

G1-2006 Exercice à préparer pour le TD "initiation aux outils"

Enoncé : vous devez établir le début du cahier des charges fonctionnel d'un stylo, dont notamment 2 "diagrammes-pieuvres" de votre choix.

Vous pouvez travailler à 2 ou maximum 3.

NB : Le TD se déroule les semaines 41 et 42, le début du TD est en fait une heure de TNE

La partie "avec prof", commence 1 heure plus tard que le début du cours (8h ou 13h30) indiqué sur l'emploi du temps par la correction de l'exercice "stylo" qui sera faite par un élève.

Les salles sont les suivantes

G1C le lundi 9 octobre:E302	G1D le mardi 17 octobre :E 603
G1F le lundi 9 octobre:E 302	G1G le mardi 17 octobre :A 25
G1E le mardi 10 octobre :A25	G1H le mercredi 18 octobre :E 302
G1B le vendredi 13 octobre :E 302	G1A le vendredi 20 octobre :E 603

(le TD se poursuit après la pause par un TP en salles d'info).

Guide de l'Analyse Fonctionnelle

Elle commence une fois que le besoin a été validé.

Les frontières du système qui est à concevoir doivent être clairement définies¹.

Les diapositives animées du cours et une version plus extensive de ce guide, ainsi qu'un exemple corrigé sont disponibles : http://rb.ec-lille.fr/gestion_projet.htm

Contenu du document

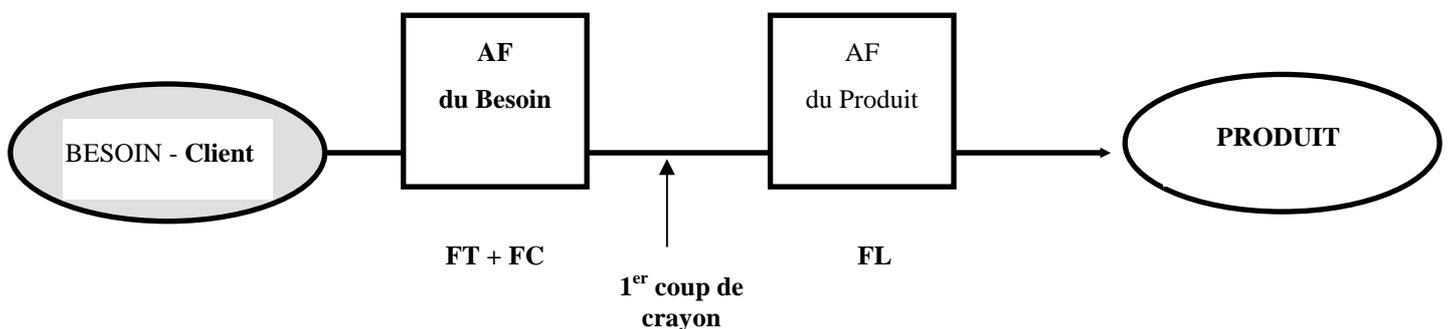
1. Panorama de l'Analyse Fonctionnelle
 - 1.1 L'analyse fonctionnelle du besoin en bref
 - 1.2 L'analyse fonctionnelle du produit en bref
2. AF du besoin : étapes de la construction du diagramme d'environnement
3. Formuler une fonction en AF - Besoin
 - 3.1 Deux types de fonctions :

¹ On pourra donc répondre aux deux questions "Qu'est-ce qui est considéré comme une contrainte"? (=élément de l'environnement sur lequel on ne peut agir) et. "Sur quoi a-t-on prise ?" (=le système à concevoir).

- 3.2 Expression qualitative d'une fonction
- 3.3 Expression quantitative d'une fonction
- 4. FAQ
 - 4.1 Comment définir le système ?
 - 4.2 Comment trouver / formuler les situations de vie ?
 - 4.3 Comment trouver / formuler les éléments de l'environnement ?
 - 4.4 Comment réaliser l'AF - Besoin dans la pratique ?
 - 4.5 Jusqu'à quel niveau de détail faut-il aller ?
 - 4.6 Peut-on faire figurer plusieurs situations de vie sur un même diagramme ?
 - 4.7 FP, FT, FC, FL ... je ne m'y retrouve pas
 - 4.8 Qu'est-ce que l'analyse de la valeur ?
 - 4.9 Peut-on améliorer ce guide ?
- 5. Comment détecter en un coup d'œil les erreurs dans les AF
- 6. Bibliographie au CDI de l'école Centrale

1. Panorama de l'Analyse Fonctionnelle

DEFINITION	"Démarche qui consiste à recenser, caractériser, ordonner, hiérarchiser et valoriser les fonctions".
QUOI ?	<ul style="list-style-type: none"> • Outil d'aide à la conception via une démarche structurée • Outil d'échanges avec le client
POURQUOI ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Obtenir le meilleur service au moindre coût. 2. Se mettre d'accord sur ce qui est exactement attendu du projet. 3. Innover¹
COMMENT ?	Deux démarches : l'analyse fonctionnelle du besoin (pour le DDB) et l'analyse fonctionnelle du produit (pour le DMP).



1.1 L'analyse fonctionnelle du besoin en bref

Le plus tôt possible dans le projet, **avant le 1^{er} coup de crayon, avant les choix techniques.**

¹ et " Eviter les surprises et les pertes de temps en cours de projet"

POURQUOI ?	Obtention des données nécessaires à la conception du système Outil de dialogue avec le client pour compléter les informations manquantes
DONNEES D'ENTREE	Besoins clients explicites <u>et</u> implicites Les environnements du produit pour les différentes situations de vie Analyser les brevets, règlements, avoir des entretiens avec des utilisateurs ou des experts, étudier les modes d'emploi des produits similaires ou en contact avec le système à concevoir.
COMMENT ?	Elaboration du diagramme d'environnement (ou "pieuvre fonctionnelle") Fonctions principales (FP ou FT) : "pourquoi le produit a-t-il été créé ?" Fonctions contraintes (FC) "quelles sont les contraintes auxquelles il doit satisfaire ?"
QUEL RESULTAT ?	⇒ Obtention des fonctions à remplir (FP/FC) pour satisfaire le besoin motivant l'existence du système.

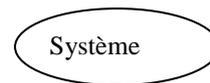
1.2 L'analyse fonctionnelle du produit en bref

Non traitée dans ce poly, vous pouvez trouver le guide complet ici : http://rb.ec-lille.fr/gestion_projet.htm

2. AF du besoin : étapes de la construction du diagramme d'environnement

1 DEFINIR LES LIMITES DU SYSTEME

(Cf. diagramme des niveaux de système).



2 DRESSER LA LISTE DES SITUATIONS DE VIE

3 DEVELOPPER UNE SITUATION DE VIE

Commencer par la plus importante

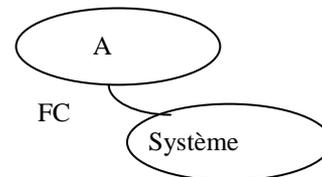
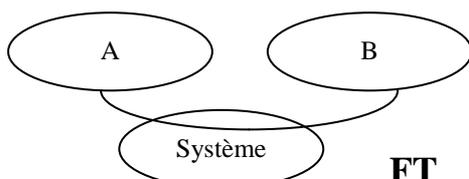
4 INVENTORIER LES ELEMENTS D'ENVIRONNEMENT



5 CONSTRUIRE

LES *FONCTIONS DE TRANSFERT* (FT) **ET**

LES *FONCTIONS CONTRAINTE* (FC)



6 NOMMER LES FONCTIONS. Lister leurs principaux critères.

7 DEVELOPPER LES AUTRES SITUATIONS DE VIE

Exemple : pour la fonction "respecter l'opérateur"
Environnement "opérateur" développé en

Reprendre à partir de l'étape 3

Enrichir au fur et à mesure les environnements lorsque l'énoncé de la fonction est le même.

8 CARACTERISER CHAQUE FONCTION

- Décomposer la fonction en éléments simples
- Caractériser chaque élément

Situations de vie

- en fabrication
- en montage
- en réparation,..

Support " Critères d'appréciation "

- Critères d'appréciation
- Actions / responsable / Délai

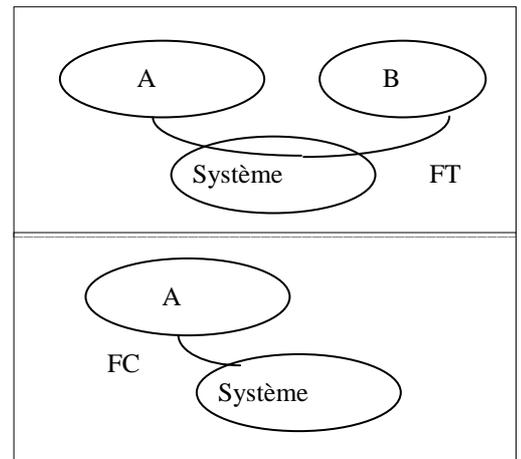
3. Formuler une fonction en AF - Besoin

3.1 Deux types de fonctions :

FONCTIONS DE TRANSFERT (FT ou FP)

" Les raisons pour lesquelles le produit a été créé "

(Liaison entre deux éléments du milieu d'environnement créée par le système)



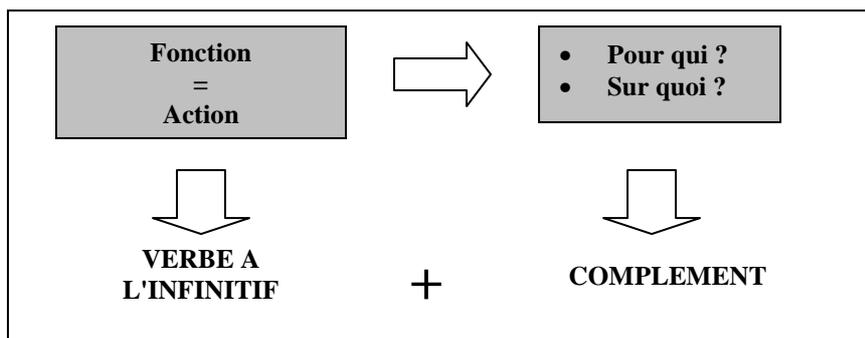
FONCTIONS DE CONTRAINTE (FC)

" Le produit n'a pas été créé pour cela, mais le fait d'exister lui impose d'assurer certaines fonctions "

(contraintes imposées au système par un élément du milieu d'environnement)

3.2 Expression qualitative d'une fonction

FONCTION : Action d'un produit ou de l'un de ses constituants exprimée exclusivement en termes de finalité. **Une fonction est formulée par un verbe à l'infinitif suivi d'un complément.**



Choix de la formulation :

- La formulation d'une fonction reprend le contenu de la (ou des) bulle(s) de l'environnement qu'elle relie.
- **Elle ne doit pas préjuger ni d'une solution technique, ni d'un principe technique** (Exemple : lier plutôt que visser). La formulation doit être suffisamment large¹ pour que tous les critères de la fonction puissent être développés. **Une AF-Besoin incluant des choix techniques est fausse.**
- Préférer les verbes d'action - Refuser la forme passive
- Ne créer une nouvelle fonction que lorsque c'est indispensable².

¹ "s'adapter à, respecter, informer, résister à"

² Règle d'Occam : exprimer le maximum de choses en utilisant le minimum de moyens.

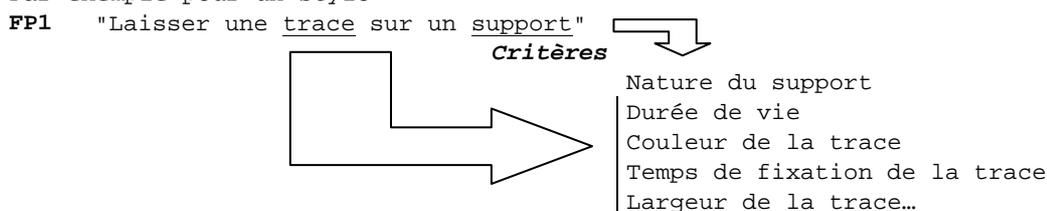
3.3 Expression quantitative d'une fonction

Il faut obligatoirement préciser les critères de chaque fonction. Cette manière de développer une fonction dans le détail permet d'éviter de définir de nombreuses fonctions en surnombre. Elles deviennent les critères d'une fonction existante.

Critère	Paramètre retenu pour apprécier la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte respectée (largeur, couleur, durée de vie...)
----------------	--

- Décomposer la fonction en éléments simples. On part de chaque mot significatif de la fonction.
- Renseigner les **critères d'appréciation** pour chaque mot
- Imaginer comment cette fonction se réalise pour découvrir d'autres critères éventuels.

Par exemple pour un stylo :



Lors de l'étude plus approfondie, on renseigne les points suivants pour chaque critère.

Niveau	Repère dans l'échelle adoptée pour un critère d'appréciation d'une fonction (2 mm, 15N,..)
Flexibilité	Ensemble d'indications exprimées par le demandeur sur les possibilités de moduler un niveau pour un critère (impératif à négociable, représenté par un code de F0 à F3¹)
Limites	Niveau de critère d'appréciation au-delà - ou en-deçà - duquel le besoin est déclaré non satisfait (min, max...)

FP1 "Laisser une trace sur un support"		Niv.	Flex.	Lim.
	Critères	Largeur de la trace	0.5 mn	F0 (± 0.1 mn)
		Durée de vie	1 km	F1 (- 500 m)

Par la suite ou si besoin est, on peut ajouter les colonnes suivantes :

Taux d'échange	Rapport déclaré acceptable par le demandeur entre la variation de coût - ou de prix- et la variation correspondante du niveau d'un critère d'acceptation (donnée indispensable pour passer de l'AF à l'AV ²).
Si le critère reste à préciser	Qui en est responsable, dans quel délai... ? Hypothèse à valider par le client ?

FP1 "Laisser une trace sur un support"	Taux d'échange
	Critères Durée de vie "Si la durée de vie est divisée par 2, le prix doit être divisé par 4"

4. FAQ

4.1 Comment définir le système ?

Le système n'est pas forcément constitué d'un seul objet. Il englobe ce qui est à concevoir et ce qui répond à un besoin précis.

¹ Si les limites sont fixées techniquement on peut également les reprendre (par exemple : "± 1%").

² l'analyse de la valeur, voir plus bas

4.2 Comment trouver / formuler les situations de vie ?

Voici quelques exemples (produit de grande série, secteur automobile).

<p>Fabrication</p> <p>Description des conditions et des moyens de fabrication (lieu, moyens, personnes, gammes,..)</p> <p>Contraintes imposées au produit : résistance aux agressions, respect des éléments de l'environnement (opérateur, poste d'assemblage,..), protection, formes spéciales,..</p> <p>Logistique</p> <p>Description des conditions et des moyens de conditionnement, de stockage et de transport du produit (lieu, machines, personnes, délais, trajet, quantités,..)</p> <p>Contraintes imposées au produit : résistance aux agressions (ambiance,..), respect des éléments de l'environnement (opérateur, emballage,..), protection, formes spéciales,..</p> <p>Contrôle réception</p> <p>Description des conditions et des moyens de contrôle du produit (moyens de contrôle, personnes,..)</p> <p>Contraintes imposées au produit : adaptation aux moyens de contrôle (ex : planéité dans les zones de dépouille,..), respect des éléments de l'environnement, traçabilité,..</p> <p>Montage</p> <p>Description de l'environnement du produit sur sous-ensembles ou sur véhicule (moyens, personnes, lieu, montabilité et accessibilité..)</p> <p>Contraintes imposées au produit : résistance aux agressions, respect des éléments de l'environnement (opérateur,..), formes, ébavurages, absence d'arêtes..</p> <p>Achat</p> <p>Caractérisation de l'attrait que le produit doit provoquer chez l'acheteur potentiel du véhicule. Elle s'adresse typiquement aux</p>	<p>pièces de style (couleurs forme, sensation de robustesse...)</p> <p>Contraintes imposées au produit : acheteur</p> <p>Utilisation moteur tournant</p> <p>Description de l'environnement d'utilisation en mode normal du produit (personnes, ambiance ...)</p> <p>Contraintes imposées au produit : résistance aux agressions, respect des éléments de l'environnement (oreille utilisateur, fixations,..),..</p> <p>Utilisation accident</p> <p>Description de l'environnement d'utilisation en mode accident du produit (personnes, moyens, lieu, accessibilité ...)</p> <p>Contraintes imposées au produit : résistance aux agressions, respect des éléments de l'environnement respect des éléments de l'environnement proche du produit (fils électriques, géométries, contacts fluides,..)</p> <p>Réparation</p> <p>Description de l'environnement de réparation du produit (personnes, moyens, lieu, accessibilité,..)</p> <p>Contraintes imposées au produit : résistance aux agressions, respect des éléments de l'environnement, formes, ébavurages, absence d'arêtes, démontabilité..</p> <p>Destruction / recyclage</p> <p>Caractérisation des contraintes, pour la plupart réglementaires, qui incombent au produit après sa phase d'utilisation sur un véhicule</p> <p>Contraintes imposées au produit : respect des éléments de l'environnement..</p>
---	---

4.3 Comment trouver / formuler les éléments de l'environnement ?

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 concrets (au lieu de parler des "normes", on prendra en compte les éléments imposés par cette norme). Par exemple, dans le cas d'ISO 14000, on pourra définir l'environnement "nappe phréatique" et faire intervenir certaines parties d'ISO 14000 comme critères de la FC "respecter la nappe phréatique".
- Il s'agit autant que possible d'éléments actifs (au lieu de parler de "la loi", on prendra en compte "le policier" qui la fait respecter dans la pratique).

4.4 Comment réaliser l'AF - Besoin dans la pratique ?

En fait deux approches doivent être utilisées pour établir la "pieuvre fonctionnelle".

1. Une approche "par le haut" ("Top-down"). Elle se réalise à travers un [brainstorming](#)¹ de l'équipe. Il s'agit, à partir de la définition du système à concevoir, d'inventorier les éléments de l'environnement et de définir le diagramme le plus juste (le moins de bulles et de fonctions possible) pour décrire toutes les fonctions à satisfaire.
2. Une approche par le bas ("Bottom-up"). Elle consiste, à partir de sources existantes², à valider et amender l'analyse. Elle amène à ajouter des éléments oubliés et à préciser les niveaux et limites de réalisation de chaque fonction.

Il faut commencer par la première approche sous peine d'obtenir une prolifération de fonctions inutiles (qui se révéleront être des critères d'autres fonctions) ou de passer à coté des choses essentielles³ ou encore de rater les idées nouvelles qui viennent lorsque l'on repart de zéro⁴.

La deuxième approche est l'équivalent d'un nouvel avis critique – on vérifie que l'on n'a rien oublié, on précise des critères -. Attention à ne pas ajouter de fonctions redondantes lors de ce deuxième passage. Vérifiez en particulier qu'il ne s'agit pas en fait de critères d'une FT ou d'une FC qui existe déjà.

4.5 Jusqu'à quel niveau de détail faut-il aller ?

L'objet de l'analyse fonctionnelle n'est pas de perdre du temps, mais bien d'en gagner ! La question du niveau de détail approprié est donc capitale.

La réponse à apporter est bien sûr différente selon les projets, mais on peut partir sur les bases suivantes :

- Le fondement de l'AF étant d'éviter les oublis, l'exhaustivité est indispensable s'agissant des bases de l'AF-besoin. Il ne faut donc oublier aucune situation de vie, aucun élément de l'environnement, aucune fonction.... Les fonctions importantes doivent être parfaitement traitées.
- Par contre, l'approfondissement des niveaux de chaque critère est à doser selon les besoins. En particulier pour l'AF-produit, que l'on mène rarement jusqu'à ses moindres détails⁵.

4.6 Peut-on faire figurer plusieurs situations de vie sur un même diagramme ?

Oui, tant que cela ne nuit pas à la clarté. Des éléments d'environnement de différentes situations peuvent donc apparaître sur un même diagramme. Cela doit bien sûr être précisé (code couleur, marquage...).

4.7 FP, FT, FC, FL ... je ne m'y retrouve pas

Il existe différentes démarches d'analyse fonctionnelle, notamment celle de la méthode APTE, la plus ancienne⁶. Chaque cabinet-conseil "vend" sa terminologie et sa méthode. Mais au fond toutes ces méthodes sont très proches et il suffit de revenir au sens des termes pour s'y retrouver. La méthode APTE parle de Fonction Principale (FP) plutôt que de Fonction de Transfert (FT).

¹ http://rb.ec-lille.fr/Cours_de_Qualite.htm

² Trouver toutes les sources d'information possibles : notamment trois

1. documents existants (brevets, modes d'emploi, rapports de projets précédents, ... espionnage)
2. observation d'objets existants
3. entretiens (avec une grille d'entretien adaptée – d'abord écouter, laisser l'interlocuteur "tout dire", puis le relancer en vérifiant sur une checklist préparée à l'avance que les questions prévues ont été abordées).

³ ... tellement évidentes que le client oublie souvent de les demander (la source d'énergie, par exemple : "le système doit se brancher sur le réseau électrique")

⁴ à ce propos, c'est le fait de s'obliger à formuler des fonctions selon les règles de l'AF, de les critiquer ("cette fonction est-elle indispensable ?") qui est à la **source de l'innovation**. A ce stade de la démarche RIEN NE DOIT ALLER DE SOIT, tout est à remettre en question.

⁵ Par exemple, pour un prototype de véhicule économique, on n'oubliera pas la situation de vie "transport du système jusqu'à la piste d'essais". On exprimera le poids et l'encombrement maximum permettant le transport dans la camionnette mise à disposition. On précisera dans l'AF-produit qu'il faut pouvoir l'attacher à des sangles pendant le transport mais on n'ira pas jusqu'au calcul de RDM pour dimensionner les sangles !

⁶ et celle de Covalence, un cabinet de conseil en conception.

4.8 Qu'est-ce que l'analyse de la valeur ?

L'analyse de la valeur, ou AV, utilise les résultats de l'analyse fonctionnelle pour optimiser le coût d'un produit. Le but est de trouver le "juste nécessaire" pour satisfaire le besoin du client au moindre coût.

Bref en travaillant à partir du CdCF et en incorporant des données économiques, on fait de l'analyse de la valeur.

De même en travaillant à partir du CdCF et en incorporant les risques de défaillance, on fait de l'[AMDEC](http://rb.ec-lille.fr/gestion_projet.htm) (cf cours risques (http://rb.ec-lille.fr/gestion_projet.htm)).

4.9 Peut-on améliorer ce guide ?

Pour l'instant, voici une [feuille Excel](#) permettant la caractérisation des fonctions et leur mise à jour. Elle correspond plutôt à l'AF-produit (détaillée, solutions techniques).

5. Comment détecter en un coup d'œil les erreurs dans les AF

- Situations de vie omises
- Situation de vie non précisées sur la pieuvre correspondante.
- "*trop de bulles*" : Elements de l'environnement non matériels ("*les normes*") ou redondants.
- "*trop de traits*" : Fonctions en surnombre, qui devraient être en fait les critères de fonctions existantes.
- Fonctions mal formulées.
- Choix d'une solution technique¹ dès l'AF-Besoin

6. Bibliographie au CDI de l'école Centrale

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'ANALYSE DE LA VALEUR - Edition Afnor, 1989 – "Exprimer le besoin Applications de la démarche fonctionnell'e - rangement Biblio EC-Lille : 8157.L

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'ANALYSE DE LA VALEUR - Edition du Ministère de la Coopération, 1994 – "L'analyse de la valeur" - rangement Biblio EC-Lille : 13074.L

BOULET Claude et BALLIEU Joël - Edition Afnor, 1995 – "L'analyse de la valeur" - rangement Biblio EC-Lille : 12865.L

CHEVALIER J. - Edition Cepadues, 1989 – "Produits et analyse de la valeur" - rangement Biblio EC-Lille : 11768.L

DELAFOLLIE Gérard - Edition Hachette technique, 1991 – "Analyse de la valeur" - rangement Biblio EC-Lille : 10984.L

LITAUDON Maurice et REFABERT Anne - Les éditions d'organisations, 1988 – "La dynamique de l'analyse de la valeur" - rangement Biblio EC-Lille : 7856.L

NORMALISATION FRANÇAISE X 50-153 de Mai 1985 – "Analyse de la valeur, recommandations pour sa mise en œuvre" -

rangement Biblio EC-Lille pour les normes : classeur dans les archives

NORME EUROPEENNE EN 1325-1 de Novembre 1996 – "Vocabulaire du Management de la Valeur, de l'Analyse de la Valeur et de l'Analyse Fonctionnelle, partie 1 : Analyse de la Valeur et Analyse Fonctionnelle"

NORME FRANÇAISE NF 50-152 de Août 1990 – "Analyse de la valeur, caractéristiques fondamentales"

NORME FRANÇAISE NF X 50-151 de décembre 1991 – "Analyse de la Valeur, Analyse Fonctionnelle, Expression fonctionnelle du besoin et cahier des charges fonctionnel"

PETITDEMANGE Claude - Edition EFE, 1997 – "Le management par projet, 80 démarches opérationnelles au choix" - rangement Biblio ec-EC-Lille : 14179.L

TASSINARI Robert - Edition Afnor, 1995 - L'analyse fonctionnelle - rangement Biblio ec-Lille : 12873.L

Méthodes APTE et Covalence.

¹ Il existe des cas, rares, où l'on ne peut faire autrement, notamment lorsque un certain choix technique est instamment demandé par le client.