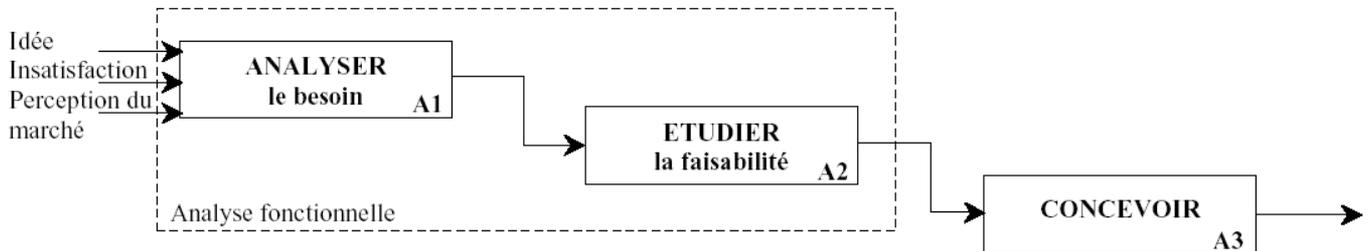


INTRODUCTION

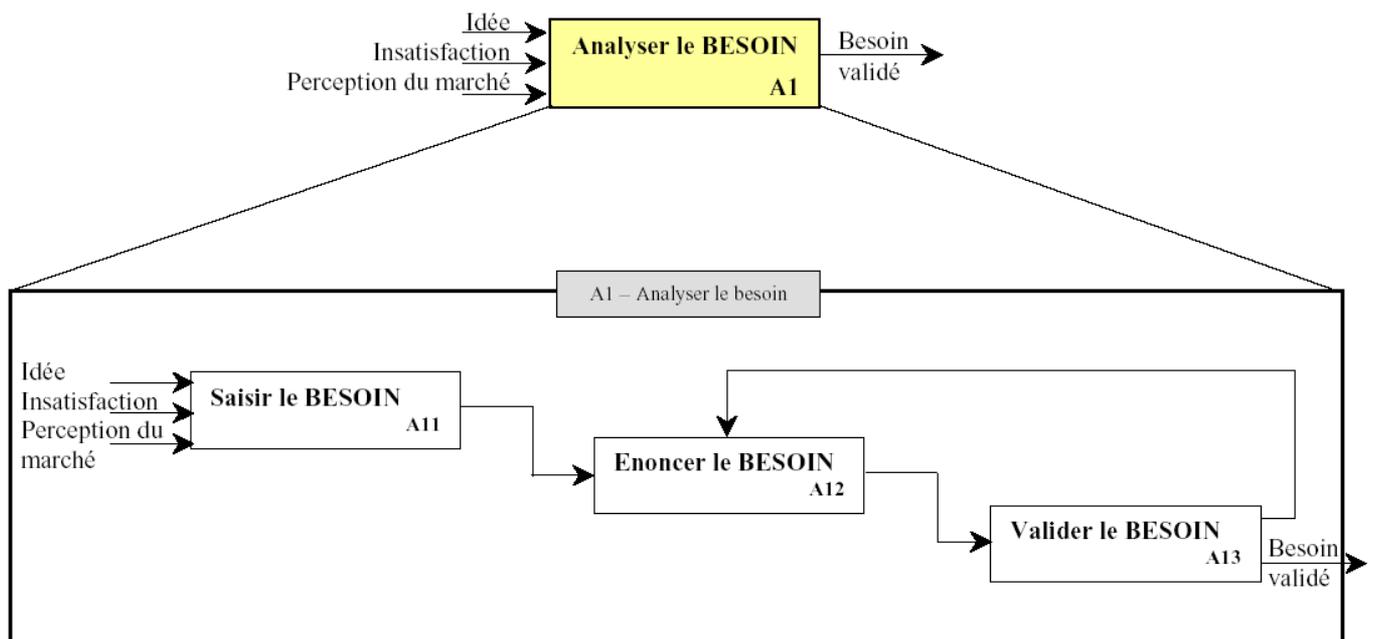
L'analyse fonctionnelle des produits industriels fait partie du cycle de vie d'un produit. Lors de cette analyse, il faut considérer le produit comme une « boîte noire » qui doit satisfaire le besoin de l'utilisateur en assurant diverses fonctions tout en faisant abstraction des solutions technologiques permettant d'assurer ces fonctions.



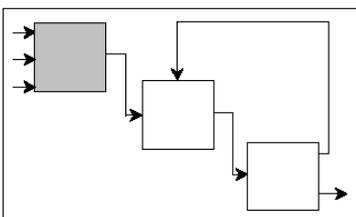
Lorsqu'une entreprise décide de concevoir un nouveau produit (ou de modifier un produit existant), elle le fait pour satisfaire au mieux le besoin de l'utilisateur.

En effet, si aucun utilisateur ne ressent le besoin d'utiliser ce produit, l'entreprise a peu de chance de le vendre. Il est donc fondamental avant de commencer l'étude, de s'assurer que ce besoin existe. C'est ce que l'on appelle « Analyser le besoin ».

I-ANALYSER LE BESOIN

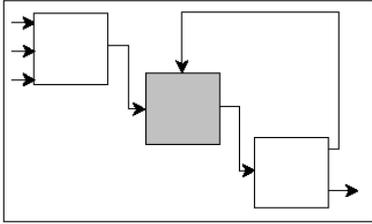


1.1 PHASE A11 : SAISIR LE BESOIN.



Cette phase du cycle de vie d'un produit industriel concerne plus particulièrement les services « qualité » et « commercial ». Le premier relève les insatisfactions concernant des produits existants (aléas de fonctionnement, fréquence des réparations, réclamations des clients, problèmes de fabrication...). Le deuxième donne des indications sur l'évolution future du marché.

1.2 PHASE A12 : ENONCER LE BESOIN.



Il s'agit d'exprimer avec rigueur le **but** et les **limites** de l'étude. Pour cela, il faut expliciter l'**exigence fondamentale** qui justifie la conception, ou la reconception, d'un produit.

Afin d'énoncer le besoin, il faut se poser les trois questions suivantes concernant le produit à étudier :



A qui rend service le produit ?

Sur quoi agit le système ?

Utilisateur

PRODUIT :

Voiture

Cric de
voiture

Soulever la voiture pour
changer un(e) roue / pneu

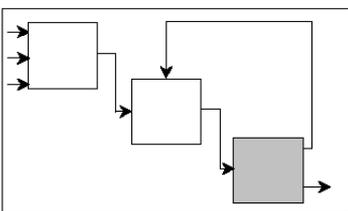
Dans quel but le système existe-t-il ?

- ☞ ... A qui (ou à quoi) le produit rend-il service ?
- ☞ ... Sur qui (ou sur quoi) agit-il ?
- ☞ ... Dans quel but ?

Ces trois questions sont souvent présentées sous forme du graphique ci-dessus qui porte le nom de « **bête à cornes** » (Outils de la méthode universelle pour la conduite d'un projet **APTE** : APplication aux Techniques d'Entreprise).

La réponse à la question « dans quel but ? » est l'**énoncé du besoin**. Dans cet énoncé doivent apparaître les deux éléments concernés (ici l'utilisateur et la voiture) ainsi qu'un verbe caractérisant l'action à mener pour satisfaire le besoin.

1.3 PHASE A13 : VALIDER LE BESOIN.



Après avoir déterminé le besoin que le produit satisfait, il faut vérifier sa stabilité en se posant trois autres questions :

Contrôle de validité

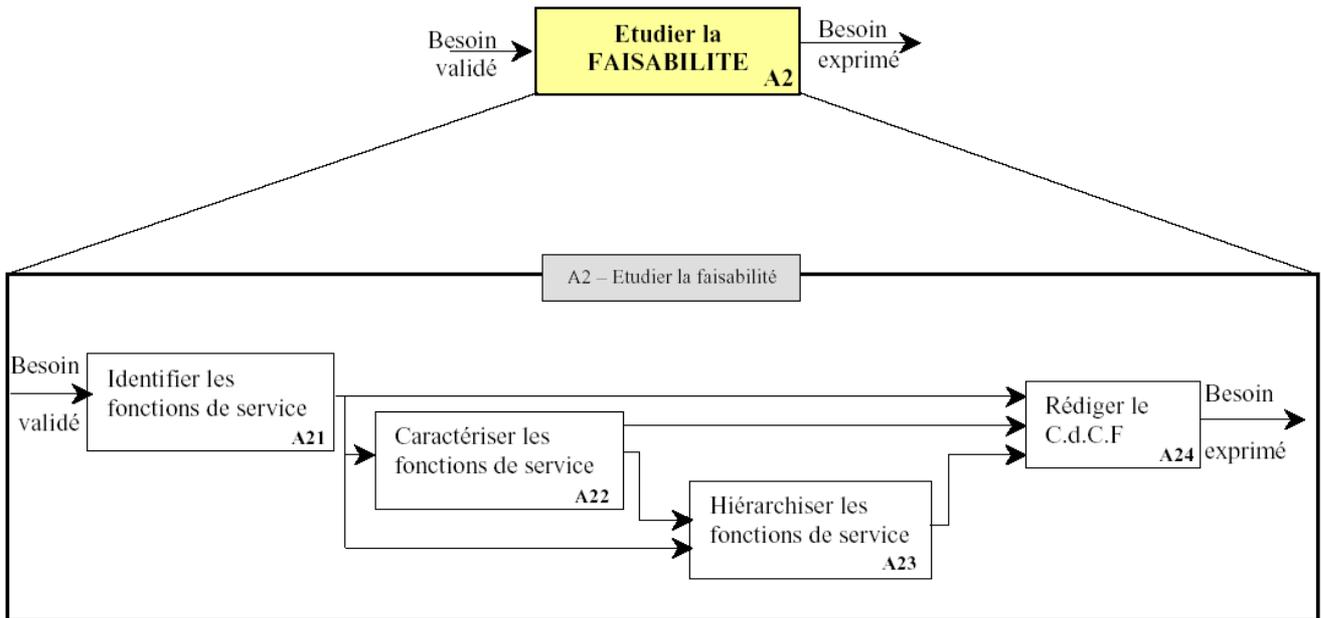
Pourquoi le produit existe-t-il ?
(cause, origine,...)

Pourquoi ce besoin existe-t-il ?
(finalité, but, ...)

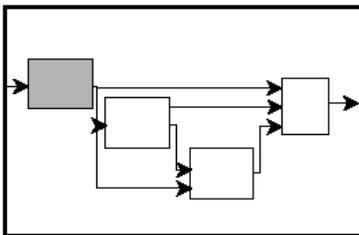
Qu'est-ce qui pourrait le faire
évoluer ou le faire disparaître ?

En fonction de ce risque (nul, faible, important) on peut conclure et valider ou non le besoin. Si ce besoin n'est pas validé, il faut retourner à la phase « A12 : Enoncer le besoin ».

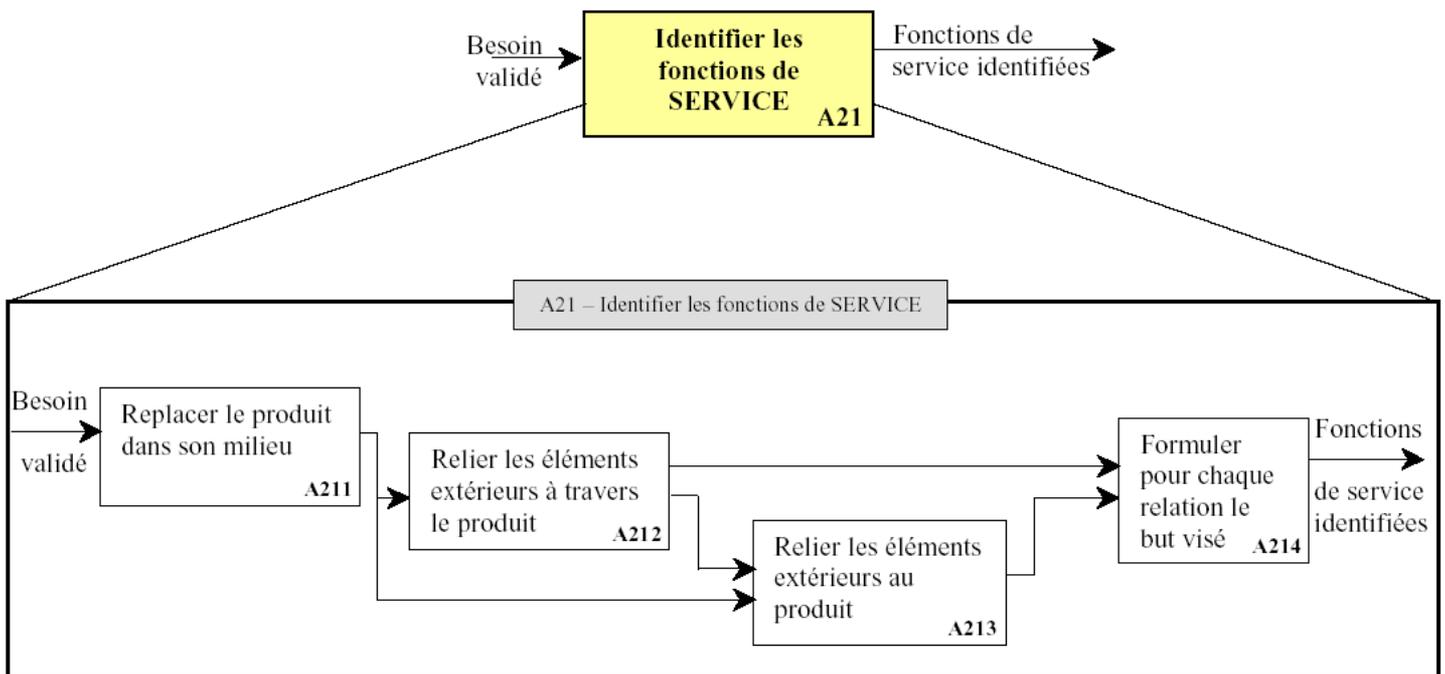
II. ETUDE DE LA FAISABILITE :



2.1. PHASE A21 : IDENTIFIER LES FONCTIONS DE SERVICE.

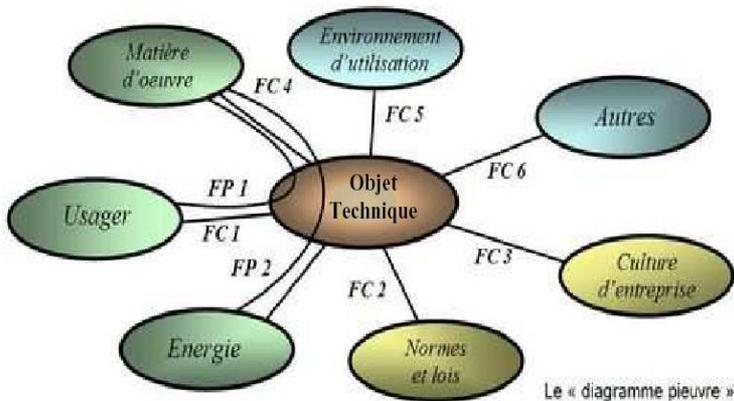


Rappel : Un produit est conçu pour répondre au besoin des utilisateurs c'est à dire pour leur procurer des satisfactions. Ainsi, selon ce point de vue, il doit être considéré comme un agencement de fonctions et non comme un assemblage de solutions. Ce raisonnement permet d'exprimer des exigences de résultats. On appelle ces fonctions des fonctions de service.



2.1.1. TACHE A211 : REPLACER LE PRODUIT DANS SON MILIEU

Il s'agit pour chaque phase du cycle de vie du produit de dresser la liste exhaustive des éléments du milieu environnant (éléments humains, physiques, énergétiques, d'ambiance...) appelés aussi interacteurs qui se trouve en situation d'interagir avec lui. On utilise pour cela un autre outil de la méthode **APTE** : **la pieuvre**



2.1.2. TACHE A212 : RELIER LES ELEMENTS EXTERIEURS PAR L'INTERMEDIAIRE DU PRODUIT

☞ Fonction(s) Principale(s) : FP

Expriment le service rendu par le produit pour répondre au besoin de l'utilisateur.
But de l'action d'un produit, expression du besoin.

2.1.3. TACHE A213 : METTRE EN RELATION LES ELEMENTS EXTERIEURS AVEC LE PRODUIT.

☞ Fonction(s) Contrainte(s) : FC

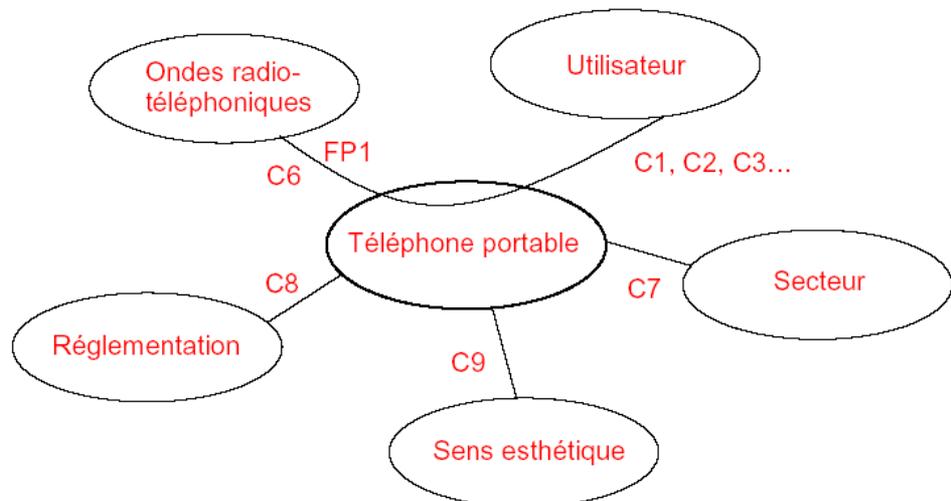
Traduit les exigences d'adaptation du produit au milieu extérieur et/ou inversement.

FC1 : action d'adaptation du produit avec un élément du milieu extérieur.

FC2 : action d'adaptation d'un élément du milieu extérieur sur le produit.

FC3 : action d'adaptation du produit sur le milieu extérieur et réciproquement.

Exemple : Téléphone portable



FP1 : Transformer les ondes radio-téléphoniques en ondes sonores et réciproquement

C1 : Enregistrer les impulsions du doigt de l'utilisateur

C2 : Diffuser la voix du correspondant

...

C6 : Recevoir (capter) des ondes téléphoniques

C7 : S'adapter au secteur

C8 : Respecter la réglementation

C9 : Plaire à l'utilisateur

2.1.4. TACHE A214 : FORMULER POUR CHACUNE DES RELATIONS LE BUT VISE.

Il s'agit ici de définir les fonctions de service représentées par les relations trouvées précédemment et de contrôler leur validité.

Comme nous l'avons vu, il existe deux types de relations entre les éléments du milieu extérieur et le produit. Ces deux types de relations impliquent deux types de fonctions :

- **Fonction** d'interaction (**principale**) : représente le but d'une relation entre deux interacteurs traversant le produit.
- **Fonction** d'adaptation (**de contrainte**) : représente le but d'une relation entre un interacteur et le produit.

Une fonction s'exprime à l'aide d'un verbe d'action (si possible) à l'infinitif caractéristique du but de la relation suivi d'un complément et accompagné des noms des éléments extérieurs.

Il faut ensuite **effectuer le contrôle de validité des fonctions de service** afin de s'assurer du bien fondé de chacune des fonctions afin de déceler :

- des fonctions de service non assurées par le produit.
- une mauvaise formulation des fonctions (formulation technique ou en terme de solution)
- des redondances entre certaines fonctions (même but)

Pour cela il faut pour chaque fonction répondre à deux questions :

- Dans quel but la fonction existe elle ? (but visé)
- Pour quelle raison la fonction existe-t-elle ?

Exemple du téléphone portable :

- Fonction d'interaction (principale) entre le téléphone et l'utilisateur : « Transformer les ondes radio-téléphoniques en onde sonore et vice et versa »

But : Permettre à l'utilisateur de téléphoner

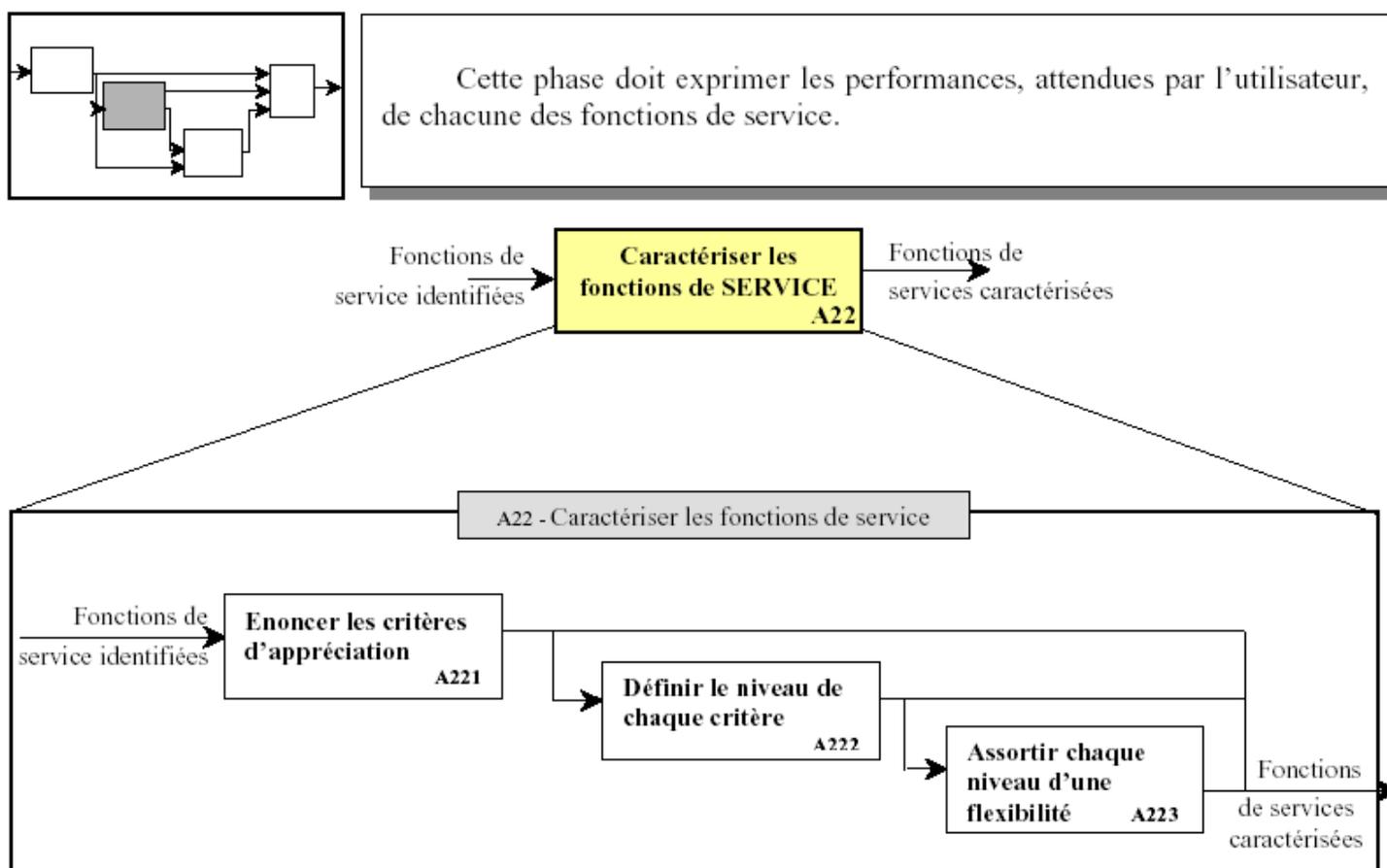
Cause : L'utilisateur a besoin du téléphone pour communiquer (à distance)

- Fonction d'adaptation (de contrainte) entre le téléphone portable et l'utilisateur : « S'intégrer à l'utilisateur »

But : Permettre à l'utilisateur de téléphoner de n'importe où

Cause : Le téléphone doit être transportable facilement

2.2. TACHE A22 : CARACTÉRISER LES FONCTIONS DE SERVICE.



2.2.1. TACHE A221 : ENONCER LES CRITERES D'APPRECIATION.

Un critère d'appréciation est un caractère retenu pour apprécier la manière dont une fonction est remplie. Pour une même fonction, il y a souvent plusieurs critères d'appréciation.

Exemple: Pour la fonction « **Chauffer un studio** », par exemple, on peut énoncer les critères :

C1 : Température

C2 : Humidité

C3 : Vitesse de l'air

...

2.2.2. TACHE A222 : DÉFINIR LE NIVEAU DE CHAQUE CRITERE.

Le niveau d'un critère est une grandeur repérée dans l'échelle adoptée pour un critère d'appréciation d'une fonction.

Exemple: Pour la fonction de service

« **Chauffer un studio** »

Critères	Niveaux
C1 : Température	20°C
C2 : Humidité	60% maxi
C3 : Vitesse de l'air	10 m/s

Cette phase est très importante car c'est grâce au contrôle du respect de ces niveaux que l'on déterminera si le produit conçu satisfait au cahier des charges fonctionnel ou non.

2.2.3. TACHE A223 : ASSORTIR CHAQUE NIVEAU D'UNE FLEXIBILITE.

Il s'agit ici de définir si les niveaux des critères doivent être impérativement être respectés ou bien si on peut éventuellement accepter un dépassement des limites de ces niveaux. Ceci à pour but de laisser plus ou moins de liberté au bureau d'étude à partir du moment où le dépassement de ces limites ne nuit pas à la satisfaction du besoin.

On peut exprimer la flexibilité d'un niveau suivant trois formes :

Classes de flexibilités : (forme la plus courante)

F0 : Niveau impératif (flexibilité nulle)

F1 : Niveau peu négociable

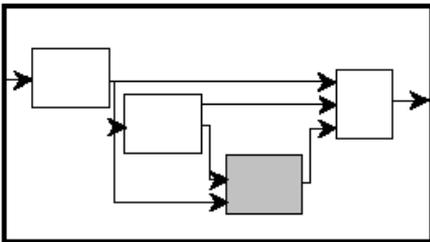
F2 : Niveau négociable

F3 : Niveau très négociable

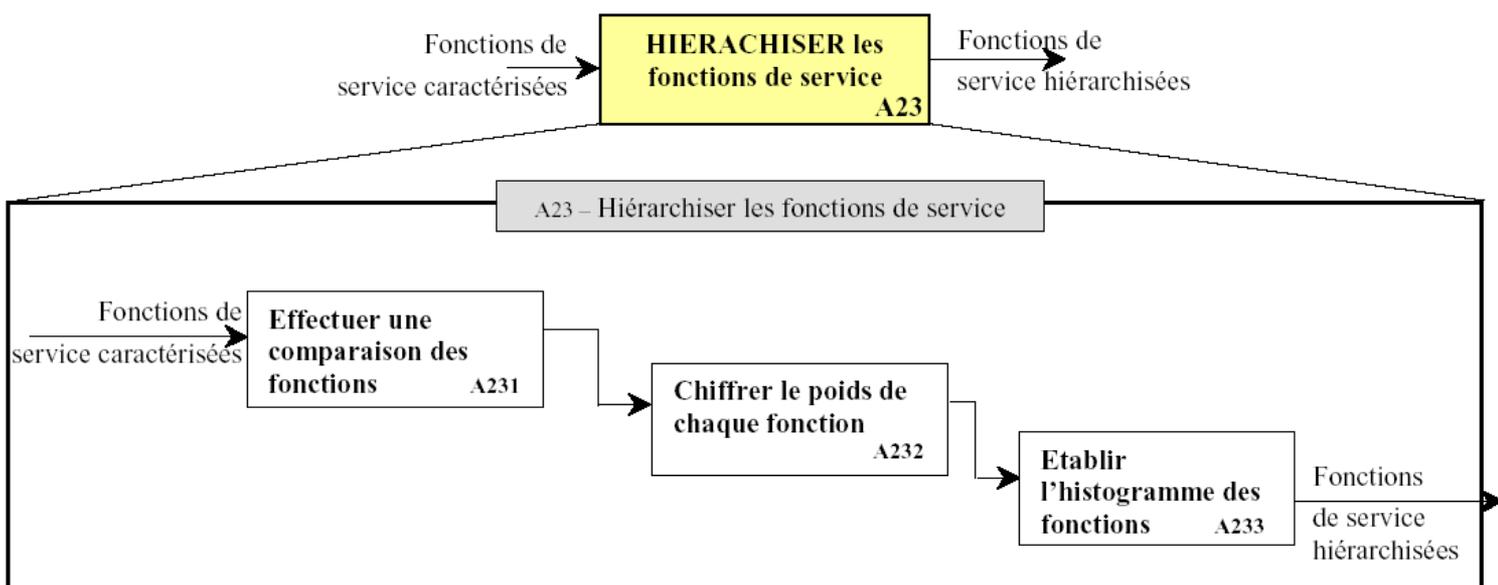
Limite d'acceptation : bornes supplémentaires autorisées.

Taux d'échange : dépassement d'un niveau en contre partie d'une redéfinition d'un prix, d'une puissance, d'une masse...

2.3. TACHE A23 : HIÉRARCHISER LES FONCTIONS DE SERVICE.



Cette phase permet de quantifier l'importance relative des fonctions de service. Les résultats de cette analyse permettront, lors de la conception de faire coïncider la répartition des coûts avec cette hiérarchisation (il est en effet logique que le coût des solutions technologique adoptées pour remplir une fonction de service soit proportionnel à l'importance qu'on lui accorde).



2.3.1. TACHE A231 : EFFECTUER UNE COMPARAISON DES FONCTIONS.

Le principe est de comparer les fonctions une à une à l'aide d'une matrice et d'attribuer une note en supériorité de 0 à 3 :

- 0 : Niveau égal
- 1 : Légèrement supérieure
- 2 : Moyennement supérieure
- 3 : Nettement supérieure

	B	C	D	E	F	Points	%
A	A/2	A/3	A/1	A/3	A/1		
B		C/1	D/1	B/3	B/1		
C			C/2	E/1	C/1		
D				E/3	D/1		
E					F/1		
F							
Total:							

Exemple : On doit établir la hiérarchisation entre les fonctions de service A, B, C, D, E et F.

Les intersections entre la 1ère ligne (A) et les différentes colonnes permettent de comparer A avec la fonction B, puis C etc... Les intersections entre la 2ème ligne (B) et les colonnes permettent de faire le même travail entre la fonction B et les fonctions C, D... Et ainsi de suite...

Exemple : Dans le cas de la comparaison entre la fonction A et B, (1ère case) le groupe A est « moyennement supérieure » à la fonction B => A/2

2.3.2. TACHE A232 : CHIFFRER LE POIDS DE CHAQUE FONCTION.

	B	C	D	E	F	Points	%
A	A/2	A/3	A/1	A/3	A/1	10	40
B		C/1	D/1	B/3	B/1	4	16
C			C/2	E/1	C/1	4	16
D				E/3	D/1	2	8
E					F/1	4	16
F						1	4
Total:						25	100

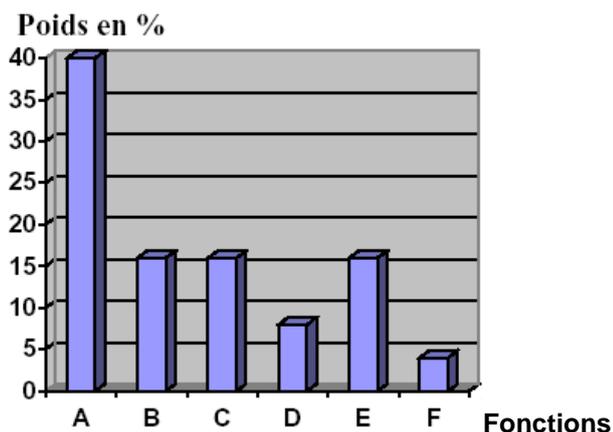
On effectue, pour cela, le cumul en croix des points de chaque fonction.

Exemple : Pour la fonction C, il faut additionner dans la deuxième colonne et la troisième ligne les points affectés à la fonction C (cases grisées).

$$\begin{array}{l} \text{B/C} \quad \text{C/D} \quad \text{C/F} \\ 1 + 2 + 1 = 4 \end{array}$$

On effectue ensuite le calcul du total des points pour toutes les fonctions afin de pouvoir calculer le poids de chaque fonction en pourcentage.

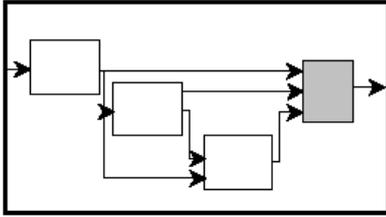
2.3.3. TACHE A233 : ETABLIR L'HISTOGRAMME DES FONCTIONS.



Il s'agit de rendre significatifs les résultats de la hiérarchisation fonctionnelle en représentant sous forme de graphique les pourcentages attribués à chaque fonction.

On rappelle ici que le but de cette hiérarchisation est d'attribuer un budget pour la réalisation technique de chaque fonction proportionnel à leur importance.

2.4. TACHE A24 : RÉDIGER LE CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL (C.D.C.F)



Le résultat de cette analyse (étude de faisabilité), à laquelle il faut ajouter les réflexions issues de l'analyse de besoin, permet de formuler le service à rendre sous forme de document appelé **Cahier des Charges Fonctionnel**.

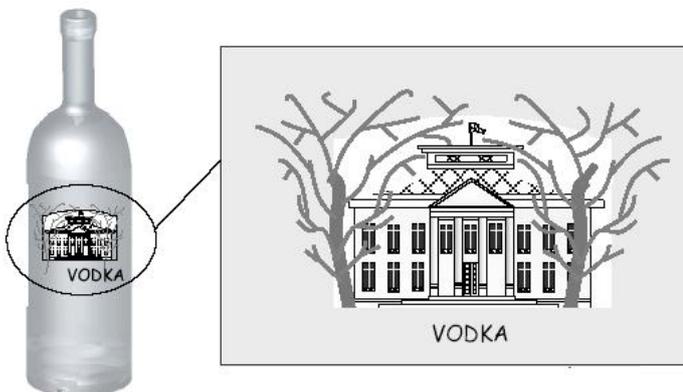
Définition du C.d.C.F : Document par lequel le demandeur exprime son besoin en terme de fonctions de service. Pour chacune d'elles sont définis des critères d'appréciations et leurs niveaux de flexibilité.

Extrait d'un « C.d.C.F » d'un réel projet industriel:

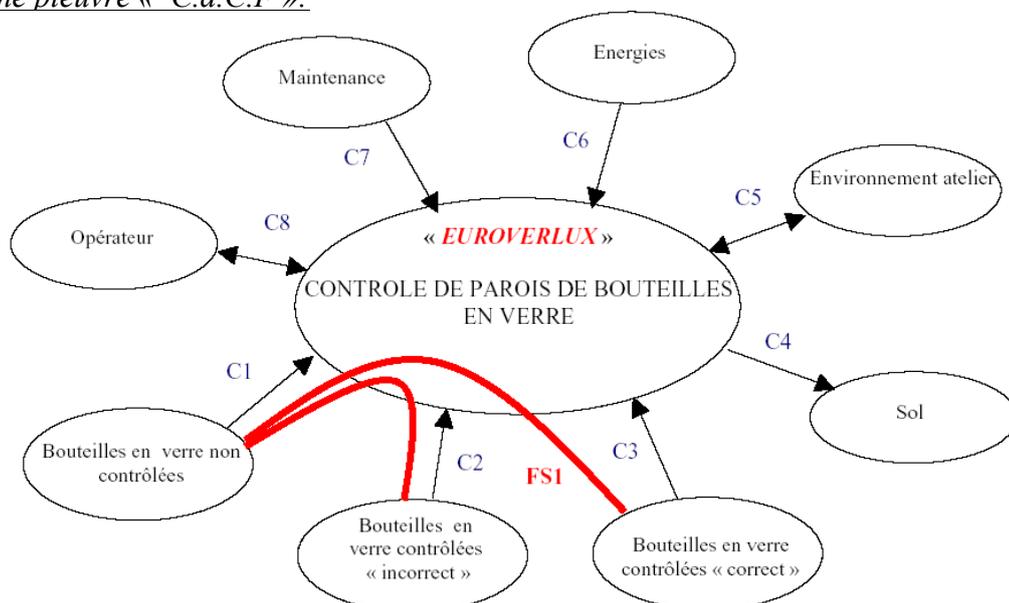
La machine « **Euroverlux** » est un système de contrôle de bouteilles de vodka en verres.

Elle permet essentiellement de contrôler deux critères précis sur une partie (fenêtre) de la bouteille :

- Détection de défauts de type inclusion gazeuse (bulles)
- Détection de défauts de type granitage, stries, griffe de chat, manque de transparence, rayures, déformation du verre.



Extrait d'une pieuvre « C.d.C.F »:



Extrait d'un C.d.C.F sous forme de tableau :

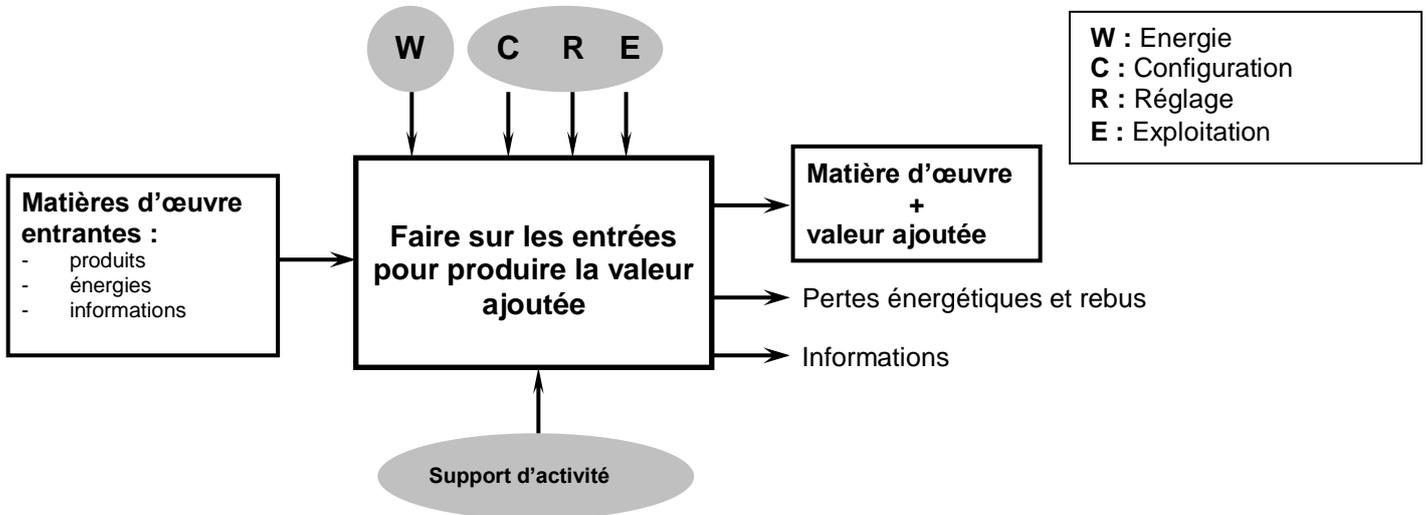
REP.	FONCTIONS	CRITERES	NIVEAUX	FLEX.
FS1	- Contrôler et trier les bouteilles en verre « correct » et « incorrect »	2 Types de défaut :	- Défaut inclusion gazeuse - Défaut verrier et esthétique : griffe de chat, granitage, stries, rayures, manque de transparence...	F0 F0
C1	Transporter les bouteilles jusqu'au contrôle	Position : Format : Diamètre : Cadence : Qualité : Ergot de la bouteille :	- Verticale - 0.75 l ou 1 l +0 - ø 73 ou ø 80 côtes à -1.5 - 2500 bouteilles / heure - Intact, pas de rayures - 180° de la face à contrôler	F0 F0 F0 F2 F0 F0
C2	Ejecter les bouteilles défectueuses	Position : Format : Qualité : Contrôle fenêtre :	- Verticale sur un autre convoyeur - 0.75 l ou 1 l - Ne pas casser, pas de rayures - De 0 à 1500 mm de haut	F0 F0 F0 F1
...
C4	Implanter la machine	Adaptation au sol : Poids : Encombrement : Adaptation du convoyeur : Sans armoire électrique :	- Jusqu'à 50 mm (pente 2 %) - 600 kg - 2700 x 1500 x 2400 - 900x100x 140 (h x L x e) - Intégration au châssis	F0 F3 F3 F0 F1
C5	Ne pas nuire à l'environnement et au public (et vice et versa)	Bruit : Luminosité : Débris de verres : Matière alimentaire :	- 78 dB - Eviter l'éblouissement - Aucun : pas de rainure, soufflette - Inox ou PEHD	F1 F0 F1 F0
C6	Doit être alimenté en énergie	Electrique : - Tension - Puissance - Régime de neutre Pneumatique :	- 200 / 380 Volt - 5000 Watt - TT - 0.6 Mpa air sec filtré	F0 F1 F0 F0
...

Afin de présenter le **Cahier des Charges Fonctionnel** au client, il en sera rédigé un « *document officiel* » de l'entreprise, qui établira le projet en cas d'accord du client.

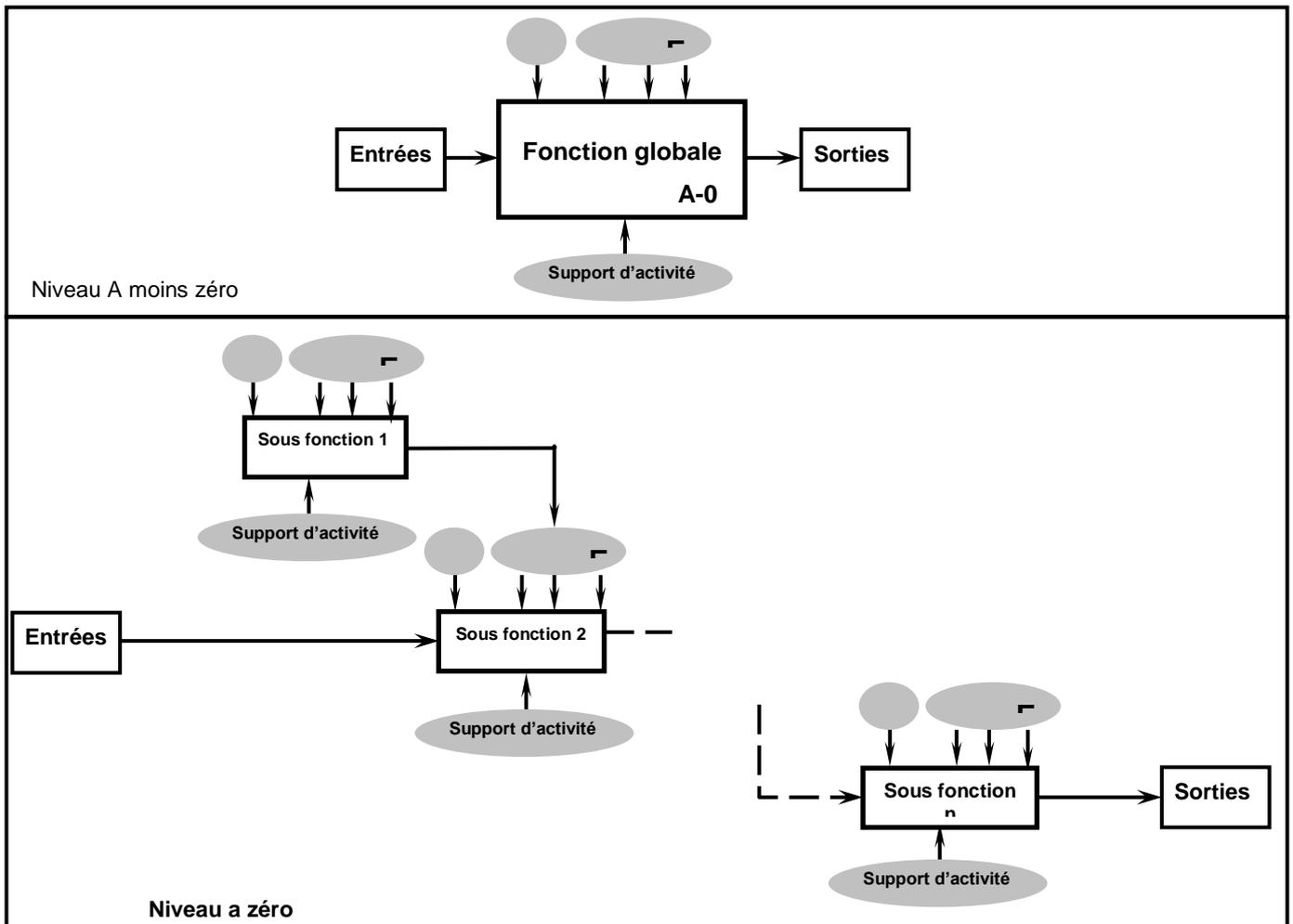
2.4. AUTRES DIAGRAMMES ET METHODES D'ANALYSE FONCTIONNELLE.

2.4.1- Modèle général d'un module fonctionnel S.A.D.T.

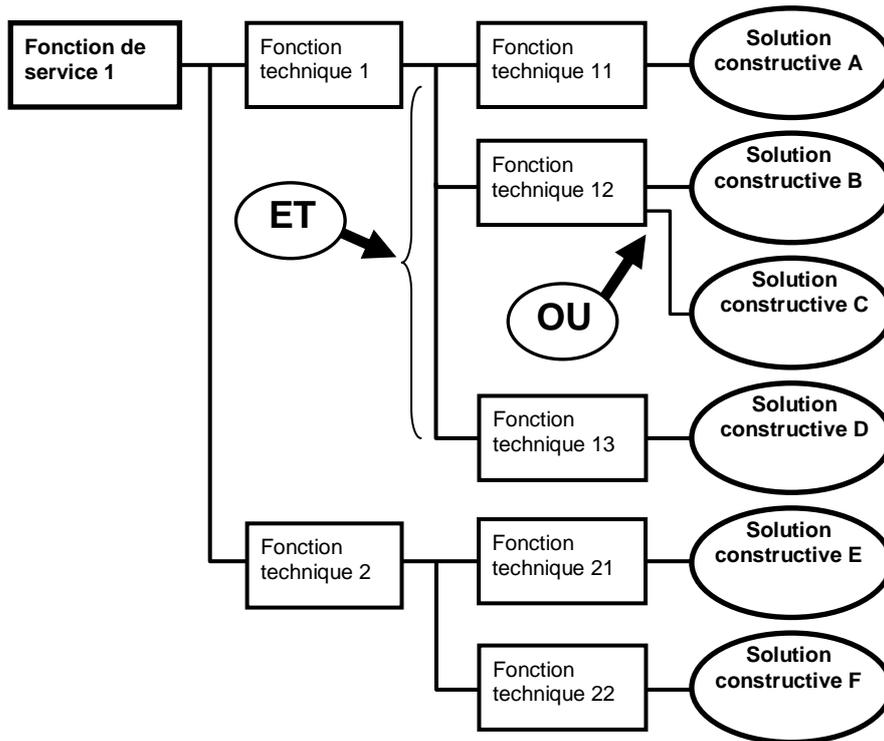
Démarche : Méthode de description des systèmes sous la forme d'une étude graphique qui part du général pour aller au particulier. Elle permet de décrire des systèmes complexes où coexistent différents flux de matières d'œuvre (produit, énergie et information). Elle est plus adaptée à la description des automatismes que des produits industriels.



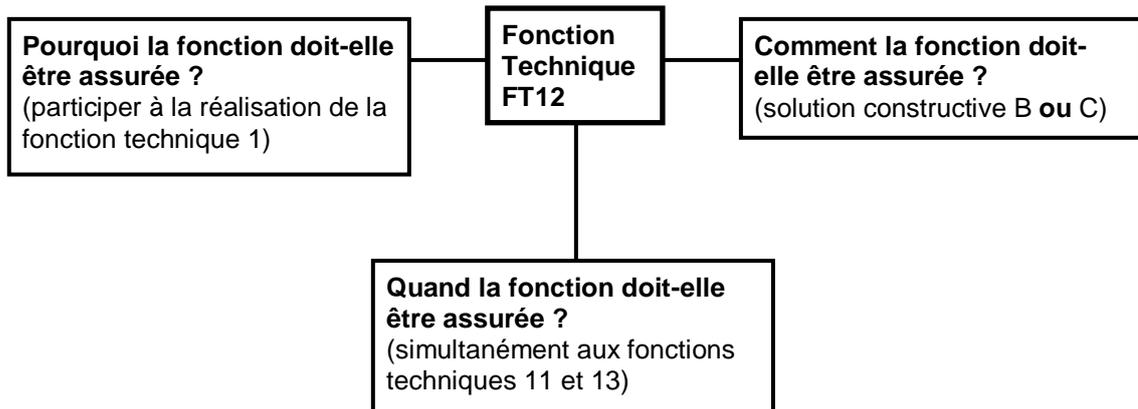
2.4.2- Forme générale d'un actigramme S.A.D.T.



2.4.3- Forme générale d'un diagramme F.A.S.T. orienté «description d'un produit existant» (analyse descendante).

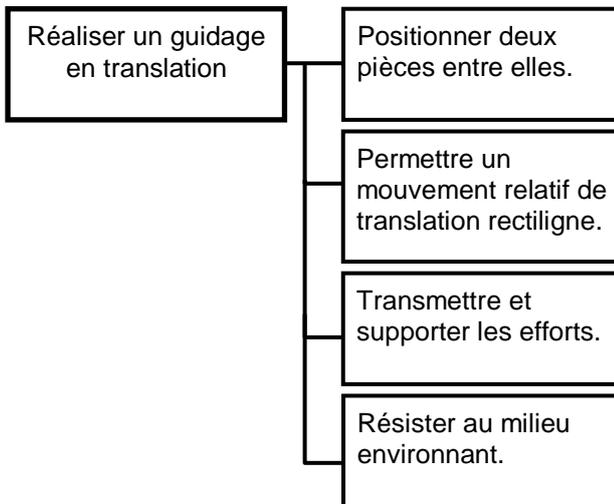


Lecture d'un diagramme F.A.S.T.

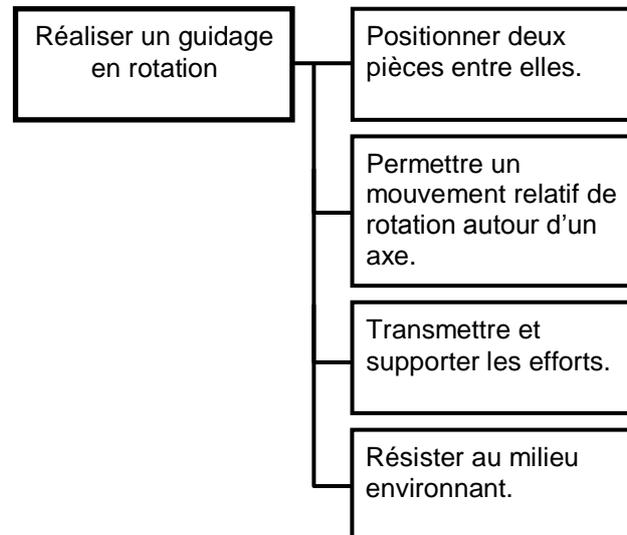


Exemples de F.A.S.T. : Phase conception.

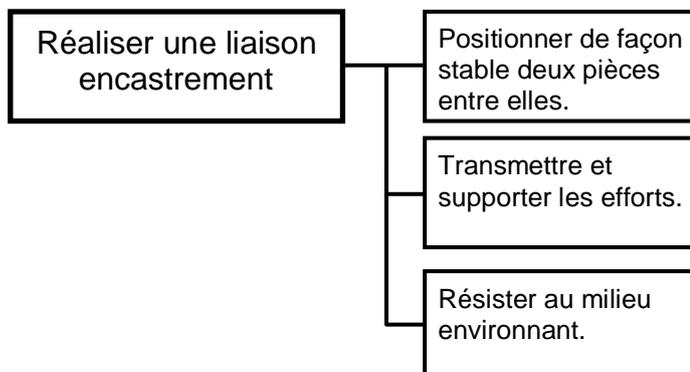
▸ Réalisation d'un guidage en translation.



▸ Réalisation d'un guidage en rotation.



▸ Réalisation d'une liaison encastrement.



Remarque :

Positionner deux pièces entre elles, c'est réaliser :

- **la mise en position** (MIP) de ces deux pièces qui résulte de la relation de contact qui s'établit entre les surfaces des deux pièces ;
- **le maintien en position** (MAP) de ces deux pièces qui résulte généralement d'organes de serrage.