



Système Technique

Conception des produits

Principales phases

Conception de nouveaux produits:



Pourquoi?

Conception ou re-conception des produits

Intégration de nouvelles technologies (Electronique de puissance, calculateurs puissants, etc.) → produits plus intelligents, plus économiques ou plus verts, etc.

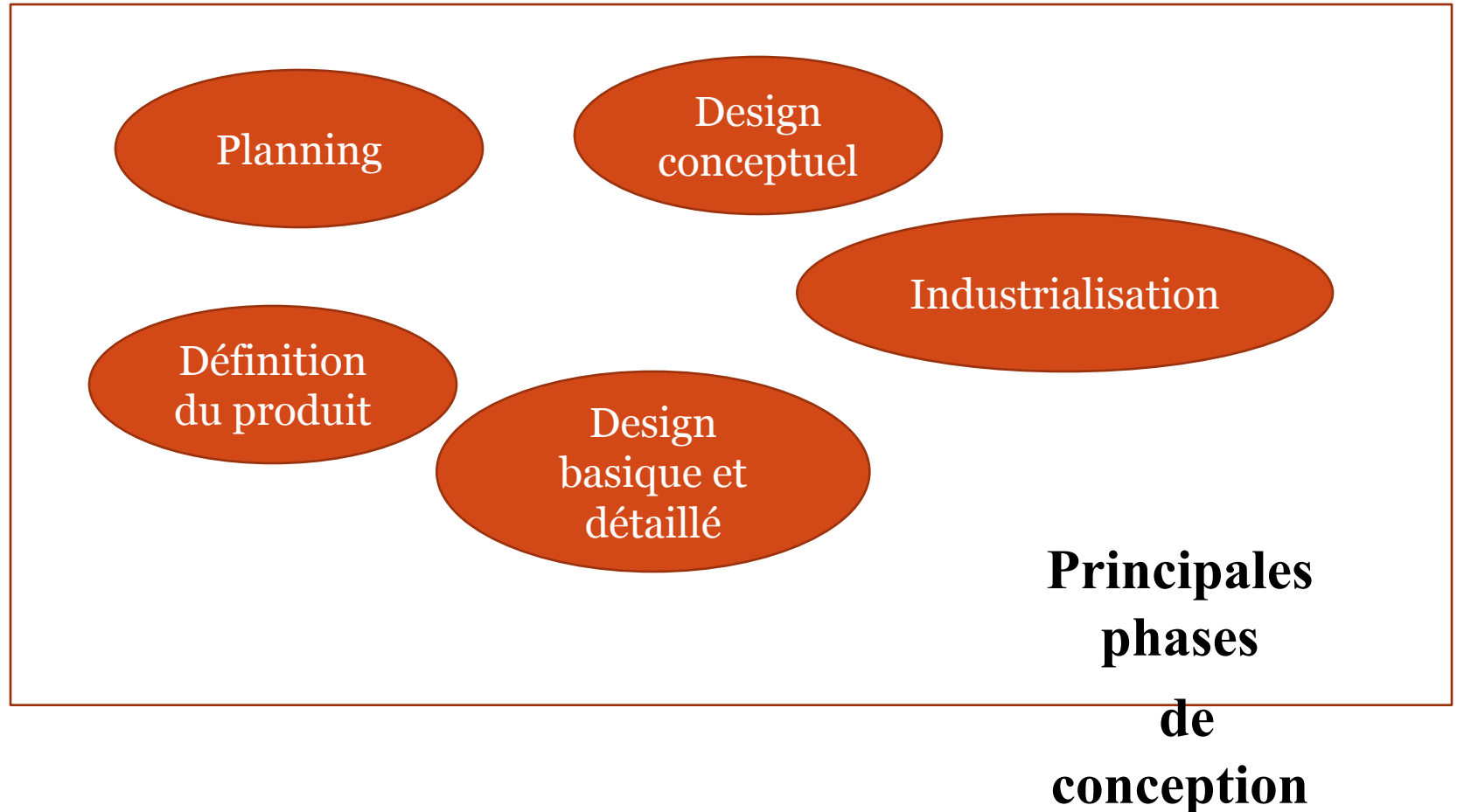
Besoin du marché: les consommateurs demandent des produits ou des fonctions plus avancées.

Conception des produits

Développement d'un nouveau produit (éolien à 4 pales, panneau photovoltaïque, régulateur de tension, etc.). Dans ce cas, le responsables du produit (product managers) effectuent un business case pour justifier la fabrication du produit avant de commencer la phase de conception par les ingénieurs.

Une procédure de conception réalisée par la compagnie doit être suivie et respectée. Toute l'équipe d'ingénierie, R&D, les acheteurs, etc. font un engagement pour développer le produit demandé.

Phases dans la conception des produits



Planning

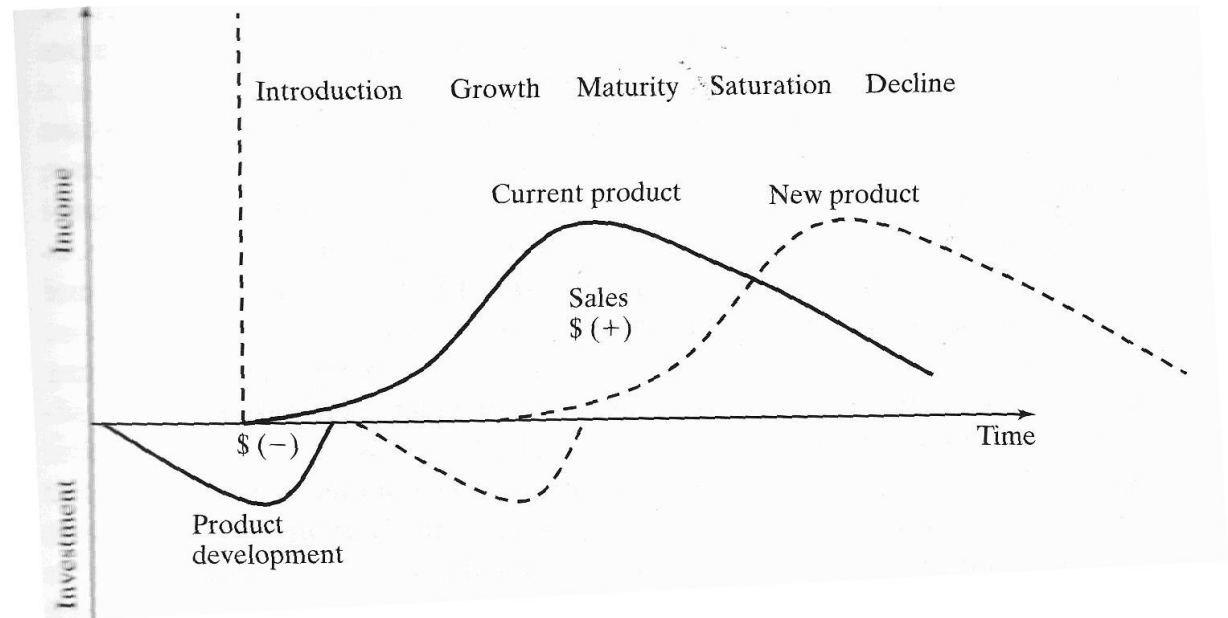
Un planning (par Primavera, MS Project, etc.) est nécessaire pour:

- Lister les ressources (argent, personnes, équipements, temps) vérifier la disponibilité des ressources
- Avoir un engagement de la part des managers
- Voir s'il est possible de respecter les dates limites, budget, livrables, etc.
- Programmer les phases pour la conception (design conceptuel, design basique, conception détaillé, réunions,, etc.)
- Estimer le cout du développement du produit et le coût du produit

Définition du produit

Beaucoup d'argent, temps, et d'effort peuvent être perdus si les spécifications du produit ne sont pas claires. Pour cela, les responsables du produit écrivent un cahier de charges sur le produit voulu.

- Les principales spécifications (vue macroscopique) du produit
- La liste des pays où le produit sera utilisé
- Le coût ciblé



Conceptual design _ Design conceptuel

Dans cette phase, il est demandé de trouver les concepts le moins cher et qui répondent au cahier des charges.

Durant cette phases, les ingénieurs peuvent faire des simulations ou des tests réels pour évaluer les risques techniques. La sortie de cette phase:

- Les concepts proposés

- Estimation du coût

- Risques

- IP clearance (brevets, etc.)

- Mise à jour du planning

- Failure mode and effect analysis (FMEA), analyse des modes de défaillance et des effets

Basic and detailed design (Design basique et détaillé)

Durant la phase de design basique, les ingénieurs essayent de trouver le meilleur concept et réduire les risques.

Dans le design basique, on écrit les spécifications techniques des différents composants du produit. Certaines spécifications sont envoyées aux sous- traitants pour la fabrication.

Durant la phase de design détaillé, les ingénieurs commencent à programmer, fabriquer, assembler, tester, faire les documents de maintenance, d'opération, commerciales, etc.

Industrialisation

Une fois le prototype est développé et validé; une phase d'industrialisation est nécessaire pour réduire le coût du produit et le standardiser (document, procédure, etc.) avec la meilleurs schéma industriel.

Il faut toujours allouer un budget pour la maintenance du produit.

Analyse fonctionnelle

Généralité

Satisfaction du client:

L'utilisateur final ou client d'un système ou d'un produit n'est satisfait que si ce système ou ce produit convient parfaitement à ses **besoins**...

Cependant, nombreux points durs pour répondre concrètement au « juste besoin » de l'utilisateur par la meilleure offre possible (en terme **de coût / délai / qualité**)

Nécessité de mettre en œuvre des **méthodes** permettant de répondre au double objectif : **satisfaction et compétitivité** ...

Utilisation d'une approche fonctionnelle :

Traduire le **besoin** du client, non pas par un produit mais par des **fonctions** utiles

Rem :

- ne pas se cantonner à une démarche qui consiste à :
 - vouloir passer directement du problème à la solution, sans prendre le temps et le soin de poser le problème et de le cerner correctement
 - oublier qu'il y a généralement non pas une mais une multitude de solutions possibles au problème posé
- analyser et valider les besoins avant de chercher les solutions qui satisferont au mieux ces besoins

POURQUOI ? ... avant de répondre à COMMENT ?



Le cœur de la méthode = l'Analyse Fonctionnelle (AF)

Définition selon la norme française AFNOR NF X50-151 :

L'**AF** = « démarche qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et/ou valoriser les fonctions du produit attendu par l'utilisateur »

Rem :

Cette démarche s'applique aussi bien à la création qu'à l'amélioration d'un produit ou d'un système.

Rem :

Formulation des fonctions très simple, sous la forme d'un **verbe** suivi de un ou plusieurs compléments.

Distinction à faire entre **fonctions de service** (qui répondent au besoin) et **fonctions techniques** (qui réalisent les fonctions de service)

Fonctions de service


Fonction de service (dans le cadre d'une **analyse fonctionnelle du besoin** (ou **analyse externe**)) =
« action d'un produit (ou réalisée par lui) pour répondre à un élément du besoin d'un utilisateur donné »
(AFNOR NF X50-151)

... 2 types de fonctions de service :

- les **fonctions principales**
- les **fonctions contraintes**

Fonctions de service

Fonctions principales ↔ pourquoi le produit est-il créé ?

 Exprimer l'action attendue du produit sur un élément du milieu environnant, au bénéfice d'un autre élément du milieu

Fonctions contraintes ^{quelles sont les contraintes.}
auxquelles le produit doit satisfaire ?

Définir une contrainte imposée à un produit par son milieu extérieur d'utilisation



Fonctions techniques

Fonction technique (dans le cadre d'une **analyse fonctionnelle du produit** (ou **analyse interne**)) =
« action interne au produit (entre ses constituants), choisie par le concepteur - réalisateur, dans le cadre d'une solution, pour assurer des fonctions de service »
(AFNOR NF X50-151)

Rem :

Elles ne sont identifiées qu'une fois les fonctions de service exprimées

Méthode d'analyse fonctionnelle

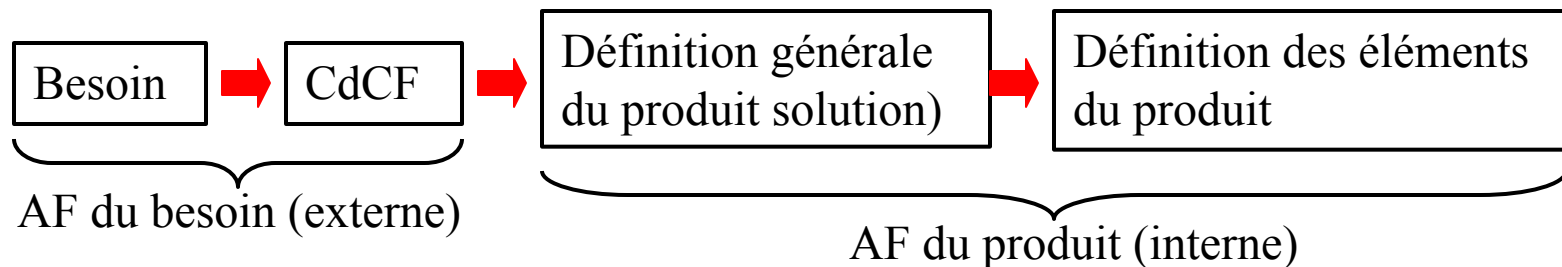
Méthode d'analyse fonctionnelle :

Différencier l'AF externe de l'AF interne...

(deux analyses complémentaires, utilisées à des moments et avec des buts différents)

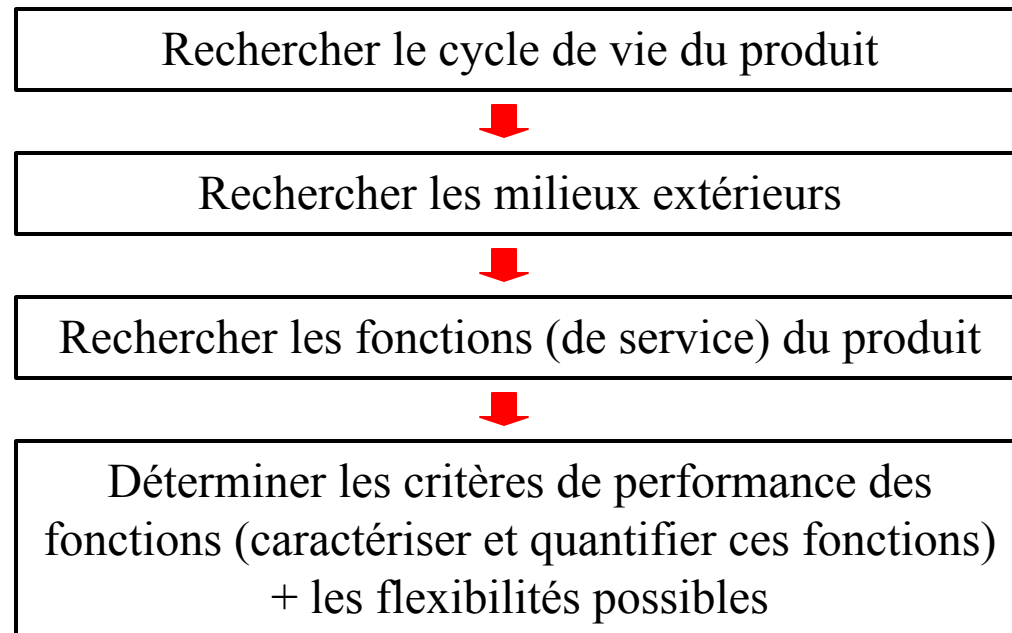
AF externe : permet d'analyser et d'exprimer exhaustivement le besoin du client (indépendamment de toute solution...)

AF interne : porte sur une solution afin de déterminer les fonctions techniques des différents composants



AF externe : traduire les attentes des utilisateurs en fonctions,
afin d'exprimer ce besoin sous forme de cahier
des charges

Une démarche synthétique pour l'AF externe :



Rem : L'AF externe décrit le besoin de manière nécessaire et suffisante; elle laisse ouvert le choix des solutions...

Rechercher les différentes phases de
vie du produit

De son développement à son retrait...
en passant par sa production, son
stockage, son utilisation...

Puis, pour chaque phase...

Rechercher les milieux extérieurs

Lister les éléments (personnes, matériels,
matières, normes...) constituant
l'environnement du produit


Rechercher les fonctions (de service)
du produit

Identifier toutes les fonctions par l'étude
du produit avec son environnement, puis
les ordonner.
→ décomposition logique de ces fonctions
→ arbre fonctionnel

Déterminer les critères de
performance des fonctions
(caractériser et quantifier ces
fonctions) + flexibilités associées

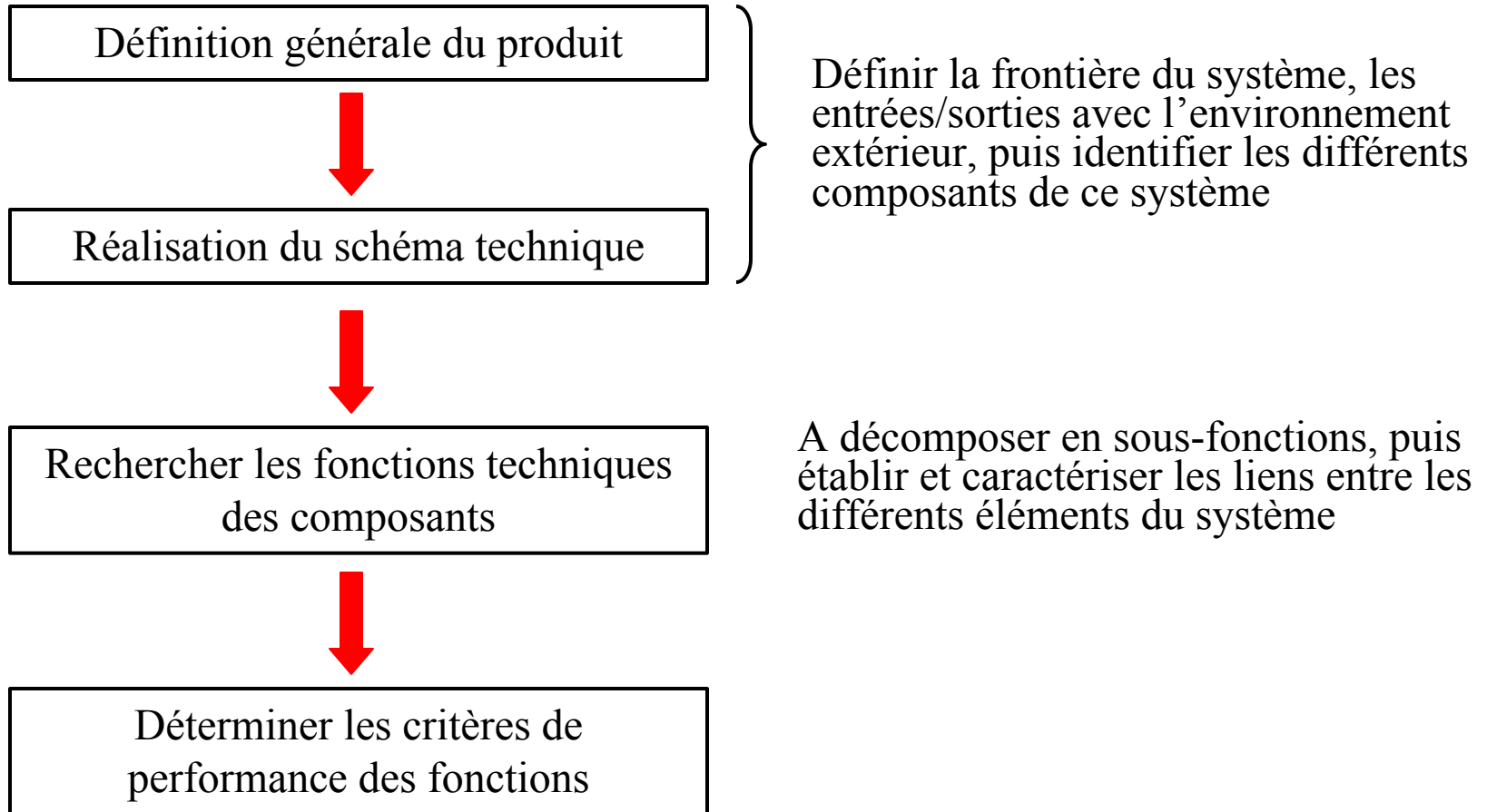
Critères qui permettront d'orienter le
choix d'une solution technique
→ critères d'appréciation ou de valeur
→ niveau de chaque critère
→ flexibilité de chaque niveau
→

AF interne : une fois les attentes par rapport au système connues, il faut le concevoir (système complexe, multi-composants...)

définir les fonctions que doit rendre chaque composant pour que le système fonctionne et rende le service demandé,
 au moment voulu par le client

Rem : L'AF interne traduit les choix effectués par le concepteur pour satisfaire les fonctions de service

Mise en œuvre d'une démarche synthétique pour l'AF interne :



Outils

Une large palette d'outils pour mener à bien l'AF...

- En relation directe avec le **client** :
Définir au mieux les **attentes** de celui-ci par une démarche basée sur le **questionnement**

Méthode « **QOOQCCP** »

Série de questions élémentaires (**Q**uoi ?, **Q**ui ?, **O**ù ?, **Q**uand ?, **C**omment ?, **C**ombien ?, **P**ourquoi ?)

Collecte exhaustive et rigoureuse d'informations précises
vis à vis du problème posé

Rem. : Approfondir les réponses en se demandant « pourquoi ? » à chaque question

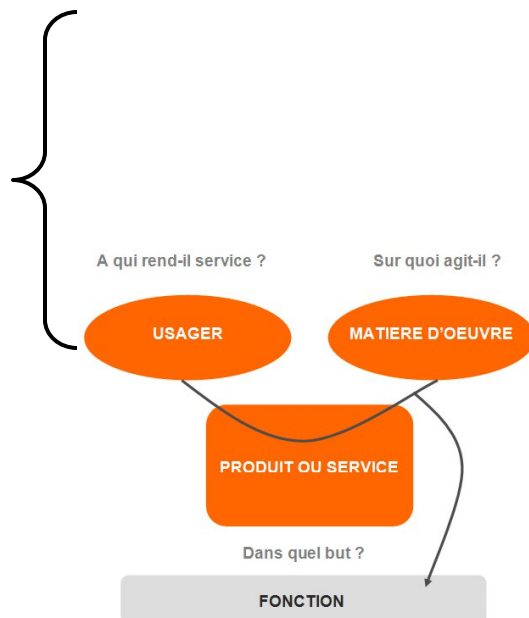
- Pour la **recherche de la fonction globale** (ou du besoin fondamental) du produit ou du système :

La « **bête à cornes** »

(outil d'expression du besoin, issu de la méthode APTE)
(APTE : Application des Techniques d'Entreprise)

Principe de base : Répondre aux 3 questions fondamentales suivantes pour le produit à étudier

- * **A qui, à quoi** le produit ou système rend-il service ?
- * **Sur qui, sur quoi** agit-il ?
- * **Dans quel but ?** pour quoi ? besoin (formulation du besoin)
pourquoi ? cause (validation du besoin :



A qui, à quoi le produit étudié rend-il service ?

Sur qui, sur quoi le produit étudié agit-il ?

Formalisme :

Produit
ou
système
étudié

Dans quel but ?

Exemple :

Pêcheur

Fil

Moulinet

Permettre au pêcheur de manipuler facilement une grande longueur de fil

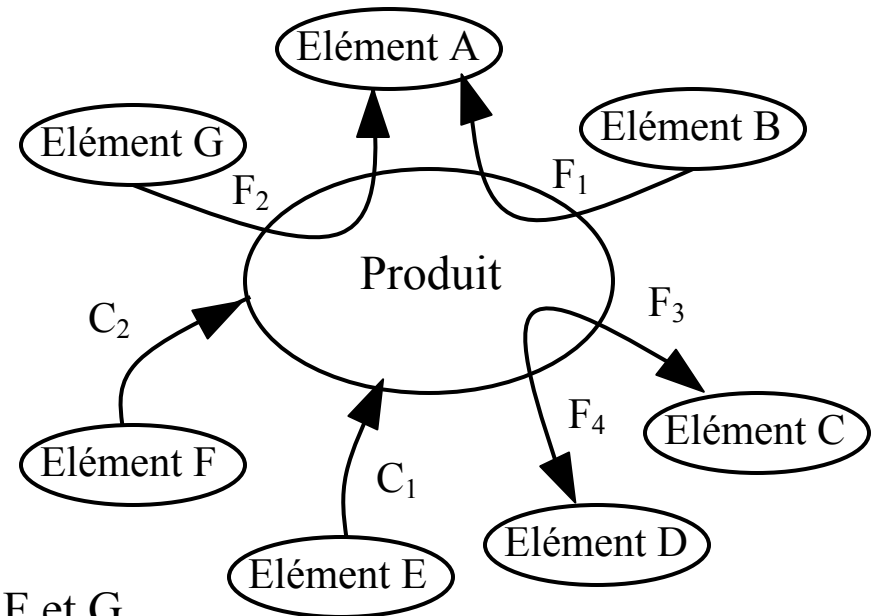
- Pour la **recherche de l'ensemble des fonctions de service** du produit ou du système, et **de leurs relations** :

La « pieuvre »

(outil d'AF du besoin (externe), issu de la méthode APTE)

Diagramme constitué du système et des éléments de son milieu environnant, faisant apparaître les liens (fonctions) entre les éléments de ce milieu environnant et le système
= outil de représentation des fonctions de service et de leurs relations avec le produit ou système étudié

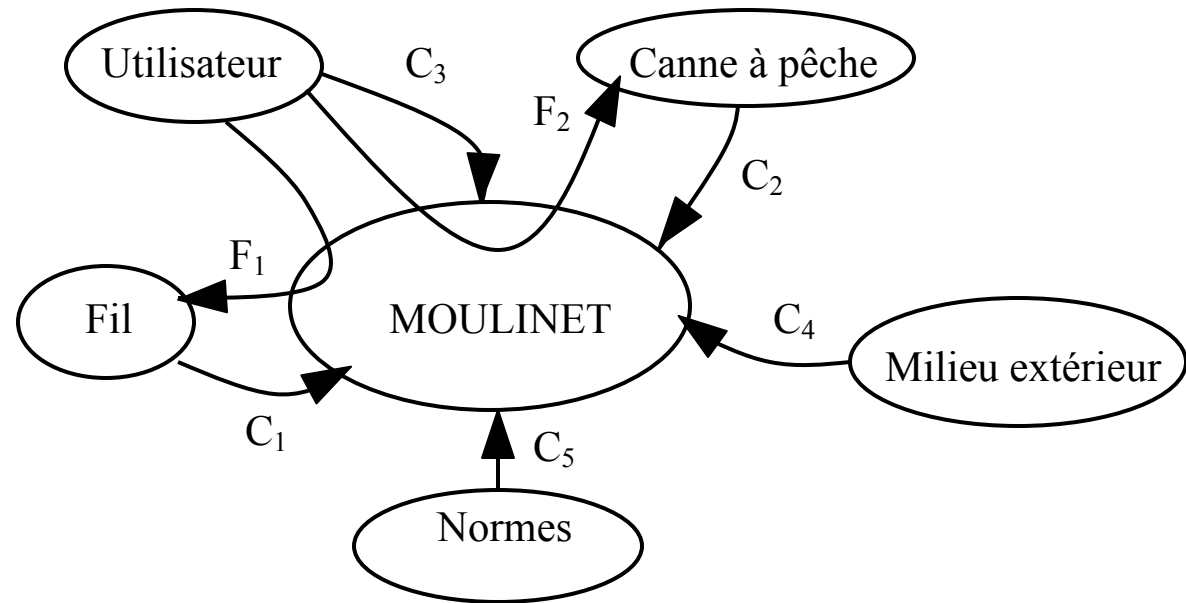
Formalisme :



Environnement : éléments A, B, C, D, E, F et G
 Fonctions de service que le produit doit satisfaire : fonctions principales F₁, F₂, F₃ et F₄
 fonctions contraintes C₁ et C₂

Conventions : - pour exprimer une fonction : verbe + compléments
 - le sens du lien (flèche) indique sur quel élément « agit » le produit pour « satisfaire » l'autre élément
 - il peut y avoir sur un même lien, deux flèches montrant l'existence de deux fonctions, qu'il y aura lieu d'exprimer
 - il peut y avoir un lien uniquement entre le produit et un seul élément (fonction contrainte)

Exemple :



F₁ : Permettre à l'utilisateur d'agir sur le fil

F₂ : Ne pas gêner l'utilisateur dans le maniement de la canne

C₁ : Eviter la rupture du fil

C₂ : Se fixer sur tout type de canne

C₃ : S'adapter à l'utilisateur

C₄ : Résister aux agressions du milieu extérieur

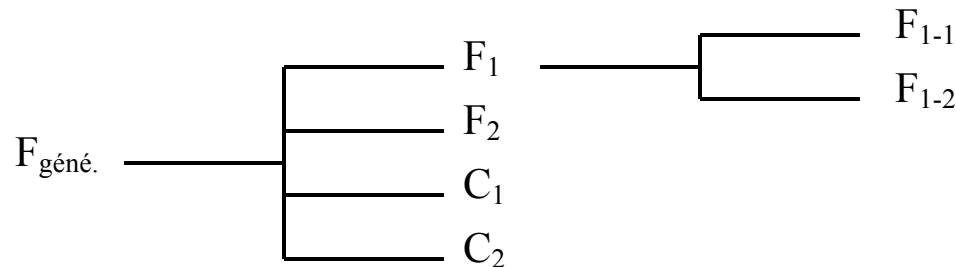
C₅ : Respecter les normes en vigueur (en termes de sécurité, de dimensions de fil...)

- Pour ordonner les fonctions de service :

L'arbre fonctionnel

Organisation des différentes fonctions en arborescence

Racine de l'arbre : la fonction générique ou besoin fondamental
... elle-même soutenue par les autres
fonctions et contraintes...



- Pour caractériser les fonctions de service :

Le tableau fonctionnel

Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité/limites
$F_{\text{gén.}}$			
F_1			
F_2			
C_1			
C_2			
...			

Les critères d'appréciation ou de valeur permettent de quantifier ou qualifier chaque fonction de service

Rem : * valeurs d'usage (ex. : durée de vie d'un produit, autonomie, ...)

* valeurs d'estime (ex. : couleur du produit, esthétique...)

* valeurs d'échange (ex. : coût du produit, maintenance, ...)

Flexibilités à spécifier pour :
choix de la meilleure solution et optimisation du produit final



- **Critères d'appréciation ou de valeur des fonctions :**

- * **F₁ : Permettre à l'utilisateur d'agir sur le fil**

- utilisateur : âge, force...
 - agir : simplicité, temps de réponse...
 - fil : longueur, nature (matière, solidité...)...

- * **C₄ : Résister aux agressions du milieu extérieur**

- milieu extérieur : rivière, mer...
 - agressions : eau (douce, salée), boue, climatique (gamme de températures...), mécanique (chocs, secousses, erreurs de manipulation...)

-

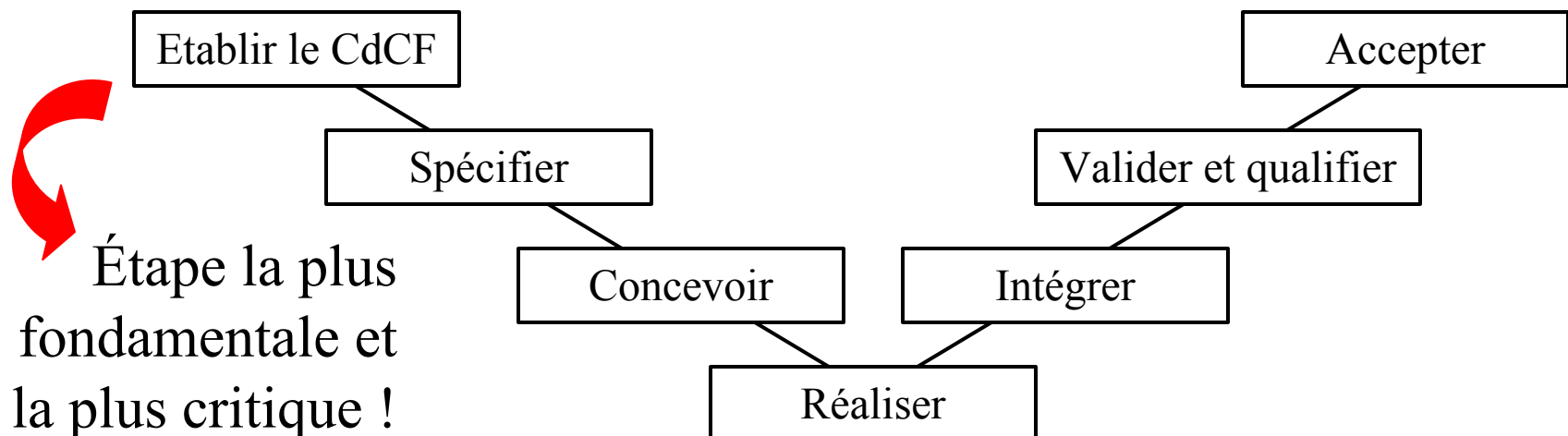
Cahier des charges fonctionnel

- Rédaction du **Cahier des Charges Fonctionnel** :

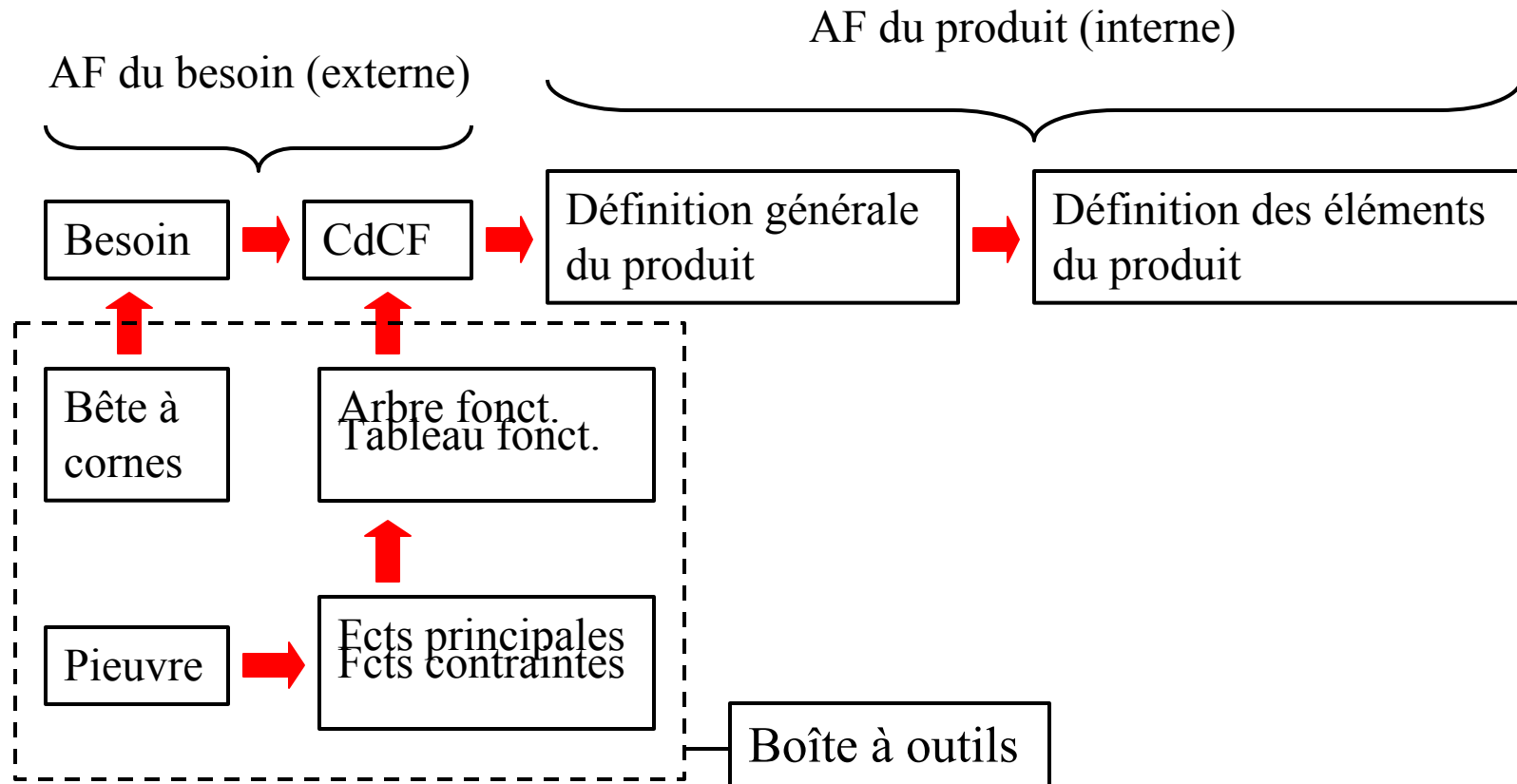
Le CdCF

- mise en forme du résultat de l'analyse fonctionnelle externe
- contrat client / fournisseur du produit ou système à réaliser
- = base de référence entre le client et le fournisseur

Par rapport à un cycle de développement du produit (en « V ») :



Panorama de l'AF externe et de ses outils...



Méthode FAST

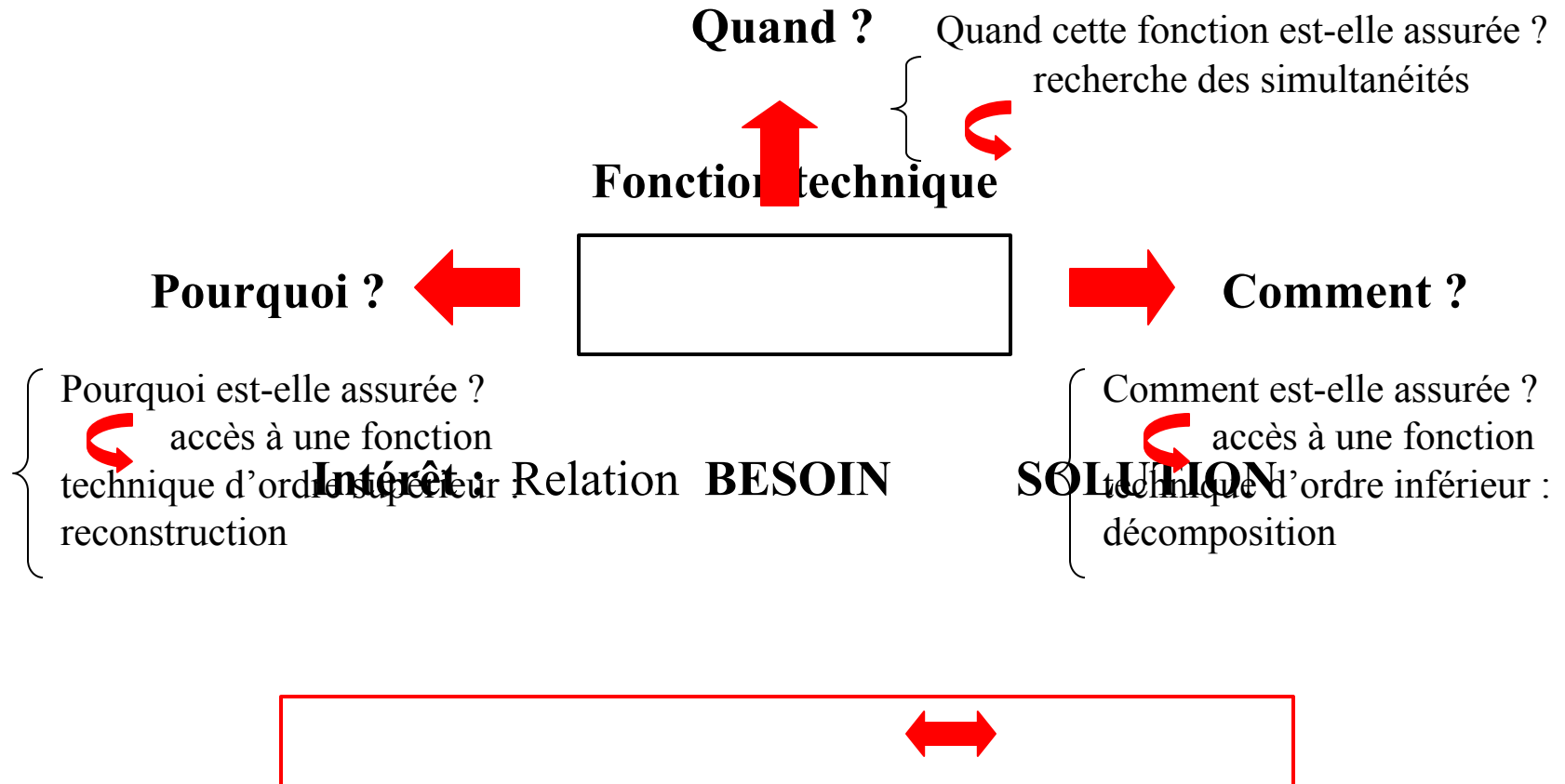
- **La méthode FAST**

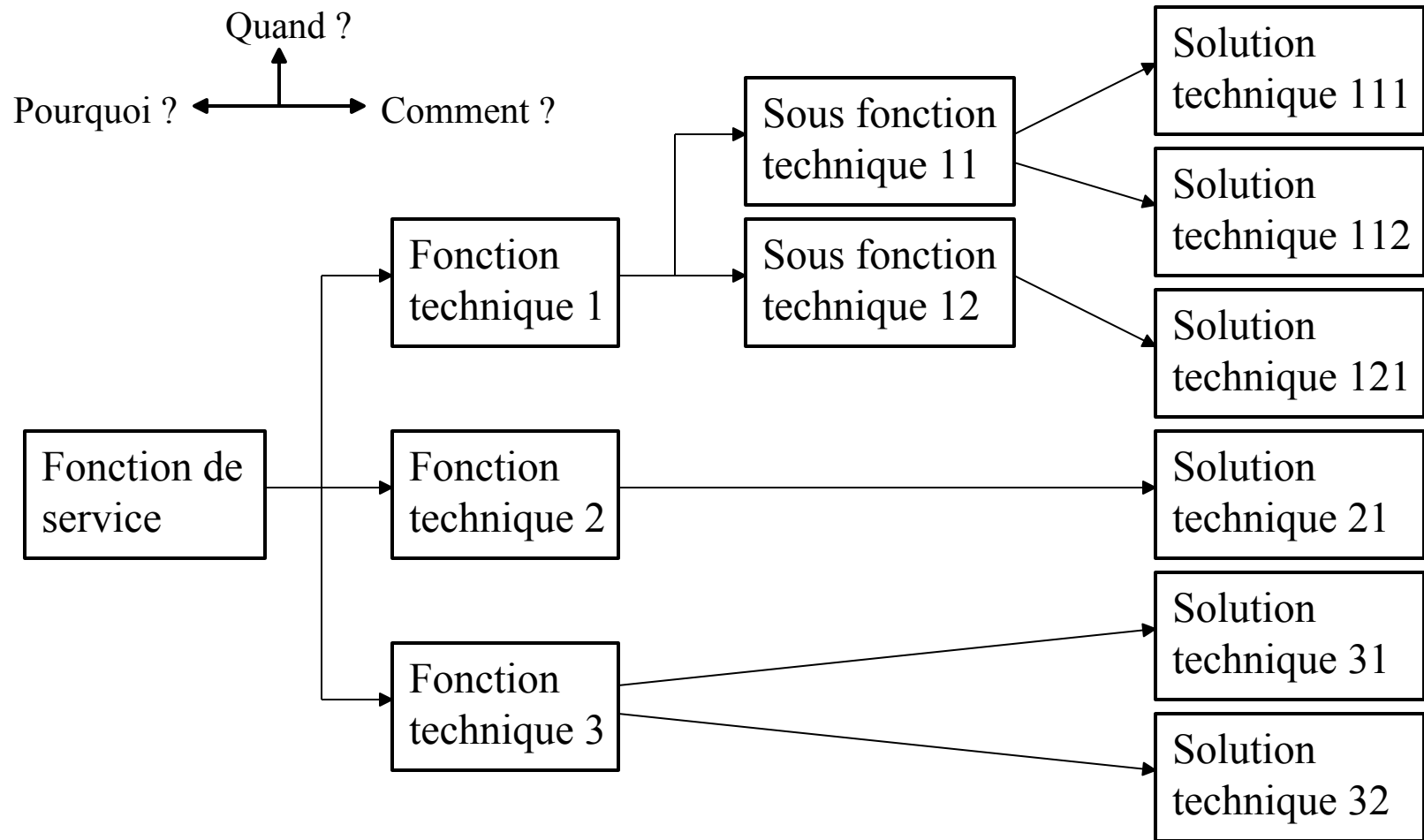
FAST : **F**unction **A**nalysis **S**ystem **T**echnique
ou Analyse Fonctionnelle des Systèmes techniques

Méthode appliquée à l'AF interne :
... de la **fonction globale** à la **solution technique**...

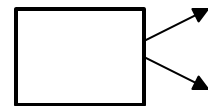
Fonction globale	Décomposition fonctionnelle	Solutions
techniques (de service)	→ (fonctions techniques)	→

Construction d'un **diagramme FAST** (en arborescence), basée sur une technique interrogative : **3 questions fondamentales**

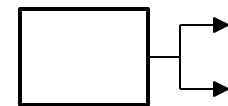




Rem : 2 types d'embranchements



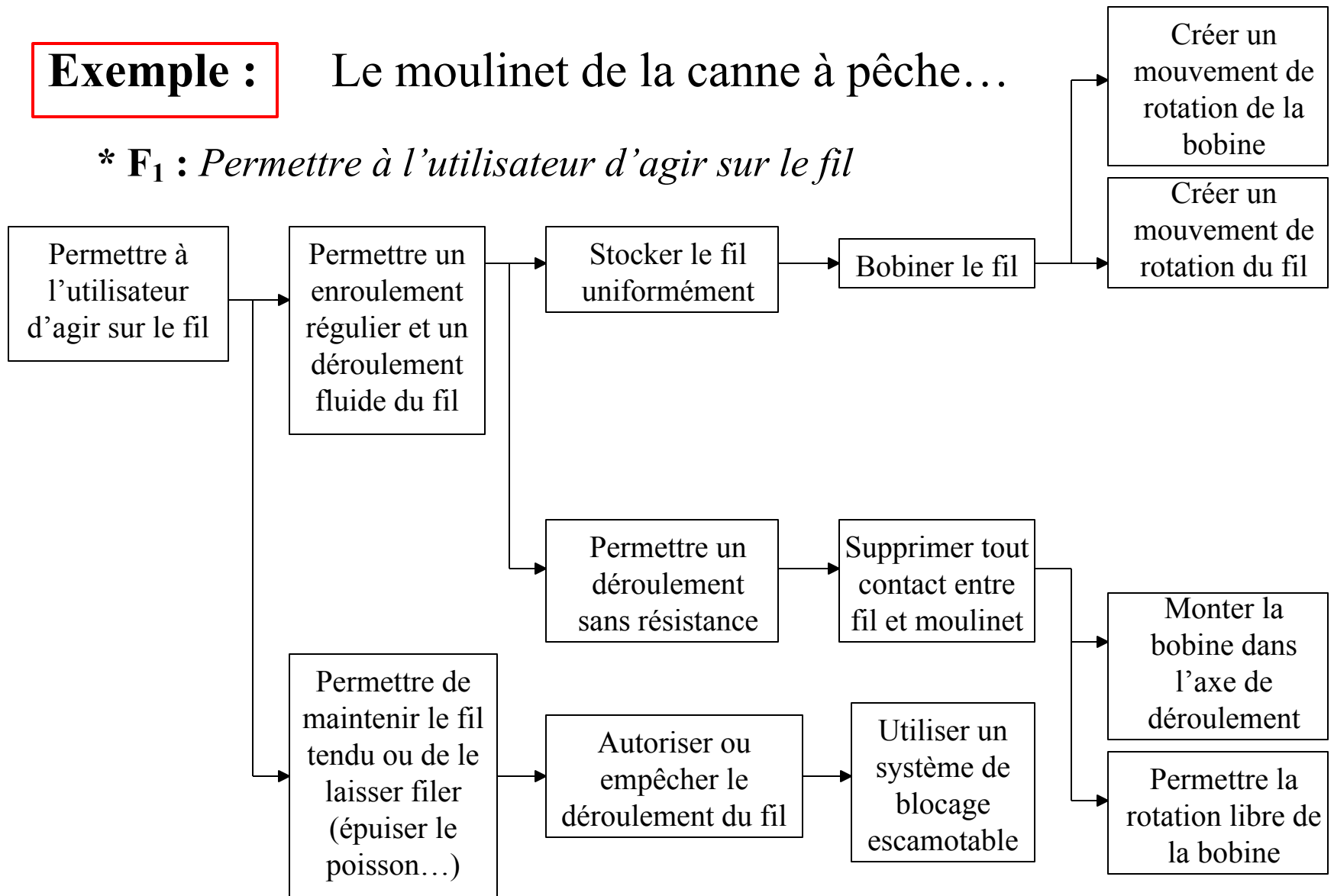
« ou »



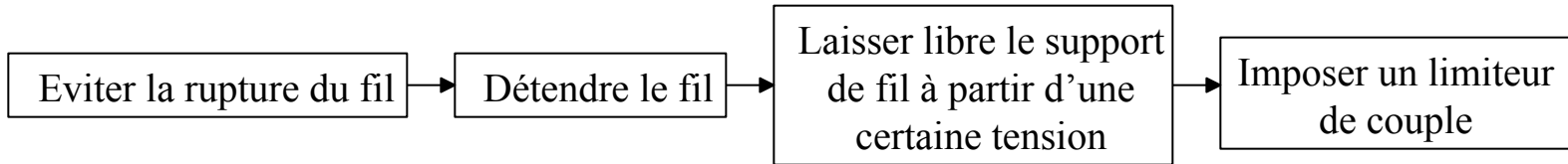
« et »

Exemple : Le moulinet de la canne à pêche...

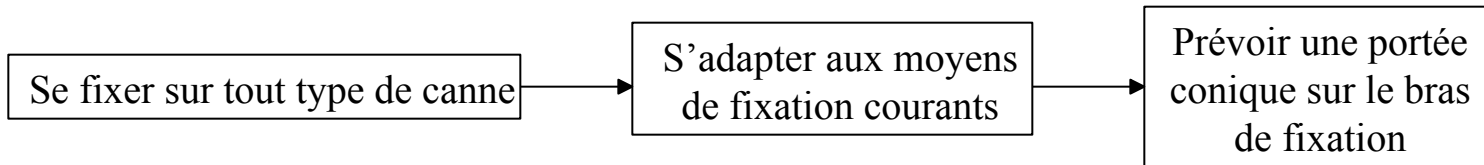
* F_1 : *Permettre à l'utilisateur d'agir sur le fil*



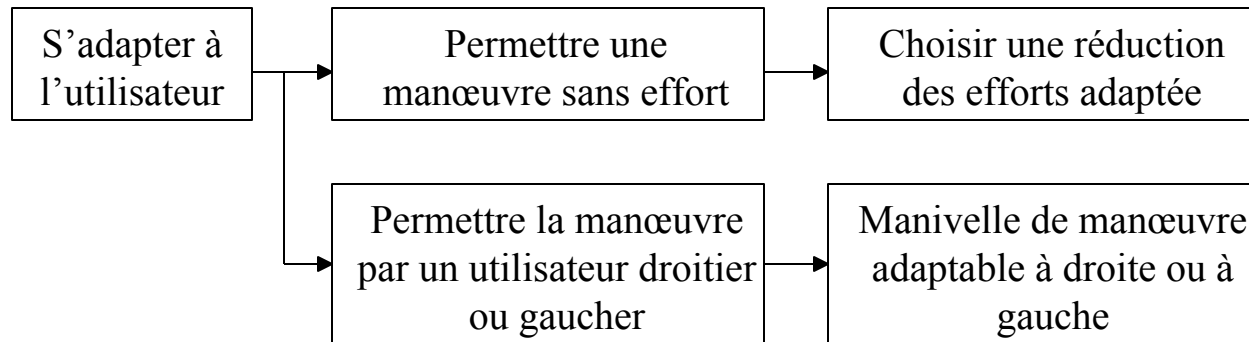
* **C₁** : *Eviter la rupture du fil*



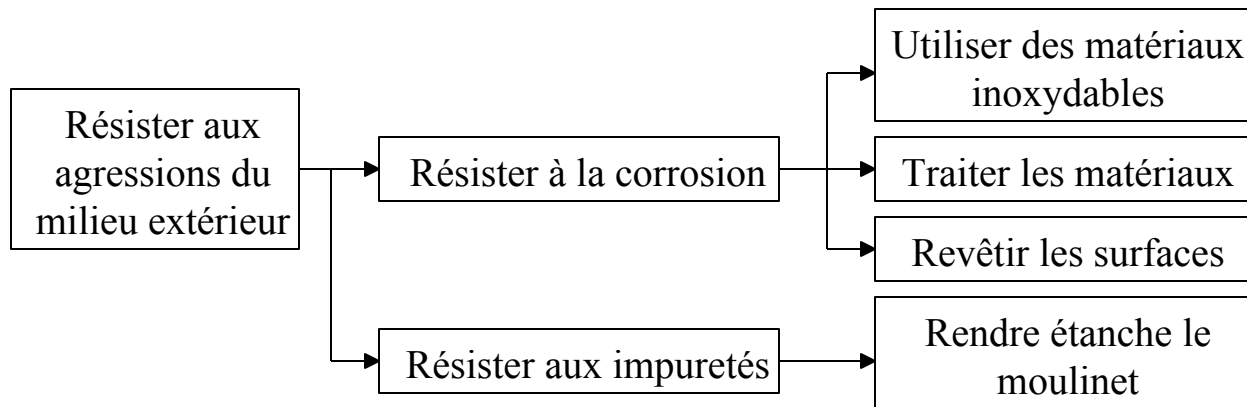
* **C₂** : *Se fixer sur tout type de canne*



*** C₃ : S'adapter à l'utilisateur**



*** C₄ : Résister aux agressions du milieu extérieur**



*** C₅ : Respecter les normes en vigueur**

Un **diagramme FAST** est la **photo d'une solution** d'un produit ou système; il y en a autant que de solutions...

Une fois réalisé, le diagramme offre :

- une bonne connaissance d'un produit complexe

- une remise en cause possible des fonctions techniques de

-  la solution actuelle, ou une amélioration de celle-ci

-  une base pour des études plus larges (ex : analyse de risques...)

