



ANALYSE FONCTIONNELLE

La Londe les Maures,
12/06/06
X. Charlot



INTRODUCTION

Un constat



Les statistiques prouvent qu'il existe d'avantage de produits mal conçus en raison d'une **insuffisance d'analyse fonctionnelle** que par manque de réflexion dans la recherche de solutions



- **Séchoir à cheveux**

- Fonction principale: sécher les cheveux, *satisfaite*
- Fonction complémentaire: stocker le fil après usage, *non satisfaite*

QuickTime™ et un décompresseur TIFF (LZW) sont requis pour visionner cette image.

- **Bouteille de bière** au bouchon prétendu dévissable qui laisse les doigts en feu

- Fonction principale: boucher hermétiquement le récipient, *satisfaite*
- Fonction complémentaire: faciliter le débouchage, *non satisfaite*

Définition



L'analyse fonctionnelle consiste à rechercher et à caractériser les **fonctions** offertes par un **produit** pour satisfaire les **besoins** de son utilisateur

Besoin: insatisfaction qui motive la création du produit

Fonction: actions d'un produit ou de l'un de ses constituants exprimées uniquement en terme de finalité

Produit: élément concret qui répond au besoin à travers la satisfaction des fonctions

Qu'apporte l'Analyse Fonctionnelle



- Un **outil simple** et utilisable par tous pour une expression la plus **consensuelle** possible du **besoin**,
- Une expression plus **stable dans le temps** et plus apte à gérer les **évolutions** que celle des moyens,
- Un outil indispensable pour rentrer dans les méthodes de **maîtrise des coûts**,
- Le seul moyen de **ne pas converger trop vite vers une solution**, qui aurait statistiquement peu de chance d'être la meilleure.

Champ d'application de l'Analyse Fonctionnelle

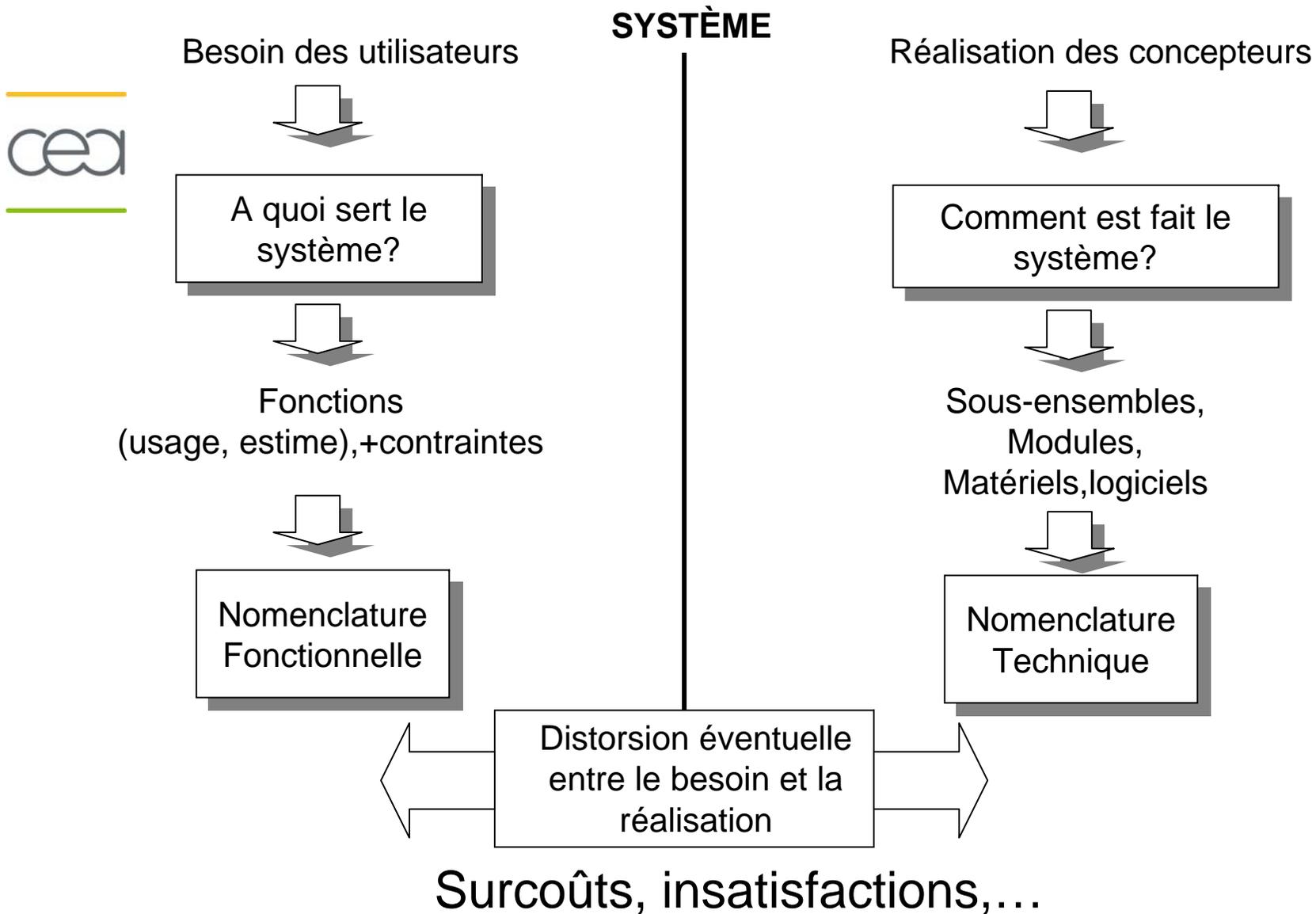


- **Produits et systèmes complets**
 - Produits « physiques »(mécaniques, électriques, électroniques,...)
 - Systèmes complexes, Instrument, détecteur, ...

- **Sous-systèmes**
 - Moteurs
 - Équipements
 - ...

- **Et aussi**
 - Des logiciels et système d'information
 - Processus administratifs, fonctionnement des organisations,
 - Soutien logistique, maintenance

Permet de recentrer la réflexion sur le besoin



Du Besoin à l'analyse fonctionnelle

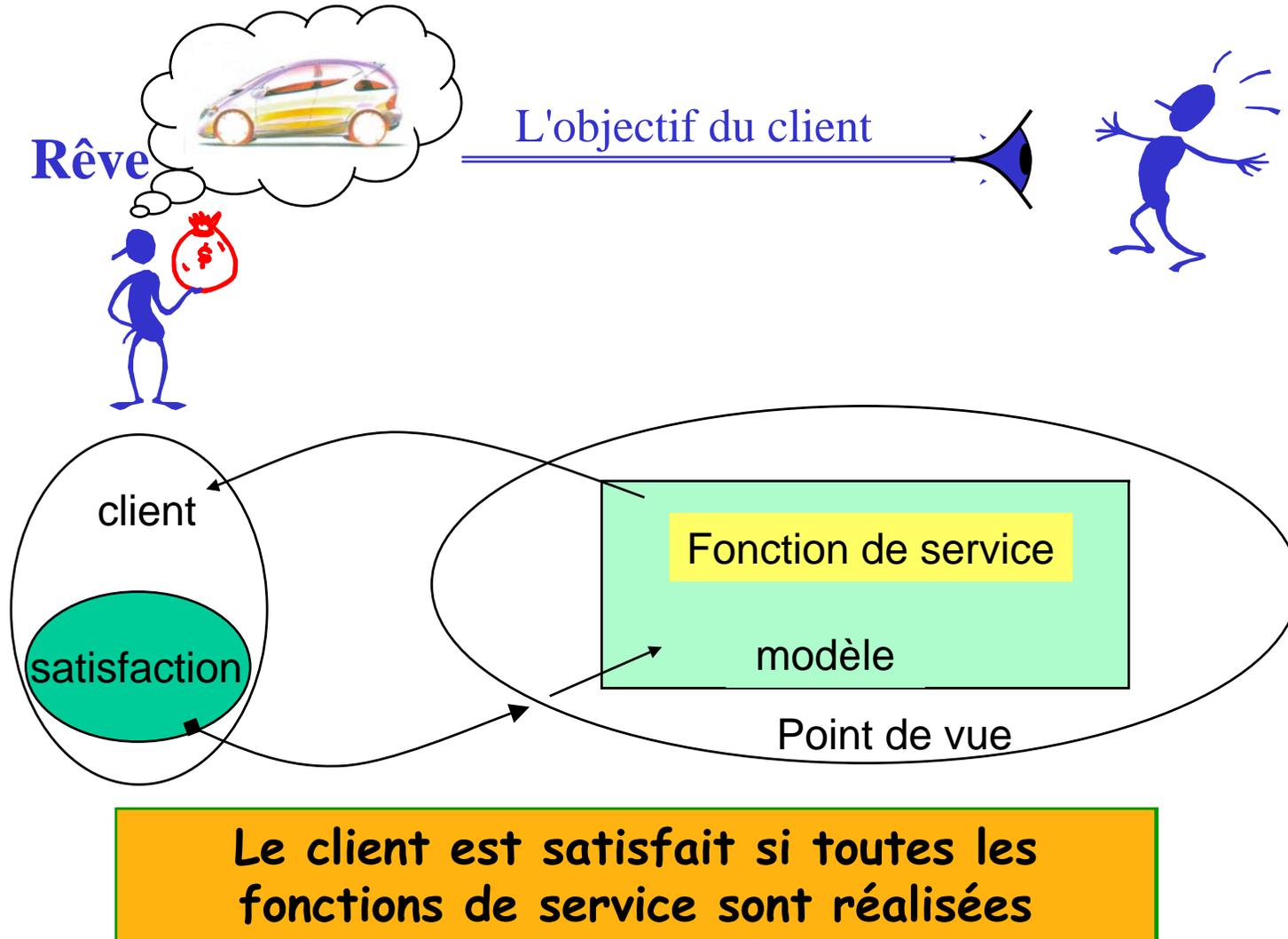


- Pour satisfaire le besoin il faut le connaître.
- Pour le comprendre il faut l'exprimer en termes de fonctions
- Pour identifier les fonctions il faut posséder les méthodes d'analyse.

Analyse fonctionnelle, outil de simulation

La simulation de la satisfaction attendue

cea

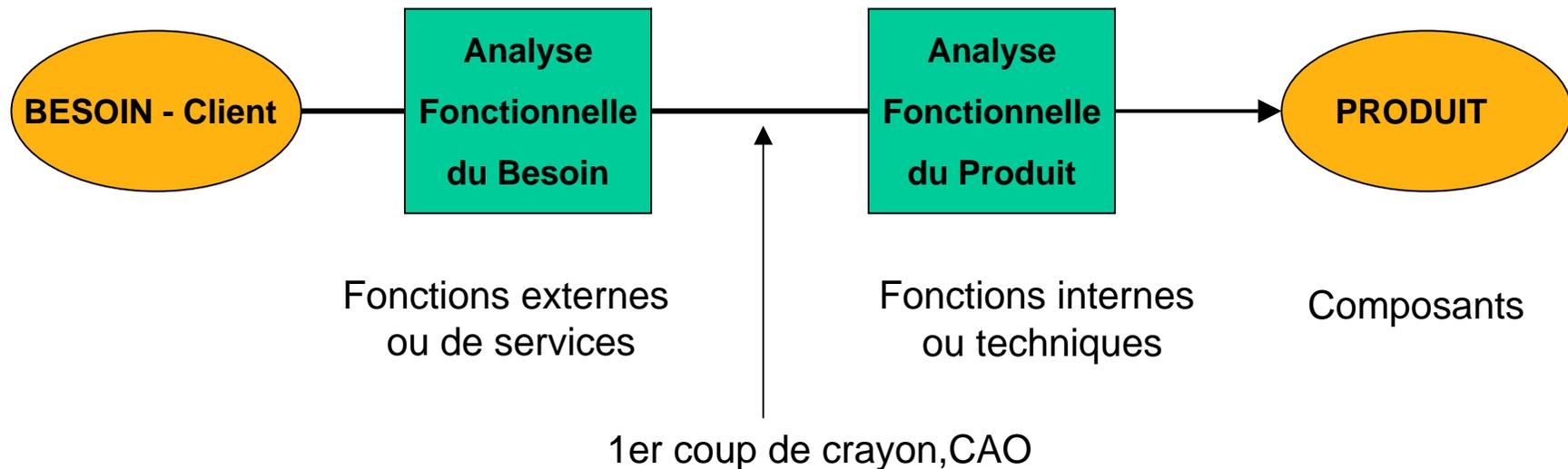


Panorama de l'Analyse Fonctionnelle



Deux démarches :

- l'analyse fonctionnelle du besoin ou Externe
- l'analyse fonctionnelle du produit ou Interne



Analyse fonctionnelle du besoin (externe)



Pourquoi?: Obtention des données nécessaires à la conception du système,
Outil de dialogue avec le client pour compléter les informations manquantes.

Données d'entrée: Besoins clients explicites et implicites,
Les environnements du produits pour différentes situations de vie,
Analyse des brevets, des règlements,
Avoir des entretiens avec les utilisateurs ou des experts,
Étudier les modes d'emploi des produits similaires ou en contact avec le système à concevoir.

Comment?: Utilisation des outils de recherche de fonction

- Fonctions principales : « pourquoi le produit a t-il été crée? »
- Fonctions contraintes: « quelles sont les contraintes auxquelles il doit satisfaire? »

Quel Résultat?: Obtention des fonctions (FP/FC) et de leurs critères à remplir pour satisfaire le besoin motivant l'existence du système.

Analyse fonctionnelle Produit (interne)



- **Pourquoi?** Caractériser le fonctionnement interne de la solution technique dégagée.
- **Données d'entrée:** Composants du système, architecture système, les fonctions de services obtenues lors de l'AFB, L'environnement d'utilisation.
- **Comment?:** Décomposition en blocs fonctionnels et utilisation des outils de recherche de fonction
 - Fonctions techniques ou élémentaires : « comment le produit fonctionne? »
- **Quel Résultat?:** Obtention des fonctions (FT) et de leurs critères à remplir pour satisfaire le fonctionnement du produit.

Philosophie de l'Analyse fonctionnelle



- Elle vise à exprimer le besoin en termes de **services attendus** plutôt qu'en termes de solutions.
- Pour ce faire l'analyse fonctionnelle consiste à mettre en place une démarche qui permet vis à vis des **fonctions** de :
 - **les recenser,**
 - **les ordonner,**
 - **les caractériser** selon des critères d'appréciation, des niveaux et flexibilité,
 - **les hiérarchiser,**

L'objectif est de rechercher les **fonctions principales et secondaires** qui satisfont les besoins, puis de les traduire en **fonctions techniques**.

Ces différentes fonctions sont formalisées au sein du **cahier des**

- **Charges Fonctionnel.**

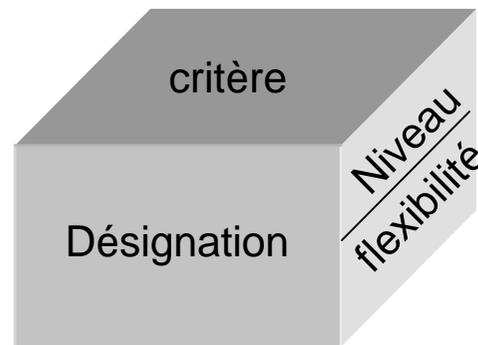


Les Fonctions

Formulation des fonctions



Définition "Action d'un produit ou de l'un de ses constituants exprimée exclusivement en terme de finalité. Une fonction est formulée par un verbe à l'infinitif suivi d'un complément »- Réf.:Afnor



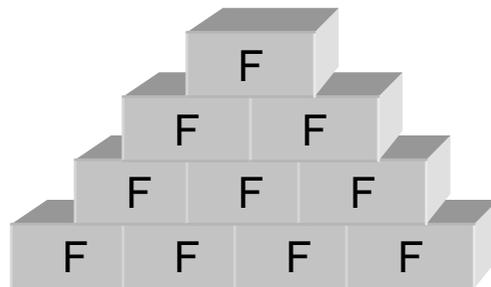
Exemple:

Fonction: être rapide

Critère: vitesse

Niveau: 160 km/h

Flexibilité: +5; -0 km/h



Un produit est un assemblage de fonctions

Formulation des fonctions(suite)



- L'analyse du besoin et sa traduction sous forme de fonctions n'est pas limité au fonctionnement et à l'usage du produit. Elle comprend également toutes les motivations du client utilisateur, même les plus subjectives.

- La désignation d'une fonction doit être précise afin d'éviter toute erreur d'interprétation

verbe + complément

Choix des verbes

- **Ne doit pas préjuger d'une solution technique** : (*lier mieux que visser*)
- Refuser la forme passive, ("*faciliter*" au lieu de "*ne pas être gênant*")

Les 4 types de fonctions



PRINCIPALES

- ✓ Service
- ✓ Usage
- ✓ Estime

COMPLEMENTAIRES

- ✓ Service
- ✓ Usage
- ✓ Estime

CONTRAINTES

- ✓ Invariants
- ✓ Milieu
- ✓ Règlements
- ✓ Normes

TECHNIQUE

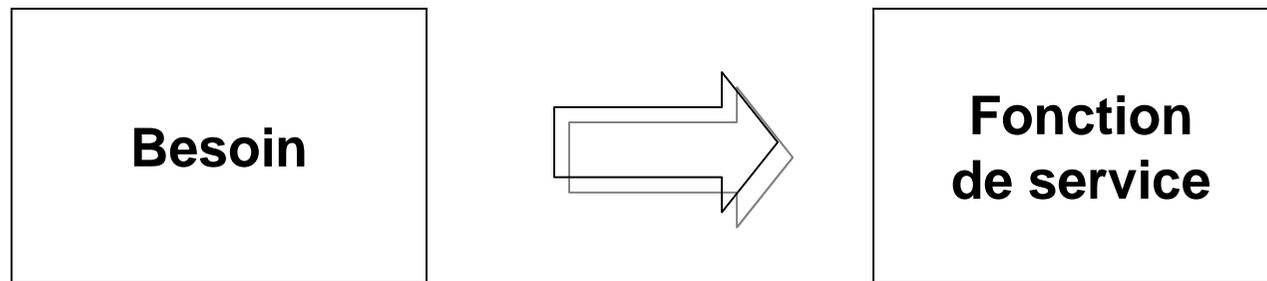
- ✓ Conception
- ✓ Construction

La fonction principale de service (FP)

« Les raisons pour lesquelles le produit a été créé »



- Fonctions de service ou d'usage pour lequel le produit a été réalisé et qui assurent le service attendu par l'utilisateur.



Exemple:

- *Fonction d'usage d'un aspirateur: enlever la poussière*
- *Fonction d'usage d'une lampe: fournir de la lumière*



fonctions attendues souvent pas exprimer

Fonctions d'usage et d'estime



C'est une classification des fonctions de service. On devrait dire :

➡ « fonction de service d'usage » .

Fonction caractéristique du fonctionnement normal.

Ex : Donner l'heure les minutes et les secondes.

➡ « fonction de service d'estime ».

Décrit ce qui peut plaire ou être agréable à l'utilisateur

Ex : Présenter un cadran de forme rectangulaire.

Fonctions complémentaires de service



- Parfois appelées fonctions secondaires
- Elles correspondent à un besoin complémentaire qui doit être satisfait au même titre que le besoin principal
- Elles complètent, améliorent le service rendu

Exemple

Un briquet, en plus de donner une flamme, doit satisfaire les fonctions complémentaires suivantes:

- *Ne pas salir les poches ou le sac,*
- *Ne pas dégager de mauvaises odeurs,*
- *Être esthétique,*
- ...

Les fonctions contraintes (FC)

« La contrainte c'est la limitation à la liberté de choix du concepteur - réalisateur d'un produit » -Réf.:Afnor X50-150



↪ **Une contrainte ne traduit donc pas un besoin utilisateur**

- ❑ Ces fonctions résultent d'une limitation de liberté de conception et/ou de réalisation d'un produit. Elles ont pour origine:
 - ✓ Environnement
 - ✓ Technologie
 - ✓ Qualification
 - ✓ Les coûts
 - ✓ Règlements et norme

Les fonctions techniques



- ❑ Ce sont les fonctions internes au produit résultant d'un type de conception déterminé
- ❑ Lors de l'analyse fonctionnelle d'un nouveau produit, l'identification de ce type de fonctions n'est pas possible
- ❑ Lors de l'analyse fonctionnelle d'un produit existant, il est possible d'identifier les fonctions techniques :
 - ✓ Fonctions de conception
 - ✓ Fonctions de construction

Une fonction technique répond à un besoin de conception ou de construction que l'utilisateur du produit n'a pas forcément demandé. Bien souvent il les ignore complètement.

Exemple:

Le *refroidissement d'un moteur à explosion* d'une voiture n'a pas été demandé par l'utilisateur. C'est une fonction issue de la conception.



1
Recenser

2
Ordonner

3
caractériser

4
hiérarchiser

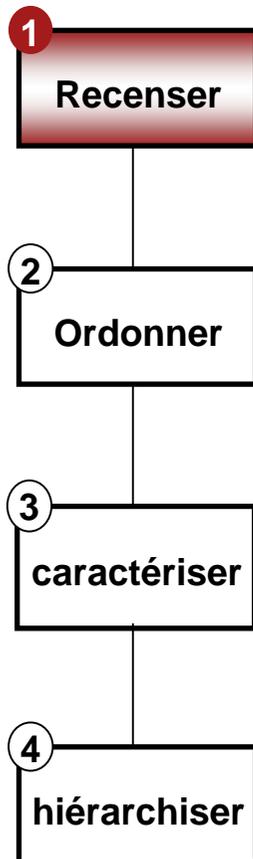
La démarche





- ❑ Si l'étude d'un produit est faite à partir d'un recensement incomplet des fonctions, notamment pour ce qui concerne des fonctions de service, il est évident que l'utilisateur sera insatisfait de l'usage du produit car il ne répondra pas complètement à son attente

Méthode de recherche des fonctions



- Recherche informelle, spontanée (« brainstorming »),
- Étude d'insatisfaction liées aux systèmes existants ou antérieurs,
- Recherche à partir de l'environnement du système,
- Recherche par l'étude du cycle de vie du système,
- Recherche par l'étude des flux d'entrée et de sortie,
- Recherche par étude du séquençement des flux d'informations et des actions à l'intérieur du système,
- Étude des normes et réglementation,
- Étude de ce qui se fait ailleurs,
- Recherche systématique à partir de questions sur le besoin

Méthode de recherche des fonctions

- Recherche informelle, spontanée « brainstorming »



Toujours en groupe Pluridisciplinaire:

- Utilisateurs
- Concepteurs (experts)
- Acheteurs
- Soutien (maintenance)
- etc

Les règles:

- Ne pas critiquer les autres,
- Ne pas s'autocensurer,
- Enrichir les idées des autres,
- Privilégier la quantité d'idée et non la qualité (le tri se fait après)

Avantages:

- Facile et rapide

Inconvénients:

A compléter par tri et autre méthodes
Les fonctions identifiées en sont elles vraiment?
Validation impérative

cea

1
Recenser

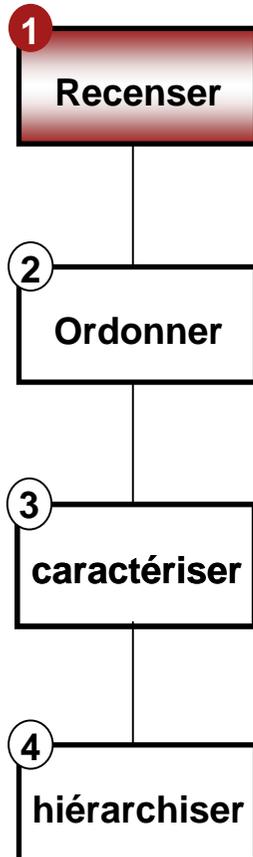
2
Ordonner

3
caractériser

4
hiérarchiser

Méthode de recherche des fonctions

- Étude d'insatisfaction liées aux systèmes existants ou antérieurs



Avantages:

- Les idées viennent souvent assez naturellement

Inconvénients:

- Risque de débat passionnel et polémique
- ↳ Maîtrise des réunions

Méthode de recherche des fonctions

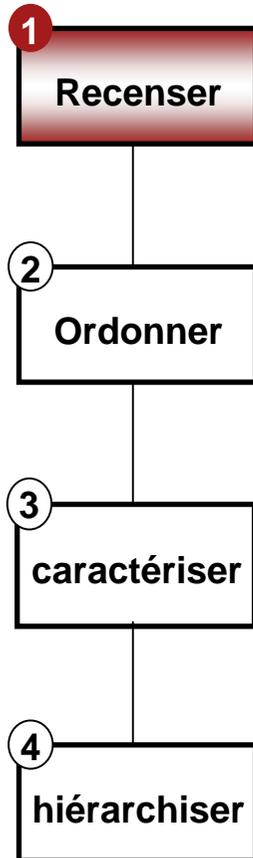
• Recherche à partir de l'environnement du système



Méthode dite aussi des « milieux environnants », « milieux extérieurs », ou encore des « interacteurs »

On imagine le produit dans son environnement

L'environnement est l'extérieur au produit et réciproquement



visage



soleil



Monture de lunette

L'air

verres



utilisateur



yeux

Méthode de recherche des fonctions

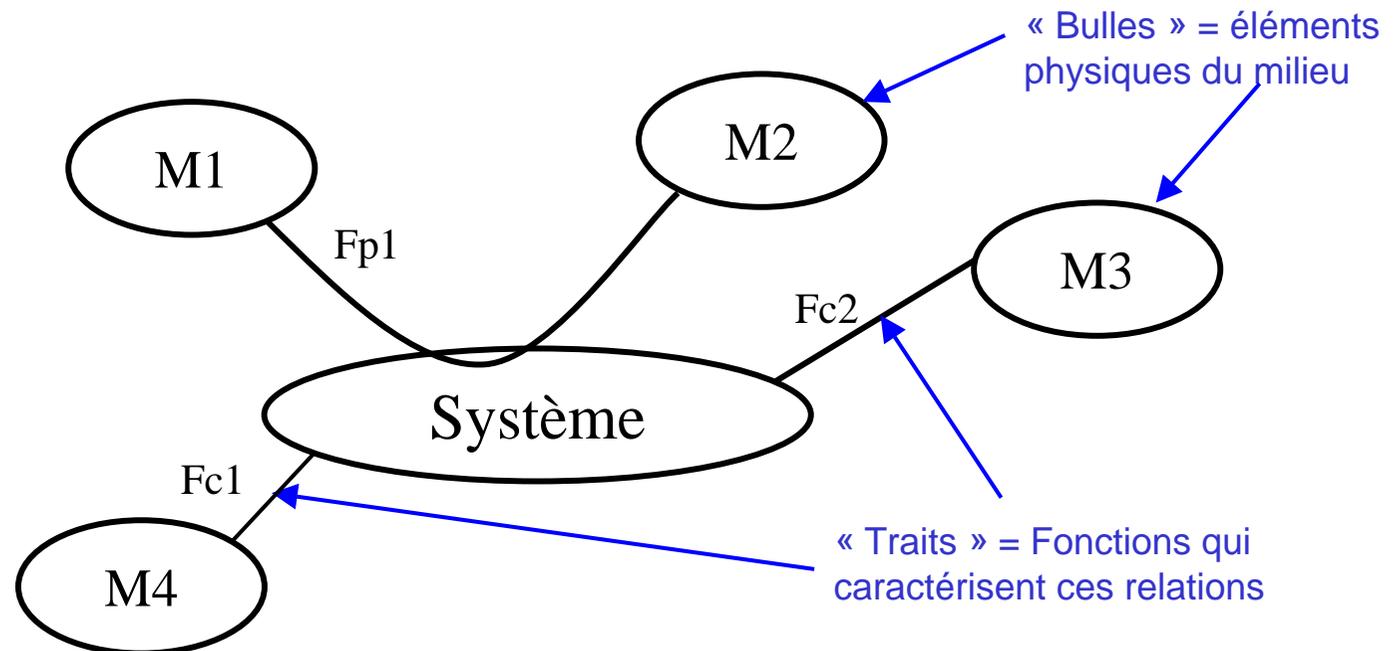
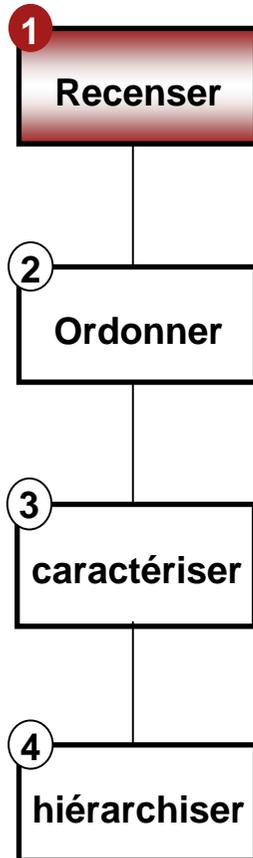
• Recherche à partir de l'environnement du système (suite)



En se mettant à la place du système, on se demande "Qu'est-ce que je vois autour de moi ?"

⇒ Il s'agit d'objets matériels, concrets, physique

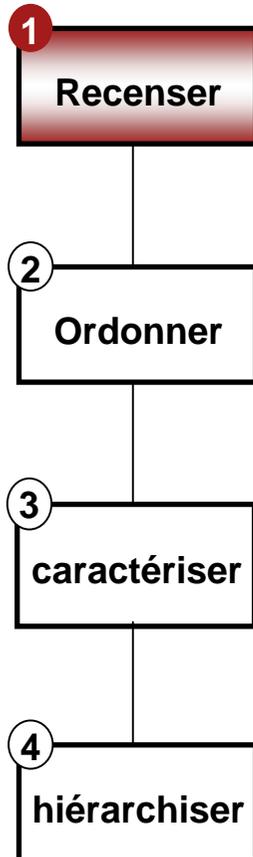
- « L'air » est un élément physique concret (T° , pression ...)
- « facilité d'utilisation » n'est **pas** un élément de l'environnement (*il apparaîtra comme critère d'une fonction*)



Méthode de recherche des fonctions

• Recherche par l'étude du cycle de vie du système

Méthode complémentaire à associer à la méthode des environnements



Exemple:

Fabrication/ construction
Stockage
Transport
Mission proprement dite/ utilisation
Maintenance
Modification/ évolution
Destruction/ Démantèlement

Avantages:

- Méthode très satisfaisante intellectuellement

Inconvénients:

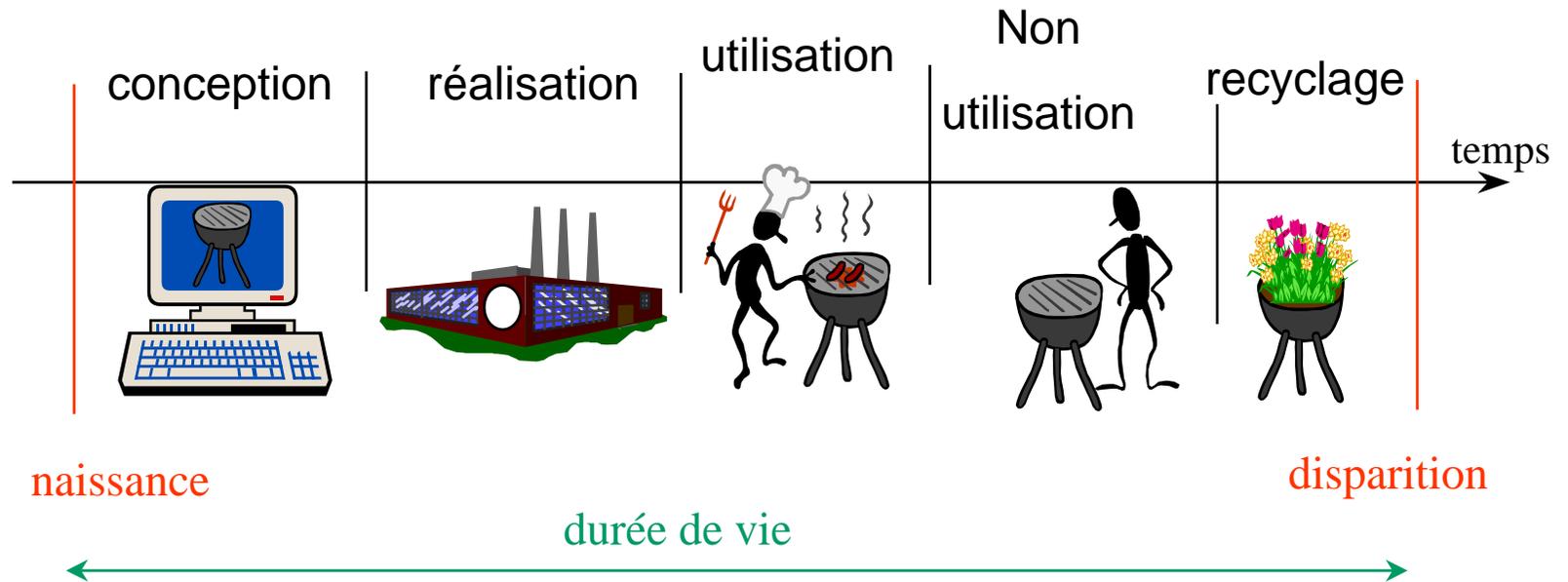
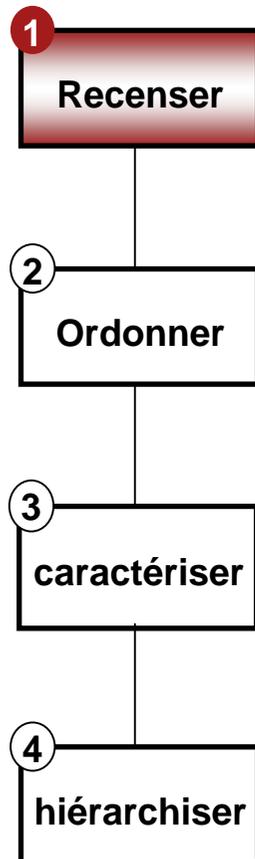
- Risque de faire apparaître beaucoup d'autres « fonctions » que les fonctions de service
- Nécessité d'identifier les « phases clés » qui donneront les fonctions de service.

Méthode de recherche des fonctions

- Recherche par l'étude du cycle de vie du système



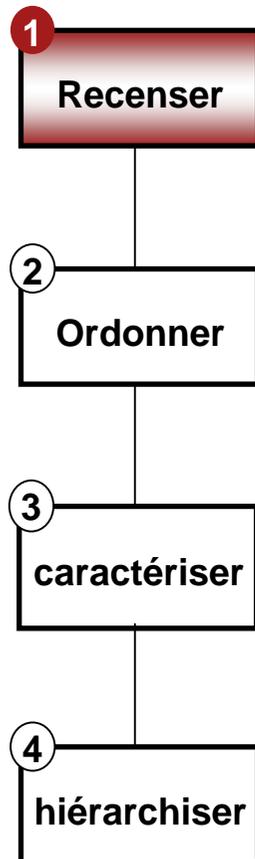
Le **cycle de vie** est l'ensemble de toutes les **phases** de l'existence d'un produit, de sa naissance à sa disparition.



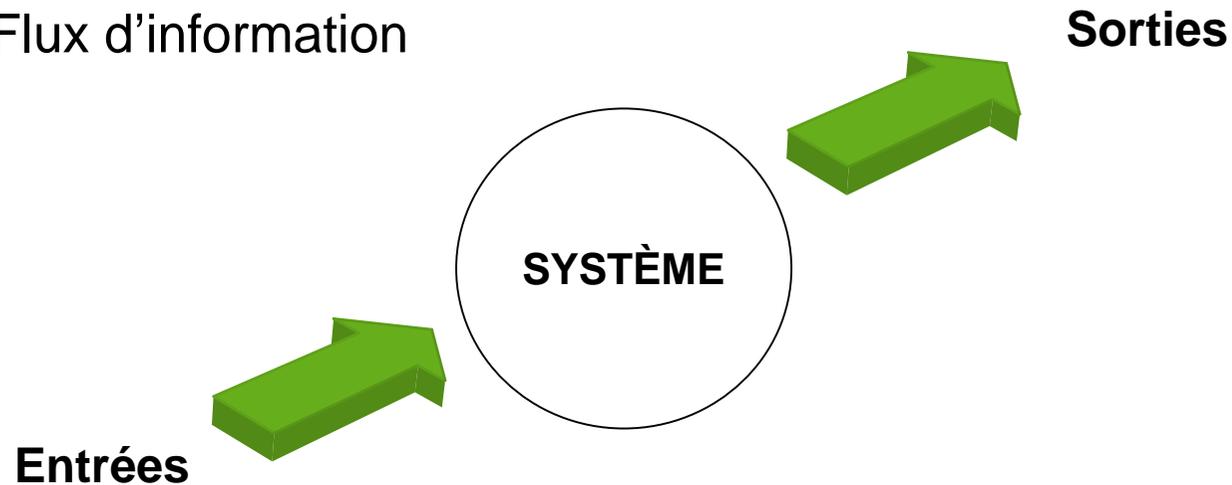
Un besoin peut n'exister que pendant une partie de la vie du produit.

Méthode de recherche des fonctions

• Recherche par l'étude des flux d'entrée et de sortie



- Flux physiques
- Flux d'information



Avantages:

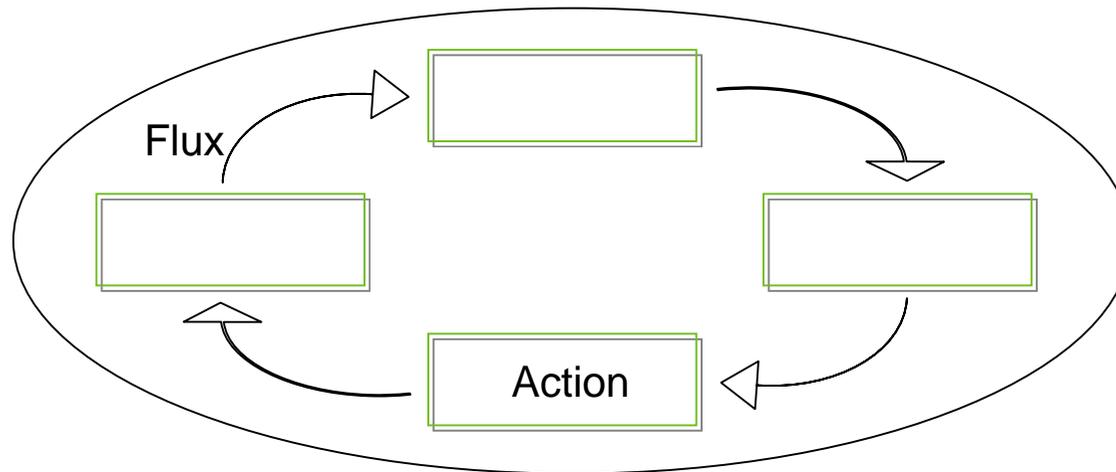
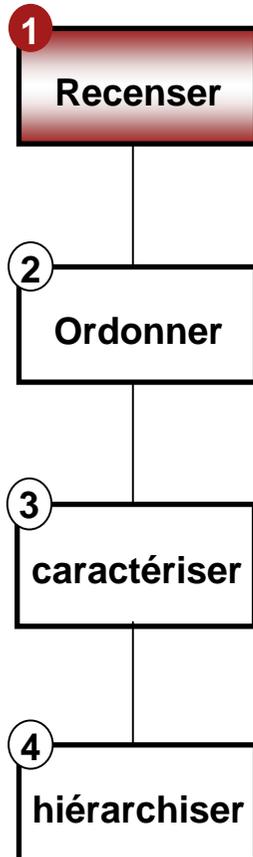
- Méthode très satisfaisante intellectuellement

Inconvénients:

- Méthode non adaptée à tous les cas

Méthode de recherche des fonctions

- Recherche par étude du séquençement des flux d'informations et des actions à l'intérieur du système



Avantages:

- Correspond à un regard habituel des acteurs sur leur système
- Méthode adapté à l'AFT

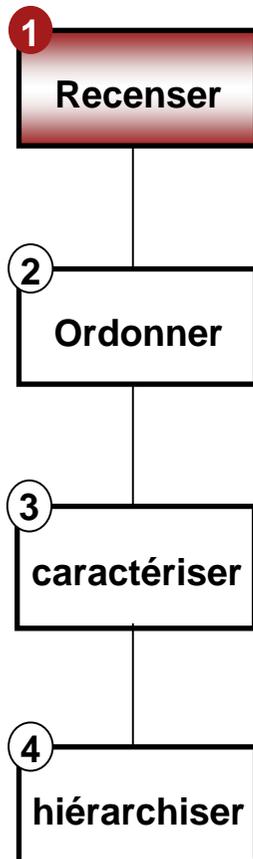
Inconvénients:

- Il est très difficile d'en extraire les vrais besoins en s'affranchissant des solutions, notamment des flux.

Méthode de recherche des fonctions

• Étude des normes et réglementation

Complémentaire à d'autres méthodes



Avantages:

- Permet de prendre en compte des fonctions non intuitives

Inconvénients:

- Fastidieux
- Risque de confusion entre fonctions et critère d'une fonction.

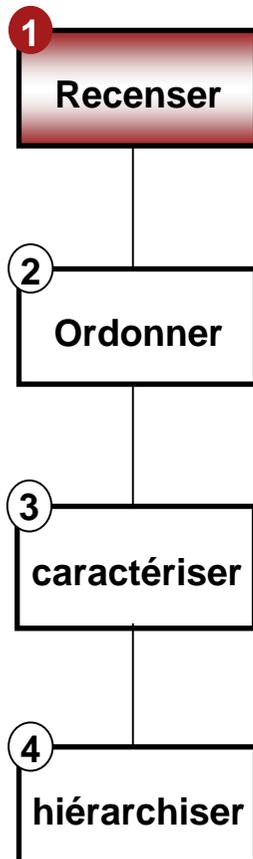
Méthode de recherche des fonctions

- Étude de ce qui se fait ailleurs



Internes: Récupération des informations existantes (CdCF)

Externes: « Benchmarking »



Indispensable, quelles que soient les autres méthodes utilisées ensuite

Avantages:

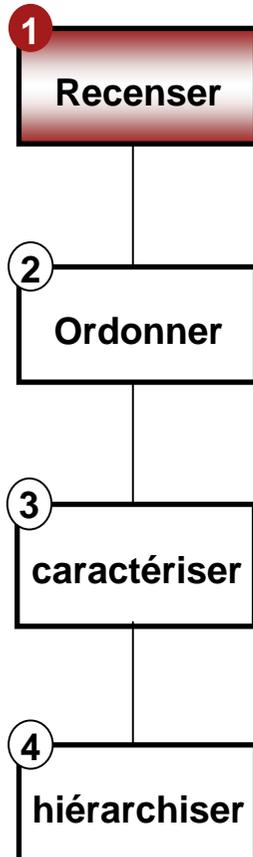
- Evite de se poser des questions déjà résolues ailleurs

Inconvénients:

- Pas toujours possible

Méthode de recherche des fonctions

- Recherche systématique à partir de questions sur le besoin



Service rendu: à qui?
Objet de l'action: sur quoi?
Origine du besoin: Pourquoi?
Stabilité du besoin: qu'est ce qui le ferait évoluer/disparaître?

Avantages:

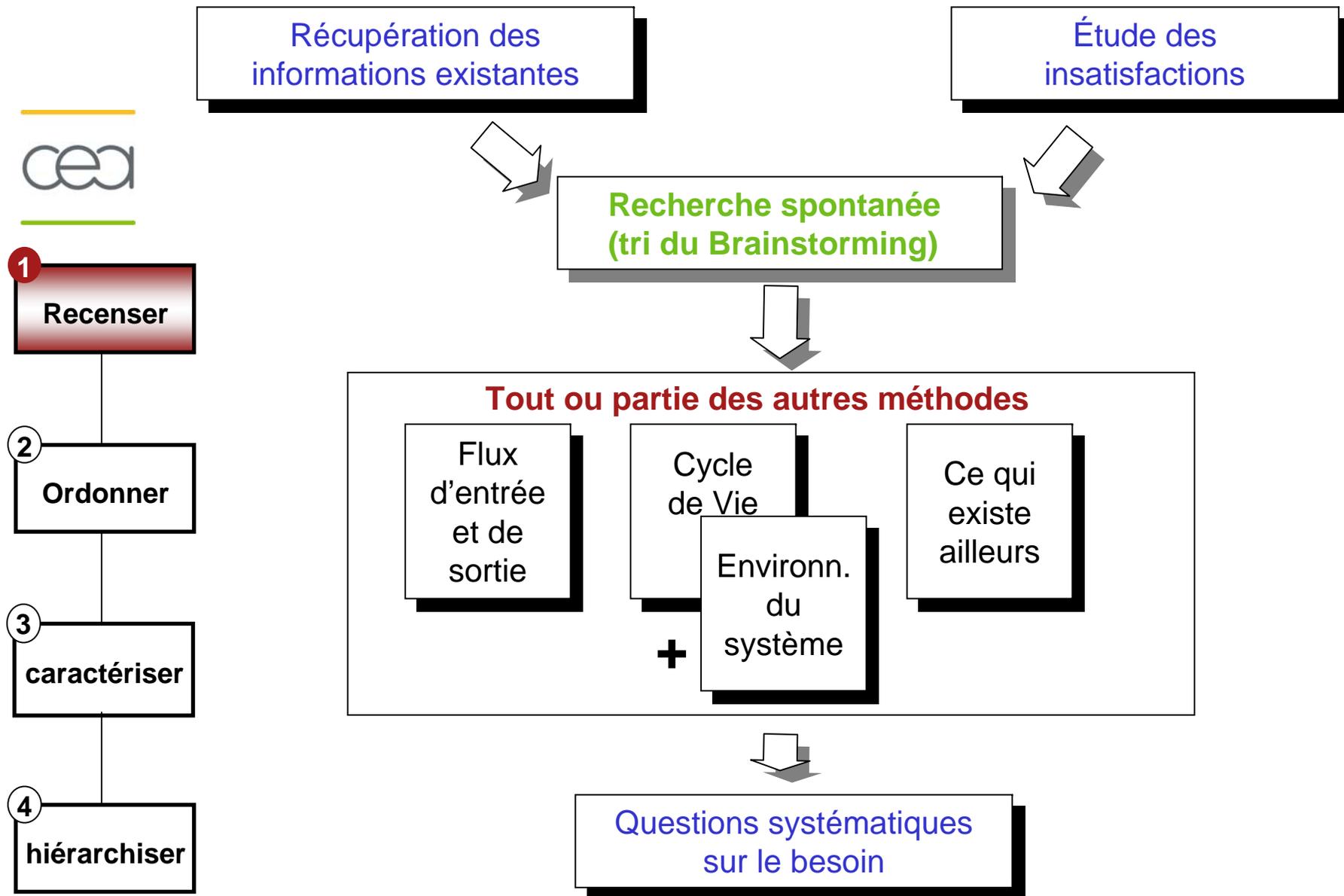
- Permet un raisonnement solide pour clarifier les points obscures

Inconvénients:

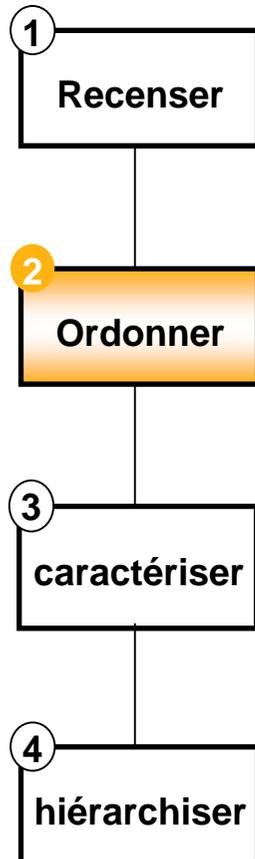
- Parfois fastidieux

Cette méthode est aussi un moyen efficace pour valider l'existence, la stabilité et la bonne formulation des fonctions identifiées par d'autres méthodes.

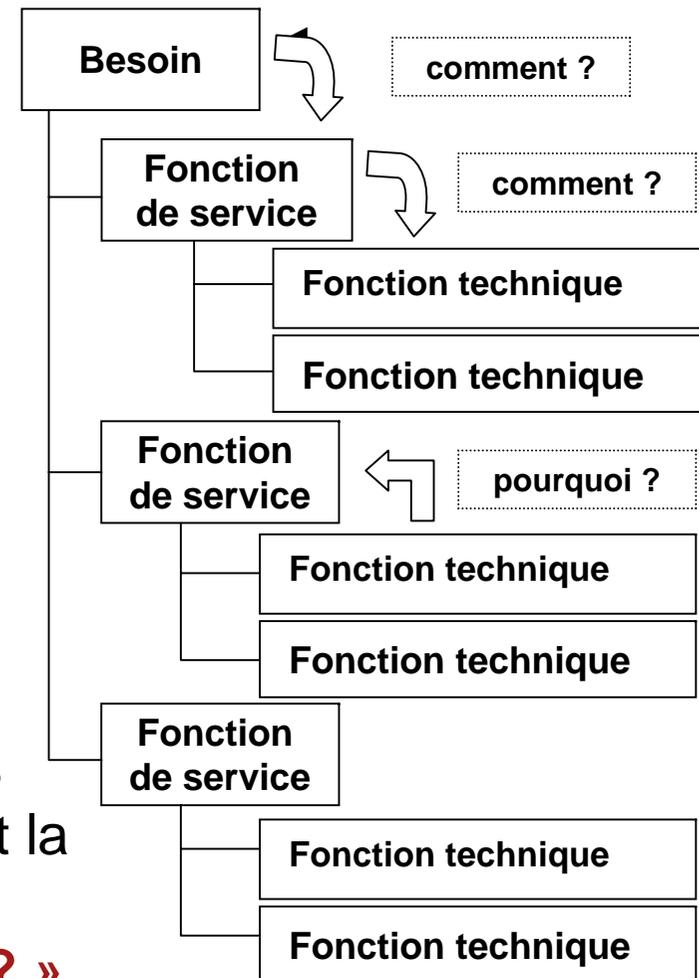
Proposition de combinaison des méthodes



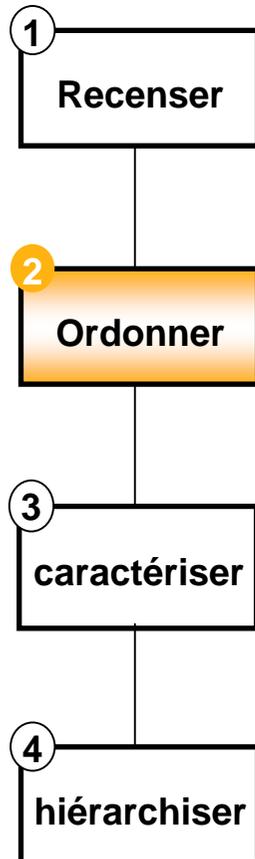
Arborescence fonctionnelle



L'organisation arborescente des fonctions s'obtient en respectant la logique des deux questions « pourquoi ? » et « comment ? »

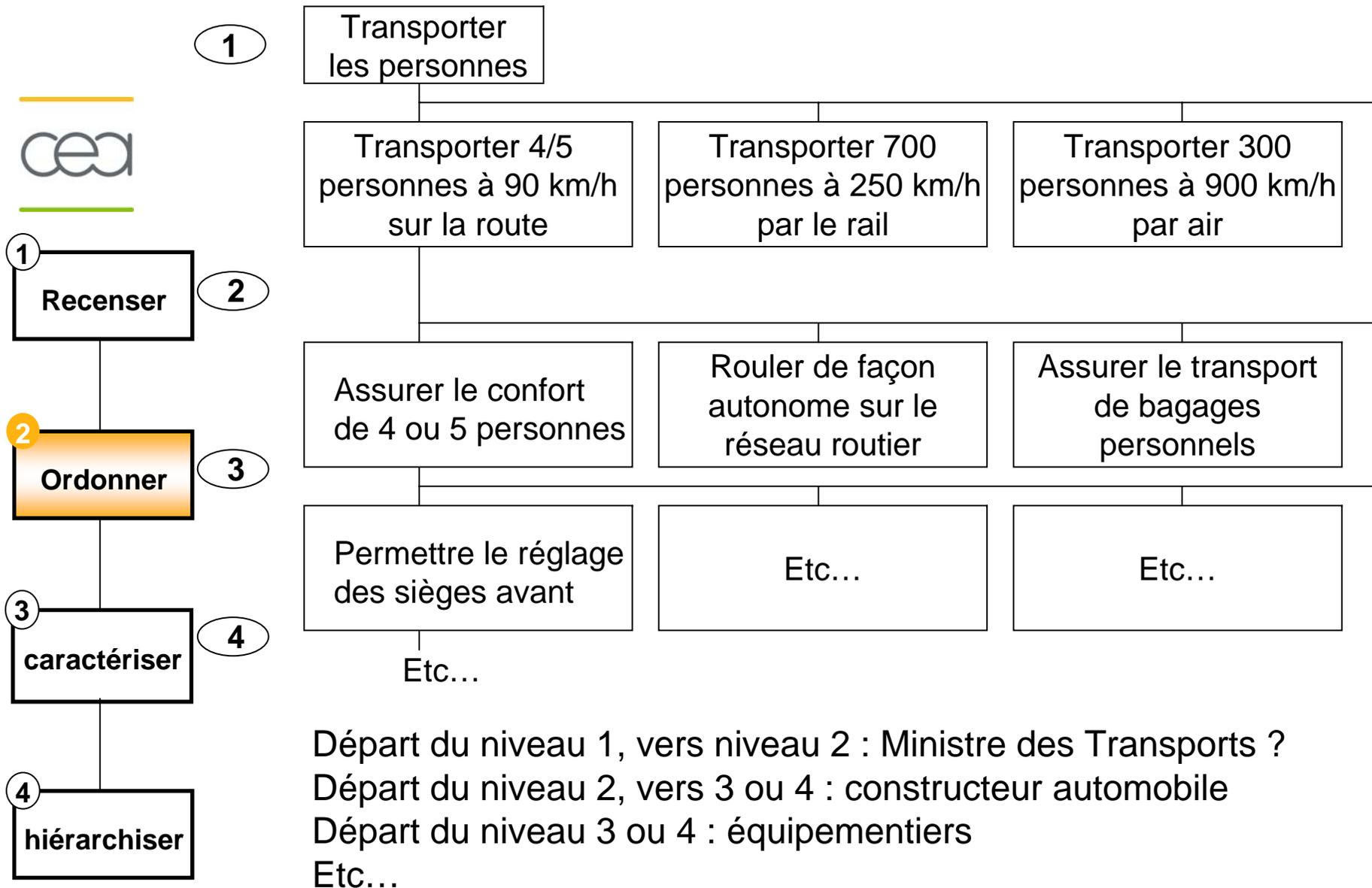


Le « filtre » de l'Analyse Fonctionnelle

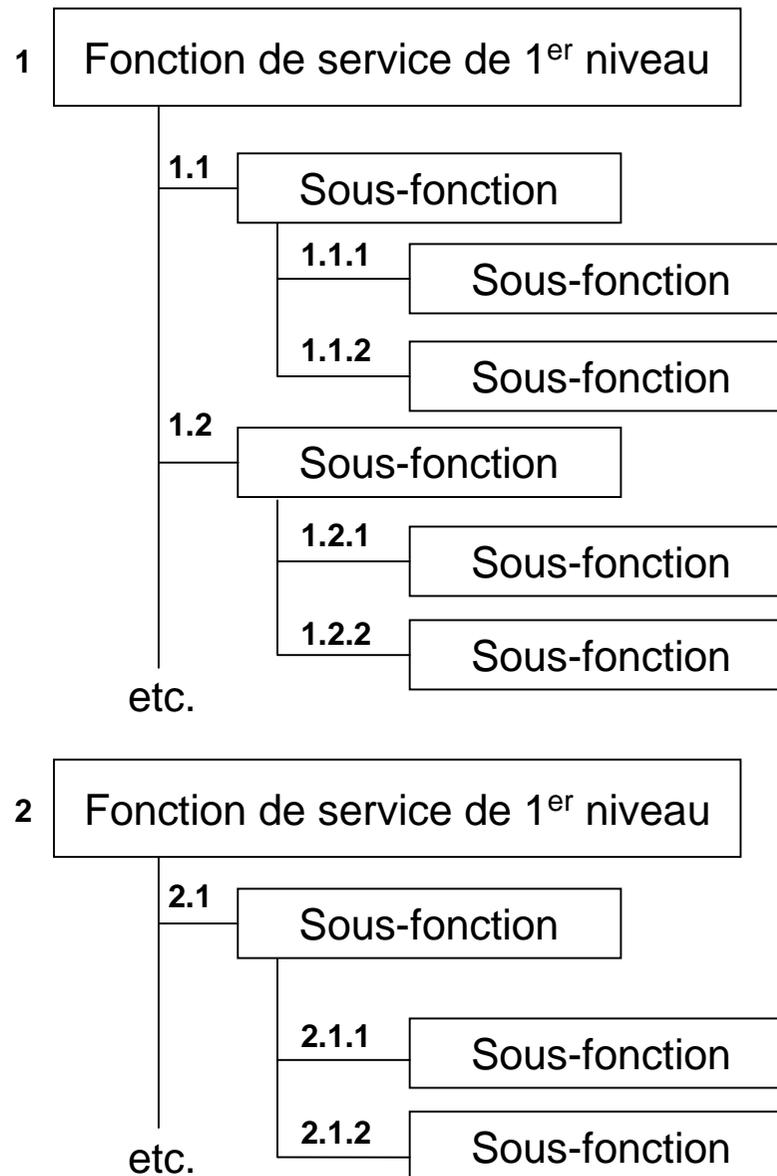
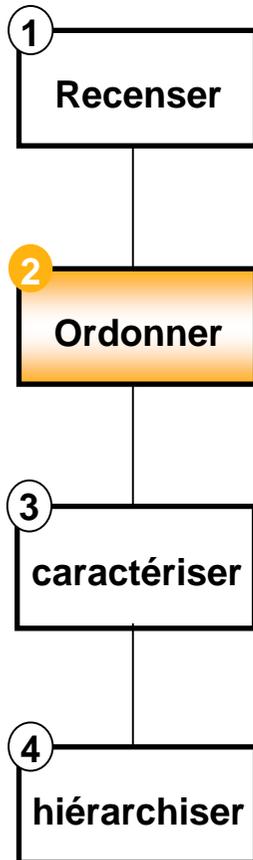


- On n'entérine jamais une **fonction technique** sans l'avoir rattachée à un besoin « d'ordre supérieur » (fonction de service) :
 - Garantir l'utilité,
 - Eviter les doublons,
 - Réfléchir à l'enchaînement logique des fonctions, qui peut traduire une architecture de solution à remettre en cause
- Dans toute la mesure du possible, les fonctions de premier niveau doivent être **indépendantes** et « **sommables** » en termes de coûts

Se placer au bon niveau ...

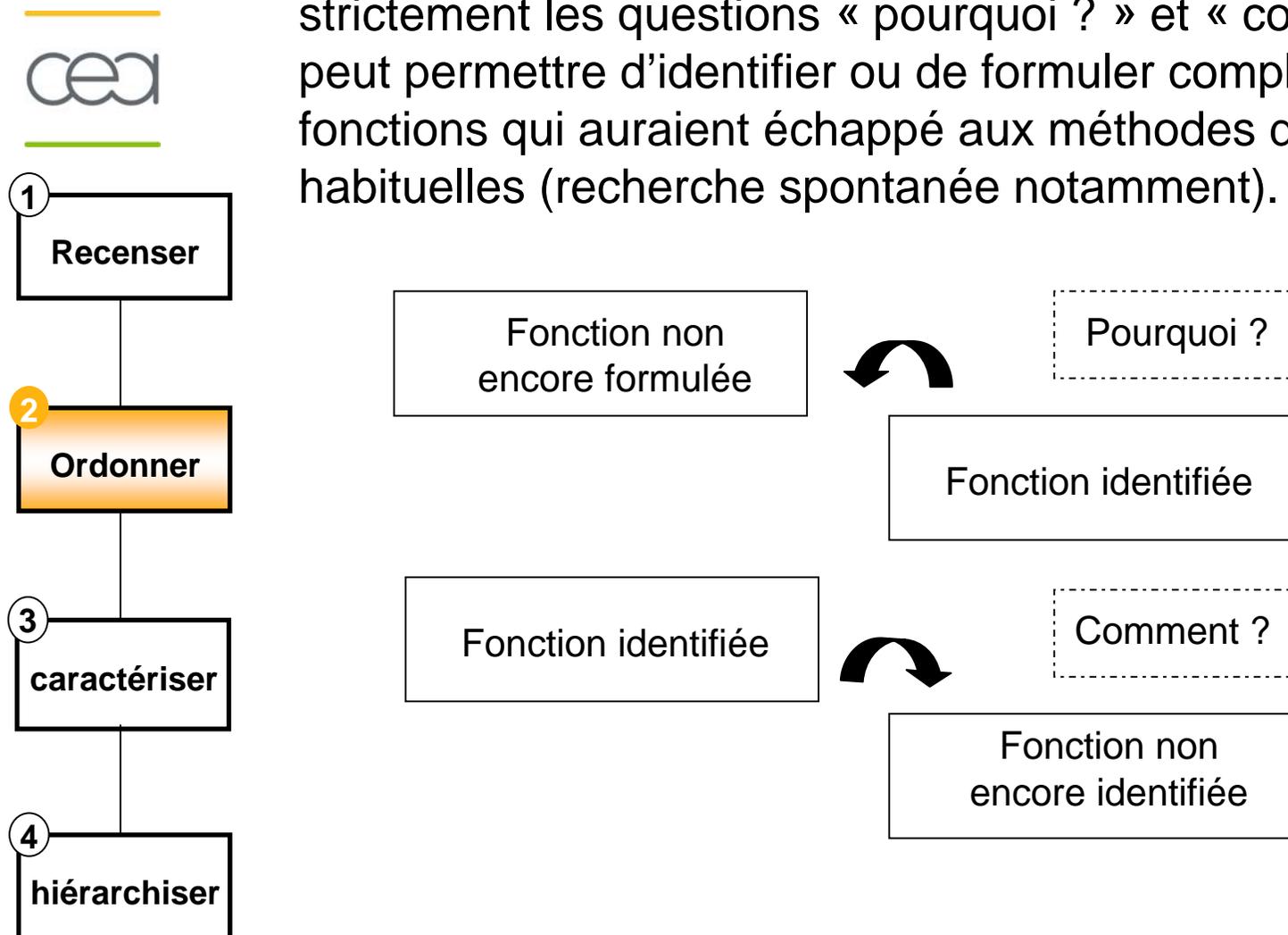


Présentation Arborescence fonctionnelle



l'arborescence comme outil d'exhaustivité

- ❑ La construction de l'arborescence fonctionnelle, en appliquant strictement les questions « pourquoi ? » et « comment ? », peut permettre d'identifier ou de formuler complètement les fonctions qui auraient échappé aux méthodes de recherche habituelles (recherche spontanée notamment).



Caractérisation des fonctions



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

1 Recenser

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

2 Ordonner

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

3 caractériser

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

4 hiérarchiser

Classes de flexibilité (F0 à F3): indication littérale placée auprès du niveau d'un critère d'appréciation permettant de préciser son degré de négociabilité ou d'impérativité

Limite 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

Caractérisation des fonctions (suite)

•Exemple du stylo



1 Recenser

2 Ordonner

3 caractériser

4 hiérarchiser

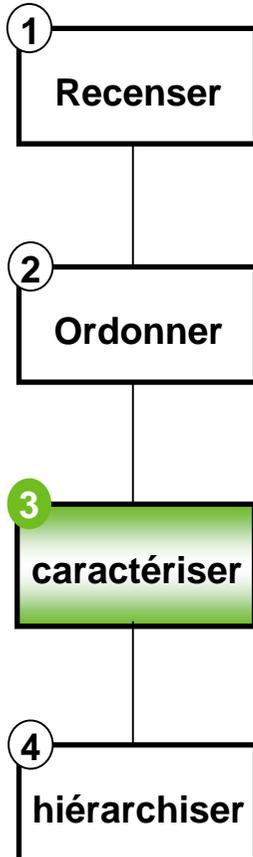
FONCTION	CRITERES	NIVEAUX	FLEXIBILITE		
			Classes	Limites d'acceptation	Taux d'échange
Laisser une trace sur un support	Largeur de la trace	0, 5mm	F1	± 0,1mm	
	Durée de vie	1 km	F2	- 500 m	2*

On distingue souvent 4 classes de flexibilité:

- F0: flexibilité nulle, niveau impératif
- F1: flexibilité faible, niveau peu négociable
- F2: flexibilité bonne, niveau négociable si contre partie
- F3: flexibilité forte, niveau négociable

*taux d'échange: « si la durée de vie est divisée par 2, le prix doit être divisé par 4 »

Caractérisation des fonctions (suite)



- **Un critère d'appréciation implique:**

- Une unité de mesure
- Une méthode de mesure



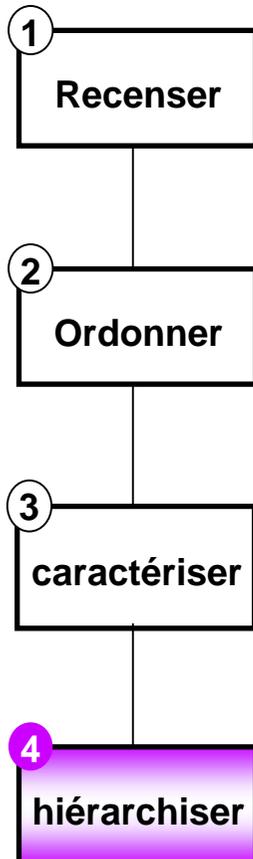
- **Attention aux « souhaits » que l'on ne saurait pas mesurer**

Hiérarchisation des fonctions

Pourquoi une hiérarchisation ?



La hiérarchisation se fait par rapport à l'utilisateur



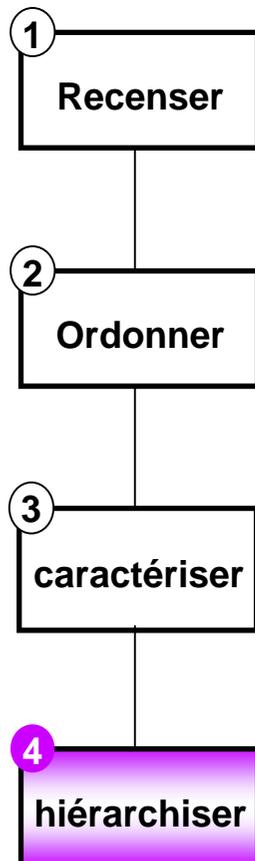
- L'utilisateur (ou le client final) n'accordera pas la même importance à toutes les fonctions
 - Il sera prêt à « payer » les fonctions suivant l'intérêt qu'elles présentent pour lui
- ☞ Il s'agit donc de quantifier le degré d'importance des différentes fonctions

Hiérarchisation des fonctions (suite)

Comment hiérarchiser ?

Deux grandes méthodes possibles :

- Attribuer un coefficient d'importance à chaque fonction
 - on utilise généralement une échelle de coefficients de 1 à 5



<i>K</i>	<i>Importance</i>
1	Souhaitable
2	Nécessaire
3	Importance
4	Très importante
5	Vitale

- Le tri croisé appliqué directement sur les fonctions

Tri croisé des fonctions

Permet de classer les fonctions de **même niveau** par ordre d'importance décroissant et quantifié



① Recenser

② Ordonner

③ caractériser

④ hiérarchiser

Cotation de la supériorité

- ❖ 1= égal ou légèrement >
- ❖ 2= supérieur
- ❖ 3= très supérieur

F1
F2
F3
F4
F5

Fonctions				
F1	F2	F3	F4	F5

F2	F3	F1	F1
2	2	1	2

$$0 + 0 + 1 + 2 = 3$$



F3	F2	F2
1	3	2

$$2 + 0 + 3 + 2 = 7$$



F3	F3
2	2

$$2 + 1 + 2 + 2 = 7$$



F5
1

$$0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$0 + 0 + 0 + 1 = 1$$

Principes :

- Confrontation systématique, successive, de chaque fonction vis-à-vis de chacune des autres
- Classement par supériorité en termes d'importance (ex : F2 > F1)
- Somme des « notes obtenues par chaque fonction »

Le Cahier des charges fonctionnel



- Objet du CdCF
- Présentation générale du produit
- Le contexte du projet, les objectifs
- Expression fonctionnelle du produit
 - 4.1. Besoin fondamental
 - 4.2. Environnement du produit
 - 4.3. Fonctions de service
 - 4.4. Contraintes
 - 4.5. Caractérisation des fonctions de service et des contraintes
 - 4.5.1. Niveaux
 - 4.5.2. Flexibilité
- Hiérarchisation des fonctions
- Normes et réglementation
- Coût objectif

CdCF: classement des fonctions



- Par groupes de fonctions selon leur types:
 - Fonctions principales de service
 - Fonctions complémentaires de service
 - Contraintes

- Par groupes de fonctions concernant les phase du cycle de vie:
 - Fonctions relatives au transport
 - Fonctions relatives à l'utilisation
 - Fonctions relative à la maintenance, ...

- Par groupes de fonctions concernant les éléments de l'environnement:
 - Fonctions relatives à l'ambiance climatique
 - Fonctions relatives à l'utilisateur
 - Fonctions relatives aux sources d'énergie,...

Conclusion



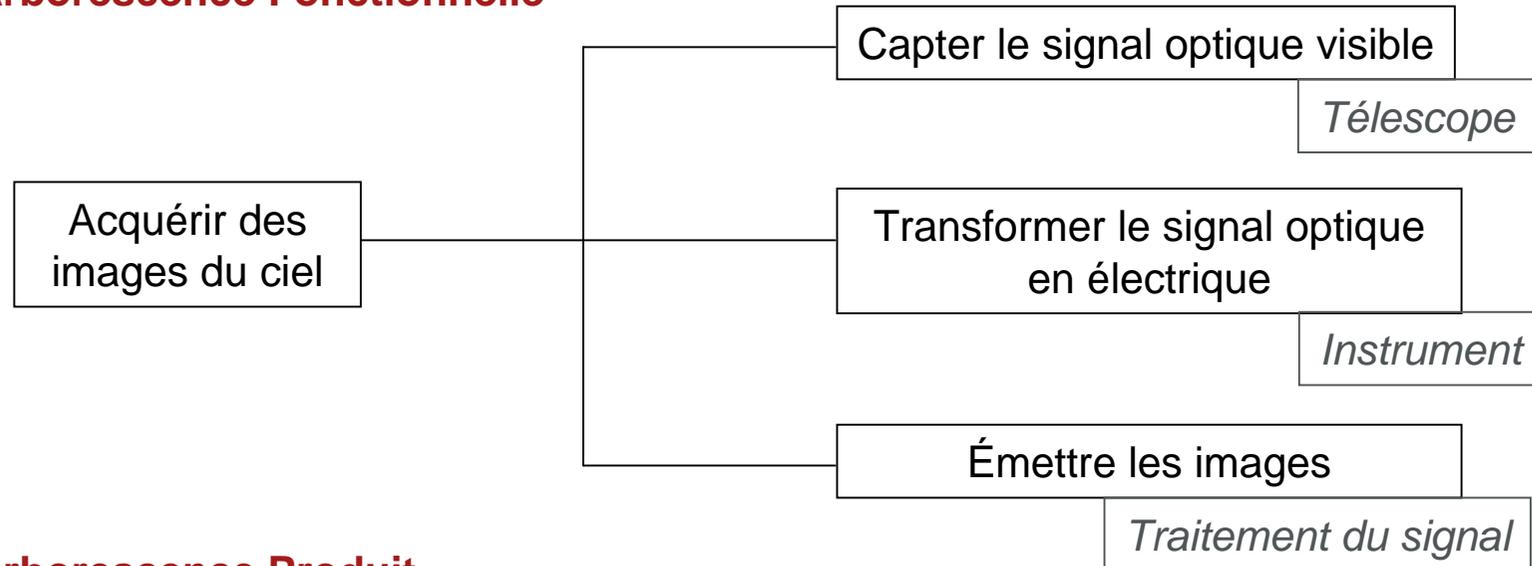
- L'Analyse Fonctionnelle permet:
 - De mieux définir le besoin,
 - De mieux adapter le produit au besoin,
 - De ne rien oublier au moment de la conception,
 - D'innover,
 - De diminuer les modifications de mise au point,
 - La synergie du travail de groupe,
 - La combinaison de la rigueur et de la créativité.

- L'Analyse Fonctionnelle n'est pas une fin en soi, mais une étape dans le processus de conception d'un produit ou d'un système.

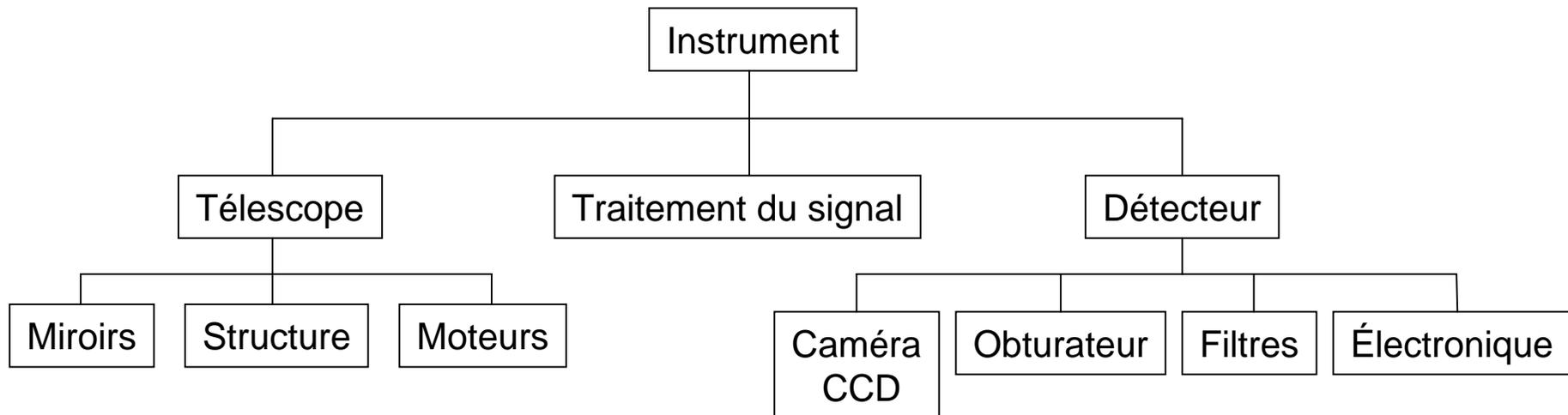
CdCF et PBS



Arborescence Fonctionnelle



Arborescence Produit



Bibliographie



- *Pratique de l'Analyse Fonctionnelle* de Robert Tassinari, série Performance industrielle, édition Dunod.
- *La Méthode APTE® d'Analyse de la Valeur et Analyse Fonctionnelle* de Bertrand de la Bretesche -Parution 2000 - Éditions Petrelle.
- *Exprimer le besoin - Applications de la démarche Fonctionnelle - A.F.A.V/ A.F.N.O.R. / 1989 Collection « AFNOR GESTION »*
- *Aide à l'élaboration du cahier des charges fonctionnel* de J.B. Boussières - 2001 édition Afnor.
- NORME FRANÇAISE NF X 50-151 de décembre 1991: "Analyse de la Valeur, Analyse Fonctionnelle, Expression fonctionnelle du besoin et cahier des charges fonctionnel"