On considère le produit comme "générateur de services", d'où le nom de fonctions de service entre le produit et les éléments du milieu extérieur.

Conséquence : le produit (toujours au stade de concept et non de solution) est au cœur de son environnement. Cet **environnement** est constitué de tous les éléments du milieu extérieur, en relation avec le produit. **La notion de frontière est primordiale.**



2. Phases et cycle de vie du produit

Le cycle de vie d'un produit est défini par ses différentes **phases** d'utilisation. Le besoin (la prestation) est différent pour chaque phase, les éléments du milieu extérieur, et les fonctions de service changent également. *Une phase se caractérise par la stabilité des fonctions de service.*



3. Graphe des fonctions de service (ou des interacteurs), pour une phase d'utilisation

La définition des relations entre le produit et les éléments du milieu extérieur est généralement une "histoire" de spécialistes, qui "racontent" l'utilisation du produit, pour envisager toutes les interactions avec l'extérieur. On peut alors construire le graphe des interacteurs.

Les Eléments du Milieu Extérieur (EME) peuvent être de différente nature :

- Physique (relatif à des matériaux, au milieu ambiant...)
- Humain (relatif à l'ergonomie, au poids, à la maintenance...)
- Technique (relatif à la source d'énergie...)

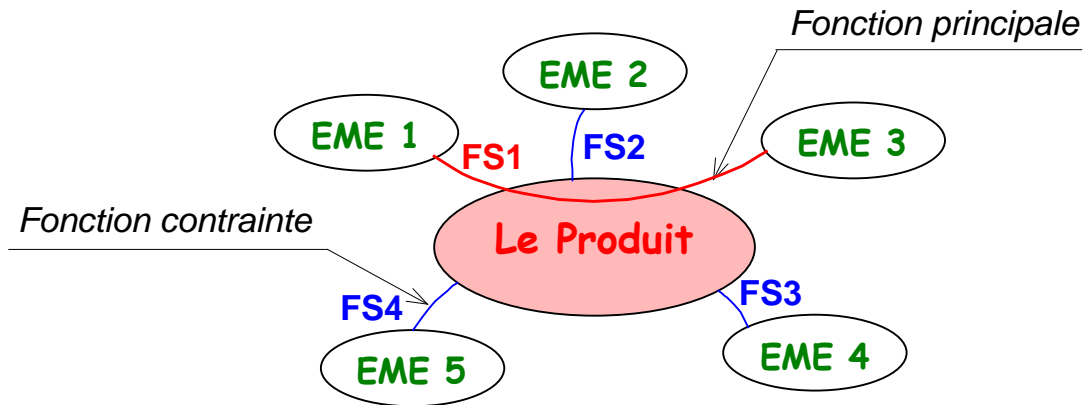
Ils sont nommés afin de pouvoir être identifiés facilement

Les relations sont les **fonctions de service** du produit.

- Relations entre deux EME par l'intermédiaire du produit : ce sont les **fonctions principales** ou **fonctions d'usage**. Elles satisfont le besoin, elles assurent la prestation.

- Relation entre un EME et le produit, ce sont des **fonctions contraintes** ou **fonctions d'adaptation**. Elles caractérisent l'adaptation et l'action du produit à l'environnement ou les contraintes de l'environnement sur le produit.

Les fonctions de services sont numérotées.



Remarque : bien que les relations ne soient pas orientées, on peut distinguer :

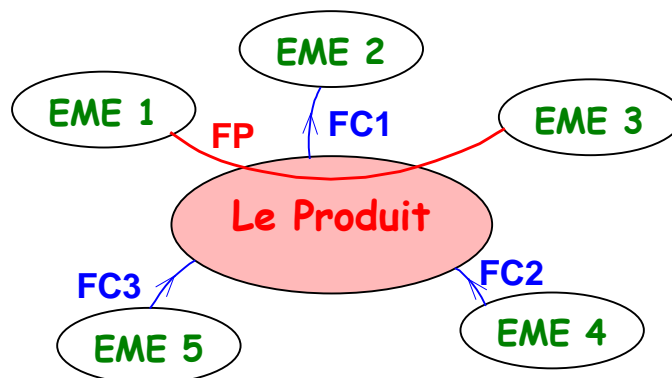
- les relations qui indiquent que le produit modifie l'état de l'EME ;
- les relations qui indiquent que le produit est modifié par l'EME ;

Ainsi par exemple :

FP : le **produit** permet à l'**EME 1** de modifier l'état de l'**EME 3** ;

FC1 : le **produit** modifie l'état de l'**EME 2** ;

FC2 (FC3) : le **produit** est modifié par l'**EME 4** (l'**EME 5**) ;



La formulation des fonctions de service est normalisée : un verbe ou un groupe verbal pour caractériser l'action ; des compléments représentant les éléments du milieu extérieur concernés.

La Norme dit (NF X 50 - 150)

"Une fonction est l'action d'un produit exprimé exclusivement en terme de finalité"

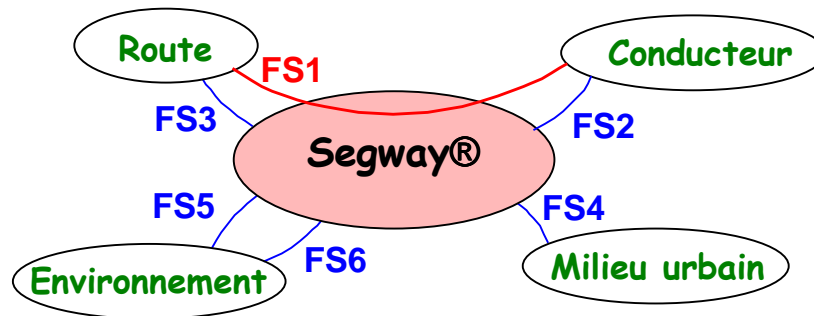
→ La formulation doit être indépendante des solutions susceptibles de la réaliser.

"Une fonction de service est l'action attendue d'un produit (ou réalisée par lui) pour répondre à un élément du besoin d'un utilisateur donné"

- Il faut souvent plusieurs fonctions de service pour répondre à un besoin ;
- Les fonctions de service comprennent les fonctions d'usage (partie rationnelle du besoin) et les fonctions d'estime (partie subjective du besoin)

Remarque importante : le graphe des interacteurs est établi pour une phase d'utilisation, au cours de la durée de vie d'un produit, il y aura donc autant de graphes que de phases.

Exemple : Le Segway®



FS1 : Permettre au conducteur de se déplacer aisément sur la route (en ville).

FS2 : Donner au conducteur une sensation de stabilité

FS3 : Rester insensible aux perturbations provenant de la route

FS4 : Rester manœuvrable dans la circulation

FS5 : Etre peu encombrant

FS6 : Contribuer au respect de l'environnement

4. Caractérisation des fonctions de service attendues

Comme pour le besoin, il faut maintenant caractériser les fonctions de service :

Qualifier par des mots les critères de performance de l'action décrite par le verbe. Il s'agit d'identifier la grandeur physique qui évolue, et de préciser le critère qui va permettre son évaluation.

Quantifier pour chaque critère le niveau de performance et les limites d'acceptabilité.

La Norme (NF X 50 - 150)

FONCTION	CRITERES	NIVEAUX	FLEXIBILITE		
			Classes	Limites d'acceptation	Taux d'échange

Critère : caractère retenu pour apprécier la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte respectée ;

Niveau : grandeur repérée sur une échelle adoptée pour un critère d'appréciation d'une fonction ;

Flexibilité : ensemble d'indications exprimées par le demandeur sur les possibilités de moduler le niveau recherché pour un critère d'appréciation ;

Classe de flexibilité : indication littérale placée auprès d'un niveau d'un critère d'appréciation, permettant de préciser son degré de négociabilité ou d'impérativité ;

Limites d'acceptation : niveau de critère d'appréciation au-delà duquel le besoin est jugé non satisfait.

Taux d'échange : rapport déclaré acceptable par le demandeur entre la variation du prix et la variation correspondante du niveau d'un critère d'appréciation.

Le tableau usuel : usuellement on précise la "Valeur" = "Niveau + Limite", pour un tableau simplifié. Voir exemple ci-après.

Exemple : Le Segway®

FONCTION DE SERVICE	CRITERE	NIVEAU	
FS4 : Rester manœuvrable dans la circulation	Dérapiage	Aucun	
	Basculement	Aucun	
	Rayon de virage Minimum admissible	Vitesse	Rayon minimum
		5 km/h	0,5 m
		10 km/h	2,5 m
		20 km/h	10 m

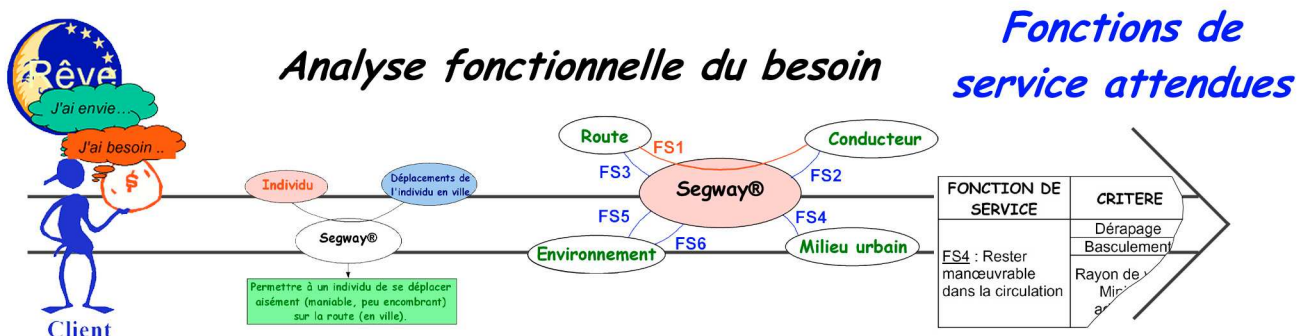
Remarques :

les éléments du milieu extérieur doivent aussi être caractérisés, à l'aide de critères et de niveaux.

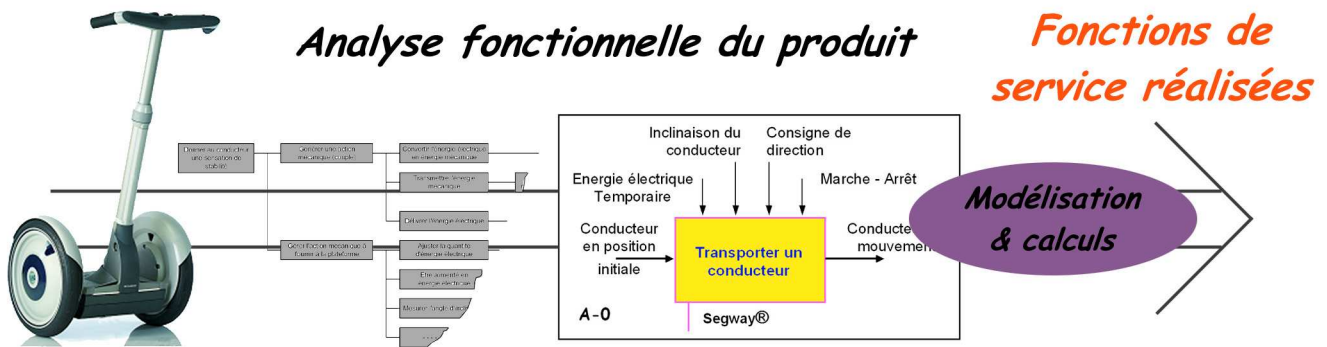
Comme pour le besoin, les fonctions de service sont ensuite validées :

5. Conclusion : cahier des charges fonctionnel

Le **Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF)** représente l'ensemble des graphes des fonctions de service caractérisées, ainsi que les caractéristiques des Eléments du Milieu Extérieur, et ce pour chaque phase du produit, de la naissance jusqu'au recyclage.



ANALYSE FONCTIONNELLE INTERNE : il s'agit cette fois de l'étude des fonctions de service réalisées (et non plus attendues) à partir des solutions techniques proposées par l'entreprise pour réaliser le produit. On se place du point de vue de l'exploitant ou du concepteur.



IV – Outil graphique FAST : Function Analysis System Technic

1. Fonctions de service et fonctions techniques

Chaque fonction de service est obtenue à l'aide de fonctions techniques. Ces fonctions techniques font appel à des solutions techniques. Lors de la conception d'un produit, il est ainsi nécessaire de confronter les fonctions de service réalisées, avec les fonctions de service attendues pour répondre au besoin exprimé.

2. L'outil graphique

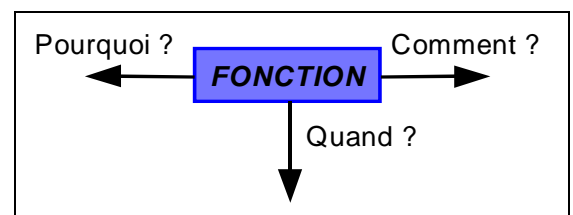
La méthode F.A.S.T. est un outil graphique qui permet de détailler les fonctions techniques et les solutions associées. Organisé de la gauche vers la droite, partant d'une fonction de service, le diagramme F.A.S.T. recense toutes les fonctions techniques et pour finir il présente les solutions technologiques définies.

Il est basé sur une méthode interrogative : pour chaque fonction technique indiquée dans un rectangle on doit pouvoir trouver autour les réponses aux questions définies ci-dessous.

Pourquoi une fonction doit-elle être assurée ?

Comment cette fonction doit-elle être assurée ?

Quand cette fonction doit-elle être assurée ?

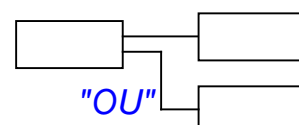
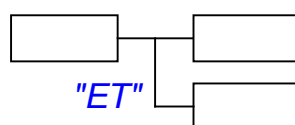


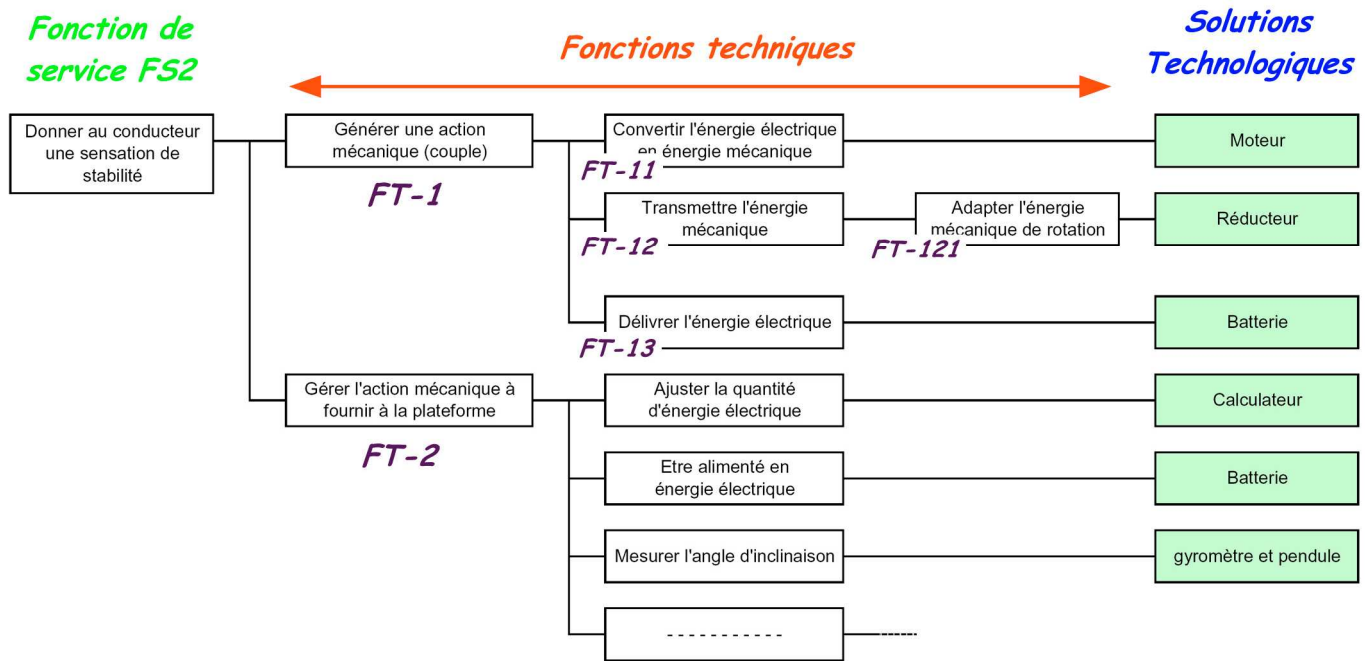
Les règles de syntaxe sont les suivantes :

Les nombres de lignes et de colonnes ne sont pas fixés, ils dépendent du système.

La rubrique **Quand** n'est généralement pas spécifiée, pour une description fonctionnelle.

Pour la question "**Comment ?**" il y a généralement plusieurs éléments de réponse, deux possibilités sont alors prévues :

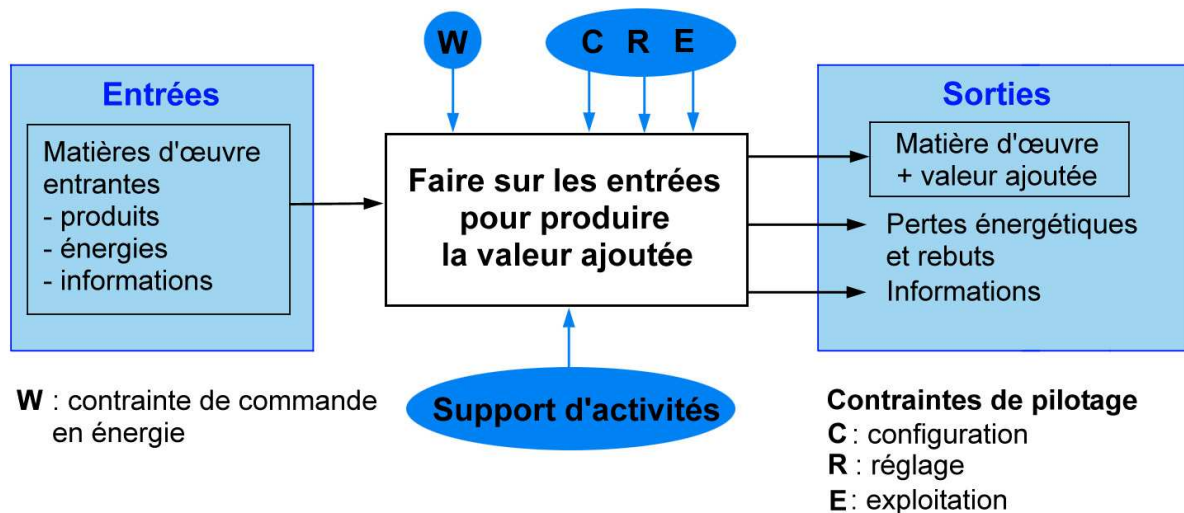


Exemple : Le Segway® (F.A.S.T. partiel)**V – Outil graphique SADT : Structured Analysis & Design Technic***(Design : conception)*

Il s'agit d'un outil d'analyse descendante d'un système, qui permet une étude progressive : du global, vers le détail. La méthode appliquée industriellement est un outil de communication entre des personnes d'origines différentes. Il permet la description dans un langage commun, c'est la vision de synthèse qu'ils ont d'un même projet.

La méthode SADT est une méthode graphique qui part du général pour aller au particulier. Elle permet de décrire des systèmes où coexistent des flux de matières d'œuvre (produits, énergies et informations). Elle s'appuie sur la mise en relation de ces différents flux avec les fonctions que remplit le système.

Le modèle de représentation prend la forme **d'Actigrammes**, rectangles basés sur les activités ou les fonctions du système.



Les actigrammes sont définis par :

Les entrées : SUR QUOI agit la fonction ?

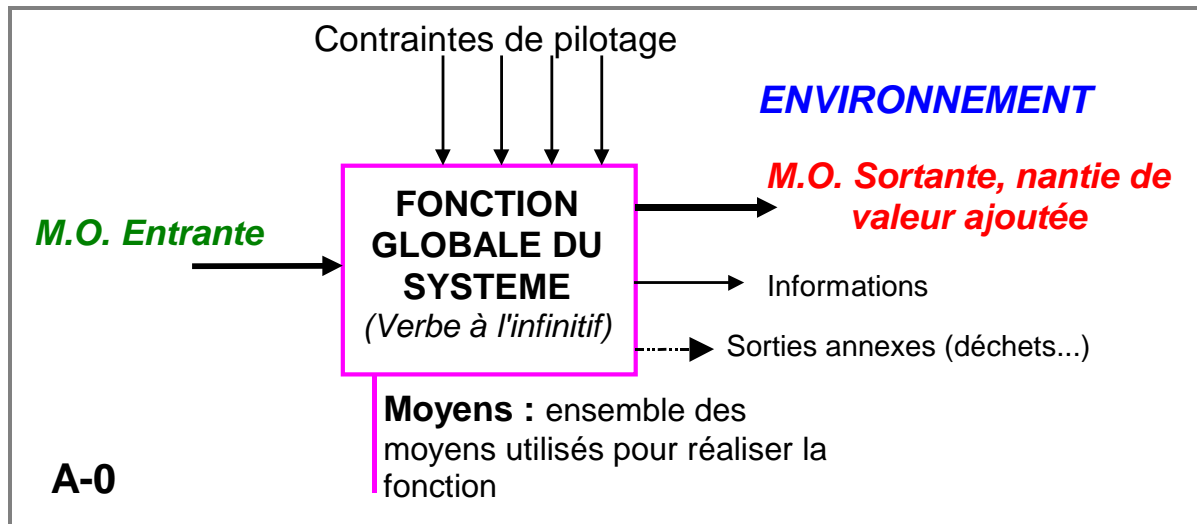
Les sorties : QUE DEVIENNENT les entrées, après réalisation de la fonction ?

Les contraintes de pilotage : éléments qui **paramètrent** et **modulent** la fonction.

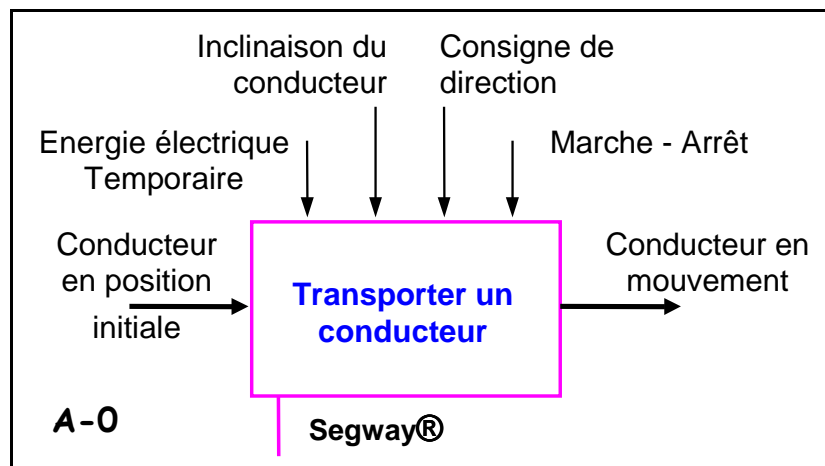
Les moyens (support d'activités) : c'est la réponse à la question : **QUI** réalise la fonction ?

La description du global vers le détail est réalisée par des niveaux hiérarchisés :

Le niveau **A-0** (le plus global) pour la **fonction globale** à l'extérieur du rectangle on trouve l'environnement, ainsi défini après avoir isolé le système ;



Exemple : Le Segway®



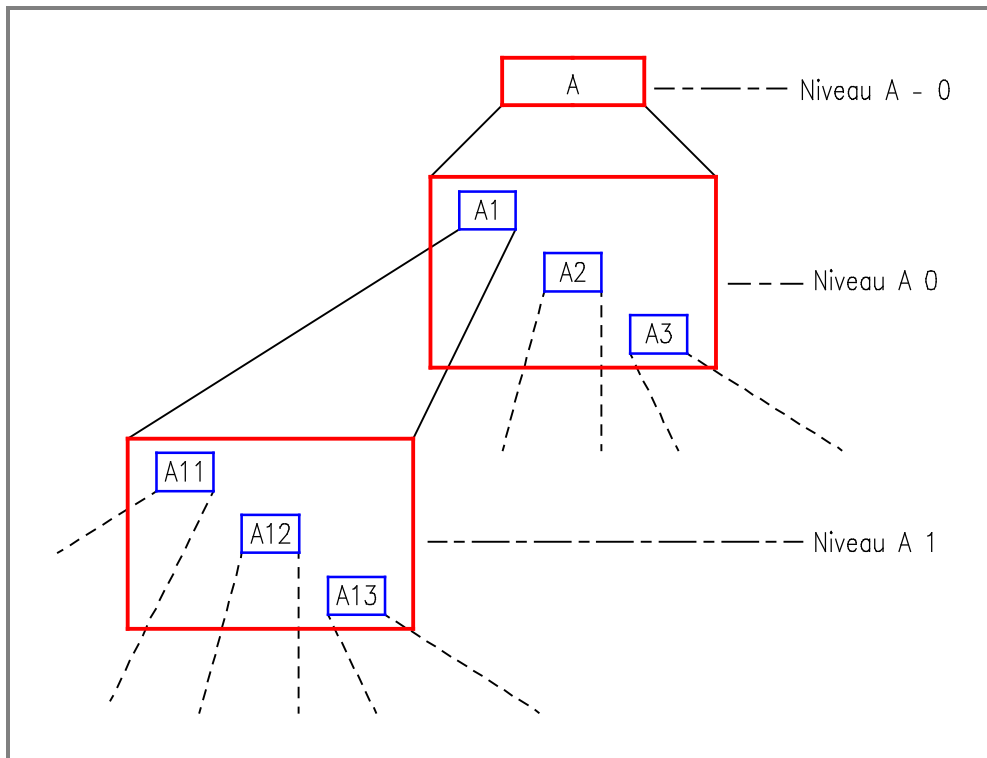
Approche détaillée :

Le niveau **A0** après décomposition de la fonction globale en **fonctions principales**, ce niveau regroupe les actigrammes **A1**, **A2**, **A3**... (il est recommandé de ne pas dépasser six fonctions principales) ;

Au-delà l'actigramme **A1** peut-être développé à un niveau inférieur regroupant **A11**, **A12**... La numérotation permet de connaître le niveau d'emboîtement.

Chaque boîte possède les éléments d'un actigramme (entrées, sorties, contraintes, moyens).

Structure des différents niveaux :

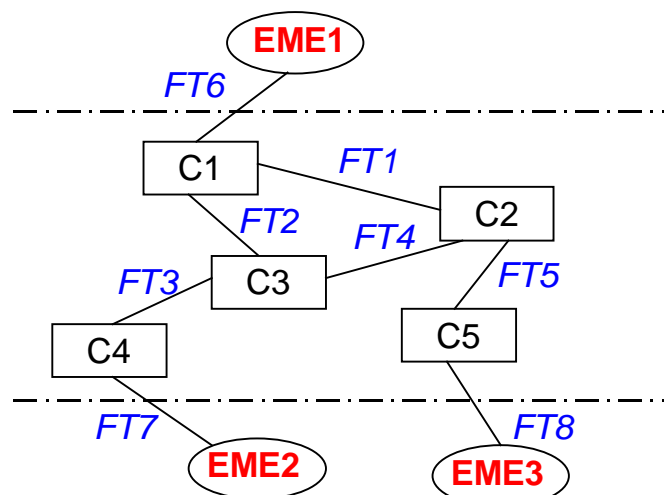
**Remarque :**

La méthode S.A.D.T. est assez lourde, elle est principalement utilisée dans le domaine du génie logiciel, et de ce fait bien adaptée à la spécification fonctionnelle de la partie commande d'un système. Elle est puissante, donc valable pour de très gros systèmes, et s'applique difficilement sur de petits systèmes ou à la description très fine des fonctions. Elle n'intègre pas l'aspect temporel.

VI – Autre outil graphique : "bloc – diagramme"

Il s'agit d'un outil d'analyse structurale qui situe les fonctions techniques réalisées entre les composants du produit (pour une phase donnée). Les éléments du milieu extérieur peuvent compléter le diagramme. Deux lignes (mixte-fin) horizontales définissent la frontière du produit.

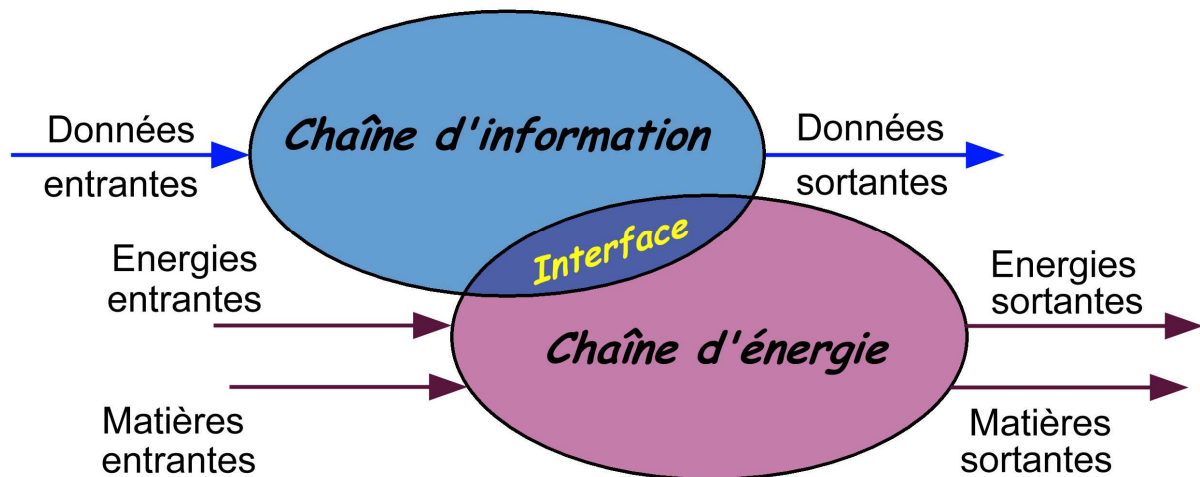
PHASE...



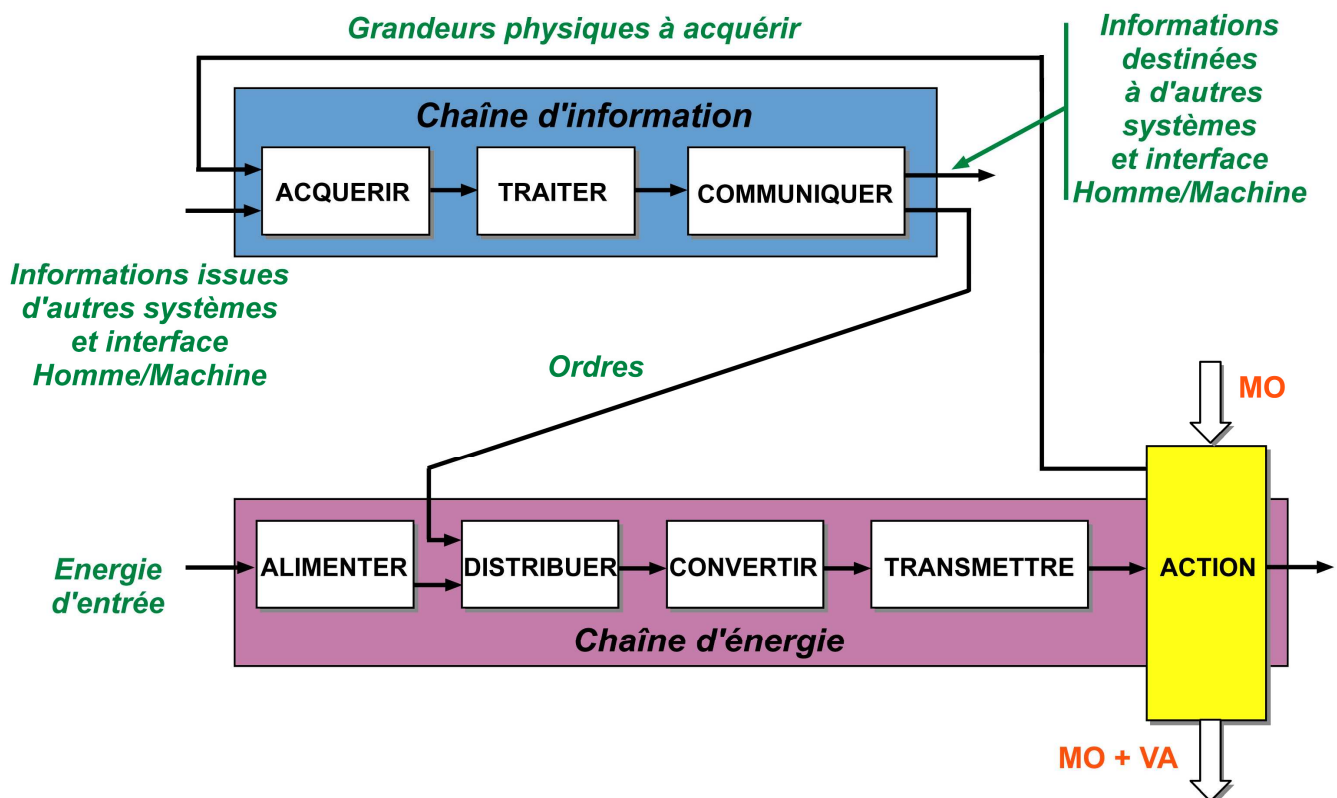
VII – Architecture fonctionnelle : Chaîne d'énergie / Chaîne d'Information

1. Architecture d'une chaîne fonctionnelle

L'étude des systèmes pluri-techniques conduit à établir l'architecture fonctionnelle d'un produit à partir des flux de **Matière – Energie – Information**, et d'en identifier les fonctions techniques génériques.

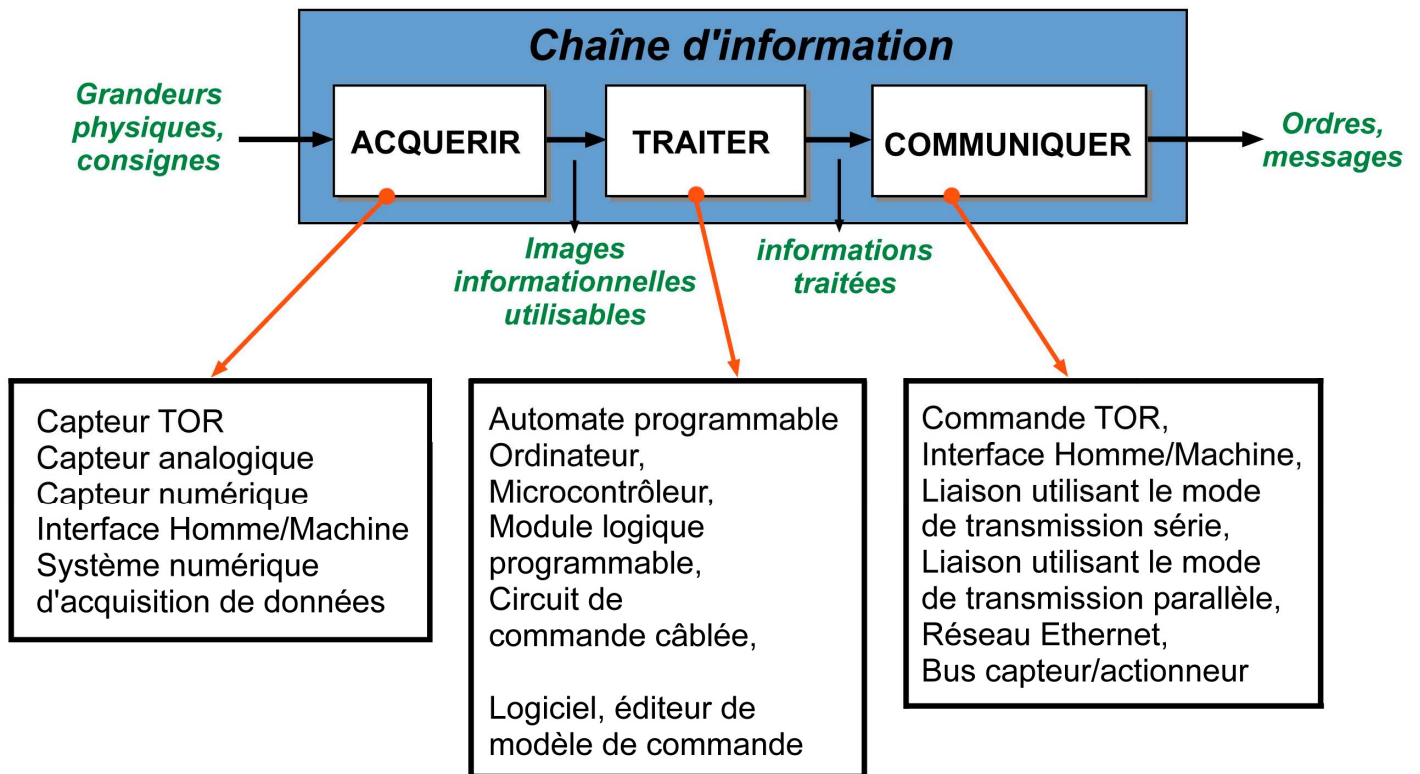


Ainsi pour chaque chaîne fonctionnelle, on peut établir un graphique tel que présenté ci-dessous.

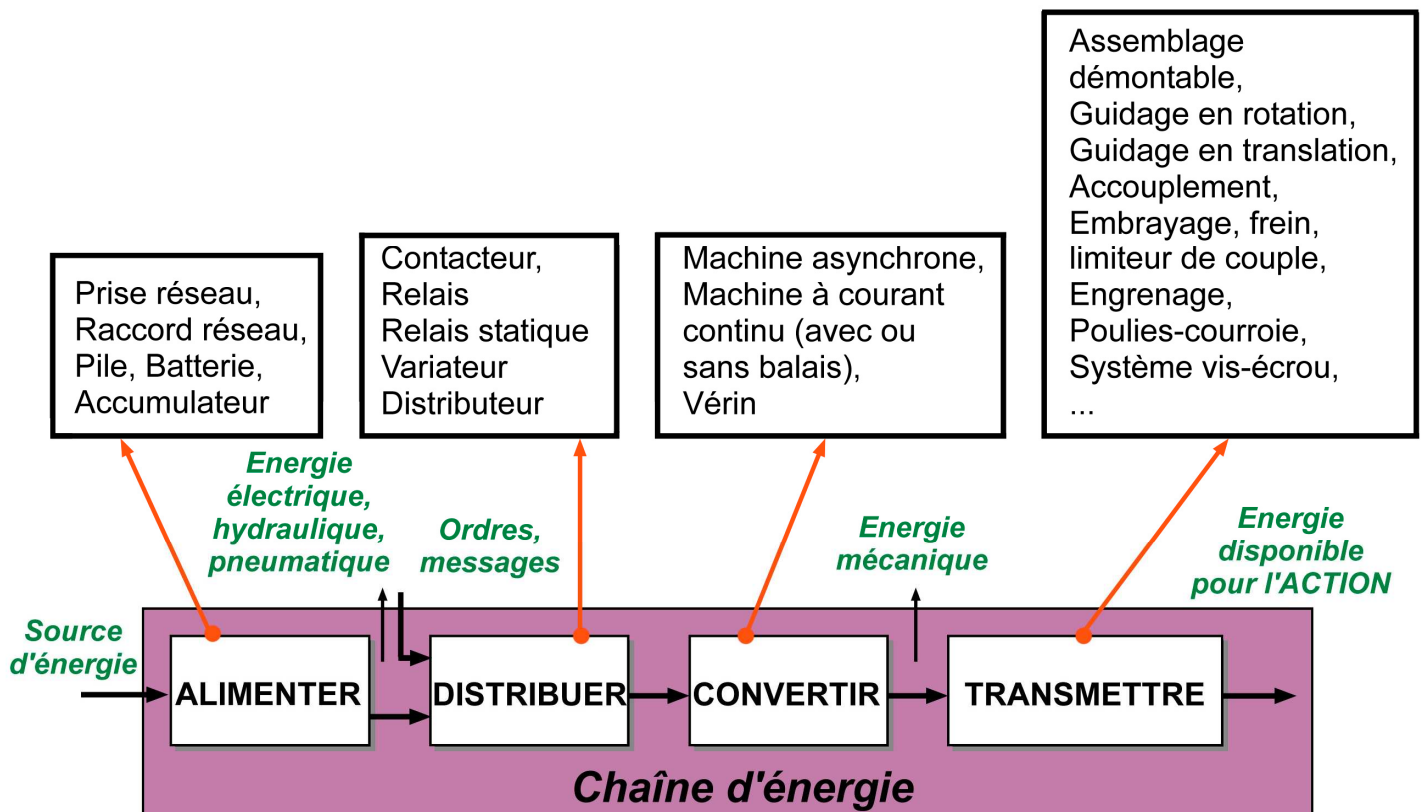


2. Composants industriels associés

Chaîne d'information



Chaîne d'énergie

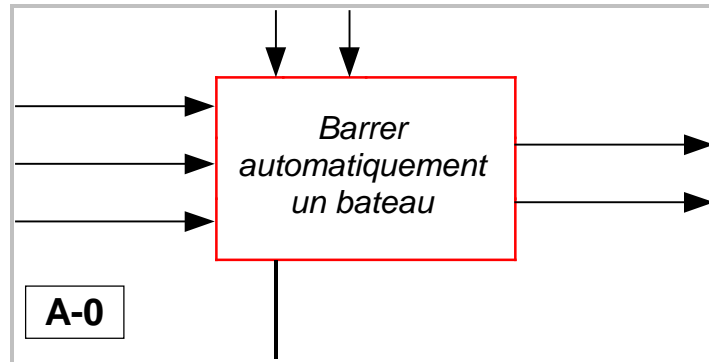


EXERCICES D'APPLICATION

Ex. 1 - Pilote Automatique de bateau

L'exercice porte sur l'analyse fonctionnelle globale du système de pilotage automatique de bateau. Le système isolé ne comprend pas la batterie qui alimente le pilote automatique. Afin de **barrer automatiquement un bateau** le pilote automatique est conçu pour *maintenir* une orientation donnée, en fonction d'une *consigne de cap*. La matière d'œuvre principale sera donc l'orientation du bateau. Pour assurer cette fonction le pilote va agir sur la position de la barre.

1. Reproduire et compléter le niveau **A-0** de l'analyse fonctionnelle S.A.D.T.



2. Etablir le niveau A0 (**figure réponse**), en recherchant au préalable les trois fonctions à réaliser pour remplir la fonction globale : il est nécessaire d'observer le cap suivi, pour pouvoir commander la position de la barre.

Ex. 2 - Poste d'imprégnation

Pour situer le contexte de l'étude nous allons présenter l'entreprise, le produit et la fabrication.

L'entreprise : La Société des Moteurs Electriques de Normandie (SMEN) fabrique des moteurs électriques utilisés principalement dans l'industrie du froid (réfrigérateurs, congélateurs, conditionnement d'air, chambres froides...) mais aussi dans d'autres applications (ventilateurs, robots ménagers...)

Le produit : Le moteur fabriqué est un moteur asynchrone¹. Il est constitué d'un stator, dont les bobines créent le champ magnétique tournant, et d'un rotor à cage d'écureuil.

La fabrication du stator : Le stator est constitué d'une armature métallique sur laquelle sont installés les bobinages. Le cycle de fabrication est le suivant :

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| - Bobinage sur l'armature | - Imprégnation |
| - Préformage | - Polymérisation |
| - Ligature | - Câblage |
| - Formage | - Contrôle électrique |
| - Contrôle électrique | |

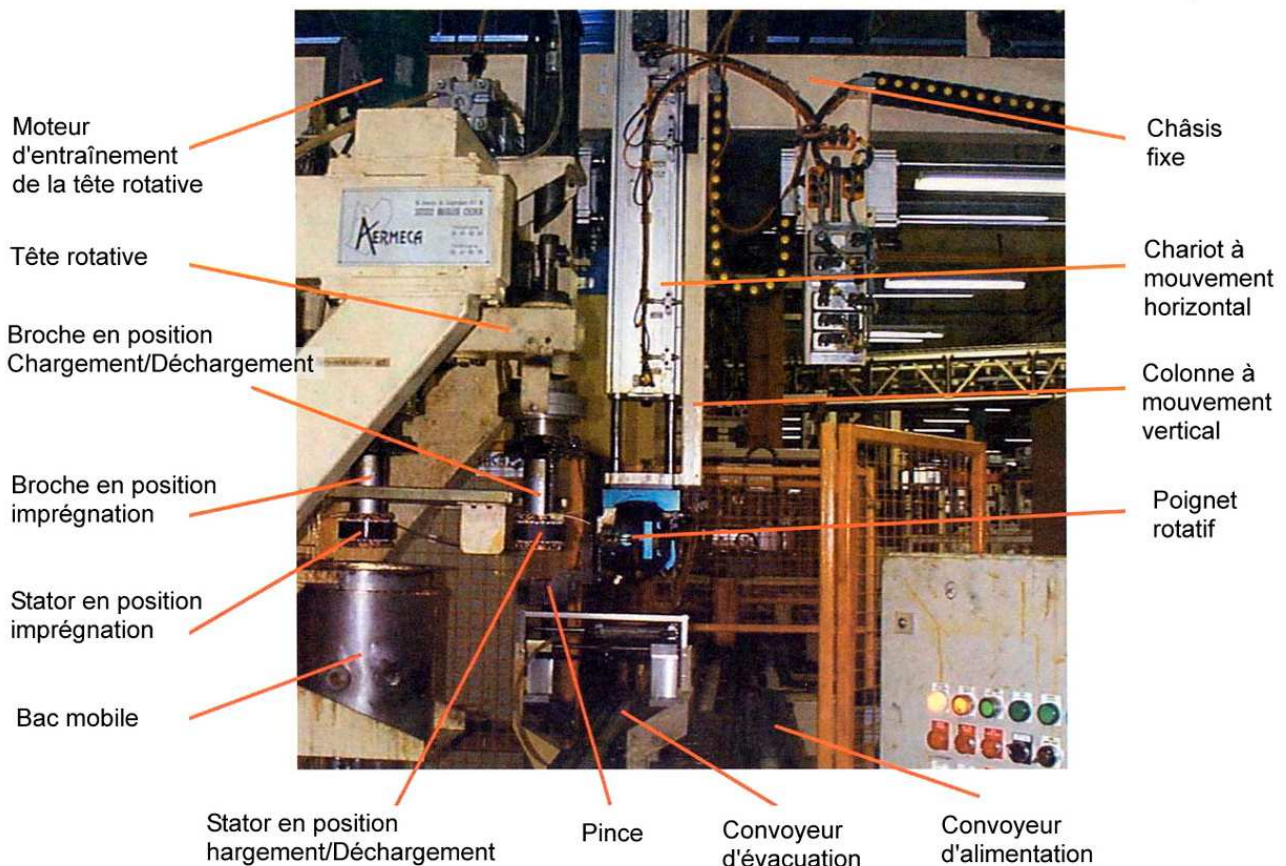
¹ C'est un moteur qui se caractérise par le fait qu'il est constitué d'un stator (inducteur) alimenté en courant alternatif et d'un rotor (induit) dans le courant est créé par induction. Il fonctionne grâce à un champ tournant. Le terme asynchrone provient du fait que la vitesse n'est pas forcément proportionnelle à la fréquence des courants qui les traversent.

Nous allons, dans cette étude, analyser le fonctionnement du poste d'Imprégnation.

Description du poste d'imprégnation : L'imprégnation consiste à tremper le stator dans un bac de vernis puis à éliminer l'excédent par centrifugation. Ce vernis est ensuite solidifié par échauffement à 180°C durant la phase de polymérisation. Le but de l'imprégnation est de coller les fils électriques entre eux pour améliorer l'échange thermique et réduire l'échauffement du moteur. L'imprégnation améliore ainsi la fiabilité des moteurs.

Présentation du poste :

L'installation est constituée de deux ensembles distincts (voir figures) : le manipulateur de chargement et l'unité d'imprégnation. L'alimentation et l'évacuation, en stators, du poste d'imprégnation s'effectuent sur deux convoyeurs à chaînes «en écailles». Les pièces sont posées sur des palettes rectangulaires en plastique.

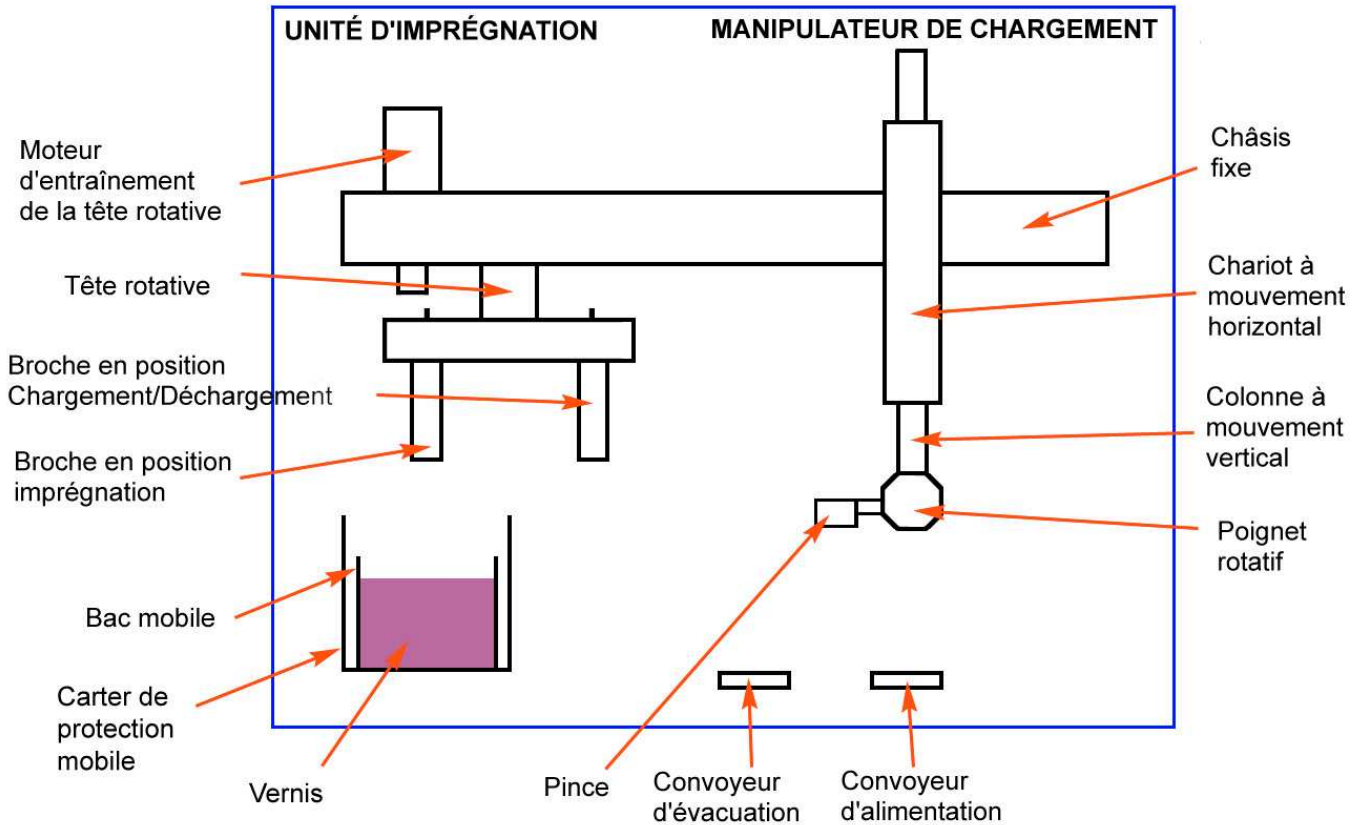


Le manipulateur de chargement : Le manipulateur permet le chargement et le déchargement d'un stator à la fois. Il est constitué d'un chariot à mouvement horizontal, d'une colonne à mouvement vertical, d'un poignet rotatif et d'une pince. Le serrage s'effectue sur l'extérieur du stator.

L'unité d'imprégnation : L'unité d'imprégnation comporte deux sous-ensembles, un sous-ensemble assurant le positionnement des stators et un sous-ensemble assurant l'imprégnation des stators.

Système de positionnement : Il comporte une tête rotative à deux broches tournantes actionnée par un vérin pneumatique rotatif. Une broche est en position «imprégnation» pendant que l'autre est en position «chargement/déchargement». Ce système permet d'opérer le trempage d'un stator fixé sur une broche pendant que l'on procède au déchargement d'un stator imprégné puis au chargement d'un stator non imprégné sur l'autre broche. Les stators sont maintenus dans les broches au moyen de mandrins expansibles. Le serrage s'effectue par l'intérieur des stators.

Système d'imprégnation : L'imprégnation s'effectue en deux temps. Le stator est d'abord trempé dans le fluide puis sorti du fluide et enfin « égoutté » par centrifugation en faisant tourner les broches autour d'un axe vertical. L'opération de trempage est réalisée par déplacement vertical du bac de vernis. Pendant la centrifugation, un carter escamotable permet la protection contre les projections. La rotation des broches est assurée par un moteur fixé sur le portique dont l'axe vient entraîner la broche en position imprégnation.



ANALYSE FONCTIONNELLE ET STRUCTURELLE

I. F.A.S.T. du poste d'imprégnation

Le F.A.S.T. du poste d'imprégnation est fourni dans le **document réponse**. Compléter ce F.A.S.T. en précisant les éléments techniques qui réalisent les fonctions élémentaires (indications à prendre dans le texte de présentation). Pour chaque élément technique numéroté de [1] à [9], proposer une **solution technologique d'actionneur** pour la réalisation de la fonction correspondante.

2. S.A.D.T. du poste d'imprégnation

Les structures des S.A.D.T. A-0 et AO sont fournies dans le **document réponse**. Définir les fonctions, indiquer les moyens, compléter les données d'entrée et de sortie avec les propositions suivantes (utiliser les abréviations) :

- * Stator non imprégné sur le convoyeur d'alimentation (SNICA).
- * Stator non imprégné en position chargement (SNIPC).
- * Stator non imprégné en position imprégnation (SNIPI).
- * Stator imprégné en position imprégnation (SIPI).
- * Stator imprégné en position déchargement (SIPD).
- * Stator imprégné sur le convoyeur d'évacuation (SICE).

Ex. 3 - Système de correction de portée de phare

Mise en situation

L'assiette d'un véhicule se modifie avec sa charge, le profil de la route ou les conditions de conduite (phase de freinage ou d'accélération). Cette modification entraîne une variation d'inclinaison de l'axe du faisceau lumineux produit par les phares du véhicule. Ceux-ci peuvent alors éblouir d'autres conducteurs ou mal éclairer la chaussée.

Certaines voitures sont équipées de système de correction de portée. Ce système fait appel à des capteurs d'assiette reliés aux essieux avant et arrière du véhicule. Les données sont traitées électroniquement par un calculateur et transmises aux actionneurs situés derrière les projecteurs. La position du projecteur est ajustée en maintenant un angle de faisceau optimal.

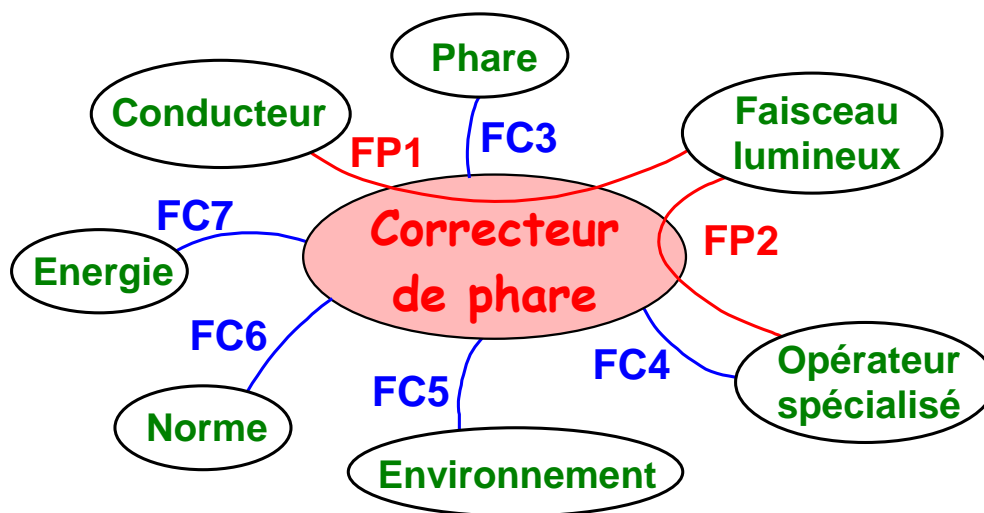
Le système étudié est un correcteur de portée statique, qui corrige la portée lorsque le véhicule est à l'arrêt et conserve cette correction lorsque le véhicule roule (ce type de correcteur ne tient compte que de la variation d'assiette due à la charge). Le conducteur commande le réglage de l'intérieur de l'habitacle. Il permet aussi un réglage initial réalisé par le garagiste, directement sur le système.

1. Expression du besoin

Avant de prendre connaissance du système étudié, proposer un graphe des prestations qui exprime le besoin, précisant à qui rend service le produit, sur quoi il agit et dans quel but. Attention de ne pas formuler le besoin en étant influencé par le produit.

2. Fonctions de service

Soit le graphe des fonctions de service du produit :



Proposer un énoncé pour chaque fonction de service.

Présentation du système existant

Le système étudié est constitué des éléments suivants :

Capteurs d'assiette : codeurs optiques permettant de mesurer le débattement des suspensions. Ces capteurs ne font pas partie de l'étude.

Système d'orientation : bloc d'orientation + moto-réducteur + système vis-écrou + réglage manuel + capteur de position.

- Le bloc d'orientation est présenté sur les **figures 1 et 2**. La pièce **304** est un bâti fixe, **301** est le bloc d'orientation, **303** une bielle de poussée.

- le moto-réducteur ainsi que les systèmes vis écrous sont définis par les **figures 3, 4 et 5**

Calculateur : il élabore la consigne angulaire pour commande le motoréducteur.

3. Analyse SADT diagramme A-0

Etablir le diagramme A-0, après avoir défini la fonction globale du système.

4. Analyse SADT diagramme A0 et A3

A partir des fonctions des capteurs, du calculateur, et du système d'orientation, compléter le diagramme de niveau 0, A0, donné sur le **document réponse**.

A partir des fonctions du moto-réducteur, des systèmes vis écrous, et du bloc d'orientation, compléter le diagramme de niveau 1, A3 (relatif à la fonction F3 du diagramme A0), donné sur le **document réponse**.

5. Architecture de la chaîne fonctionnelle : orientation commandée par le conducteur

En considérant les éléments énoncés ci-dessous, établir le graphe de l'architecture de la chaîne fonctionnelle (Chaîne d'information, chaîne d'énergie, cf. §VII).

[Batterie – Calculateur – Capteur de position – Roue et vis sans fin 1 – Roue et vis sans fin 2 – Capteurs optiques – Bielle de transmission (+liaison pivot) – Système vis-écrou]

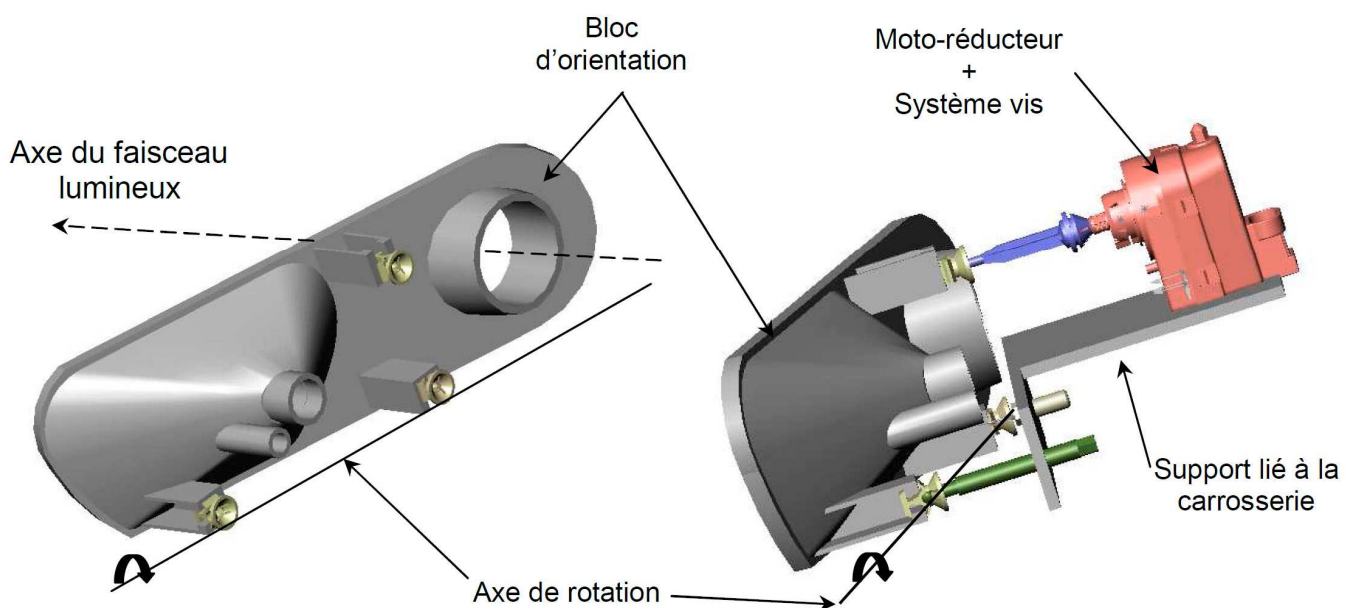


Figure 1

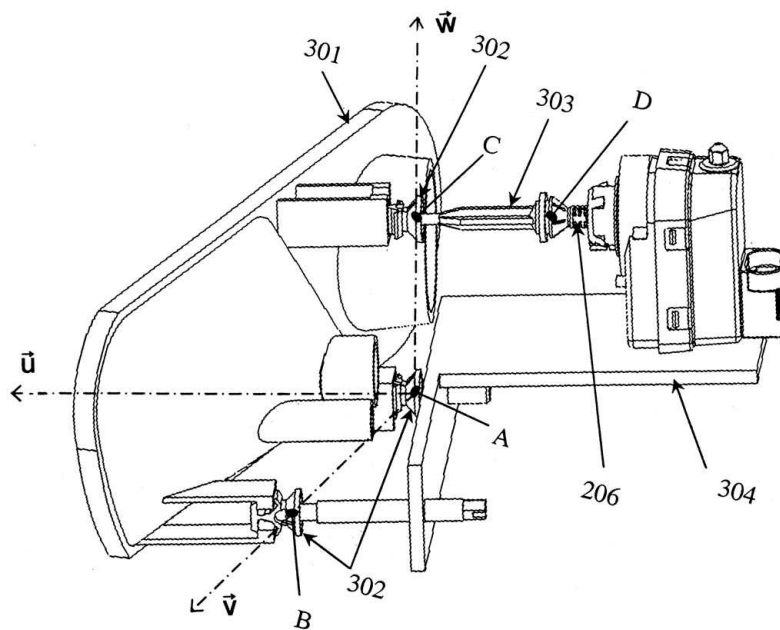


Figure 2

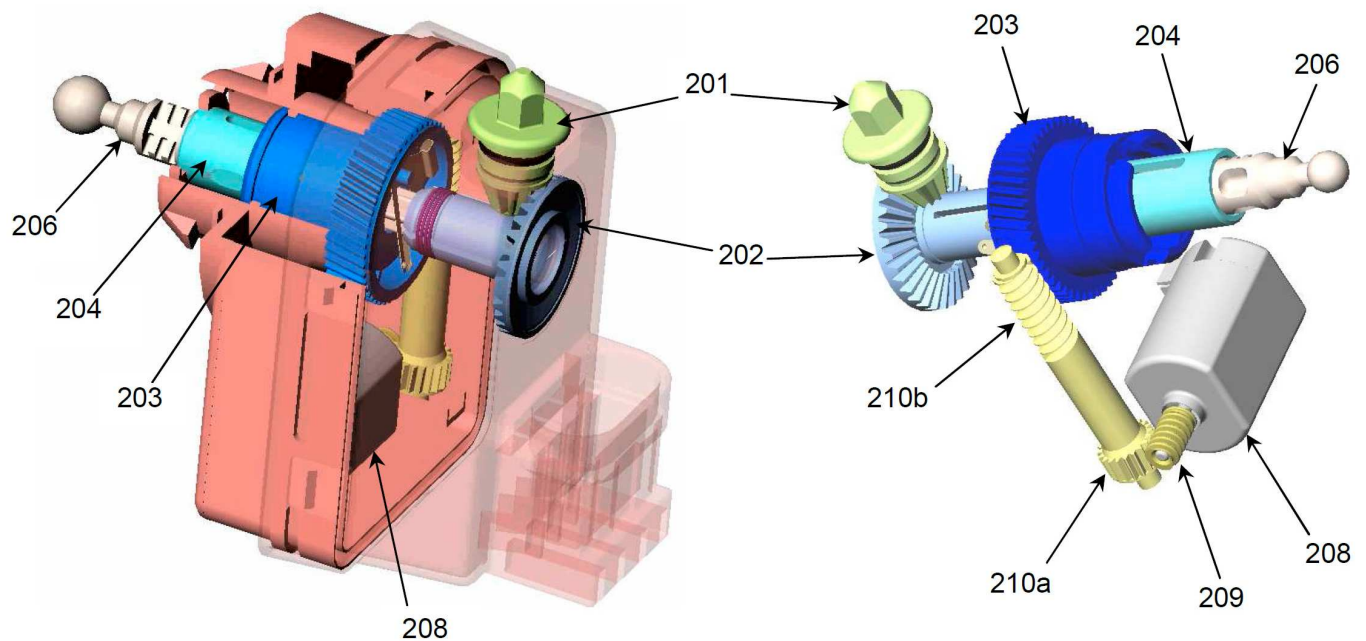


Figure 3 : Vue avec boîtier gauche (un quart enlevé), et boîtier droit translucide – Vue sans boîtier

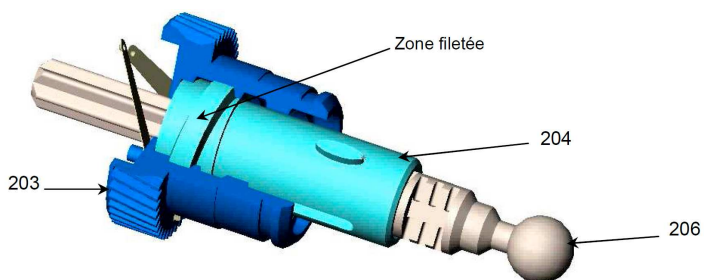


Figure 4 : Système vis-écrou **204/203**

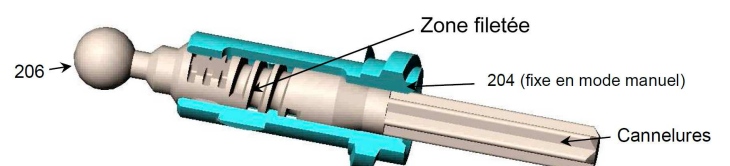


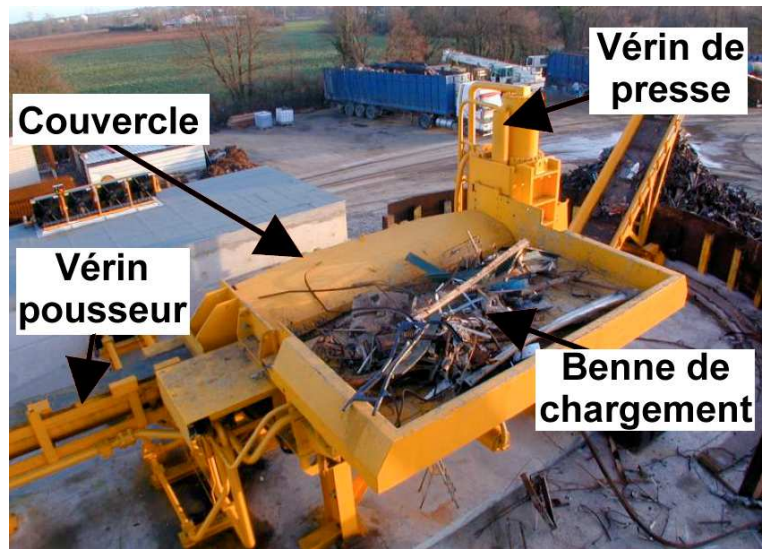
Figure 5 : Système vis-écrou **206/204**

Ex. 4 - Presse cisaille

La société COPEX, installée à Lanester (56 Morbihan) est spécialisée dans les machines et leurs applications à l'environnement. Elle conçoit et fabrique, en particulier du matériel permettant de compacter des déchets de différentes natures, afin d'éventuellement les retraiter ou de les stocker.

L'étude proposée porte sur une Presse-Cisaille type CVB 1000 T (Cisaille Verticale à Bac de 1000 tonnes) (**figure ci-contre**) destinée à traiter de la ferraille de toute sorte.

En fonction des matériaux récupérés, la machine permet deux processus différents (choix du programme) : La réduction de volume par **compactage** pour l'obtention de paquet, la réduction de volume par **compactage** et **cisaillage** sous forme de bouts de métal découpés à des longueurs variables de 30 à 95 cm.



Cela permet de diminuer les volumes lors du transport avant retraitement ou stockage final.



Produits compactés



Produits cisailés

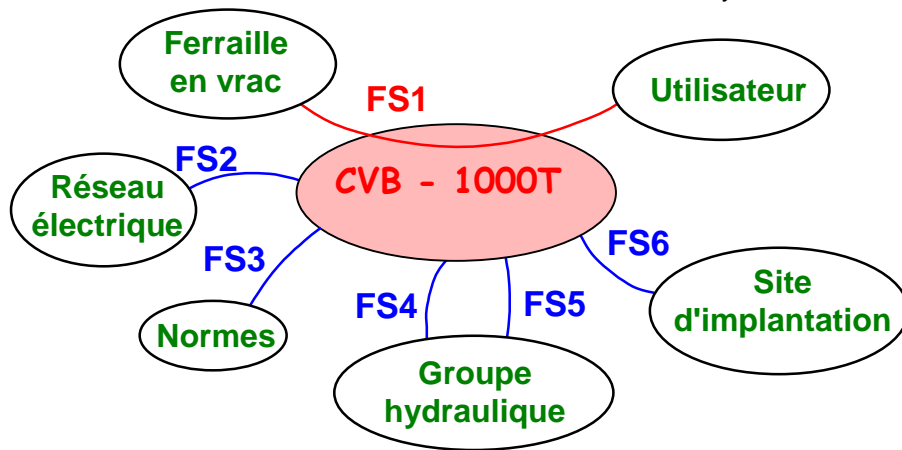
1. Expression du besoin

Identifier la matière d'œuvre sur laquelle agit le système étudié, puis réfléchir à différents critères qui permettent de caractériser le besoin.

Proposer un graphe des prestations qui exprime le besoin, précisant à qui rend service le produit, sur quoi il agit et dans quel but (**document réponse**).

2. Graphe des fonctions de service

Le graphe des fonctions de service est donné ci-après. Exprimer les fonctions de service FS1, FS5 et FS6.



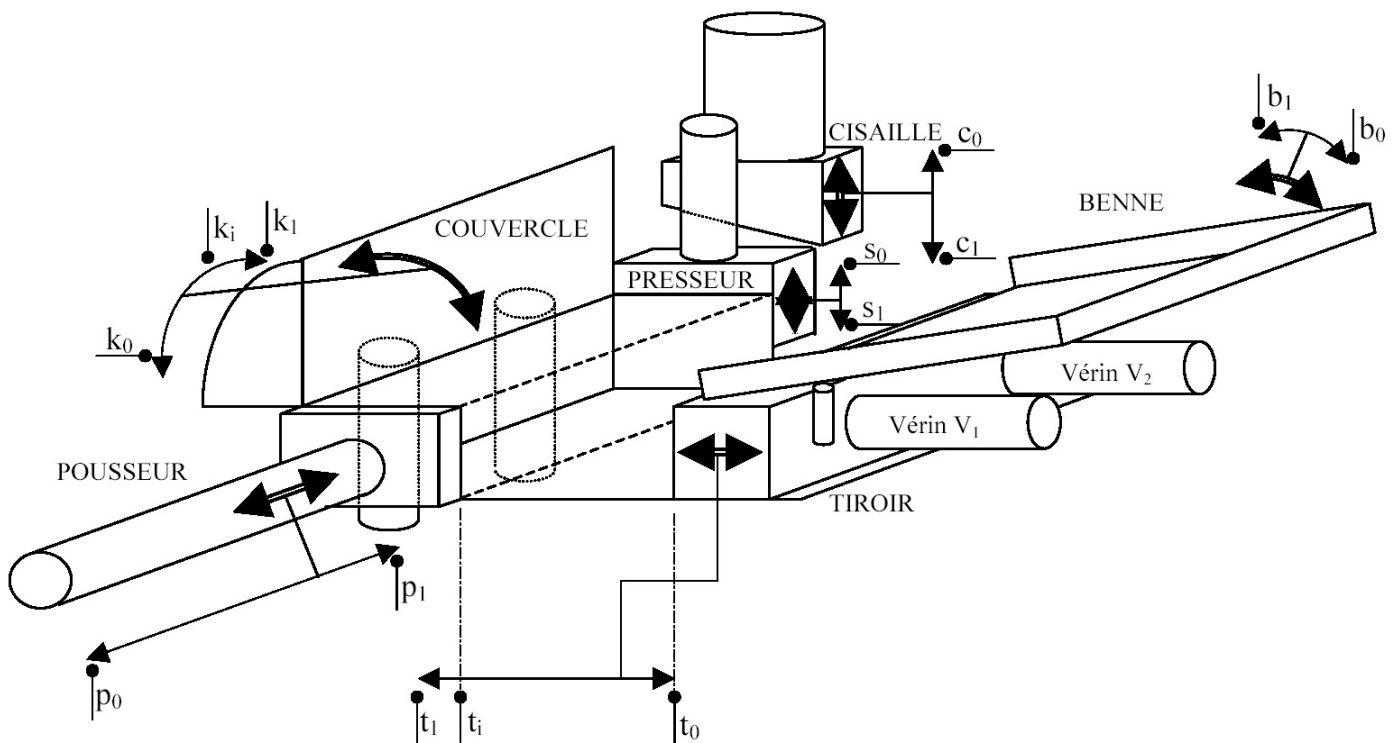
FS2 : Etre relié au réseau électrique existant. *Fonction contrainte*

FS3 : Respecter les normes, notamment de sécurité. *Fonction contrainte*

FS4 : Etre relié au groupe hydraulique. *Fonction contrainte*

Présentation détaillée de la cisaille CVB - 1000 T

Vue schématique de la machine, de ses mouvements et des détecteurs associés :



Le fonctionnement général de la cisaille est le suivant :

La machine est prête pour un chargement et le système est en position initiale :

- la « Cisaille » et le « Presseur » sont en position fin de course sortie (position basse), les détecteurs respectifs **c1** et **s1** sont actionnés ;
 - la « Benne » est en position horizontale au niveau du détecteur **b0** ;
 - le « Tiroir » est reculé en position fin de course rentrée, le détecteur **t0** est actionné ;
 - le « Couvercle » est ouvert en position fin de course, le détecteur **k0** est actionné ;
 - le « Pousseur » est reculé en position fin de course, le détecteur **p0** est actionné.

Le **compactage** est effectué grâce à quatre actionneurs hydrauliques, pilotés électriquement :

- Basculement de la « Benne » pour déchargement de la matière dans la caisse de compression ;
- Retour « Benne » à l'horizontale ;
- Compression latérale par l'avance partielle du piston « Tiroir », animé par 2 vérins V1 et V2 jusqu'à l'appui par l'opérateur sur le bouton **acquiescement** ;
- Recul du « Tiroir » ;
- Compression supérieure par la fermeture partielle du « Couvercle », animé par 2 vérins jusqu'à l'appui par l'opérateur sur le bouton **acquiescement** ;
- Ouverture du « Couvercle » ;
- Fermeture du « Couvercle » en position horizontale, jusqu'à une position définie par un détecteur de position **ki** ;
- Fermeture du « Tiroir » en position coïncidente à la largeur du « Pousseur », jusqu'à une position définie par un détecteur de position **ti** ;
- Compression longitudinale par le piston « Pousseur », avec un vérin de 120 tonnes (option 320 tonnes). Un détecteur de pression **ppm** indique à l'opérateur que les ferrailles sont compactées.

Le compactage étant terminé, deux modes sont disponibles :

- Mode **paquet** qui permet l'évacuation du bloc de métal.
- Mode **cisaille** qui permet le cisailage et l'évacuation des morceaux de ferraille.

Mode **paquet** pour le compactage d'un véhicule par exemple) :

L'évacuation du paquet est effectuée par un cycle de 2 mouvements successifs en mode automatique :

- Montée de la « Cisaille » jusqu'à atteindre le détecteur haut cisaille **c0** ;
- Montée de la Porte (« Presseur ») jusqu'à atteindre le détecteur haut presseur **s0** ;
- Avance du paquet poussé par le piston « Pousseur » jusqu'à atteindre la fin de course **p1** ;

Mode **cisaille** (pour le cisailage de matériaux tout venant à dominante métallique) :

Le **cisailage** des ferrailles est effectué par un cycle de 5 mouvements successifs. Ce cycle se répète N fois en fonction des longueurs **L** souhaitées par l'opérateur pour les bouts de ferrailles. Le dernier cycle se terminant lorsque le capteur fin de course pousseur **p1** est atteint. Chaque cycle est réalisé de la façon suivante :

- Montée de la « Cisaille » jusqu'à atteindre le détecteur haut cisaille **c0** ;
- Montée de la Porte (« Presseur ») jusqu'à atteindre le détecteur haut presseur **s0** ;
- Avance de la matière par le piston « Pousseur » jusqu'à atteindre la position « **poussoir avancé de L** », fonction de la longueur des bouts de ferraille souhaitée ;
- Descente du « Presseur » jusqu'à atteindre une position intermédiaire. Celle-ci permettant d'assurer la pression souhaitée **sp1** nécessaire au blocage des ferrailles compactées ;
- Descente de la « Cisaille » et découpe de la matière jusqu'au détecteur bas cisaille **c1**.

En mode Paquet ou mode Cisaillage, lorsque le fin de course pousseur **p1** est atteint :

- Recul « Pousseur » jusqu'à atteindre fin de course pousseur **p0** ;
- Recul du «Tiroir» simultanément à l'ouverture du «Couvercle» jusqu'à atteindre les fins de course respectifs **t0** et **k0**.
- Descente «Cisaille» simultanément à la descente du «Presseur» jusqu'à atteindre les positions fins de courses basses **c1** et **s1**.

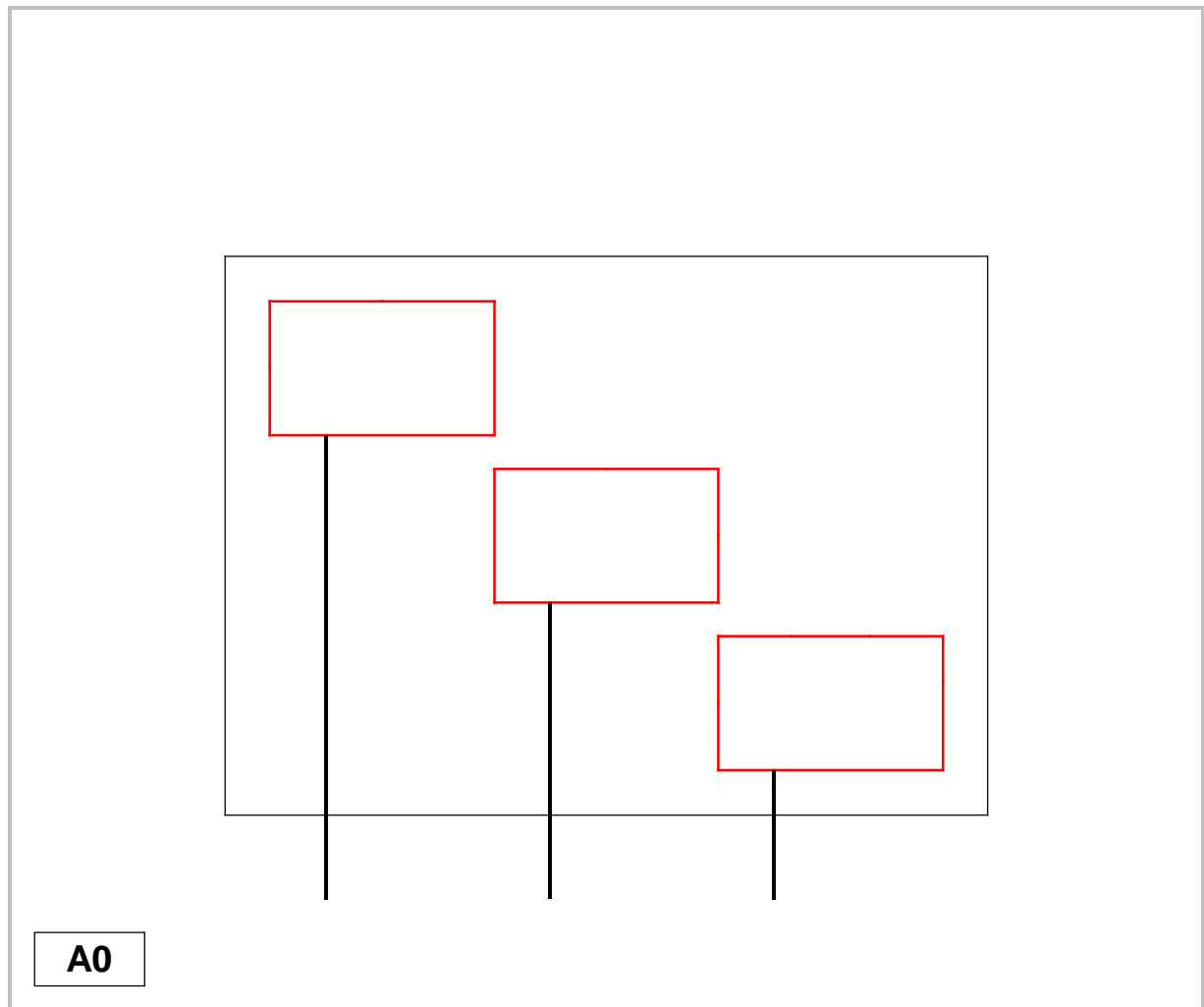
Nota : Ces cinq mouvements ne peuvent être réalisés simultanément du fait de la limitation des débits du groupe hydraulique.

Une fois tous les mouvements terminés, la machine est prête pour un nouveau chargement.

3. Analyse SADT de la cisaille CVB - 1000 T

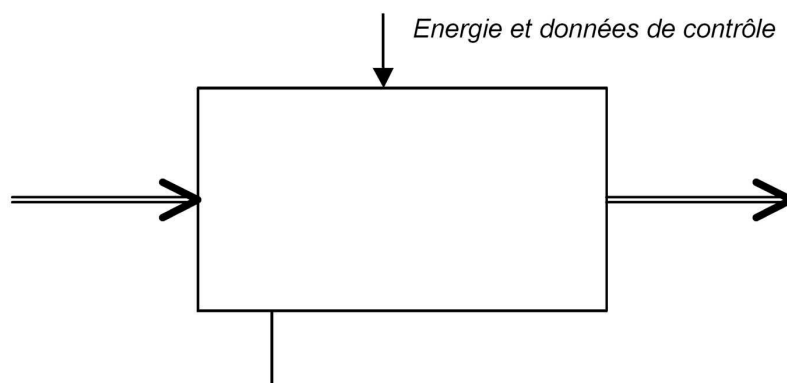
Compléter les niveaux SADT A-0 et A0 proposés en document réponse.

Ex. 1 - Pilote Automatique de bateau

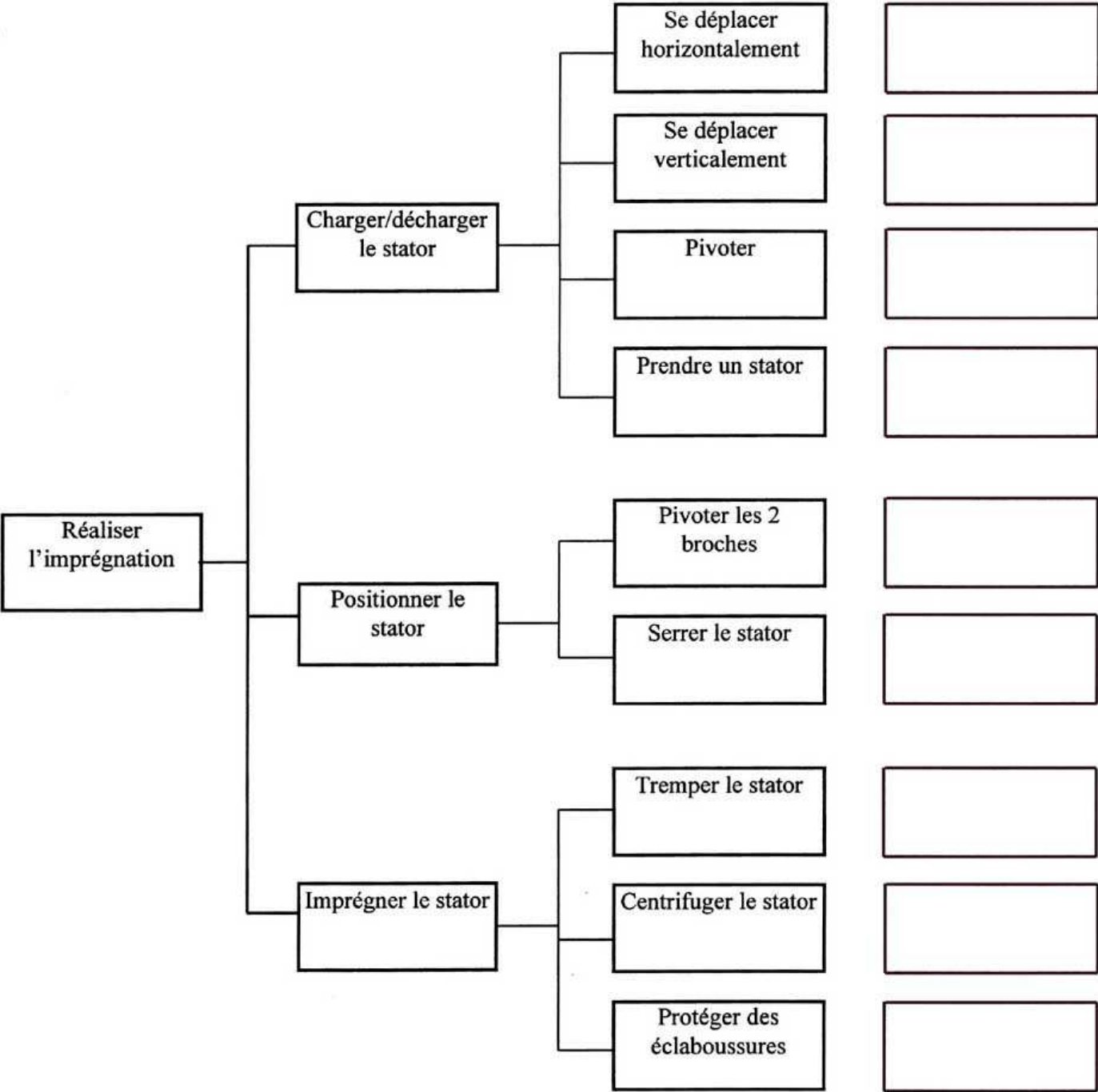


Ex. 2 - Poste d'imprégnation

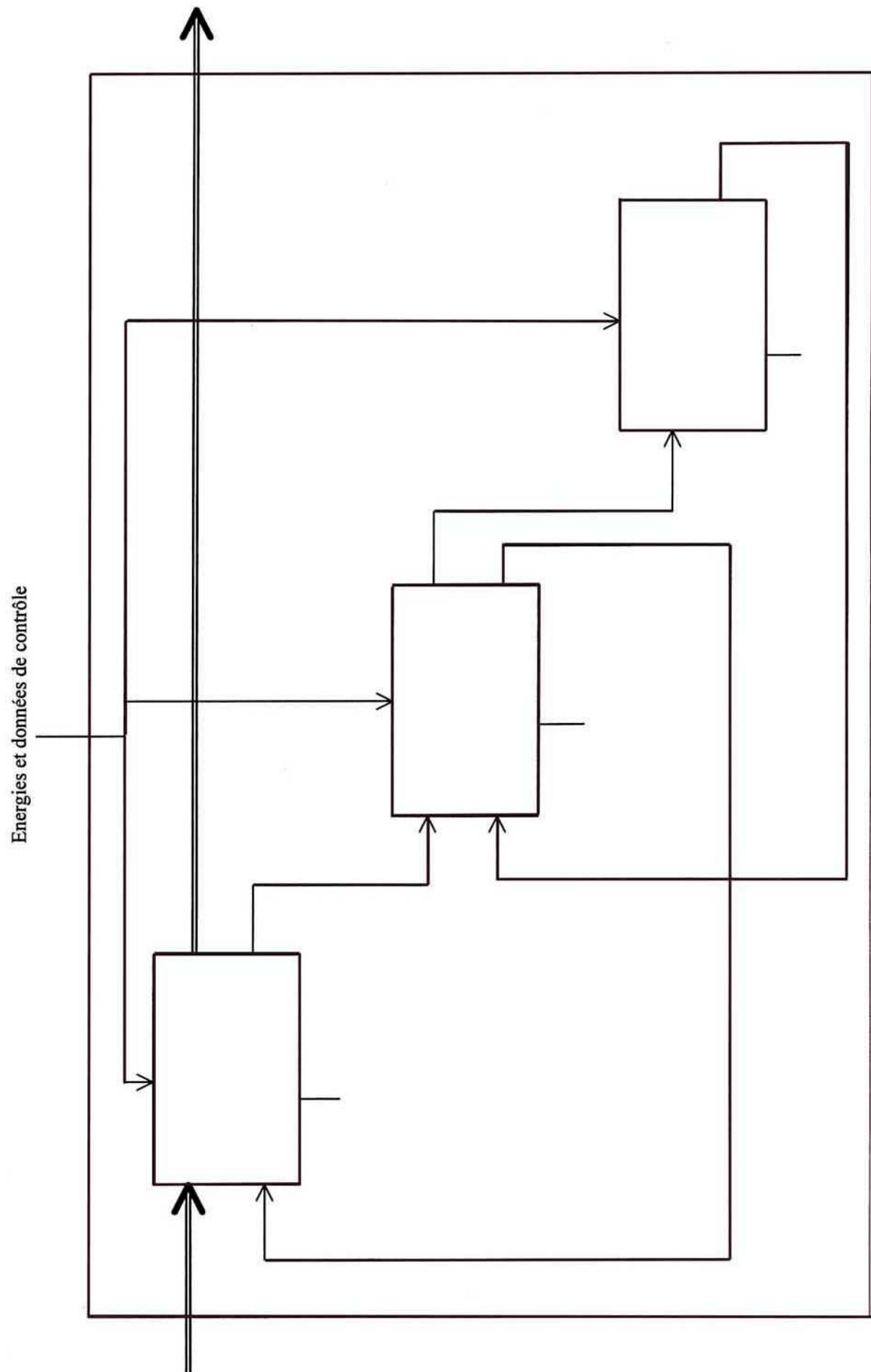
SADT A-0 du poste d'imprégnation



FAST du poste d'imprégnation

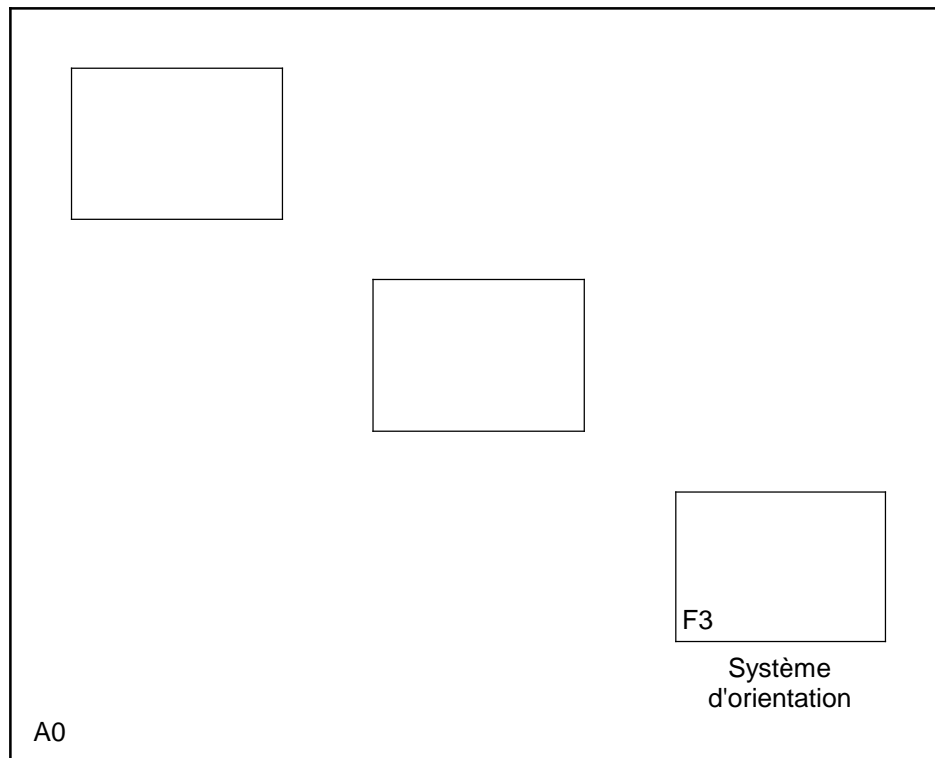


SADT A0 du poste d'imprégation

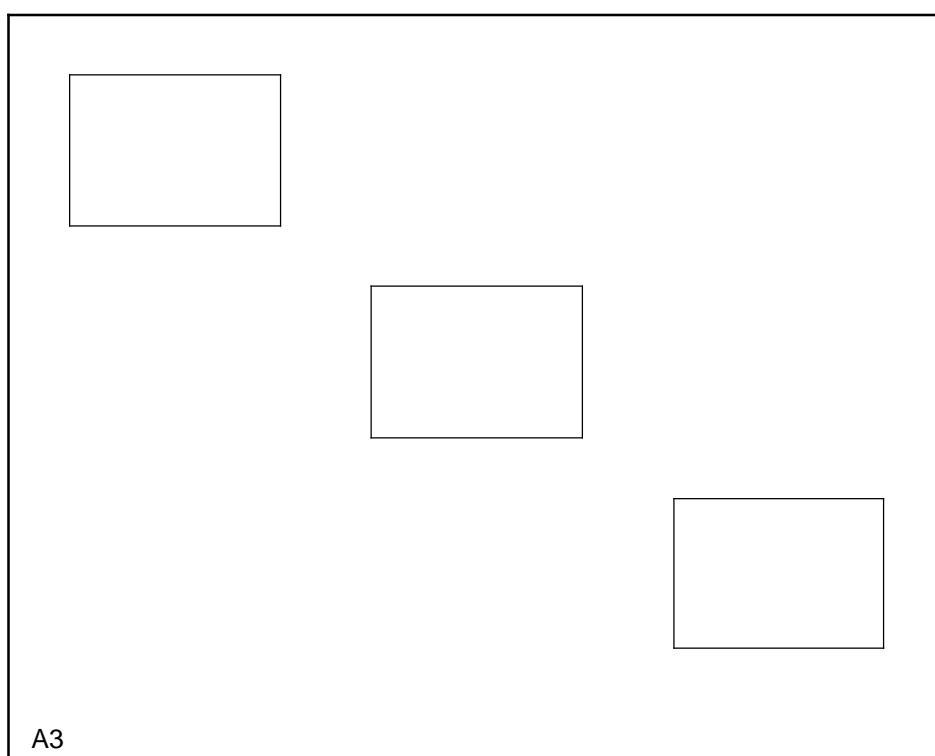


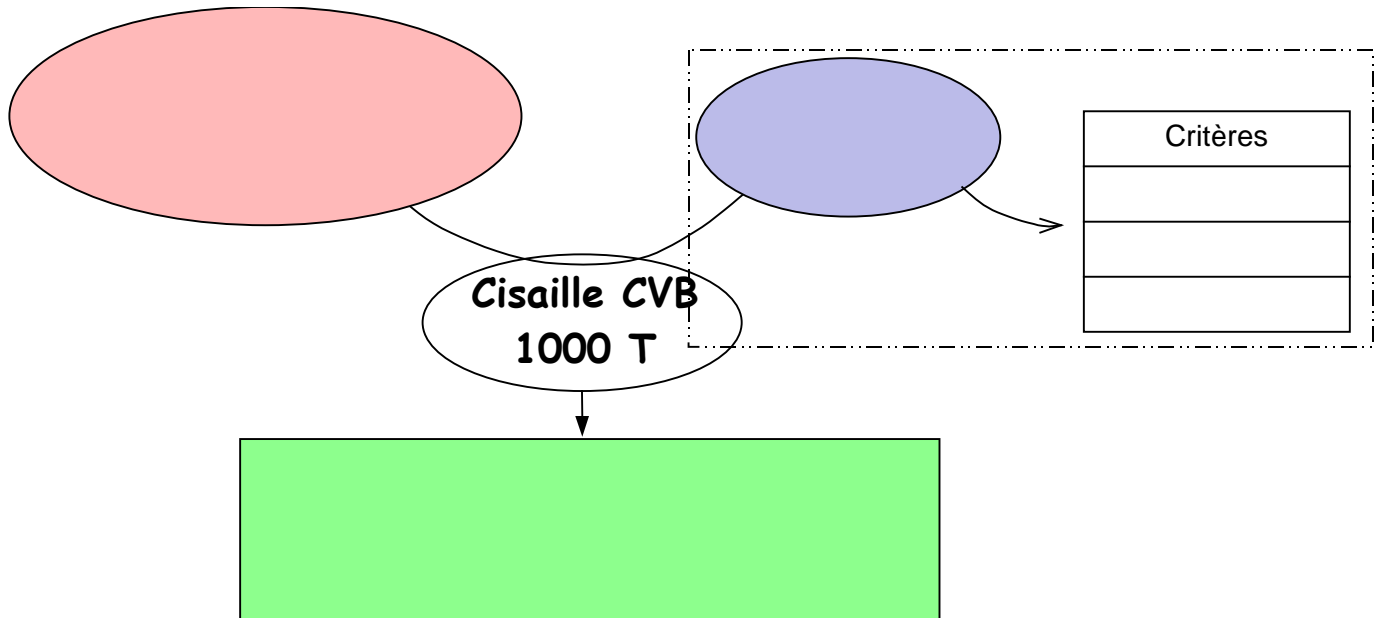
Ex. 3 - *Système de correction de portée de phare*

Analyse SADT diagramme A0

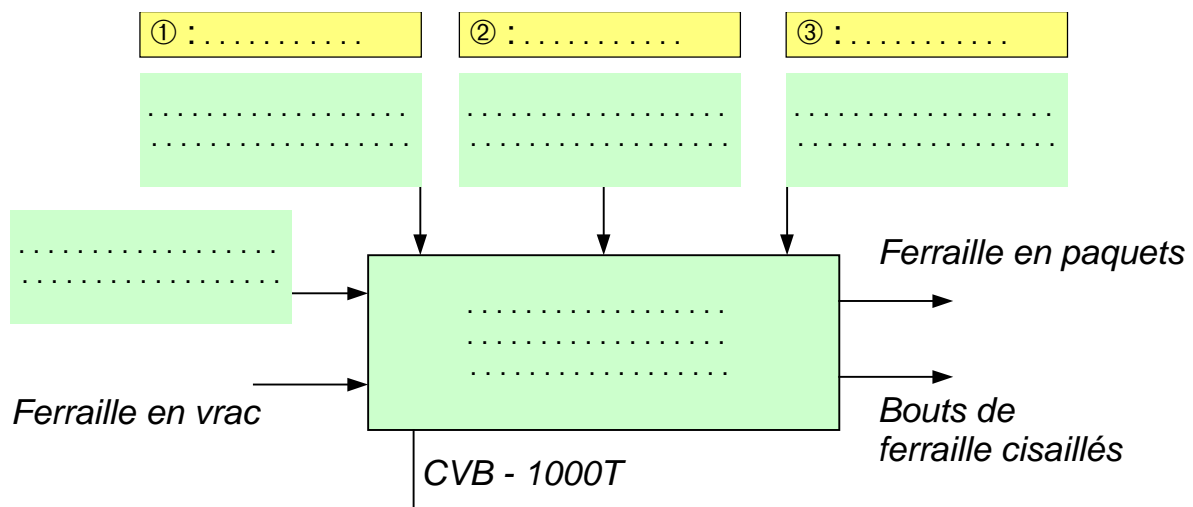


Analyse SADT diagramme A3



Ex. 4 - Presse cisaille**1. Graphe des prestations****3. Diagramme SADT**

Niveau A-0



Niveau A0

