

Section : S	Option : Sciences de l'ingénieur	Discipline : Génie Électrique	
Les outils graphiques d'expression pour l'analyse fonctionnelle des systèmes			
Domaine d'application : Représentation conventionnelle des systèmes	Type de document : Travaux Dirigés	Classe : Première	Date :

L'objectif de ce TD est de découvrir les différents moyens d'expression et les différents graphiques utilisés en analyse fonctionnelle. Durant ce TD vous allez découvrir plusieurs graphiques utilisés en analyse fonctionnelle, et vous répondrez aux questions directement sur les feuilles de l'énoncé **qui ne sont pas des feuilles de brouillon**, et qui vous serviront de document de référence par la suite.

I - Différence entre un produit et un système

Commençons par rappeler la définition d'un **besoin** :

Le besoin est une nécessité ou un désir éprouvé par un utilisateur.

I - 1 - Complétez la phrase suivante donnant la définition d'un **produit**. Vous utiliserez les mots **répondre, produit, utilisateur, besoin** et **disposition**, et vous veillerez à ce que votre phrase ait un sens :

Un, c'est ce qui est mis à la d'un
pour à un

Il existe 2 types de produits :

- les produits dit « techniques », utilisant plusieurs sciences de l'ingénieur, que l'on appelle aussi des **systèmes**
- les produits « non techniques », appelés simplement des **produits**

Pour chacun des **produits** ci-dessous, indiquez s'il s'agit d'un **système** ou pas en cochant la case correspondante, et donnez le besoin auquel il répond :

Nom du produit	Type de produit	Besoin auquel répond le produit
une fourchette	<input type="checkbox"/> ce produit est un système	
	<input type="checkbox"/> ce produit n'est pas un système	
des chaussures	<input type="checkbox"/> ce produit est un système	
	<input type="checkbox"/> ce produit n'est pas un système	
un four électrique	<input type="checkbox"/> ce produit est un système	
	<input type="checkbox"/> ce produit n'est pas un système	
un sachet en plastique	<input type="checkbox"/> ce produit est un système	
	<input type="checkbox"/> ce produit n'est pas un système	
un passage à niveau	<input type="checkbox"/> ce produit est un système	
	<input type="checkbox"/> ce produit n'est pas un système	
une brosse à dents	<input type="checkbox"/> ce produit est un système	
	<input type="checkbox"/> ce produit n'est pas un système	
une navette spatiale	<input type="checkbox"/> ce produit est un système	
	<input type="checkbox"/> ce produit n'est pas un système	
une éolienne	<input type="checkbox"/> ce produit est un système	
	<input type="checkbox"/> ce produit n'est pas un système	
un crayon	<input type="checkbox"/> ce produit est un système	
	<input type="checkbox"/> ce produit n'est pas un système	
une cassette vidéo	<input type="checkbox"/> ce produit est un système	
	<input type="checkbox"/> ce produit n'est pas un système	

L'analyse fonctionnelle s'applique aussi bien à un **produit** qu'à un **système**.

II – Qu'est-ce que l'analyse fonctionnelle d'un produit ?

L'analyse fonctionnelle d'un produit [ou d'un système] consiste à décrire le rôle et le fonctionnement du produit, en se posant les **3 questions fondamentales** suivantes :

- Pourquoi et pour qui le produit a-t-il été inventé ?
- Quels sont les liens entre le produit et son environnement ?
- Quelles solutions techniques ont été retenues pour réaliser le produit ?

Pour répondre à ces questions, on peut utiliser différents moyens d'expression écrite :

- du texte
- des images
- des tableaux
- des graphiques
- des photos
- des croquis
- des synoptiques
- etc.

Pour normaliser la communication écrite entre les différents acteurs d'un produit [le concepteur, l'utilisateur, le technicien, le commercial, etc.], un graphique particulier a été mis au point pour répondre à chacune des 3 questions fondamentales. Il existe donc 3 graphiques différents, répondant chacun à une question précise ; nous allons découvrir ces 3 outils d'expression à travers ce TD.

III – 1^{ère} question fondamentale : Pourquoi et pour qui le produit a-t-il été inventé ?

Cette 1^{ère} question va nous permettre de trouver :

- **la fonction globale** du système [*Pourquoi le système a-t-il été inventé ?*]
- **la matière d'œuvre** du système [*Sur quoi le système agit-il ?*]
- **l'utilisateur** privilégié du système [*A qui le système rend-il service ?*]

On présente les réponses à ces 3 questions sous la forme du graphique suivant, appelé un diagramme « *bête à cornes* » :

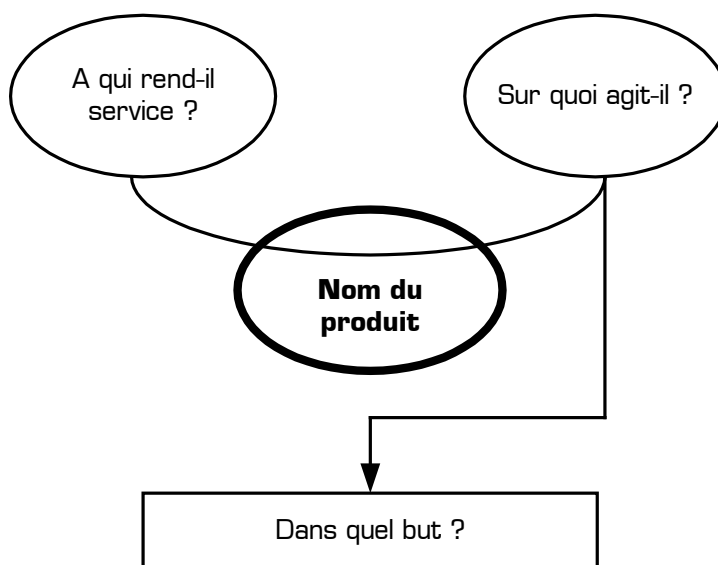


Diagramme « bête à cornes » d'un produit

Le diagramme « bête à cornes » permet de représenter graphiquement **l'expression du besoin**. Voyons des exemples de diagrammes « bête à cornes », à travers 4 produits différents.

Voici par exemple le diagramme « *bête à cornes* » d'un appareil photo :

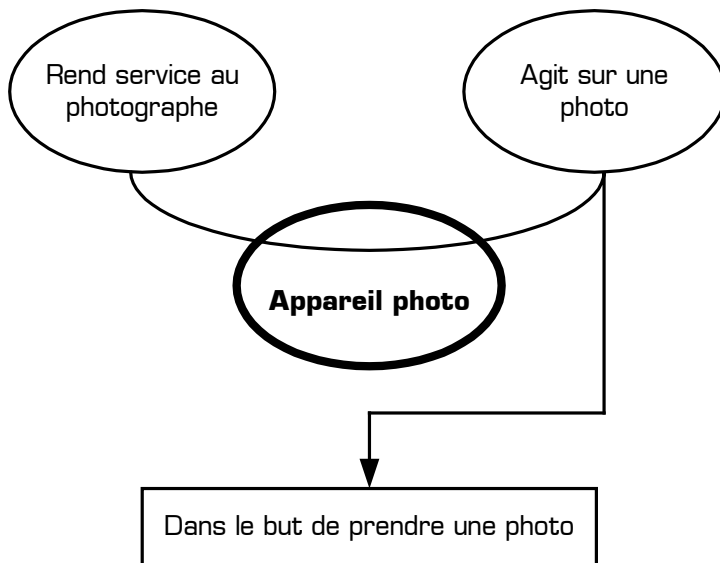


Diagramme « *bête à cornes* » d'un appareil photo

III - 1 - A partir des informations fournies par le diagramme « *bête à cornes* » de l'appareil photo, répondez aux 4 questions suivantes :

A quel produit ce diagramme « *bête à cornes* » fait-il référence ?

.....

A qui le produit rend-il service ?

.....

Sur quoi le produit agit-il ?

.....

Dans quel but le produit a-t-il été inventé ?

.....

III - 2 - Nous allons maintenant dessiner le diagramme « *bête à cornes* » d'un distributeur automatique de boissons. Il faut commencer par se poser 4 questions sur le produit. Reliez ci-dessous chaque question posée à sa réponse :

Questions à se poser :

Quel est le produit étudié ici ? ●

A qui le produit rend-il service ? ●

Sur quoi le produit agit-il ? ●

Dans quel but le produit a-t-il été inventé ? ●

Réponses :

● des boissons

● distribuer des boissons

● un distributeur automatique de boissons

● une personne qui a soif

III - 3 - Complétez ci-dessous le diagramme « *bête à cornes* » du distributeur automatique de boissons :

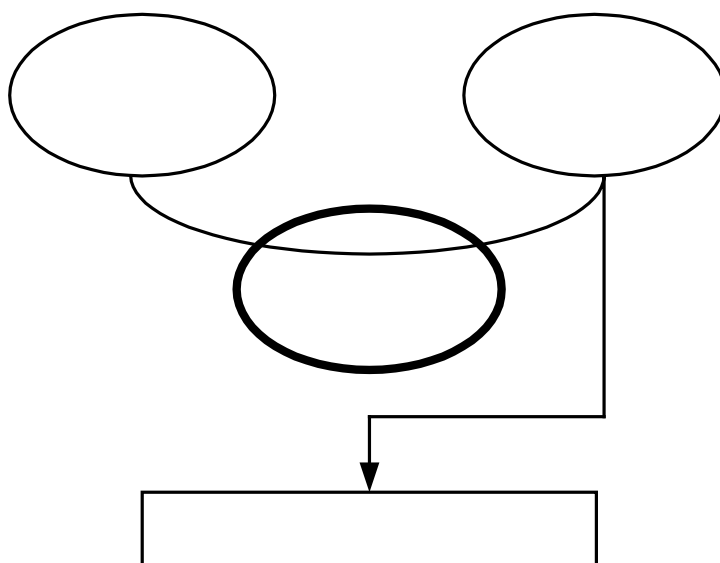
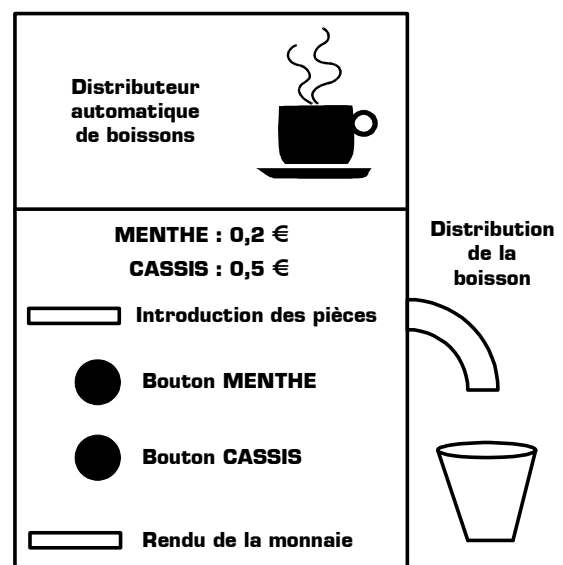


Diagramme « *bête à cornes* » du distributeur automatique de boissons



Synoptique du distributeur de boissons

III - 4 - Réfléchissons maintenant au diagramme « *bête à cornes* » d'une station automatique de lavage de voitures. Reliez, sur la page 4, chacune des 4 questions posées à sa réponse. Attention, il vous est proposé 8 réponses, **mais seulement 4 d'entre elles sont à utiliser.**

Questions à se poser :

Quel est le produit étudié ici ? ●

A qui le produit rend-il service ? ●

Sur quoi le produit agit-il ? ●

Dans quel but le produit a-t-il été inventé ? ●

Réponses proposées :

- l'eau
- le mécanicien
- laver la voiture
- le produit de lavage
- une station automatique de lavage
- le garagiste
- la voiture
- l'automobiliste

III - 5 - Complétez ci-dessous le diagramme « *bête à cornes* » de la station automatique de lavage :

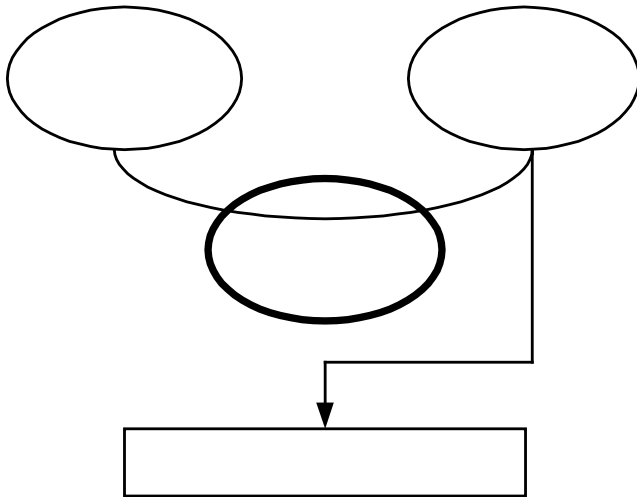
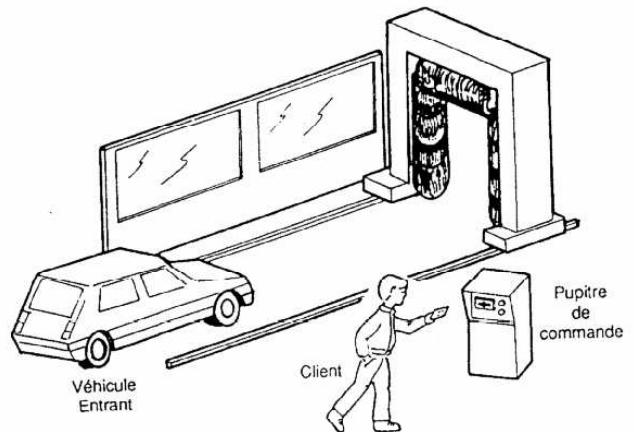


Diagramme « *bête à cornes* » de la station automatique de lavage



Synoptique de la station automatique de lavage

III - 6 - Un oblitérateur de tickets d'autobus est un appareil permettant au voyageur de composer son ticket lorsqu'il monte dans le bus. Quand un voyageur insère son ticket dans l'oblitérateur, la machine perce un trou dans le billet afin de le valider. Nous allons dessiner le diagramme « *bête à cornes* » d'un oblitérateur de tickets d'autobus. Complétez le tableau suivant, en écrivant les 4 questions qu'il faut se poser avant de dessiner un diagramme « *bête à cornes* », et inscrivez vos réponses en face de chaque question :

Questions à se poser	Réponse dans le cas de l'oblitérateur

III - 7 - Complétez le diagramme « *bête à cornes* » de l'oblitérateur de tickets d'autobus :

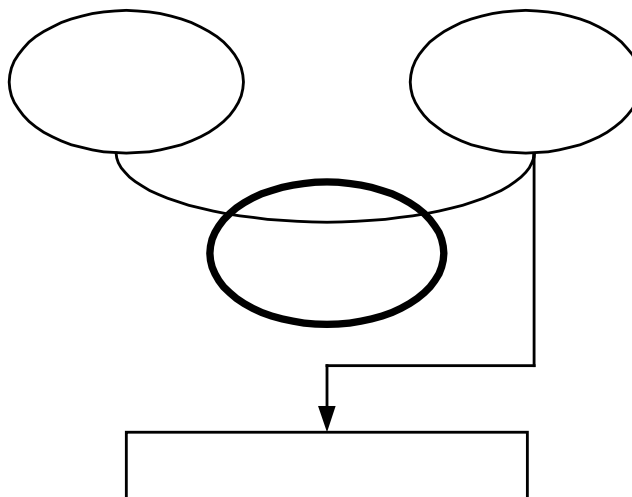


Diagramme « *bête à cornes* » de l'oblitérateur de tickets d'autobus

IV – 2^{ème} question fondamentale : Quels sont les liens entre le produit et son environnement ?

Cette 2^{ème} question va nous permettre de trouver :

- **les fonctions de service** du produit
- les différents éléments présents dans **l'environnement du produit**

On appelle **fonctions de service** d'un produit, les différentes fonctions attendues du produit. Pour trouver les différentes **fonctions de service** d'un produit, il faut se poser la question suivante :

Quelles tâches le produit doit-il effectuer pour répondre au besoin ?

IV – 1 – Exemple avec un passage à niveau automatique :

Le besoin que l'on avait le jour où on a inventé le passage à niveau automatique était **la protection de la traversée des voies**. La fonction globale d'un passage à niveau automatique est donc « **protéger automatiquement la traversée des voies** ». Mais pour réaliser cette fonction [c'est-à-dire pour répondre au besoin pour lequel le passage à niveau a été inventé], le système doit être capable d'effectuer les 4 tâches suivantes :

- **FS1** : détecter la proximité d'un train
- **FS2** : avertir l'automobiliste de la proximité d'un train [par un signal sonore et lumineux]
- **FS3** : actionner les barrières
- **FS4** : protéger les automobilistes contre les collisions avec les trains

Ces 4 tâches que doit réaliser le passage à niveau sont appelées **les fonctions de service** du système. On les note **FS1** à **FS4** [FS signifiant **F**onction de **S**ervice].

Quels sont les différents éléments présents dans l'environnement du système **passage à niveau automatique** ? Il s'agit des 3 éléments suivants :

- l'automobiliste
- le train
- les barrières

Comme le montre le diagramme suivant, appelé **diagramme « pieuvre »**, chaque fonction de service du système met en relation, avec le système, 1 ou 2 éléments de l'environnement :

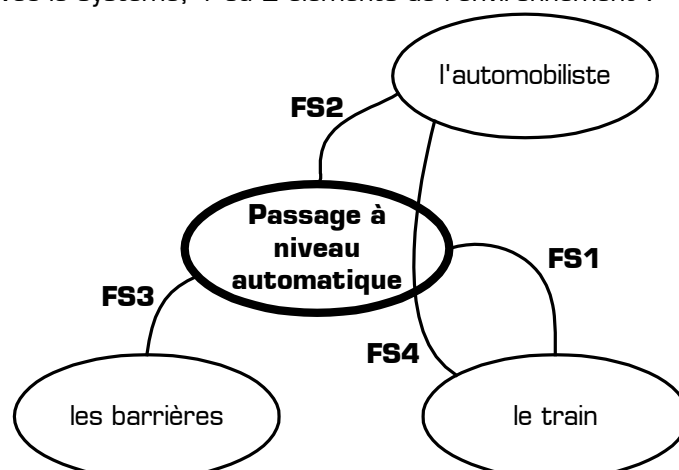


Diagramme « pieuvre » du passage à niveau automatique

En utilisant les informations données par le diagramme « *pieuvre* » du passage à niveau automatique, complétez les phrases suivantes :

- La fonction de service met en relation le système avec **les barrières**.
- La fonction de service **FS2** met en relation le système avec

- La fonction de service **FS1** met en relation le système avec
- On remarque que la fonction de service **FS4** met en relation 2 éléments de l'environnement du système. Ces deux éléments sont et

IV - 2 - Diagramme « pieuvre » d'un distributeur automatique de boissons :

La fonction globale du distributeur automatique de boissons est **distribuer des boissons**. Mais pour réaliser cette fonction [c'est-à-dire pour répondre au besoin pour lequel le distributeur automatique de boissons a été inventé], le système doit être capable d'effectuer les 6 **fonctions de service** suivantes :

- **FS1** : déterminer la boisson choisie par l'utilisateur
- **FS2** : recevoir et compter la monnaie insérée par l'utilisateur
- **FS3** : remplir un gobelet
- **FS4** : présenter la boisson prête à l'utilisateur
- **FS5** : afficher des messages destinés à l'utilisateur [prix, erreurs, etc.]
- **FS6** : être réparable et entretenue par un agent de maintenance

Quels sont les différents éléments présents dans l'environnement du produit **distributeur de boissons** ? Il s'agit des 5 éléments suivants :

- l'utilisateur
- la réserve de boissons
- le gobelet
- les pièces de monnaie
- l'agent de maintenance

Sur le diagramme « *pieuvre* » suivant, chaque lien représente une fonction de service. Inscrivez dans la bulle vide l'élément de l'environnement manquant, puis indiquez le numéro de chaque fonction de service, en fonction des éléments qu'elle met en relation :

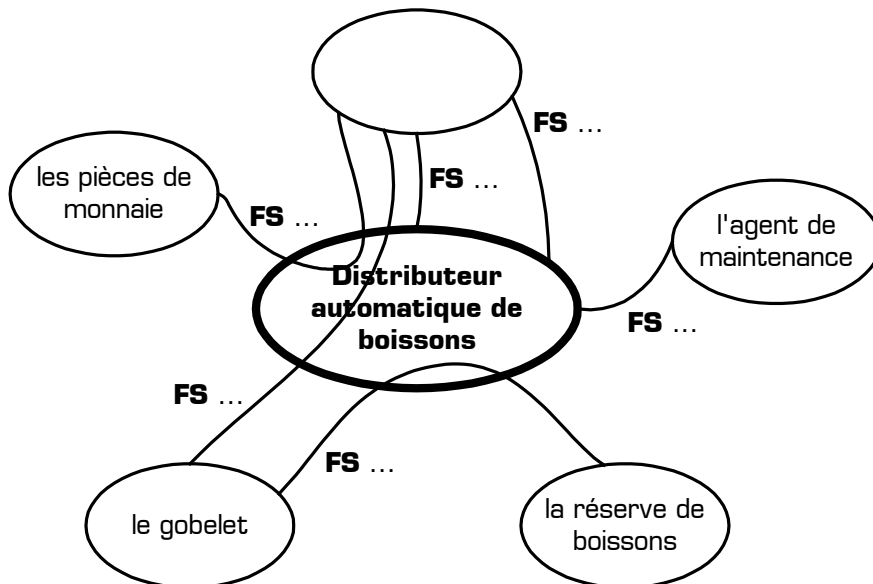


Diagramme « *pieuvre* » du distributeur automatique de boissons

IV - 3 - Diagramme « pieuvre » de la machine à laver le linge :

Le diagramme « *pieuvre* » présenté en haut de la page 7 est celui d'une machine à laver le linge.

IV - 3 - 1 - Combien de liaisons ce diagramme « *pieuvre* » contient-il ? **liaisons**

En déduire combien de fonctions de service possède la machine à laver : **fonctions de service**

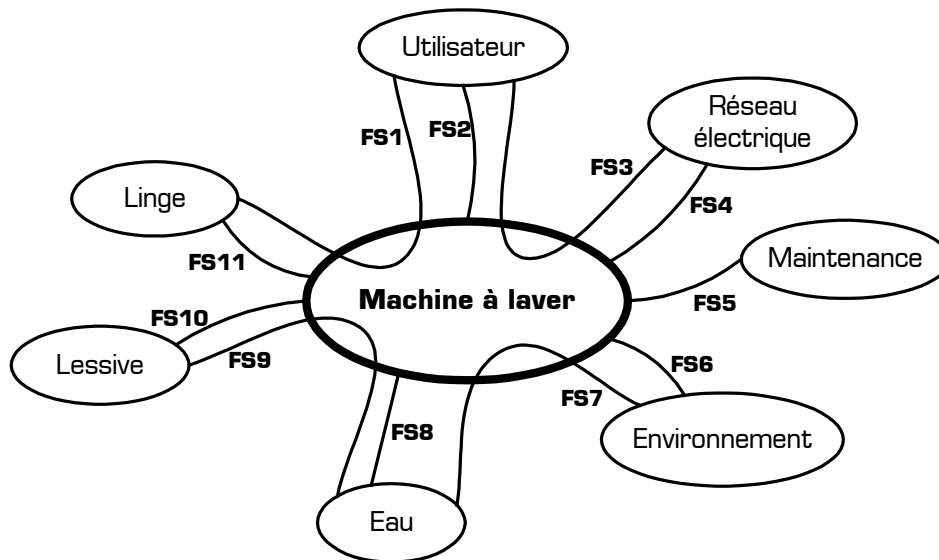


Diagramme « pieuvre » de la machine à laver

IV - 3 - 2 - Voici la désignation des fonctions de service de la machine à laver. En utilisant les informations données par le diagramme « *pieuvre* », indiquez en face de chaque fonction de service son nom (FS1, FS2, etc.) :

Nom de la fonction	Désignation de la fonction de service
	Être réglable par l'utilisateur (choix d'un programme)
	Protéger l'utilisateur
	Permettre un chargement et un déchargement aisé du linge
	Injecter la lessive (dans l'eau)
	S'intégrer à l'environnement
	Nettoyer et essorer le linge
	Stocker la lessive
	Évacuer les eaux usées
	Injecter l'eau
	Utiliser l'énergie électrique 230 Volts en courant alternatif
	Être réparable par un technicien

IV - 4 - Diagramme « pieuvre » du panneau à affichage multiple TRIVISION :

Le panneau TRIVISION est un système permettant d'afficher successivement 3 affiches de manière dynamique, en attirant l'attention des passants grâce à un effet de vague lors du changement d'affiche, et en occupant un seul emplacement publicitaire (ce qui limite la pollution visuelle de l'environnement, notamment en zone urbaine). Le besoin auquel répond ce système est « **Afficher dynamiquement 3 affiches en occupant un seul emplacement publicitaire** ».

IV - 4 - 1 - Quelle est la fonction globale du panneau TRIVISION ?

Pour réaliser la fonction globale, les 8 fonctions de service attendues par ce système sont les suivantes :

- **FS1** : Présenter alternativement 3 affiches au passant
- **FS2** : Assurer la télémaintenance du panneau
- **FS3** : Attirer le regard du passant
- **FS4** : Éclairer l'affiche
- **FS5** : Résister aux ambiances agressives (poussière, vent, pluie) du milieu extérieur
- **FS6** : S'adapter aux dimensions des affiches
- **FS7** : Être esthétique
- **FS8** : S'adapter à la source d'énergie

Les 5 éléments de l'environnement du panneau TRIVISION sont les suivants :

- Les affiches
- Le passant
- Le milieu extérieur
- La société de maintenance
- La source d'énergie

IV - 4 - 2 - Complétez le diagramme « *pieuvre* » suivant, en indiquant dans les bulles vides les 5 éléments de l'environnement du panneau TRIVISION, et ce, en fonction des liens réalisés par les fonctions de service entre ces éléments :

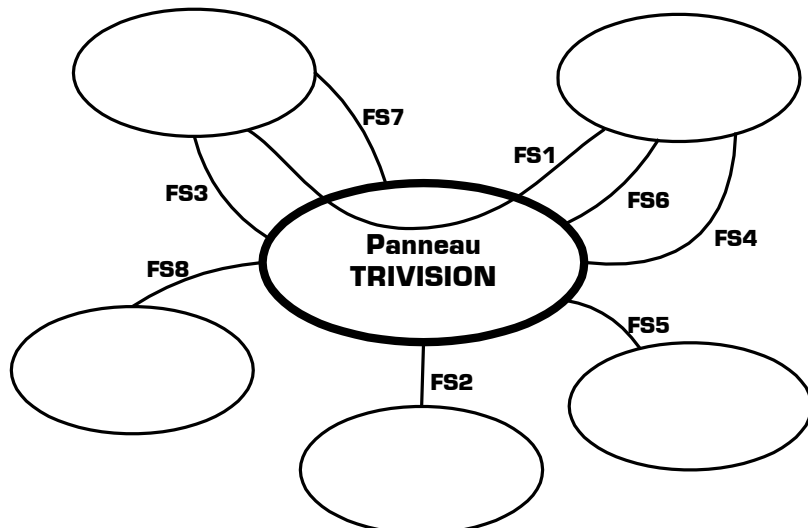


Diagramme « *pieuvre* » du panneau TRIVISION

V - 3^{ème} question fondamentale : Quelle solution technique a été retenue pour réaliser le système ?

Cette 3^{ème} question va nous permettre de trouver, pour chaque fonction de service, **la solution technique** qui a permis de réaliser les fonctions de service.

Prenons par exemple la fonction de service « **éclairer l’affiche** » du panneau TRIVISION. Pour réaliser cette fonction de service, nous avons besoin d’effectuer les deux actions suivantes :

- Détecter l’obscurité
- Générer de la lumière

Ces deux nouvelles fonctions que doit réaliser le panneau TRIVISION sont appelées **des fonctions techniques**.

V - 1 - Complétez la phrase suivante, donnant la définition des fonctions techniques, en utilisant les mots **service, techniques, concepteur et solution**, et en veillant à ce que votre phrase ait un sens :

Les fonctions **sont la** **technique retenue par le**
 **du produit, pour réaliser une fonction de**

V - 2 - Pour réaliser chaque **fonction technique**, on a besoin d’un composant particulier. Reliez ci-dessous chaque fonction technique au composant permettant de la réaliser :

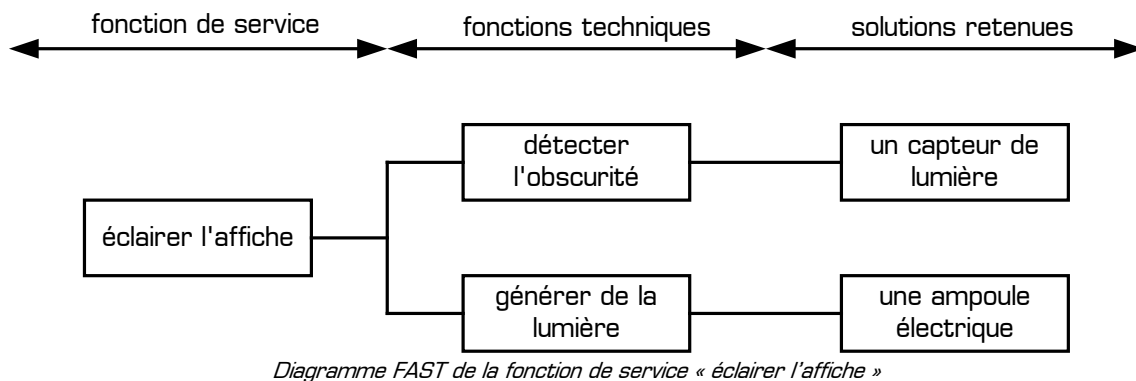
Fonction technique à réaliser :

- Détecter l’obscurité ●
- Générer de la lumière ●

Composant :

- une ampoule électrique
- un capteur de lumière

Le lien entre la fonction de service « éclairer l'affiche » et les solutions techniques retenues pour réaliser cette fonction peut se représenter dans un graphique, appelé **diagramme FAST** :



Ce diagramme FAST présente clairement quelles sont les fonctions techniques qui ont permis de réaliser la fonction de service « éclairer l'affiche », ainsi que les solutions retenues par le concepteur du système pour réaliser les fonctions techniques.

V - 3 - Diagramme FAST partiel d'un bras manipulateur

Parmi les fonctions de service d'un robot de type *Bras manipulateur*, il y a la fonction « Faire pivoter le bras manipulateur ». Cette fonction de service est réalisée grâce à 2 fonctions techniques :

- animer le bras d'un mouvement de rotation
- limiter le mouvement

Les composants techniques utilisés pour réaliser ces deux fonctions techniques sont :

- un capteur de position
- un mécanisme à engrenages
- une courroie
- un moteur électrique

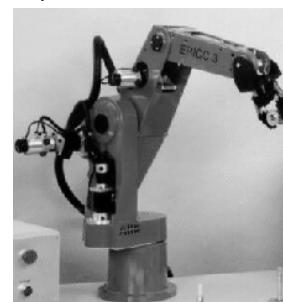


Photo du robot bras manipulateur

V - 3 - 1 - Complétez ci-dessous le diagramme FAST de la fonction de service « Faire pivoter le bras manipulateur » :

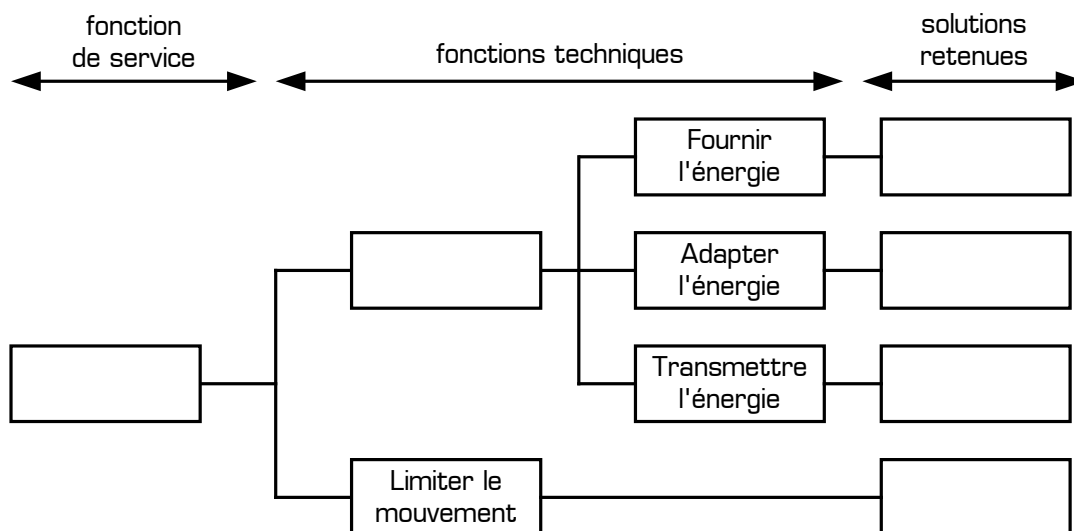


Diagramme FAST de la fonction de service « Faire pivoter le bras manipulateur »

V - 4 - Diagramme FAST partiel de la machine à laver le linge

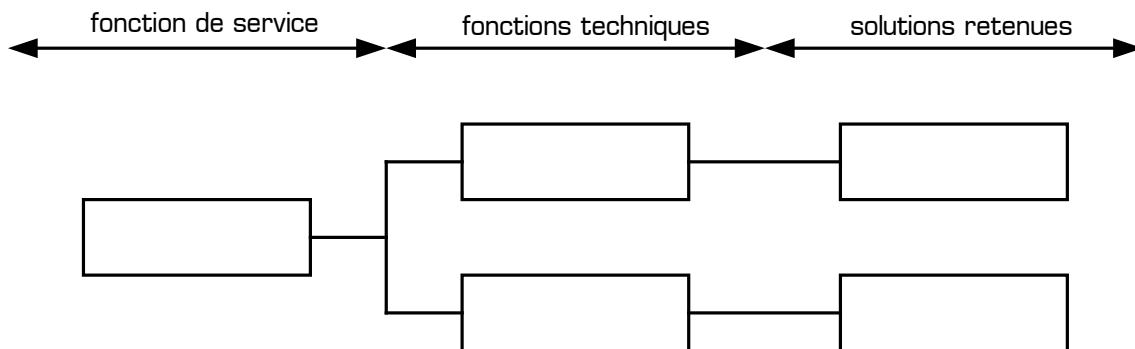
Parmi les fonctions de service d'une machine à laver, il y a la fonction « Évacuer les eaux usées ». Cette fonction de service est réalisée grâce à 2 fonctions techniques :

- pomper l'eau
- surveiller le niveau de l'eau

Les composants techniques utilisés pour réaliser ces deux fonctions techniques sont :

- une pompe à eau
- un capteur de niveau d'eau

V - 4 - 1 - Complétez ci-dessous le diagramme FAST de la fonction de service « *Évacuer les eaux usées* » :



VI - Quelques définitions

Voici une liste de 12 termes [à gauche] et leur définition [à droite].

VI - 1 - Reliez chaque terme à sa définition, tout en inscrivant à côté de chaque définition le numéro du terme correspondant :

Termes :

1 - matière d'œuvre ●

2 - besoin ●

3 - fonction globale ●

4 - valeur ajoutée ●

5 - Diagramme
« *bête à corne* » ●

6 - fonction de service ●

7 - fonction technique ●

8 - Diagramme « *pieuvre* » ●

9 - actigramme ●

10 - produit ●

11 - système ●

12 - diagramme FAST ●

Définitions :

● c'est un graphique montrant les liens entre un produit et les différents éléments présents dans son environnement

● c'est une des fonctions attendues d'un produit

● c'est un graphique montrant clairement la M.O.E., la M.O.S. et la fonction globale d'un système

● c'est un graphique représentant l'expression du besoin

● c'est l'élément sur lequel agit le système

● c'est un produit technique, mettant en œuvre généralement plusieurs sciences de l'ingénieur

● c'est une nécessité ou un désir éprouvé par un utilisateur

● c'est ce qui est mis à la disposition d'un utilisateur pour répondre à un besoin

● c'est un graphique faisant le lien entre les fonctions de service et les fonctions techniques

● c'est l'action réalisée par le système pour convertir la matière d'œuvre d'entrée en matière d'œuvre de sortie

● c'est la solution technique retenue par le concepteur, pour réaliser une fonction de service

● c'est ce que le système ajoute à la matière d'œuvre