

## I.1 Le cahier des charges fonctionnel

### I.1.1 Expression du besoin et produit

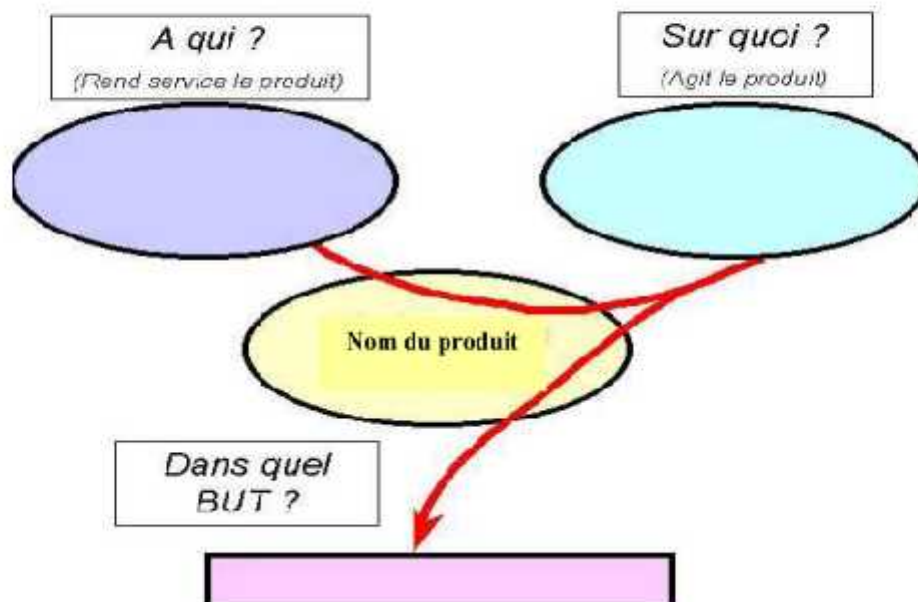
Le produit est ce qui est fourni à l'utilisateur pour répondre à un besoin.

Le besoin est la nécessité ou le désir éprouvé par un utilisateur.

On peut classer les produits suivant 3 catégories :

<i>Processus</i>	<i>Service</i>	<i>Matériel</i>
→ <i>Processus industriel en cours d'étude (usine de fabrication,...).</i> ⇒ <i>Processus administratif (demande de passeport,...)</i>	⇒ <i>Activité qui ne produit pas directement de biens concrets. (Banque, Lycée,...)</i>	⇒ <i>Fluide (Gaz ou liquide)</i> ⇒ <i>Matière première (pétrole, minerais de fer, ...)</i> ⇒ <i>Objet (scooter, ordinateur, ...)</i>

Pour définir le besoin éprouvé par l'utilisateur pour un produit, il faut répondre à 3 questions, celles-ci étant généralement regroupées dans un graphique appelé familièrement « bête à corne »



Il faut ensuite valider le besoin en répondant aux questions suivantes :

- Pourquoi le besoin existe-t-il ?
- Qu'est-ce qui pourrait faire évoluer le besoin ?
- Quels sont les risques de voir disparaître le besoin ?

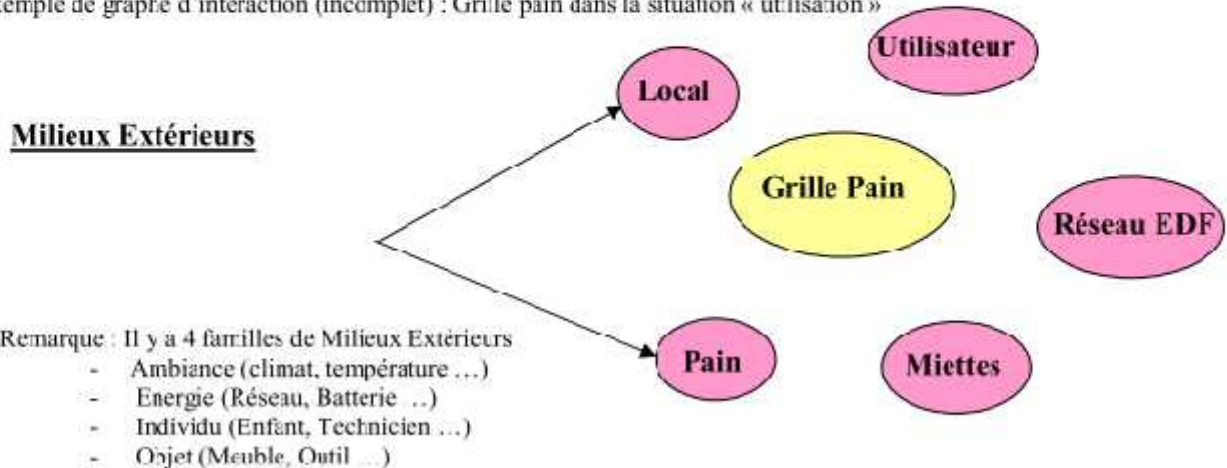
### I.1.2 Recherche des fonctions de service

Définition : une fonction de service est l'action d'un produit ou de l'un de ses constituants, exprimé exclusivement en terme de finalité, indépendamment des moyens matériels utilisés. Exemple : Griller du pain à partir d'une énergie électrique.

Pour définir ces fonctions de service, on trace le graphe des interactions.

Ce graphe permet de visualiser les relations du produit avec les éléments réels du milieu extérieur

Exemple de graphe d'interaction (incomplet) : Grille pain dans la situation « utilisation »



Chaque Milieu Extérieur peut être caractérisé : exemple Grille pain

Milieu Extérieur	Critères	Niveaux
Utilisateur	Age Qualification	10 à 75 ans Aucune

### **Fonctions de service.**

Elles peuvent être classées en 2 catégories :

- **Fonction d'Interaction : FI ( aussi appelées fonctions principales FP )**  
C'est une fonction de service qui justifie la création du produit.

Fonction d'Interaction = FI = Action + milieu Extérieur 1 + milieu Extérieur 2

Elle s'exprime par une phrase comprenant un verbe d'action à l'infinitif et deux milieux extérieurs.

Exemple : FI = Griller du pain à partir d'une énergie électrique

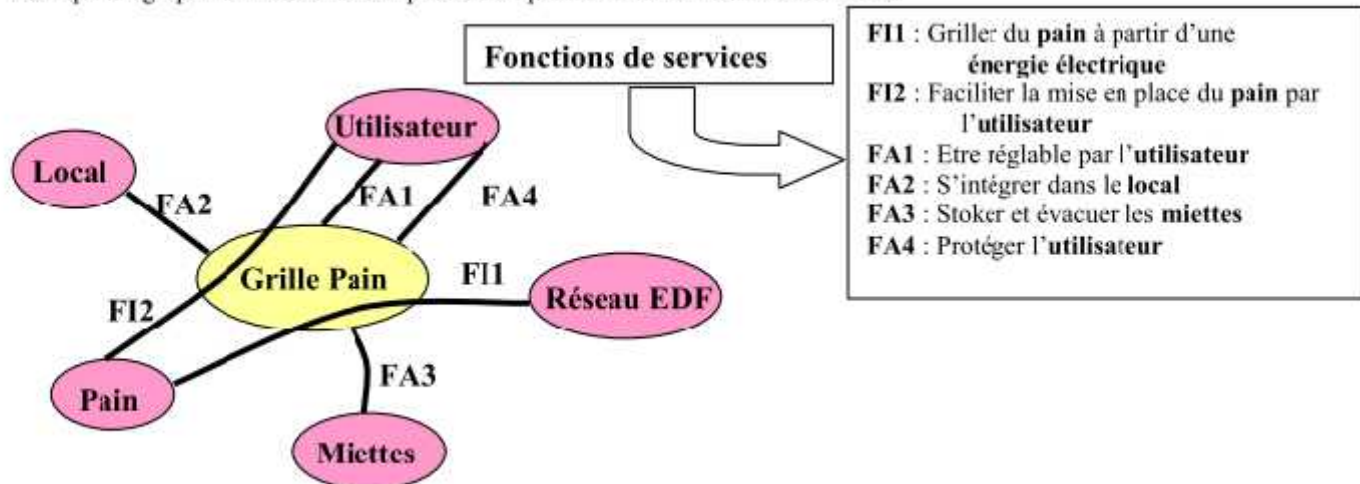
- **Fonction d'adaptation : FA ( aussi appelées fonctions contraintes FC )**  
C'est une fonction de service qui limite la liberté du concepteur

Fonction d'adaptation = FA = Action + milieu Extérieur

Elle s'exprime par une phrase comprenant un verbe d'action et un milieu extérieur.

Exemple : FA1 : Etre réglable par l'utilisateur

Exemple de graphe d'interaction complet: Grille pain dans la situation « utilisation »



### 1.1.3 Le Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF)

La caractérisation des différentes fonctions de service débouche sur l'écriture de Cahier des Charges Fonctionnelles (CdCF) C'est l'ensemble des données qui représente la référence permanente que tout concepteur doit posséder pour concevoir des solutions, les analyser et effectuer un choix.

Les fonctions sont alors complètement définies. Elles sont assorties de:

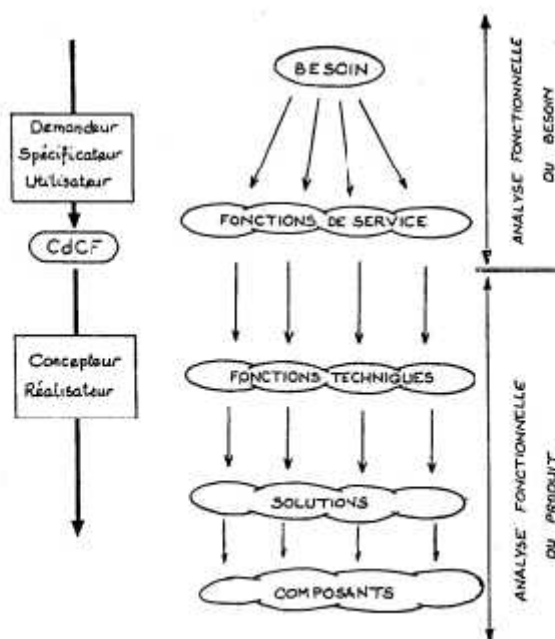
**Critère(s):** échelle retenue (ex: longueur, poids, temps, couleur,...) pour apprécier la manière dont une fonction est remplie.

**Niveau:** niveau repéré dans l'échelle adoptée pour un critère (ex: 20 cm, 15 kg, ...)

**Flexibilité:** modulation tolérée du niveau (ex: à 2cm près )

### 1.2 L'analyse fonctionnelle interne

Pour réaliser les fonctions de service énoncées précédemment, un produit est constitué de composants, de pièces mécaniques, ... ces ensembles de pièces réalisent des fonctions techniques permettant de satisfaire les fonctions de service.



La figure ci-contre montre l'évolution d'une démarche de projet aboutissant à la réalisation d'un produit industriel.

*Différence entre FS et FT :*

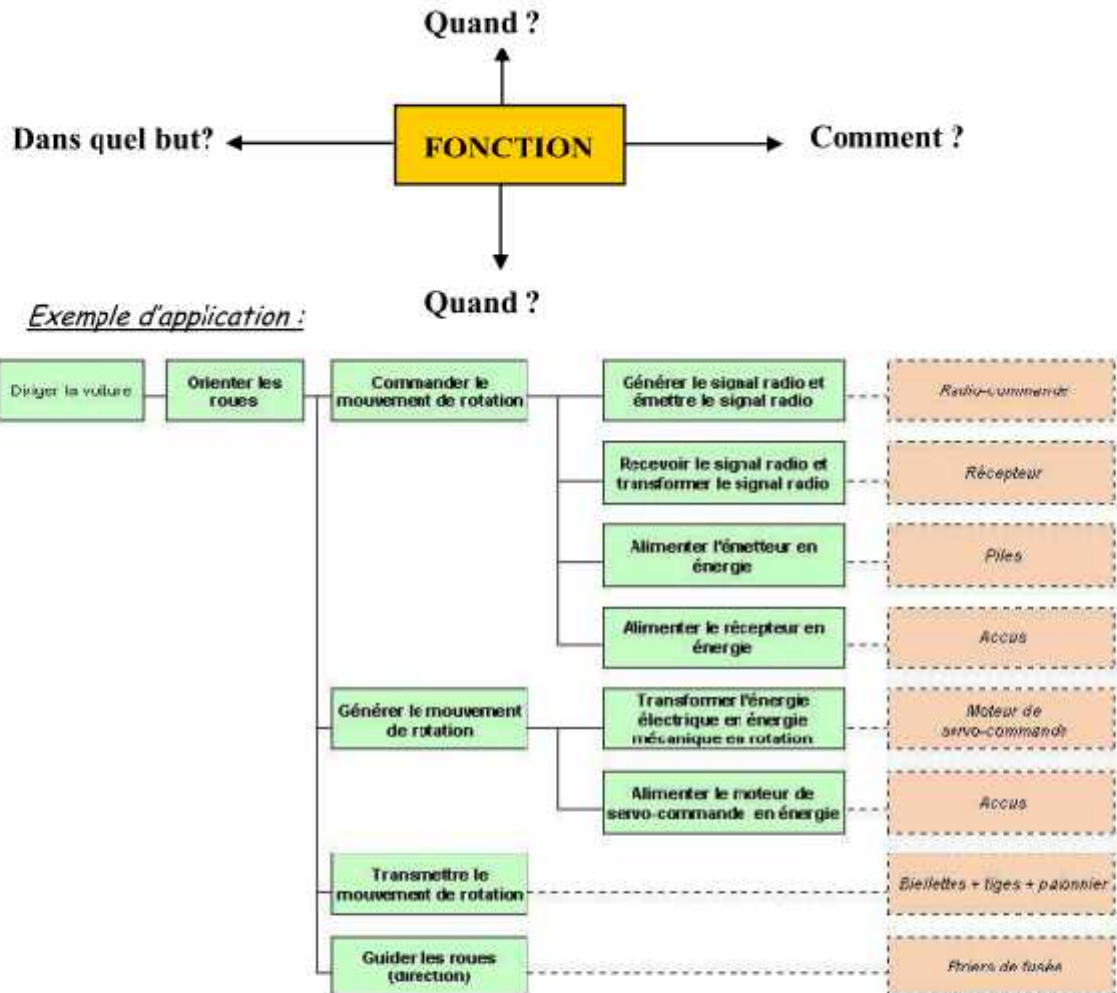
**Fonction de service:** Action attendue par un produit (ou réalisée par lui pour répondre au besoin d'un utilisateur donné).

**Fonction technique:** Action interne au produit permettant d'assurer les fonctions de service (fonction liaison, étanchéité, lubrification, ...).

2 SMB Fr/Ar	L IBN ALYASSMINE	2019/2020
M.KNINIS	Module 1	Doc eleve

Un des outils très employé est le FAST ( Function Analysis System Technic ou « Technique d'analyse fonctionnelle et systématique » ).

Cette méthode permet de visualiser par un graphe l'articulation des Fonctions Techniques. Chaque fonction se situe par rapport à ses voisines en posant les questions indiquées sur le principe ci-dessous.



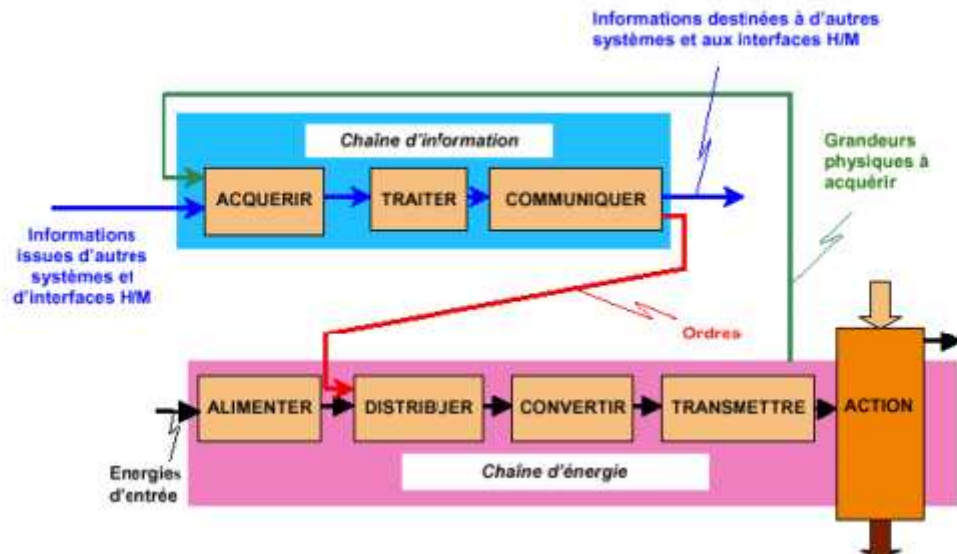
### I.3 Organisation fonctionnelle d'un système



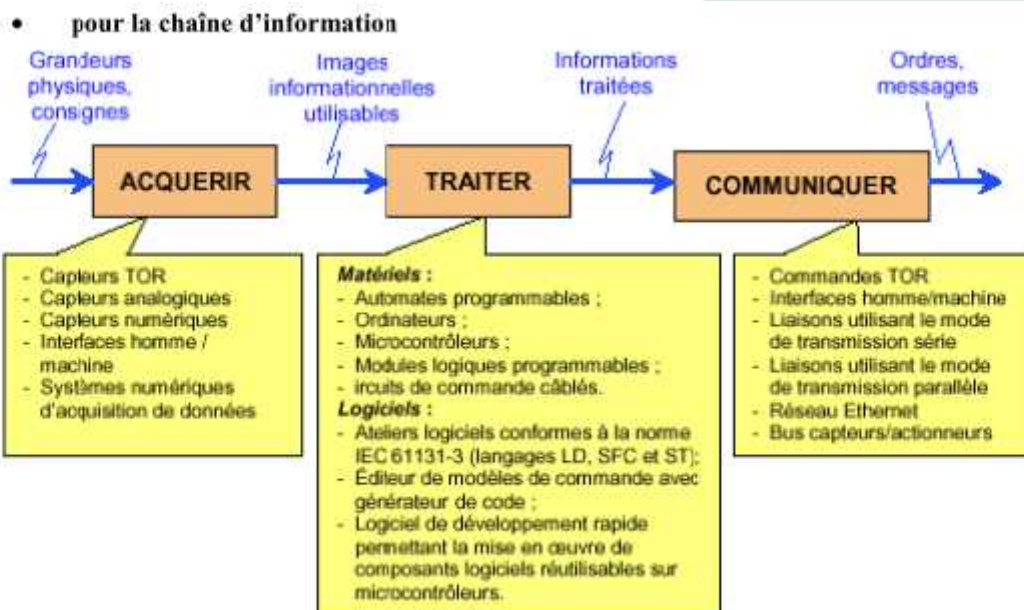
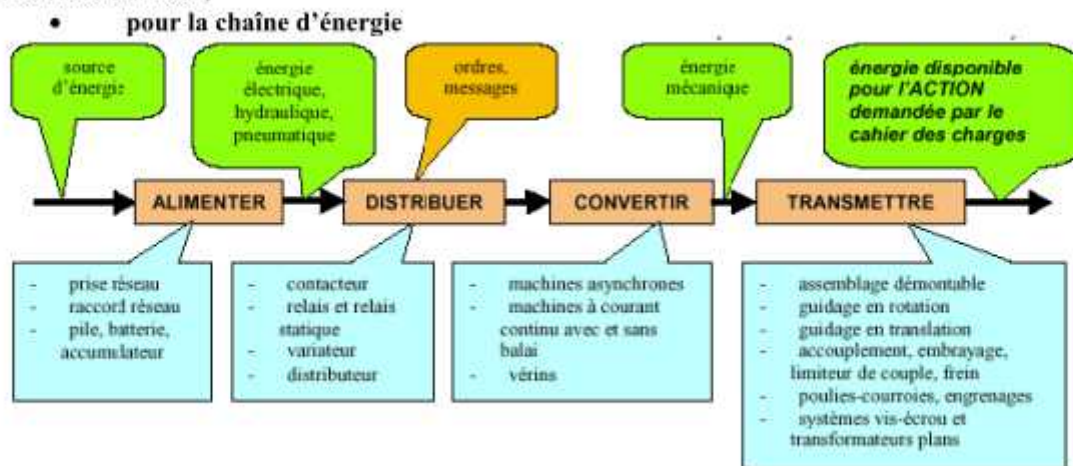
L'étude globale des systèmes conduit à distinguer 2 entités :

- la chaîne d'information ( qui transfère, stocke, transforme l'information ) ;
- \* la chaîne d'énergie ( qui transforme l'énergie et permet d'agir sur le système physique )

Chaque chaîne est décomposée en un nombre limité de fonctions techniques principales. Cette structure est représentée sur la figure ci-dessous :



Une analyse plus fine de ces 2 chaînes nous conduit à distinguer les différents constituants qui vont faire l'objet d'une étude concrète ;



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

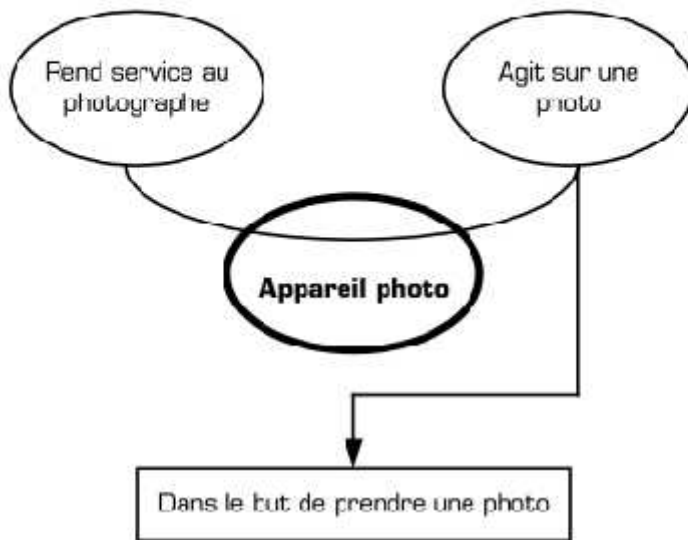


Diagramme « bête à cornes » d'un appareil photo

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 :

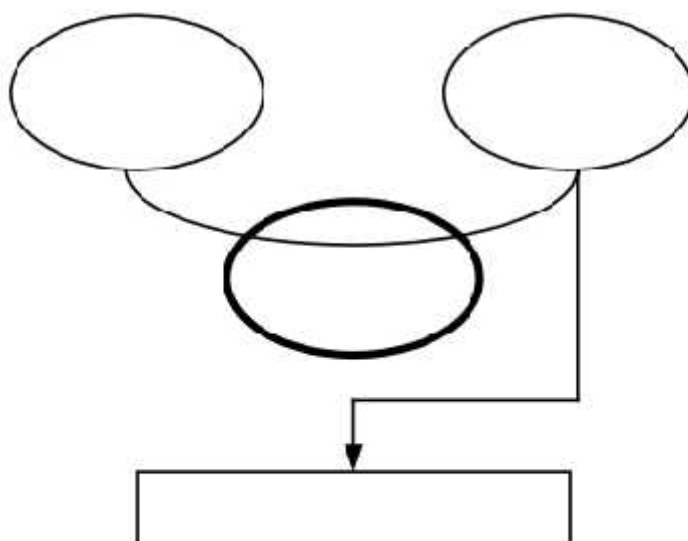
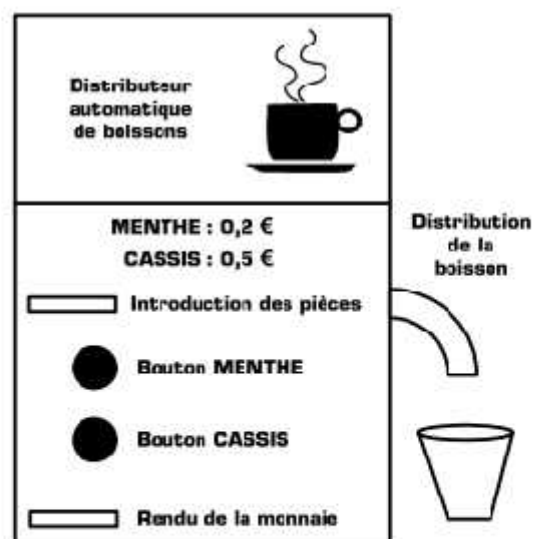


Diagramme « bête à cornes » du distributeur automatique de boissons



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 :

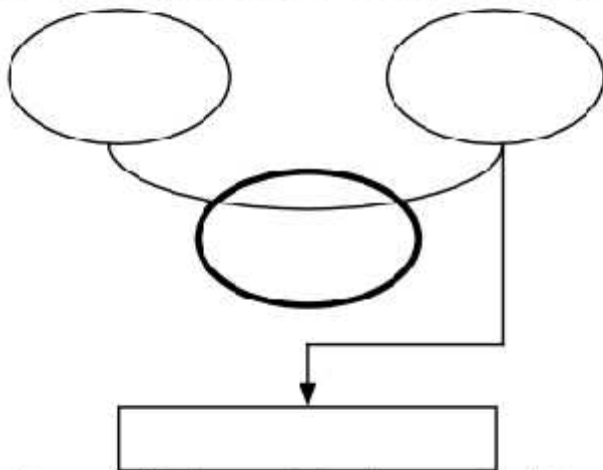
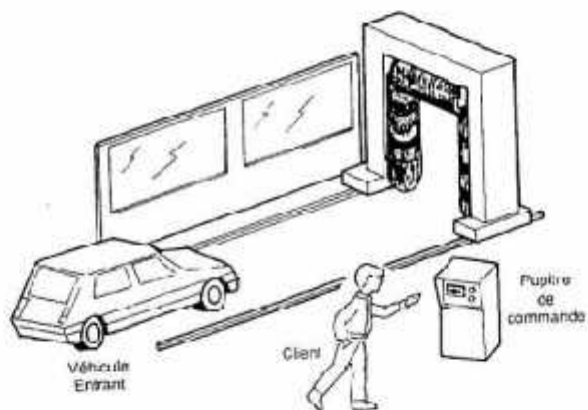


Diagramme « bête à cornes » de la station automatique de lavage



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 :

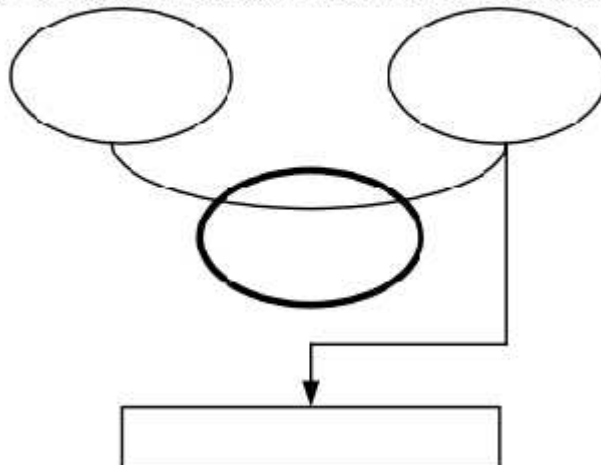


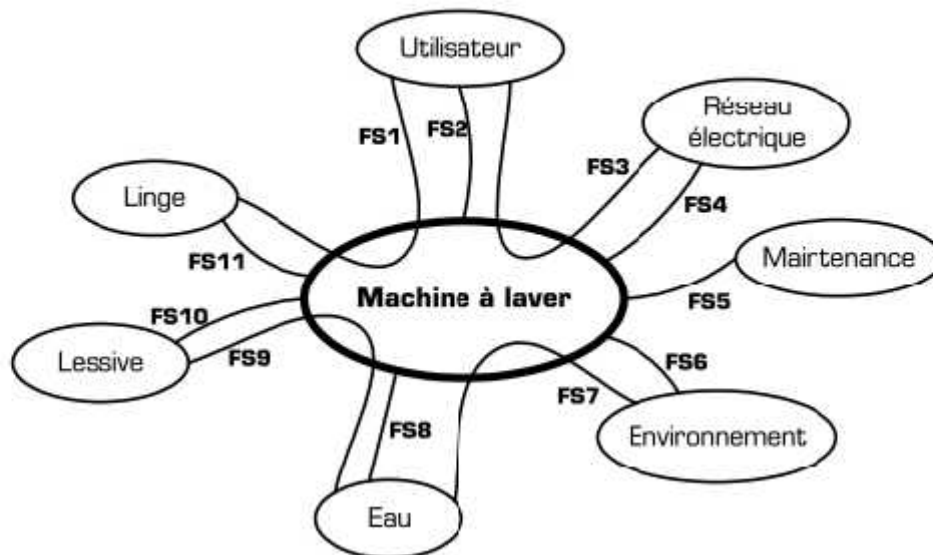
Diagramme « bête à cornes » de l'oblitérateur de tickets d'autobus

**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



2 SMB Fr/Ar	L IBN ALYASSMINE	2019/2020
M.KNINIS	Module 1	Doc eleve

### **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

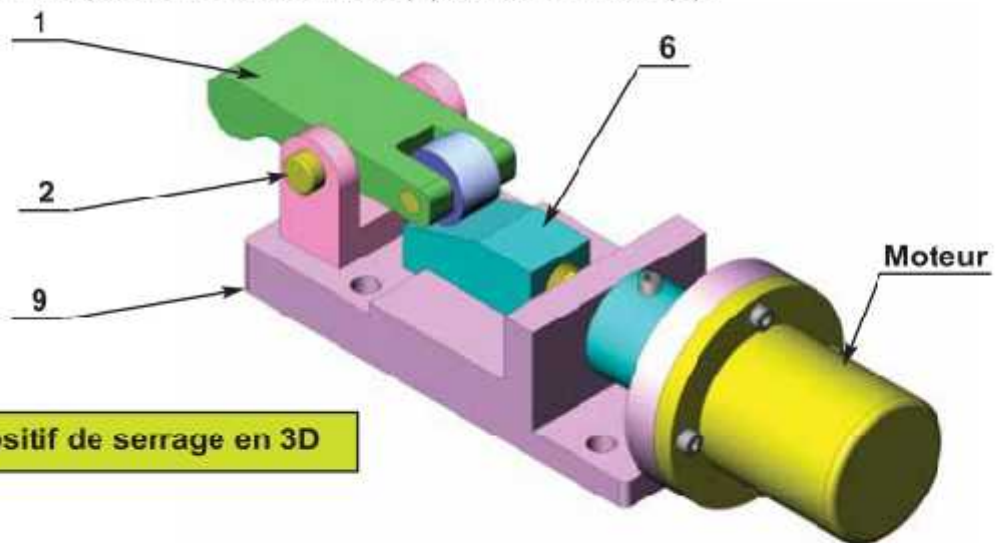
*Consolidation des connaissances*

**Dispositif de serrage** (voir dessin d'ensemble suivant)

Le dispositif de serrage est utilisé dans un poste automatique de fraisage en vue de fixer une pièce à usiner.

Le dispositif est fixé sur la table de la fraiseuse par quatre vis non représentées.

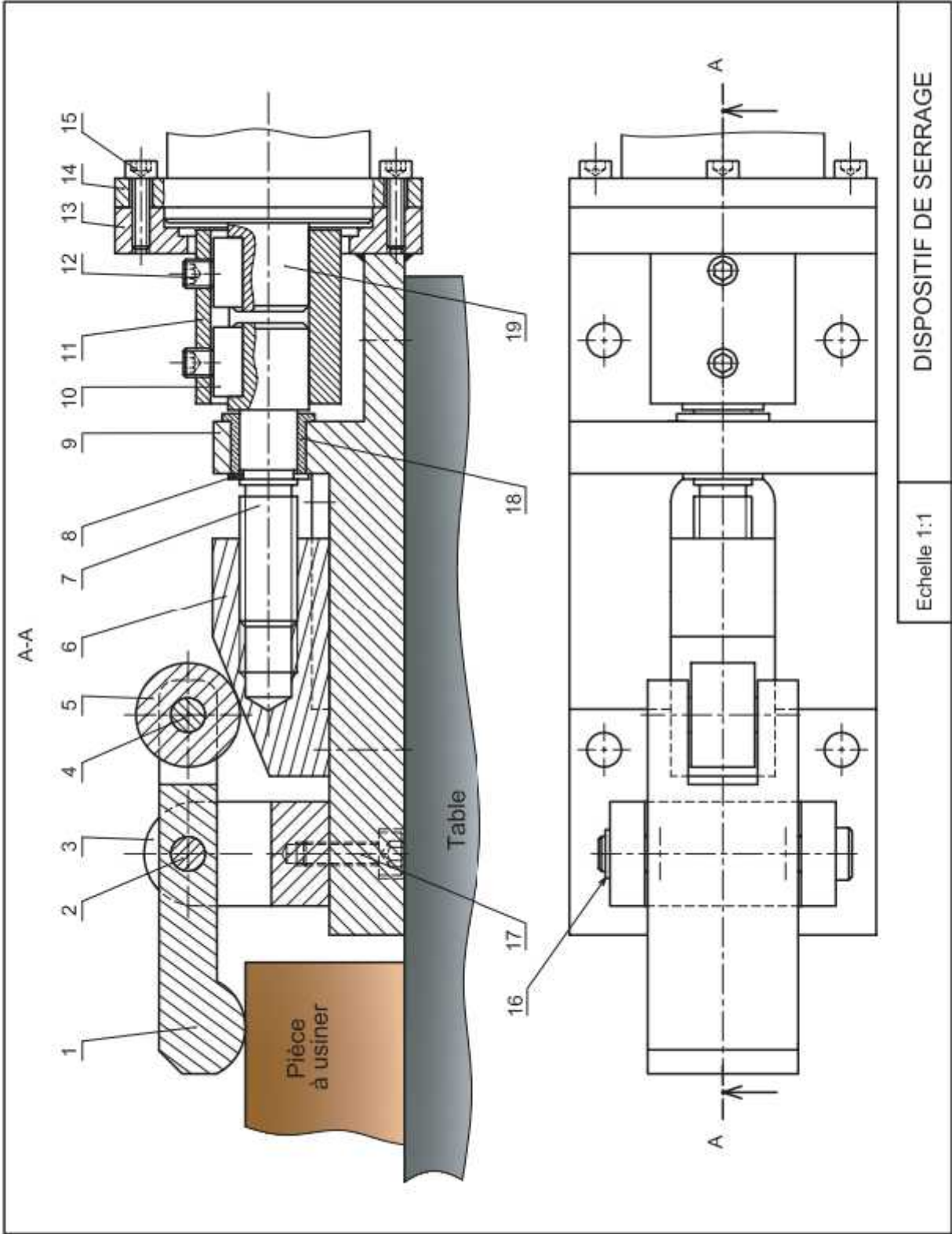
Le serrage et le desserrage de la pièce à usiner sont obtenus grâce à la rotation de la vis de manoeuvre (7) (liée à l'arbre moteur (19)) qui provoque la translation de la cale (6) assurant le pivotement de la bride (1) autour de l'axe (2).



**Dispositif de serrage en 3D**

**Nomenclature**

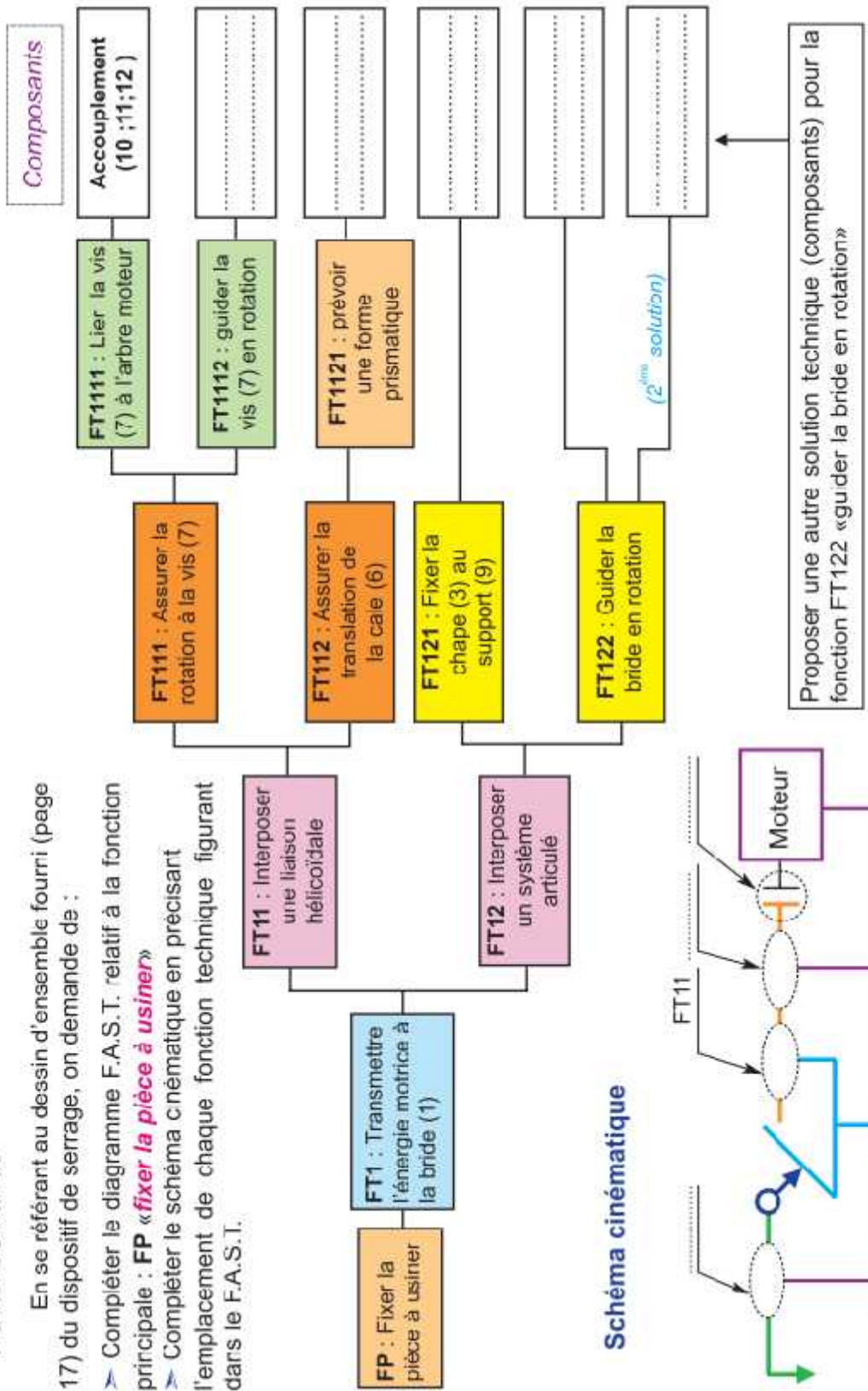
10	2	Clavette parallèle forme A			
9	1	Support	19	1	Arbre moteur
8	1	Anneau élastique pour arbre	18	1	Coussinet
7	1	Vis de manoeuvre	17	2	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762-M4
6	1	Cale oblique	16	1	Anneau élastique pour arbre
5	1	Galet	15	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762-M3
4	1	Axe	14	1	Moteur
3	1	Chape	13	1	Boîtier
2	1	Axe	12	2	Vis sans tête à six pans creux à bout plat ISO 4726-M5
1	1	Bride	11	1	Douille
<b>Rep</b>	<b>Nb</b>	<b>Désignation</b>	<b>Rep</b>	<b>Nb</b>	<b>Désignation</b>
<b>DISPOSITIF DE SERRAGE</b>					



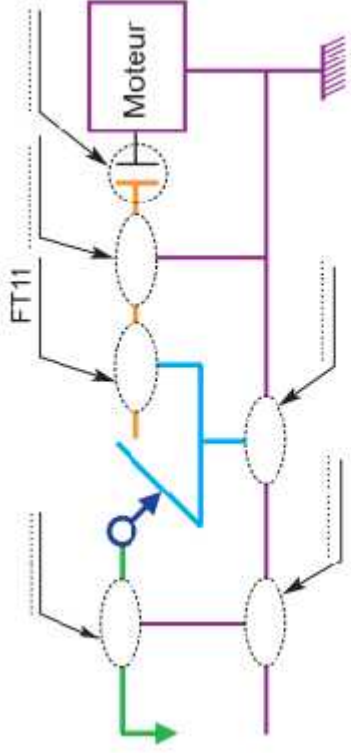
### Travail demandé

En se référant au dessin d'ensemble fourni (page 17) du dispositif de serrage, on demande de :

- Compléter le diagramme F.A.S.T. relatif à la fonction principale : **FP** « *fixer la pièce à usiner* »
- Compléter le schéma cinématique en précisant l'emplacement de chaque fonction technique figurant dans le F.A.S.T.



### Schéma cinématique



2 SMB Fr/Ar	L IBN ALYASSMINE	2019/2020
M.KNINIS	Module 1	Doc eleve

## Evaluation

# TOUR SEMI-AUTOMATIQUE

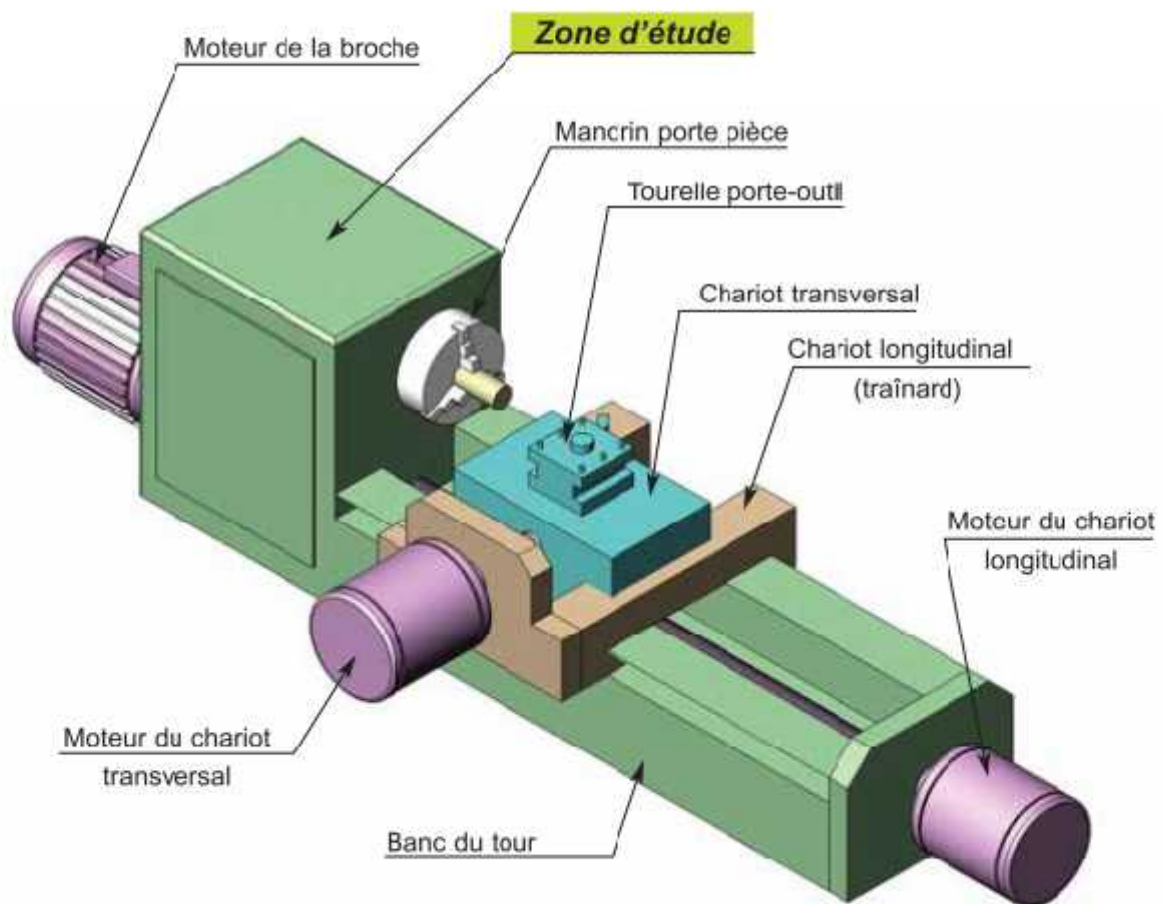
## 1- Fonction

Produire automatiquement des pièces de révolution.

## 2- Description

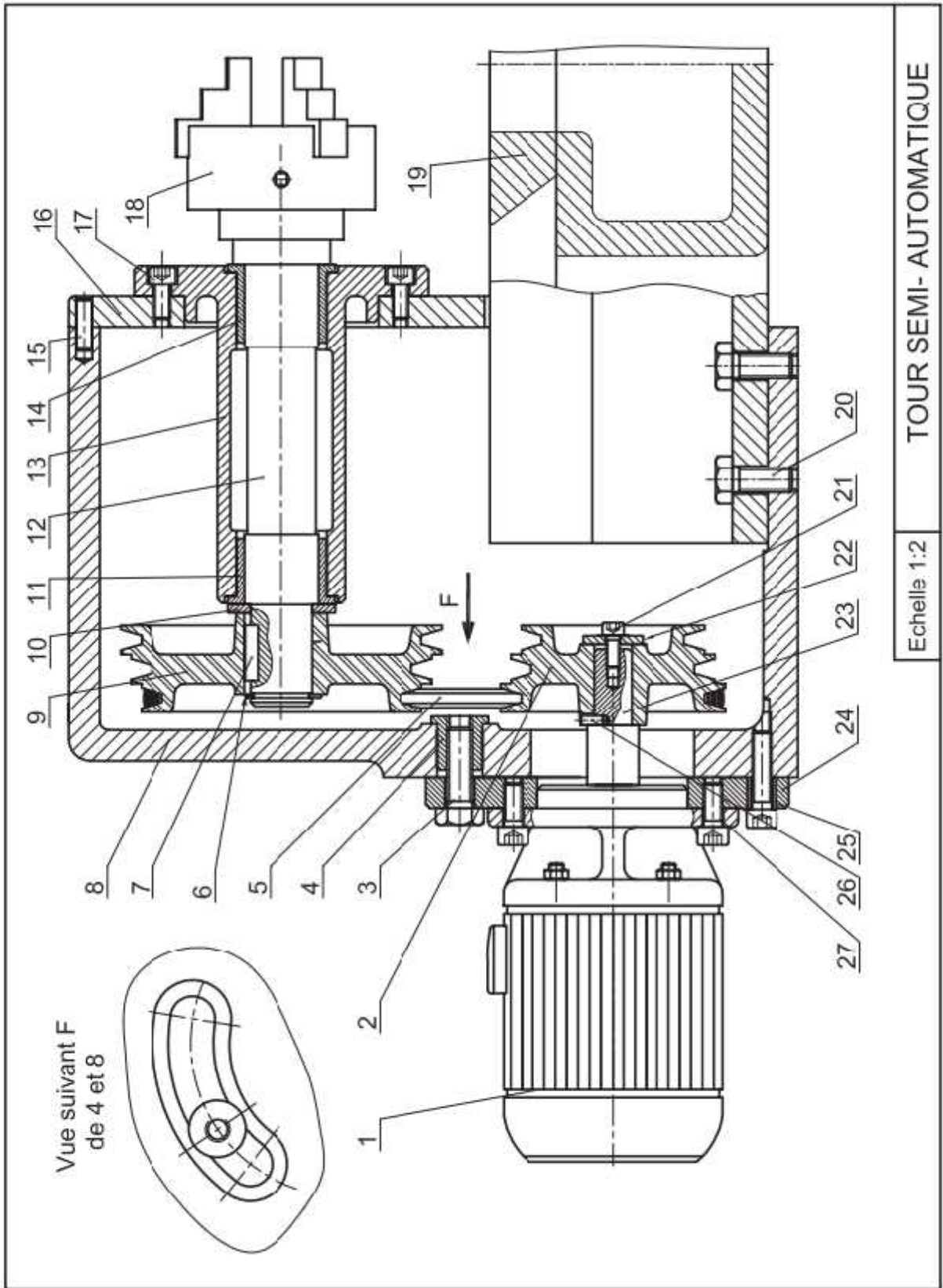
La pièce, fixée dans le mandrin est entraînée en rotation par le moteur de broche. Deux chariots (un chariot longitudinal et un chariot transversal) guidés en translation par queue d'aronde permettent à l'outil de se déplacer dans deux directions perpendiculaires.

Les deux chariots sont entraînés par des vis commandées par des moteurs pas à pas.



## 3- Description du fonctionnement : Voir dessin d'ensemble page suivante.

La rotation du moteur de broche (1) est transmise au mandrin porte-pièce (18) par l'intermédiaire des deux poulies (9-2) et la courroie (5).



Echelle 1:2      TOUR SEMI-AUTOMATIQUE

### Nomenclature

14	1	Coussinet			
13	1	Boîtier	27	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762-M6
12	1	Broche	26	1	Ergot
11	1	Coussinet	25	1	Bague de centrage
10	1	Rondelle	24	1	Support moteur
9	1	Poulie réceptrice	23	1	Arbre moteur
8	1	Carter	22	1	Rondelle plate
7	1	Clavette parallèle	21	1	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762-M4
6	1	Anneau élastique pour arbre	20	4	Vis à tête Hexagonale ISO 4014-M8
5	1	Courroie trapézoïdale	19	1	Glissière
4	1	écrou	18	1	Mandrin
3	1	Vis à tête Hexagonale ISO 4014-M8	17	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762-M5
2	1	Poulie motrice	16	1	Plaque
1	1	Moteur	15	2	Pied de centrage
<b>Rep</b>	<b>Nb</b>	<b>Désignation</b>	<b>Rep</b>	<b>Nb</b>	<b>Désignation</b>
<b>TOUR SEMI-AUTOMATIQUE</b>					

### Extrait du cahier des charges fonctionnel

FS	Expressions	Critères
FP	Permettre à l'utilisateur d'usiner des pièces.	- Avoir 3 vitesses différentes de la broche - La puissance
FC1	Supporter les actions mécaniques développées pendant l'usinage.	- Rigidité - Stabilité
FC2	Respecter l'environnement.	- L'encombrement - L'éanchéité - Déchets
FC3	Plaire à l'œil.	- Couleur - Forme

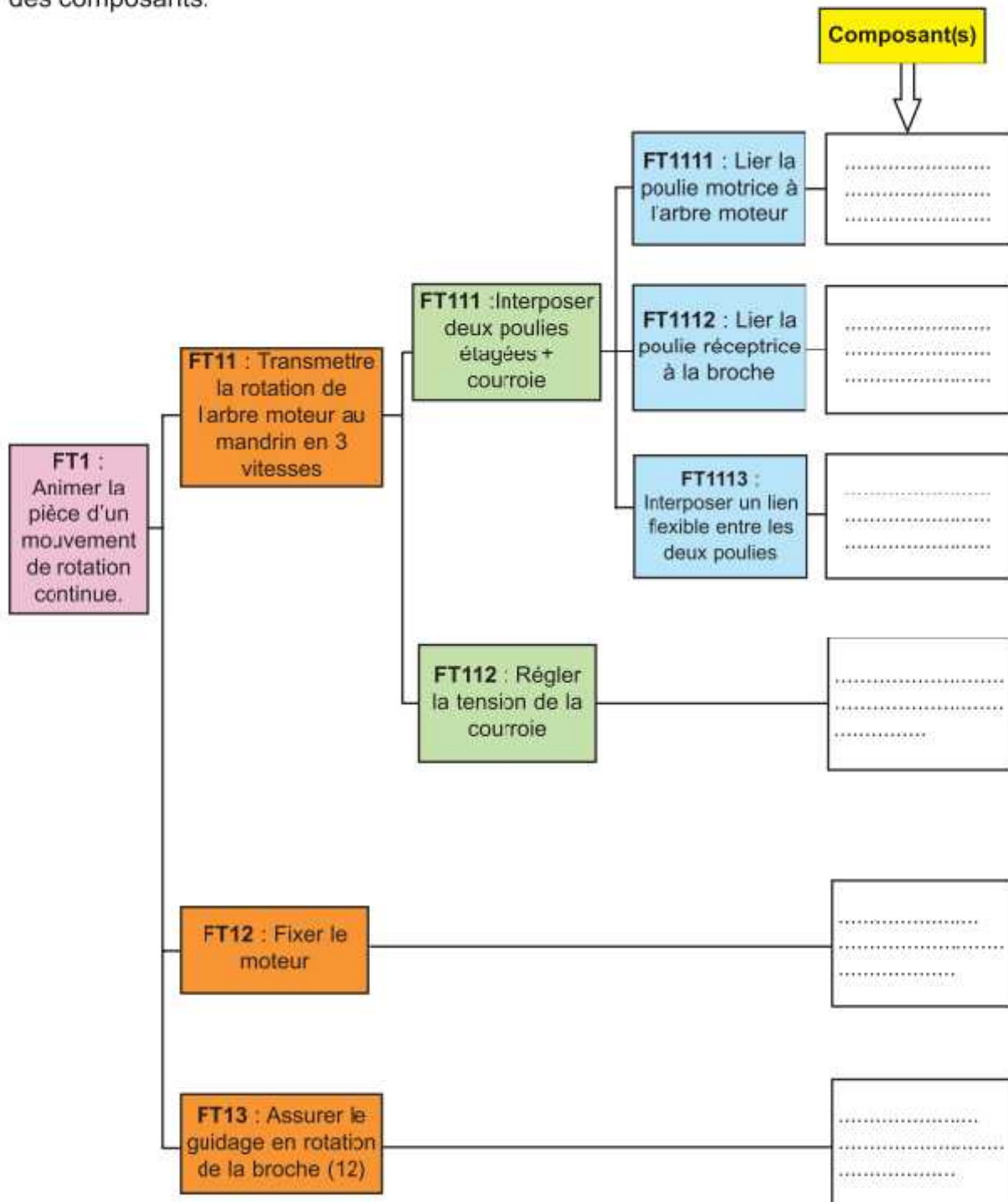


### Travail demandé

En se référant au dessin d'ensemble du tour semi-automatique (page 21), on demande de :

> Compléter le diagramme **F.A.S.T.** relatif à la fonction technique :

**FT1** «*Animer la pièce d'un mouvement de rotation continue*» en indiquant les noms des composants.





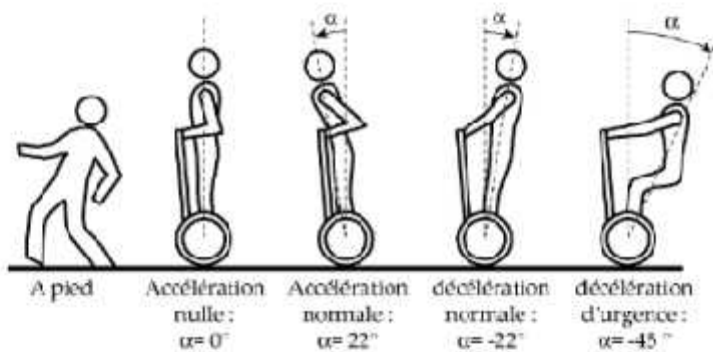
2 SMB Fr/Ar	L IBN ALYASSMINE	2019/2020
M.KNINIS	Module 1	Doc eleve

## Un gyropode : le Segway

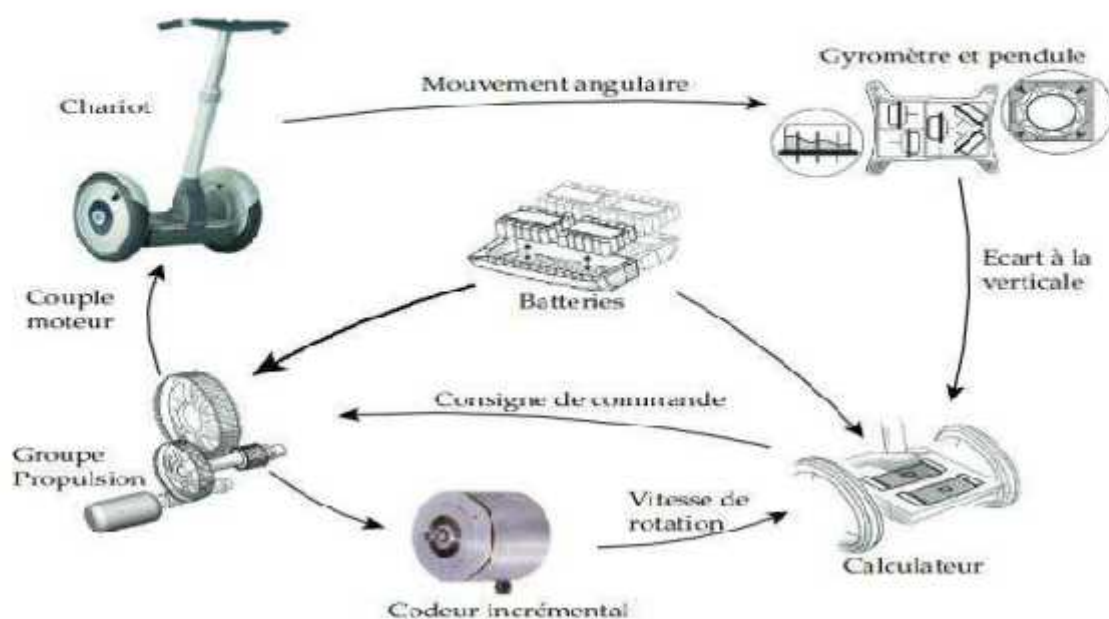
**C'est quoi?** Le gyropode est le premier moyen de transport électrique auto-équilibré. Avec les dimensions moyennes d'un adulte et sa capacité à simuler l'équilibre humain. Les premiers à l'avoir conçu est la marque Segway en 2001.

**A quoi sert?** Ce type de véhicule permet, tout en occupant la même place qu'un piéton, de se déplacer plus rapidement, silencieusement et sans émission polluante sur un espace piéton. Ce type de véhicule représente une alternative au problème de congestion et de pollution des centres urbains.

**Comment ça fonctionne?** La conduite d'un gyropode se fait par inclinaison du corps vers l'avant ou vers l'arrière, afin d'accélérer ou freiner le mouvement (comme pour la marche à pied dans laquelle le piéton s'incline vers l'avant pour débiter le mouvement). Les virages à droite et à gauche sont quant à eux commandés par inclinaison du manche vers la droite ou la gauche. Il est également peu encombrant et d'une maniabilité sans faille du fait de son système de propulsion novateur, lui permettant d'avoir entre autres un rayon de braquage nul à vitesse faible. Mais la vraie prouesse relative au fonctionnement du Segway est l'asservissement total de l'assiette grâce à des gyroscopes et des servomoteurs qui permet à l'utilisateur de tenir en équilibre sur la machine, et ce même à l'arrêt.



### Les principaux éléments



2 SMB Fr/Ar	L IBN ALYASSMINE	2019/2020
M.KNINIS	Module 1	Doc eleve

## Vue éclatée



### Caractéristiques des 2 modèles

Caractéristiques par modèle	i2	x2
<b>Dimensions</b>		
Poids de la machine sans batteries	82 lbs 37 kg	97 lbs 44 kg
Poids des batteries	Voir Tableau 10, page 63.	
Garde au sol (à vide)	3,4 in 8,5 cm	4,4 in 11,2 cm
Longueur et largeur de la machine	25,5 x 25 in 65 x 63 cm	26,5 x 33 in 67 x 84 cm
Hauteur du guidon par rapport au tapis	38 - 43 in 97 - 109 cm	38 - 43 in 97 - 109 cm
Hauteur du guidon par rapport au sol (à vide)	46 - 51 in 117 - 130 cm	47 - 52 in 119 - 132 cm
Hauteur de la base électrique (à vide)	8 in 20 cm	9 in 22,9 cm
Diamètre des pneus	19 in 48,3 cm	21 in 53,3 cm
Type de pneu	Standard	Tout-terrain
<b>Dispositif de commande InfoKey</b>		
Batterie	Les batteries de remplacement CR2430 sont vendues dans les magasins d'électronique. Votre nouveau Segway TP est livré avec une batterie de recharge pour le dispositif de commande InfoKey, située sous l'habillage de la console.	

Caractéristiques par modèle	i2	x2
<b>Limites de poids du conducteur et de la cargaison*</b>		
Charge utile max. (conducteur et cargaison)	260 lbs 117 kg	260 lbs 117 kg
Poids min. du conducteur	100 lbs 45 kg	100 lbs 45 kg
Poids max. de la charge sur le guidon	10 lbs 4,5 kg	10 lbs 4,5 kg
<b>Performances</b>		
Vitesse max.	12,5 mph 20 km/h	12,5 mph 20 km/h
Energie (batteries rechargeables)	Lithium-Ion (Li-ion)	Lithium-Ion (Li-ion)
Autonomie en pleine charge**	16 à 24 mi 26 à 39 km	9 à 12 mi 14 à 19 km
Rayon de braquage	Zéro. Les roues peuvent tourner en sans contraire, ce qui permet au Segway TP de tourner sur place.	
Pression de gonflage des pneus	15 psi 1,03 bar	4 psi 0,275 bar
Puissance électrique requise (mode antier)	100 à 240 V~; 50 à 60 Hz	100 à 240 V~; 50 à 60 Hz

Travail à faire :

Après observation du Segway et lecture du dossier distribué par groupe de 2. Répondre aux questions suivantes sur feuille:

Q1: Exprimer le besoin (bête à cornes) auquel répond le Segway.

Q2: Présenter les EME du Segway (Pieuvre).

Q3: Exprimer les fonctions de service du Segway.

Q4: A l'aide du dossier compléter le cahier des charges (modèle i2).

Q5: Compléter les chaînes d'énergie et d'information avec les solutions technologiques qui remplissent les fonctions.

#### Q4 : Cahier des charges

Fonction	Description	Critère d'appréciation	Niveau d'exigence	Flexibilité
FP1		Vitesse Accélération Autonomie	$1.5m/s^{-2}$	0 1
FC1	Le Segway doit pouvoir franchir les obstacles d'un sol urbain.			
FC2			220 V 8h de charge	0 1
FC3	Le Segway doit assurer la stabilité du conducteur.	Horizontalité de l'assiette Basculement	Capteurs, calculateurs Aucun	1 0
FC4		Engin de Déplacement article R-311-1	Normes CE	0
FC5				
FC6				
FC7				
FC8				

**Q5 : Chaines d'information et d'énergie.**

