

Guide de l'analyse fonctionnelle et application au cas de l'Eco-marathon

Contenu du document

1. L'Analyse Fonctionnelle – Eléments fondamentaux
 2. Règlement de l'Eco Marathon (Extrait des 73 articles)
 3. Exemple d'une pieuvre fonctionnelle incorrecte
 4. Bibliographie
 5. Corrigé
-

1. L'Analyse Fonctionnelle – Eléments fondamentaux

1.1. Extrait de la Norme Française NF X 50-151

"Le premier pas d'une démarche rationnelle de conception de produit est l'expression du besoin.. (...). La pratique de l'Analyse de la valeur a montré que l'expression fonctionnelle du besoin était un facteur déterminant de la compétitivité. Un outil méthodologique est apparu nécessaire pour détecter et formuler le besoin et justifier en aval les exigences techniques (...). La démarche originale et rigoureuse du Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF) répond à cette attente".

1.2. L'Analyse Fonctionnelle du besoin - principe

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

POURQUOI ?

Obtention des données nécessaires à la conception du système

Outil de dialogue avec le client pour compléter les informations manquantes

Besoins clients explicites et implicites

**DONNEES
D'ENTREE**

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 de la " pieuvre fonctionnelle ". Fonctions principales (FP) : "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.

1.3. AF du besoin : étapes de la construction de la "pieuvre fonctionnelle"

① **DEFINIR LES LIMITES DU SYSTEME**

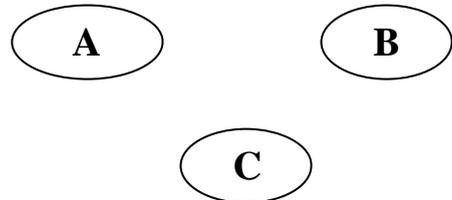


② **DRESSER LA LISTE DES SITUATIONS DE VIE**

Fabrication, contrôle, vente, roulage, réparation, accident, recyclage.

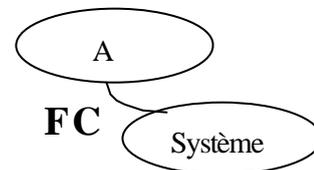
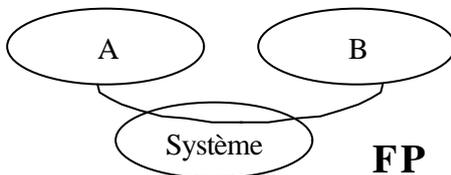
③ **POUR CHAQUE SITUATION DE VIE :**

④ **INVENTORIER LES ELEMENTS D'ENVIRONNEMENT**



⑤ **CONSTRUIRE LES FONCTIONS PRINCIPALES (FP)**

ET LES FONCTIONS CONTRAINTE (FC)



⑥ **NOMMER LES FONCTIONS.**

Lister leurs critères.

⑦ **DEVELOPPER LES AUTRES SITUATIONS DE VIE**

Reprendre à partir de l'étape ③

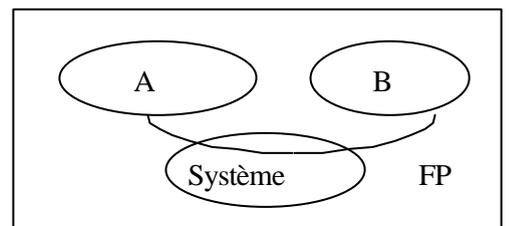
1.4. Formuler une fonction en AF - Besoin

Deux types de fonctions :

FONCTIONS PRINCIPALES (FP)

“ Les raisons pour lesquelles le produit a été créé “

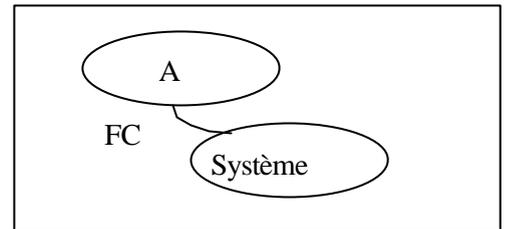
(Liaison entre deux éléments du milieu d'environnement créée par le système)



FONCTIONS CONTRAINTE (FC)

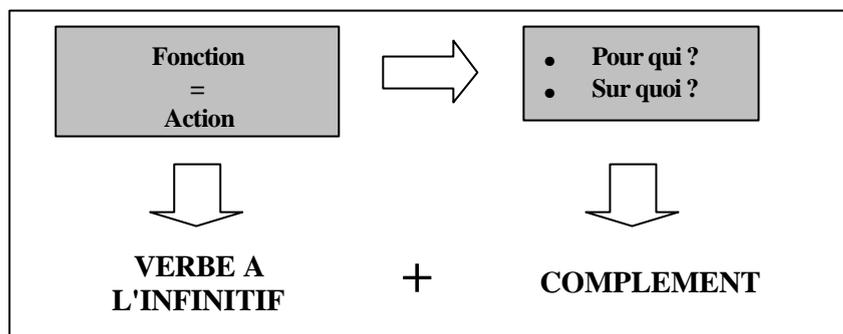
“ Le produit n’a pas été créé pour cela, mais le fait d’exister lui impose d’assurer certaines fonctions“

(Contraintes imposées au système par un élément du milieu d’environnement)



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 à refaire.**
- Préférer les verbes d’action - Refuser la forme passive
- Ne créer une nouvelle fonction que lorsque c’est indispensable.

Expression détaillée d’une fonction

- Décomposer la fonction en éléments simples. On peut partir 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.

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 se révèlent les critères d’une fonction existante.

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

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

Par exemple pour un stylo :

FP1 "Laisser une trace sur un support"

Critères	Support	Nature du support (papier, plâtre, véléda..)
	Trace	Largeur de la trace
	"	Couleur de la trace
	Laisser	Durée de vie

N.B. : Lors de la suite de l'étude – non demandée ici -, on renseigne les points suivants : Niveau, flexibilité, limites de chaque critère. Les contraintes et choix techniques sont exprimés dans l'analyse fonctionnelle du produit (points non détaillés ici).

1.5. Questions diverses

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.

Comment trouver / formuler les situations de vie ?

Dans un premier temps, toutes les situations de vie doivent être inventoriées. Certaines pourront être regroupées. Les situations de vie les plus importantes sont à traiter en priorité et à approfondir.

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>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>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>
--	--

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).

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. Il s'agit, à partir de la définition du système à concevoir, d'inventorier les éléments de l'environnement et de définir la pieuvre la 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 existantes, 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 côté des choses essentielles² ou encore de rater les idées nouvelles qui viennent lorsque l'on repart de zéro³.

La deuxième approche est l'équivalent d'un nouvel avis critique. Attention à ne pas ajouter de fonctions redondantes lors de ce deuxième passage.

2. Règlement de l'Eco Marathon (Extrait des 73 articles)

PRINCIPE

² tellement évidentes que le client oublie souvent de les demander (la source d'énergie, par exemple : "le système doit utiliser le réseau électrique EDF")

³ 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 SOI, tout est à remettre en question.

Article 1 : Shell France organise une course à l'économie d'énergie sur circuit fermé. Cette manifestation est appelée Shell Eco-Marathon. Elle est soumise au présent règlement.

Epreuve : 18, 19, 20 et 21 mai 2000.

Essais : (...).

Contrôles techniques : (...).

Briefing : (...).

Article 2 : Les concurrents devront effectuer, sur des véhicules de leur création 6 tours de 3,636 km du Circuit de Nogaro (Gers) dans le sens normal de la course. (...).

Article 3 : Vitesse minimale : pour être prise en considération, la performance doit être réalisée à la vitesse moyenne minimale de 25 km/h ; le temps maximum pour effectuer la tentative est de 52 minutes et 20 secondes pour parcourir les 21,816 km (6 tours de 3,636 km)

Article 4 : Les concurrents devront effectuer un maximum de quatre tentatives officielles dont deux le samedi 20 mai 2000 et deux autres le dimanche 21 mai, le meilleur résultat étant retenu pour le classement. (...).

CONDITIONS D'ENGAGEMENT

Article 5 : Engagements

Pour chaque inscription, doivent être désignés un chef d'équipe, un conducteur et, le cas échéant, un conducteur suppléant.

Les conducteurs devront avoir au moins 13 ans le jour de la compétition et peser au minimum 45 kg.

Le chef d'équipe sera le seul interlocuteur de l'organisation. Toutes les informations lui seront adressées. Il est, aux yeux de l'Organisation, le responsable et le porte-parole de l'équipe.

Articles 6-7-8-9-10-11 : (...).

VEHICULES

Article 12 : Seuls les véhicules répondant à ce règlement seront admis à participer.

Article 13 : Homologation

Aucun véhicule ne sera admis sur la piste pour les essais et pour la course avant d'avoir été homologué par les commissaires techniques. Les commissaires techniques sont considérés comme juges de fait pour ce qui concerne la conformité de la conception et de la construction des véhicules au présent règlement, notamment pour le freinage, la propulsion et le système d'alimentation en carburant. (...).

Article 14 : (...).

Article 15 : Tant pour les essais que pour la course, les véhicules doivent évoluer en totale conformité avec leurs homologations techniques et de sécurité. En outre, dès qu'ils pénètrent sur la piste, ils doivent être carrossés et arborer les numéros et logos Shell imposés par le règlement.

Article 16 : Chronométrage

Chaque véhicule sera équipé d'une balise, transpondeur électromagnétique extra-plat, qui sera installée par l'organisation à l'intérieur ou à l'extérieur du véhicule selon ses caractéristiques, soit à l'aide d'adhésifs, soit à l'aide d'écrous. Elle sera mise en place par le responsable du chronométrage à l'issue du contrôle technique sur l'aire de départ. (...).

Articles 17-18-19-20-21-22 : (...).

DEROULEMENT DE LA COMPETITION

Article 23 : (...).

Article 24 : Départ de la course

Le premier départ sera donné le samedi à 11h00 puis le dimanche à 8h30 dans l'ordre des véhicules présents, les véhicules retardataires partant derrière. (...).

Sur la ligne de départ, deux véhicules pourront simultanément démarrer.

Article 25 : Contrôle de la consommation

Avant le départ :

- Les concurrents doivent se présenter au départ avec un circuit d'alimentation en carburant totalement

Ne pas diffuser en dehors de l'école Centrale de Lille sans autorisation écrite

vide.

- Le plein est effectué sur la zone de départ par les commissaires. (...).

A l'arrivée :

- Les concurrents ne peuvent faire aucune intervention, de quelque nature que ce soit, sur leur véhicule avant que celui-ci n'ait été contrôlé par les commissaires.

- Les commissaires sont seuls habilités à effectuer le « plein » du véhicule. La quantité de carburant nécessaire à cette opération constitue la base de calcul de consommation dans laquelle intervient une correction de volume en fonction de la variation de température. Les meilleures équipes auront leur consommation (appoint de carburant) mesurée par pesée de précision.

- Les six tours de circuit ne seront pris en considération pour les résultats que s'ils sont effectués dans le temps imparti. (...).

Article 26-27-28 : (...).

TROPHEES, PRIX et RECOMPENSES

Article 29 : (...).

Critères additionnels :

Seuls matériaux autorisés

pour la construction du châssis : acier, aluminium, contre-plaqué, bois pour la réalisation de la carrosserie : tôles métalliques, tissus, bois, fibre de verre, PVC.

L'utilisation d'autres matières plastiques ou composites est interdite, sauf pour le pare-brise et les vitres latérales qui ne peuvent être en verre. (...)

SECURITE DES VEHICULE ET DES PILOTES

Article 30 : (...).

Un poids minimum de 45 kg est exigé pour le pilote. Un lest sera placé dans le véhicule si ce poids minimum n'est pas atteint. (...).

Article 31 : Pour des raisons de sécurité, la position du pilote tête en avant est interdite.

Article 32 : Visibilité Le conducteur doit avoir une visibilité directe appropriée couvrant un arc de cercle de 180° de part et d'autre d'un point central situé devant lui. (...). De plus, le véhicule doit être équipé de deux rétroviseurs assurant une visibilité arrière des deux côtés, d'une surface minimum de 25 cm² chacun. La bonne visibilité de ces rétroviseurs sera contrôlée.

Article 33 : Arceau de sécurité Le poste de conduite doit être équipé d'un arceau de sécurité efficace dont le gabarit transversal doit dépasser le gabarit transversal des conducteurs admis à conduire le véhicule et le gabarit vertical atteindre le sommet du casque du pilote. Cet arceau doit être capable de supporter sans déformation, une charge statique de 70 kg appliquée en son sommet. Des deux côtés de l'habitacle, une protection doit également protéger le pilote contre d'éventuels chocs latéraux.

Article 34 : Ceinture de sécurité Le siège conducteur doit être équipé d'une ceinture de sécurité efficace à quatre points d'ancrage maintenant le pilote dans son siège. Cette ceinture doit être solidement fixée à la structure porteuse du véhicule et être équipée d'une boucle de fermeture spécifiquement destinée à cet usage.

Article 35 : Ventilation du circuit d'alimentation Tout le circuit d'alimentation du moteur, du réservoir au moteur, doit être disposé dans un compartiment totalement séparé du poste de conduite, convenablement ventilé en air frais puisé et éjecté directement à l'extérieur du véhicule.

Article 36 : Une cloison pare-feu ignifugée doit être montée de façon efficace entre le compartiment moteur et l'habitacle.

Article 37 : Chaque véhicule doit être équipé d'un extincteur en parfait état de fonctionnement dont les conducteurs devront savoir se servir. (...). Il doit être à portée de main du pilote.

Article 38 : L'attention des concurrents est attirée sur le problème des conditions thermiques affectant le confort du pilote à l'intérieur du véhicule, ce qui oblige à ventiler l'habitacle et à mettre éventuellement un écran solaire sur le cockpit. (...).

Ne pas diffuser en dehors de l'école Centrale de Lille sans autorisation écrite

Article 39 : Le véhicule doit être équipé d'un avertisseur sonore puissant de type automobile.

SUR LA PISTE

Articles 40-41-42 : (...).

Article 43 : A tout moment, le conducteur doit être capable de sortir seul de son véhicule. Les véhicules à carrosserie fermée doivent donc être équipés d'une ouverture d'habitacle suffisamment large. La position de conduite doit être étudiée de façon à permettre aux services de sécurité de sortir facilement le pilote de son véhicule. (...).

REGLES DE CONDUITE

Article 44-45-46 : (...).

Article 47 : Contrôle des véhicules Les véhicules doivent se présenter aux contrôles obligatoires avant les essais. Toute équipe n'étant pas passée à ces contrôles ne pourra prendre le départ. (...).

Articles 48-49 : (...).

CONDUITE

Articles 50-51-52-53-54-55-56-57 : (...).

Article 58 : Conception des véhicules

Les véhicules doivent avoir 3 ou 4 roues porteuses qui, dans des conditions de fonctionnement normal, doivent toutes être en contact continu avec la route. (...).

Article 59 : Dimensions

La hauteur maximale mesurée au sommet de l'habitacle devra être inférieure à 1,25 fois la plus grande voie des deux roues extérieures. Celle-ci sera au minimum de 50 cm et au maximum de 110 cm et l'empattement de 1 m au minimum. (...).

Article 60 : Identification

Pour être admis à participer, les véhicules doivent porter des numéros distinctifs ainsi que le logo Shell, fournis par l'organisateur. (...).

Article 61 : Mode de propulsion

La propulsion devra être exclusivement assurée par un moteur thermique dont le type ou la conception ne sera soumis à aucune restriction, à l'exception de celle de fonctionner conformément aux articles 68 et 69 du présent règlement.

Article 62-63-64 : (...).

Article 65 : Freinage. Le véhicule doit être équipé d'au moins deux freins ou dispositifs de freinage complètement indépendants, afin que la défaillance de l'un des systèmes n'empêche pas l'autre de fonctionner. Si les systèmes de freinage peuvent ne porter que sur une seule roue, il est toutefois fortement recommandé que ces 2 systèmes agissent sur des roues différentes sans déséquilibrer le véhicule.

L'efficacité du système de freinage sera testée au cours du contrôle technique pour les deux pilotes. Le véhicule placé sur un plan incliné dont la pente est de 20% et bloqué avec le frein principal devra rester immobile. Le frein de secours sera testé dans les mêmes conditions. L'utilisation d'un système de freinage hydraulique (genre VTT) est conseillée.

Article 66 : (...).

Article 67 : Roues

Les roues placées à l'intérieur de la carrosserie doivent être rendues inaccessibles au conducteur au moyen d'une cloison fixe. (...).

CARBURANTS

Article 68 : Seuls les carburants et huiles mis à la disposition des concurrents par l'organisation sont autorisés

- Shell Formula Superplus 98, Huile Shell Advance Racing X 2 temps

(...).

Aucun additif ne peut être ajouté au carburant. Seule la puissance dégagée dans le moteur par la

combustion du carburant avec l'air pourra être utilisée pour la propulsion, (...).

Article 69 : (...).

SYSTEME D'ALIMENTATION EN CARBURANT ET MESURES

Article 70 : (...).

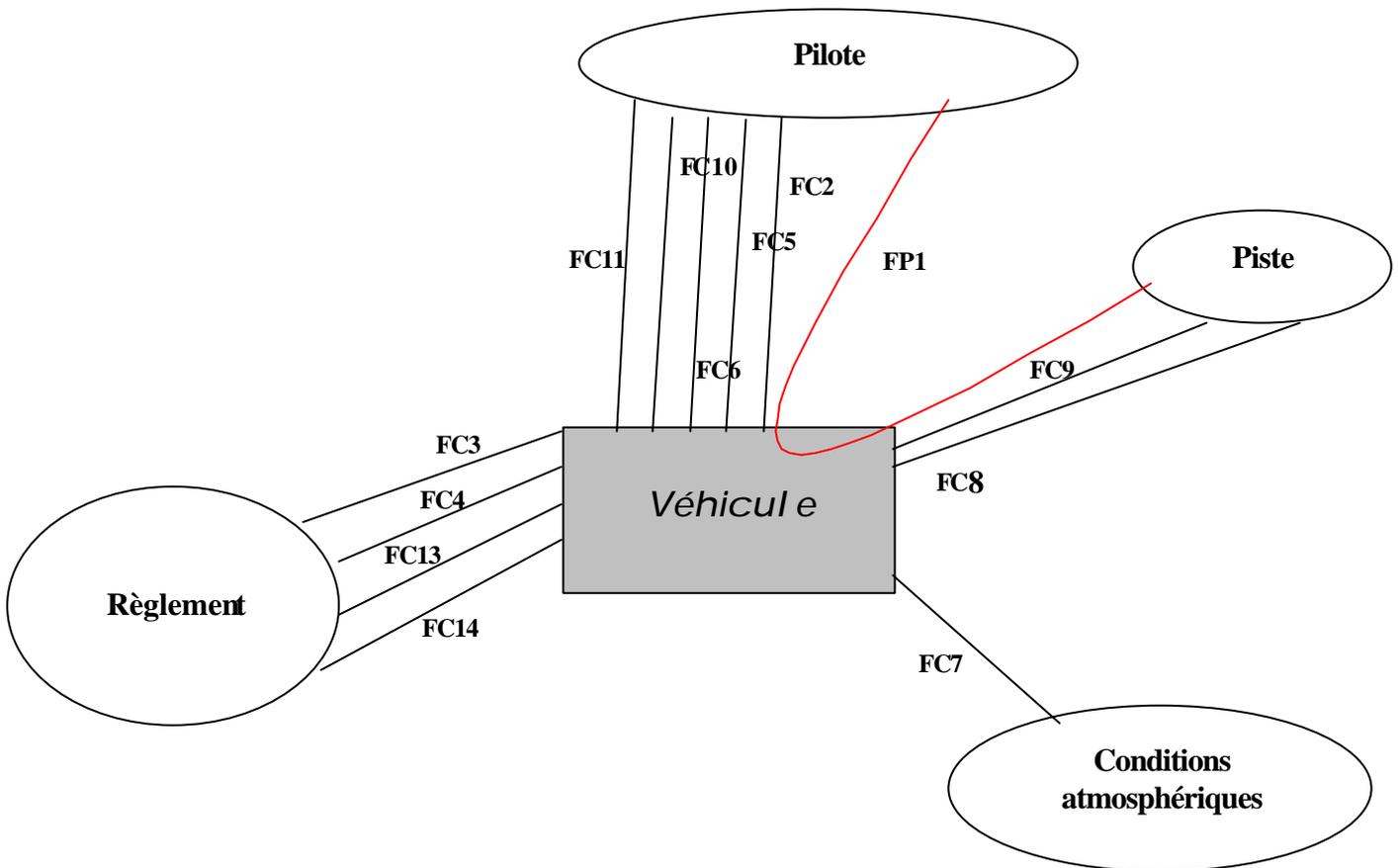
Article 70: Réservoir (...).

L'ensemble du système d'alimentation en carburant doit être rendu inaccessible au conducteur, en étant placé derrière une cloison que traversent uniquement les commandes. Il doit être facilement accessible pour les opérations de contrôle et de mesure .

Le réservoir de carburant devra être visible en permanence depuis l'extérieur du véhicule.

Articles 72-73 : (...).

3. Exemple d'une pieuvre fonctionnelle incorrecte



3.1. Fonctions principales :

- FP1 : Permettre au pilote d'effectuer six tours de piste.

3.2. Fonctions contraintes :

- FC2 : Assurer un confort statique du pilote.
- FC3 : Posséder un châssis.
- FC4 : Respecter le règlement quant à la composition, la nature, la taille, l'identification en course.
- FC5 : Protéger le pilote vis à vis de l'environnement.
- FC6 : Permettre au pilote un accès facile et un dégagement rapide.
- FC7 : Résister aux conditions atmosphériques.
- FC8 : Evoluer sur la piste avec une vitesse moyenne minimale fixée, stable et freiner.
- FC9 : Adhérer à la piste.
- FC10 : Offrir au pilote un confort dynamique.
- FC11 : Informer le pilote de l'état de la voiture.
- FC12 : Utiliser un carburant moteur thermique.
- FC13 : Utiliser un des carburants et un des lubrifiants autorisés pour la course.
- FC 14 : Posséder un circuit d'alimentation en carburant conforme au règlement.

4. Bibliographie

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'ANALYSE DE LA VALEUR - Edition Afnor, 1989 – "Exprimer le besoin Applications de la démarche fonctionnelle"

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

Méthode APTE

5. Corrigé

NdlA : pour optimiser votre apprentissage, je vous recommande de ne lire ce corrigé qu'après avoir lu les autres parties avec attention et avoir "séché" au moins une vingtaine de minute sur le problème.

La démarche d'Analyse Fonctionnelle proposée reprend celle du cabinet APTE.

On n'a pas abordé

- la validation du besoin - préalable à toute analyse fonctionnelle
- la quantification de chaque critère (niveau, limite, flexibilité), ni bien sûr l'Analyse Fonctionnelle du produit ("interne") qui est l'étape suivante de la conception du produit et qui permet de faire les choix techniques.

Éléments d'évaluation des candidats

Durant la présentation de la pieuvre fonctionnelle du candidat, on pourra axer l'évaluation sur les questions suivantes :

- le candidat a-t-il posé le problème avant de le résoudre ("A-t-il fait l'inventaire exhaustif des situations de vies avant de rentrer dans les détails de l'étude ?").
- le candidat a-t-il compris qu'il s'agissait avant tout de conduire une étude fonctionnelle et non de reprendre les solutions techniques souvent suggérées par le règlement ?

On recommande à l'examinateur de montrer l'exemple et de ne pas aborder la question en termes de solutions... en tout cas pas tant que le besoin n'est pas défini clairement ! La question "comment feriez-vous concrètement pour..." ne peut être qu'une question de conclusion.

Si l'AF proposée n'est pas bonne, on pourra repartir sur la critique du "mauvais exemple" que constitue le chapitre 3. Cet exemple a l'avantage d'avoir à peu près tous les défauts (situation de vie non précisée, trop de fonctions, fonctions mal formulées, critères manquants, situations de vies mélangées).

Ce qu'il ne faut surtout pas faire...

Préjuger d'une solution ou d'un principe technique dans le fonctionnement du véhicule. Le dossier insiste bien là-dessus.

Par exemple :

- "cloison pare-feu" au lieu de "protéger le pilote" en situation de vie "le moteur prend feu".
- "Posséder trois ou quatre roues", "un arceau de sécurité", "un rétroviseur"...

Certains choix, par exemple "l'utilisation du carburant Shell" sont par contre totalement recevables puisqu'ils sont **externes au système**, hors du contrôle du concepteur. Ce sont donc des éléments de l'environnement, des contraintes.

Insistons : le concepteur doit absolument s'autoriser à jouer sur toutes les solutions **internes au système** (il pourra par exemple remplacer le "rétroviseur" par un "périscop" et gagner ainsi un avantage sur ses concurrents). Les contraintes du type "3 ou 4 roues" apparaissent au cours de l'analyse fonctionnelle du produit dans la suite de l'étude. Pour l'instant la fonction correspondante serait par exemple "assurer la stabilité du véhicule en liaison avec le sol".

C'est le principal piège d'une approche uniquement "bottom-up" fondée sur le règlement qui est très technique. Rendre sa dimension fonctionnelle au règlement est le premier travail auquel le candidat doit s'atteler.

Pour le reste, la principale difficulté pour le candidat, comme dans les autres sujets TIPE, vient de la nécessité à garder une approche méthodique et à poser des priorités face à une grande quantité de données.

Autres erreurs courantes dans les pieuvres fonctionnelles

- Système non défini ou mal défini.
- Situations de vie non inventoriées, non précisées sur la pieuvre correspondante.
- "*trop de bulles*" : Eléments de l'environnement non matériels ou redondants.
- "*trop de traits*" : Fonctions en surnombre, qui devraient être en fait les critères de fonctions existantes. Souvent, cela va de pair avec des fonctions mal formulées.

Exemple de "pieuvre fonctionnelle"

Les examinateurs garderont à l'esprit que plusieurs pieuvres fonctionnelles sont possibles à condition de rester dans le cadre des règles énoncées ci-dessus et de ne rien oublier de fondamental. On peut ajouter certains éléments extérieurs (p.e. l'air environnant comme comburant en situation de vie roulage), de nombreux critères (par exemple son pour informer le pilote de la présence d'autres véhicules).

Réaliser une Analyse Fonctionnelle ressemble à l'écriture d'un programme informatique : il y a bien plusieurs manières de procéder, mais on peut voir clairement lorsque l'on est en erreur (le programme ne 'compile' pas, il 'plante'... ou il ne rend pas le service attendu). **Et, comme une Analyse Fonctionnelle, un programme peut toujours être amélioré.**

On comprendra donc que nous proposons ici un guide et non pas un corrigé normatif.

Définition du système : le système à concevoir englobe l'intégralité du véhicule : le moteur, le châssis, la coque du véhicule économique. Dans le cas de l'éco-marathon, le moteur ne peut par exemple être considéré comme un élément de l'environnement, dans la mesure où il est à concevoir.

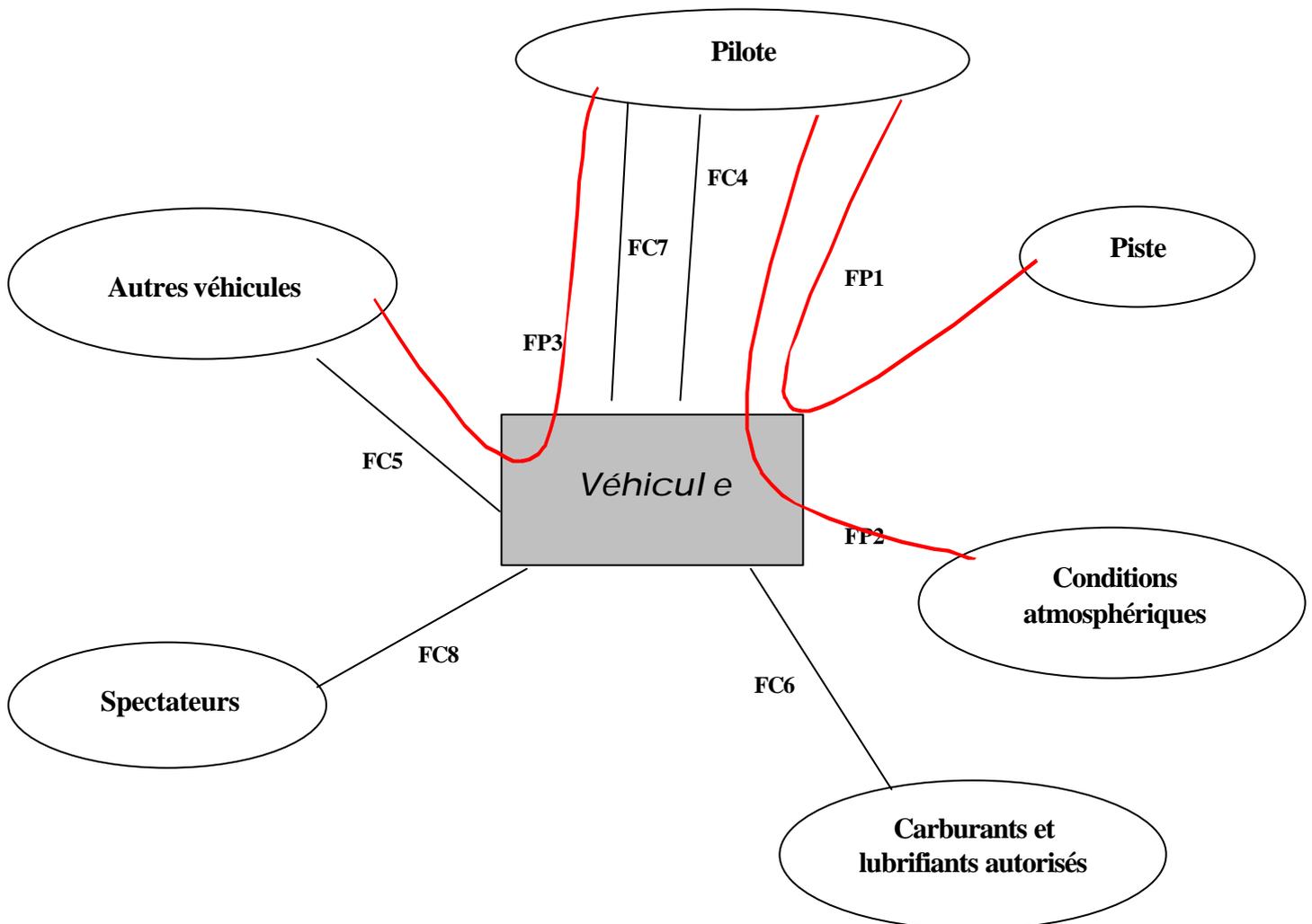
Situations de vie à inventorier

Les situations de vies à traiter en priorité sont :

1. "Roulage" : compétition, essais sur piste.
2. "Véhicule à l'arrêt" : Contrôle par les commissaires de course, vérification à l'issue de la course, installation du pilote.
3. "Accident" : crash, feu dans le système de propulsion...

On pourra également ajouter le transport dans un autre véhicule jusqu'au circuit..., la fabrication, la maintenance.

Situation de vie roulage : compétition, essais sur piste



Note : Les éléments du milieu environnant "transpondeur" et "autocollant" peuvent également être ajoutés dans cette situation de vie. Notez qu'ils figurent déjà dans la Situation de vie – "véhicule à l'arrêt sur la piste" ci-après.

Roulage - Fonctions principales :

- FP1 : Permettre au pilote d'effectuer économiquement six tours de piste en un temps limité.

Critères :

Pilote	Formation de conduite Age Statut (Principal, Suppléant)
Piste	Profil (pente, virages, devers...) Revêtement, état de la surface Longueur
Effectuer	Propulsion (décélération, accélération) Direction Vision de la route (angle solide...)
Temps limité	52min...
Economiquement	Normes de consommation

- FP2 : protéger le pilote de l'environnement extérieur.

Environnement extérieur	Pluie Vent Rayonnement solaire Graviers, poussières
--------------------------------	--

- FP3 : informer le pilote de la position des autres véhicules

Informer	Information visuelle
Autres véhicules	Distance Position relative (en arrière ?)

Fonctions contraintes :

- FC4 : respecter le pilote.

Pilote	Poids, taille du pilote - avec son équipement Température supportable Besoins en air
Respecter	Pièces en rotation Pièces à température élevée Gaz

Ne pas diffuser en dehors de l'école Centrale de Lille sans autorisation écrite

- **FC5 : Informer les autres véhicules de sa position**

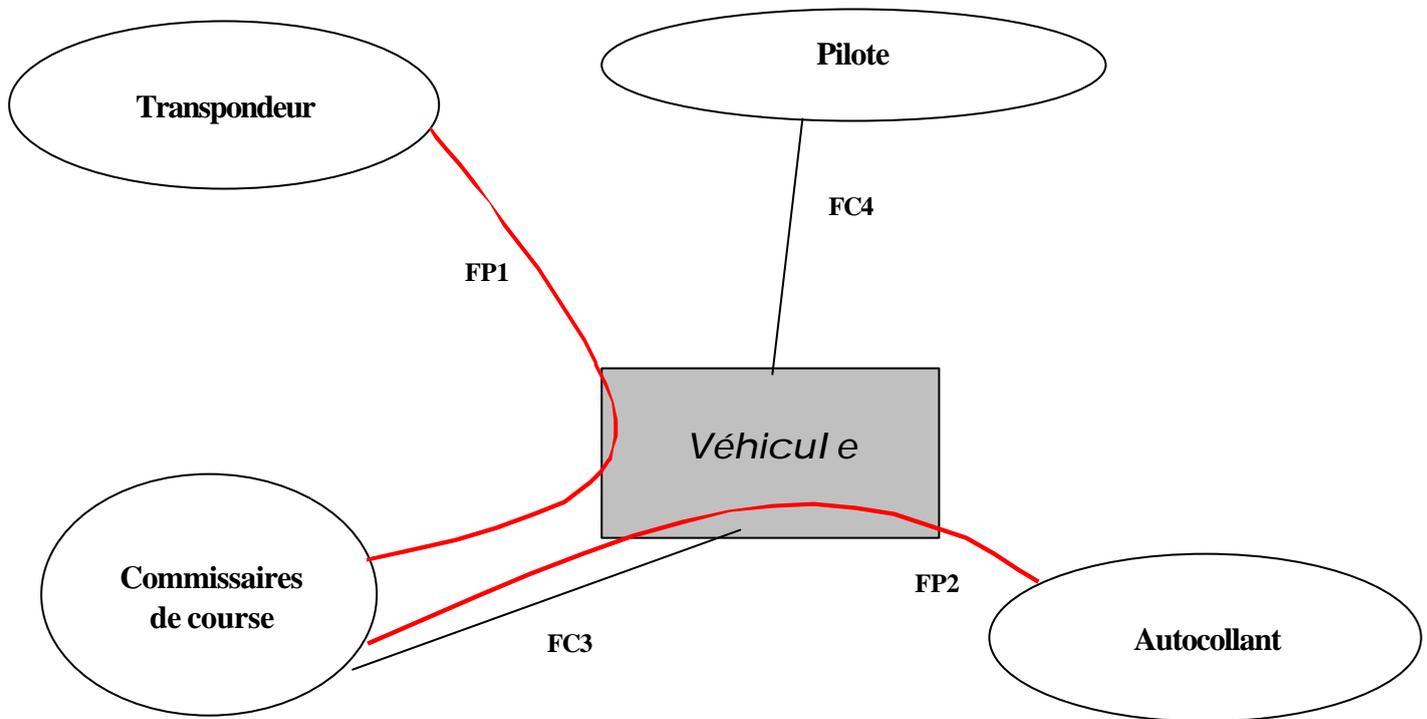
Informé	Par le son Par la vue
Autres véhicules	Distance Niveau sonore environnant
- **FC6 : utiliser exclusivement le carburant et l'huile homologués.**

Carburant homologué	Shell superplus
Huile homologuée	Huile Shell homologuée
- **FC7 : informer le pilote de l'état du véhicule**

Etat du véhicule	Vitesse Niveau d'essence Temps depuis le départ
-------------------------	---
- **FC8 : informer les spectateurs**

Informé	Numéro du véhicule Nom du sponsor Nom de l'équipe
Spectateurs	Presse, grand public, commissaires de course

Situation de vie – véhicule à l'arrêt sur la piste : Contrôle par les commissaires de course, vérification à l'issue de la course, installation du pilote...



Véhicule à l'arrêt - fonctions principales :

- FP1 : permettre aux commissaires de placer un transpondeur sur le véhicule

Placer	Temps d'installation
Transpondeur	moyens d'arrimage
	Dimensions

- FP2 : permettre aux commissaires de placer un autocollant à l'extérieur du véhicule

Véhicule	Etat de surface
Autocollant	Adhérent utilisé,

Véhicule à l'arrêt - Fonctions contraintes :

- FC3 : permettre aux commissaires de contrôler la conformité du véhicule

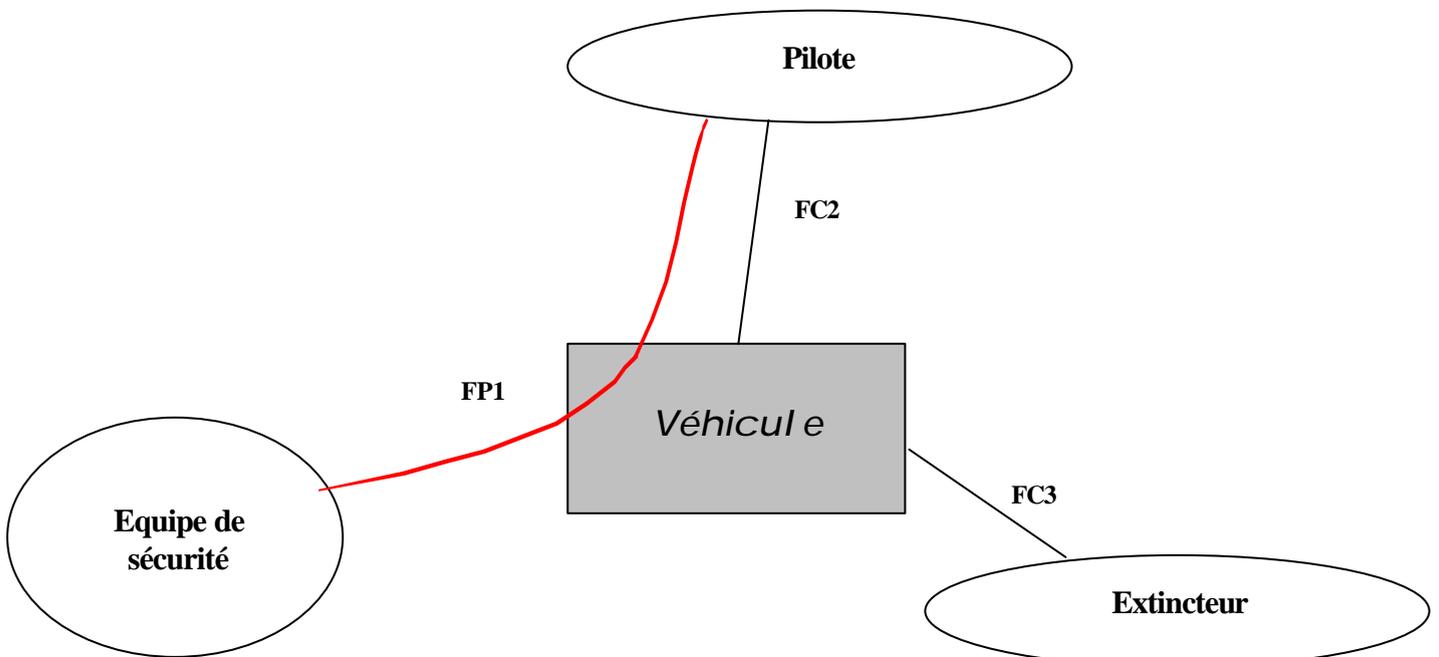
Critères (certains points sont détaillés ailleurs, on ajoute ici les points non traités ou relevant spécifiquement de la contrôlabilité) :

Commissaires de course	Outils
	Temps disponible
Contrôler	Test de freinage
	Visibilité du niveau d'essence de l'extérieur du véhicule
Conformité	Normes de sécurité
	Utilisation de pièces moteur standard
	Matériaux homologués
	Sécurité du pilote

- FC4 : permettre au pilote d'entrer et de sortir.

Entrer et sortir	Temps nécessaire
Pilote	Morphologie, dextérité.

Situation de vie – Accident : crash, feu dans le système de propulsion, du circuit d'alimentation en carburant...



Accident - fonctions principales :

- FP1 : permettre à l'équipe de sécurité d'extraire le pilote

Equipe de sécurité	Force
Pilote	Taille, poids. Conscient ou inconscient
Extraire	Temps nécessaire Place requise

Accident - Fonctions contraintes :

- FC2 : protéger le pilote

Pilote	Equipement (casque, combinaison).
Protéger	Inflammation du système de propulsion Inflammation du système d'alimentation en carburant Choc latéral Retournement, tonneaux Choc frontal

- FC3 : s'adapter à un extincteur

S'adapter	Accueil Maintien en position
Extincteur	Forme, masse

Situation de vie – Fabrication:

Outils disponibles
Matériaux homologués,

Situation de vie – maintenance :

Accès pour faire le plein, changer les bougies...
Types d'outils utilisés...

Situation de vie – transport :

Place disponible dans le véhicule / sur la remorque
Si remorque : résistance à la vitesse sur autoroute...