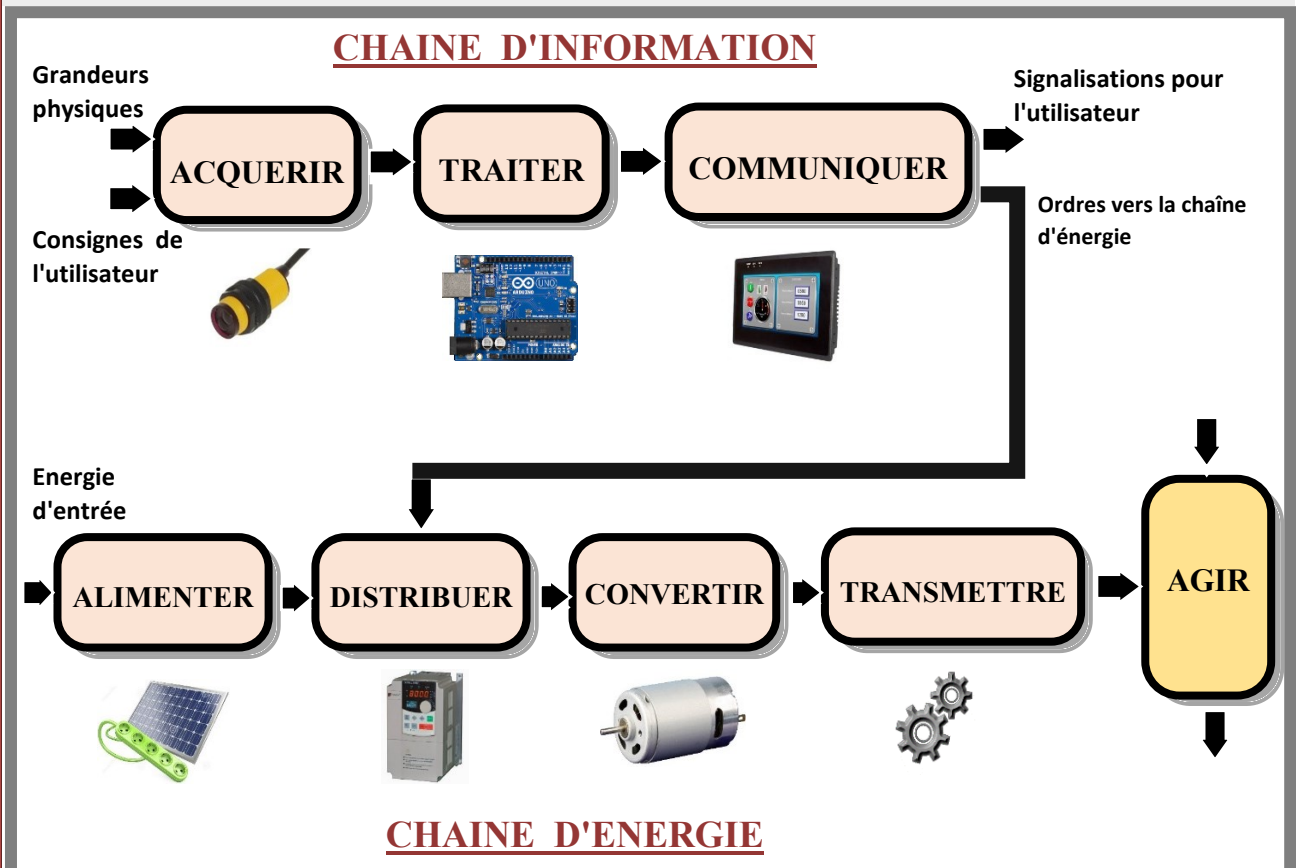




Nom :

Prénom :

Classe :

Année scolaire : 2023 / 2024

Prof : **Jaâfar Temouden**

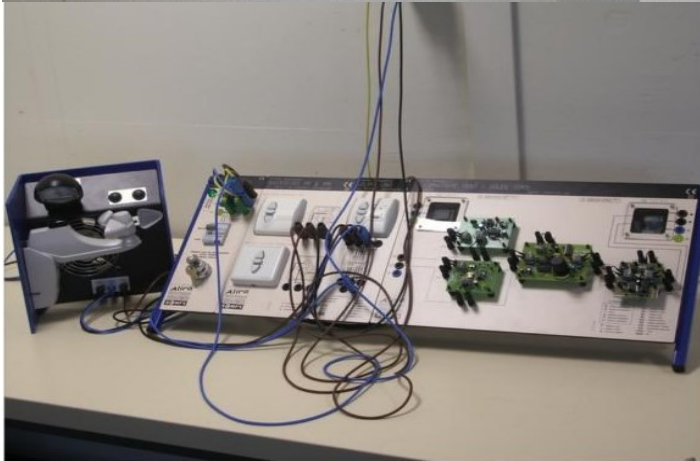
Systèmes étudiés

Store automatique



Exposé à la terrasse, il permet de produire de l'ombre en déroulant sa toile. La commande du mouvement du store est soit automatique selon les conditions météorologiques soit manuelle

Il est doté d'organes de détection (pour la luminosité et pour la vitesse du vent), d'un actionneur (moteur) et d'une unité de commande électronique



Système didactisé d'une barrière automatique

Le système permet la simulation du fonctionnement d'un parking de stationnement de véhicules. Il détecte les véhicules en entrée et en sortie et, en conséquence, ouvre ou ferme la barrière

Le système est doté essentiellement :

- D'organes de détection de la présence des voitures (en entrée et en sortie) et de la position de la barrière (basse et haute)
- D'un sous-ensemble de motorisation de la barrière composé d'un moteur électrique associé à un réducteur de vitesse et d'un variateur de vitesse
- D'un module programmable pour gérer le fonctionnement



PARTIE**1**

ANALYSE FONCTIONNELLE



*La voiture est un système pluritechnique qui met en évidence les solutions techniques actuelles.
Elle peut être champ d'application de l'analyse fonctionnelle*

Introduction

Dans la vie quotidienne, on utilise des produits divers. Chacun de ces produits satisfait à un de nos besoins. Par exemple, on utilise :



L'ordinateur pour satisfaire le besoin de traiter et stocker les données



Le store pour satisfaire le besoin de se protéger, des rayons solaires intenses dans une pièce, terrasse

Besoin

Exemple de nécessités :

Exemple de désirs :

Du point de vue entreprise, un besoin peut être :

- : exprimé par un cahier des charges
- : n'est pas exprimé par un cahier des charges mais imposé par des lois et des normes
- : besoin qui n'est pas encore apparent mais peut se déclarer à tout moment

Exemples

- Boire une tasse de café →
- Propreté de la tasse, bon service →
- Acheter une voiture avec des options modernes →
- Émission réduite de CO2 →
- Location d'une voiture classique →
- On propose une voiture de haut de gamme →
- En achetant un billet d'avion :
 - Prix et horaire →
 - Sécurité →
 - Repas, cadeau, film →

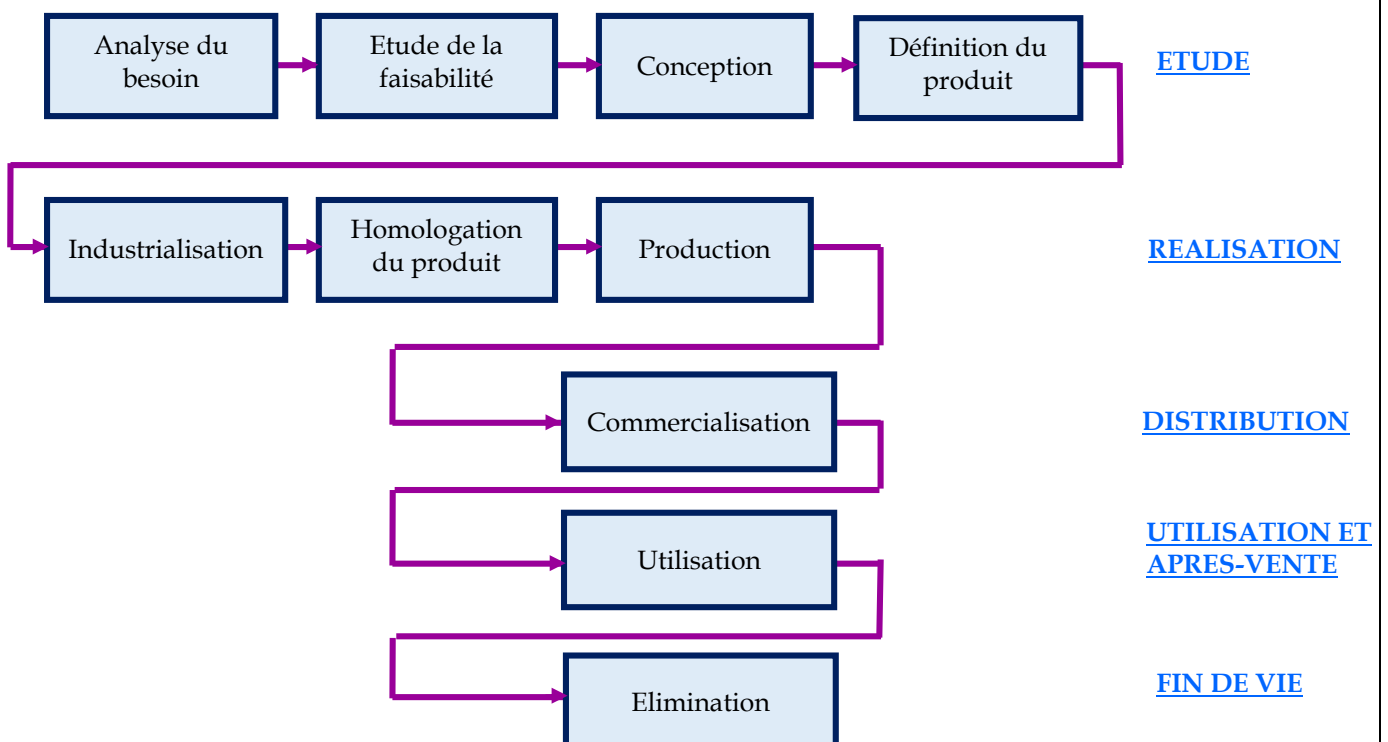
Définition

On peut classer les produits en deux grandes catégories :

- : voiture, PC, tissu, bouteille de gaz...
- : hôpital, transport, banque, gardiennage, ...
- : peinture, extraction d'huile à partir d'olive, passeport...

Cycle de vie d'un produit

- ⇒ L'idée de concevoir un produit provient d'un besoin auquel il doit répondre. Le produit doit donc remplir une fonction précise. C'est le service marketing de l'entreprise qui se charge de cette phase (sondage, questionnaire...)
- ⇒ Le besoin étant précisément défini, le bureau d'études établit le cahier des charges fonctionnel CDCF où il précise les fonctions de service du produit (faisabilité), recherche les solutions technologiques (conception) avant d'en adopter une (définition)
- ⇒ La solution étant retenue, le bureau des méthodes établit le processus de production, les postes de travail... (industrialisation). Le produit réalisé subit des essais (homologation) avant de lancer la production
- ⇒ La commercialisation et le suivi de l'utilisation par le client sont confiés au service marketing, service commercial et service après-vente
- ⇒ L'élimination du produit se traduit par le recyclage des éléments récupérables, la destruction des éléments destructibles ou par le stockage des éléments non récupérables et non destructibles



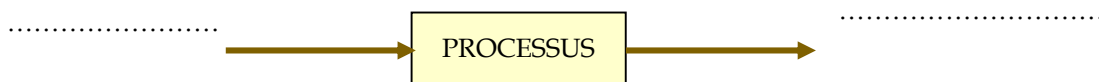
Processus

Un processus

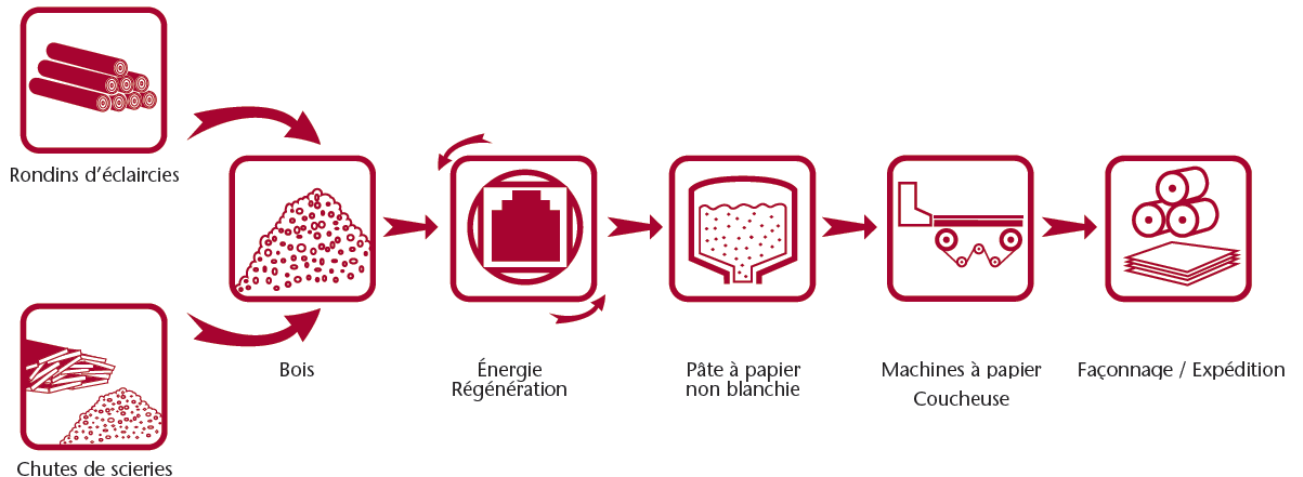
La matière d'œuvre

- exemple : pièce à découper
- exemple : énergie électrique à convertir en thermique
- exemple : données à imprimer

La valeur ajoutée



Processus de fabrication de papier

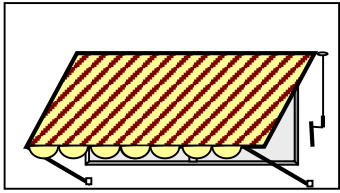
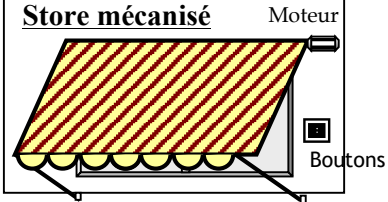
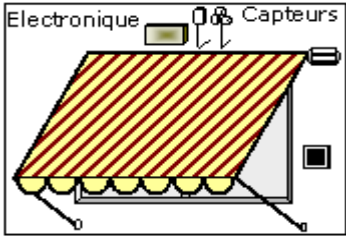


Système

⇒ Un système

- : c'est l'utilisateur qui apporte l'énergie de fonctionnement, exemple : porte d'une chambre
- : fait appel à une source d'énergie, exemple : porte électrique d'un garage
- : plus ou moins indépendant de l'intervention humaine, exemple : porte automatique d'un supermarché

Exemple

Store manuel 	L'utilisateur manœuvre le store manuellement pour la montée et la descente de la toile, grâce à une manivelle et son énergie musculaire.
Store mécanisé 	Le store est motorisé et l'utilisateur le manipule à l'aide de boutons de montée et de descente
Store automatisé 	Store automatique dont les mouvements de montée et de descente de la toile se font selon la luminosité solaire et la vitesse du vent

Exercice

Compléter le tableau

Système technique	MO d'entrée	MO de sortie	Nature de la MO	Valeur ajoutée
Cric				
Téléviseur				
Chignole				
Vidéoprojecteur				
Dynamo de bicyclette				
Station de lavage de voitures				
Calculatrice				

L'entreprise industrielle

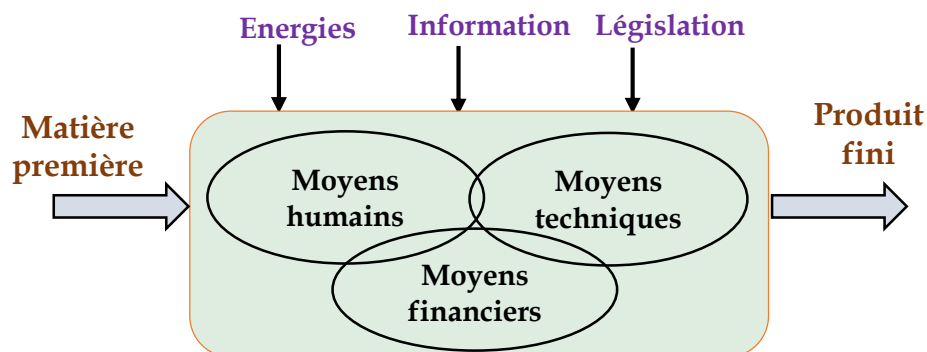
Définition



⇒ L'entreprise en tant qu'une unité de production

Pour fabriquer des biens et des services, l'entreprise doit combiner trois facteurs de production :

Travail	Main d'œuvre du personnel plus ou moins qualifié
Capital technique fixe	C'est l'investissement : terrains, immeubles, machines...
Capital technique circulant	C'est la consommation intermédiaire : essence, bois, fer...



⇒ L'entreprise en tant qu'une unité de répartition des richesses

Les richesses créées (valeur ajoutée) servent à rémunérer l'ensemble des agents économiques ayant participé à l'activité de production

Agent rémunéré	Nature de la rémunération
Personnel	Salaires
Etat et organismes sociaux	Impôts, cotisations sociales
Prêteurs	Intérêts (banques)
Apporteurs de capitaux	Dividendes (parts des associés)
L'entreprise	Revenu non distribué

Classification des entreprises

⇒ Classification juridique

- : capital à 100% de l'état (exemple : ONCF, RAM, OCP...)
- : capital partagé entre l'état et particuliers
- :
 - ✓ individuelle : café, pharmacie, boucherie...
 - ✓ Sociétaire : société

⇒ Classification économique

- : regroupe les entreprises qui exploitent la nature (agriculture, pêche, forêt, minéral...)
- : regroupe les entreprises industrielles (textile, automobile...)
- : regroupe les entreprises de service (transport, banque, assurance...)

Exercice

Préciser le secteur économique de chacune des activités suivantes :

Élevage – banque – transport – commerce – pêche – mécanique (industrie et réparation) – textile – assurance – chimie – sylviculture (culture des arbres) – métallurgie

Secteur primaire :

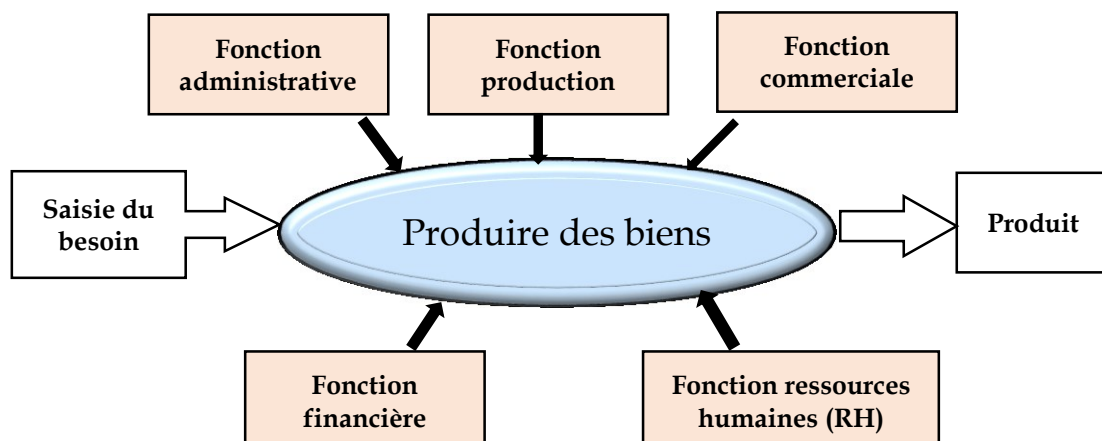
Secteur secondaire :

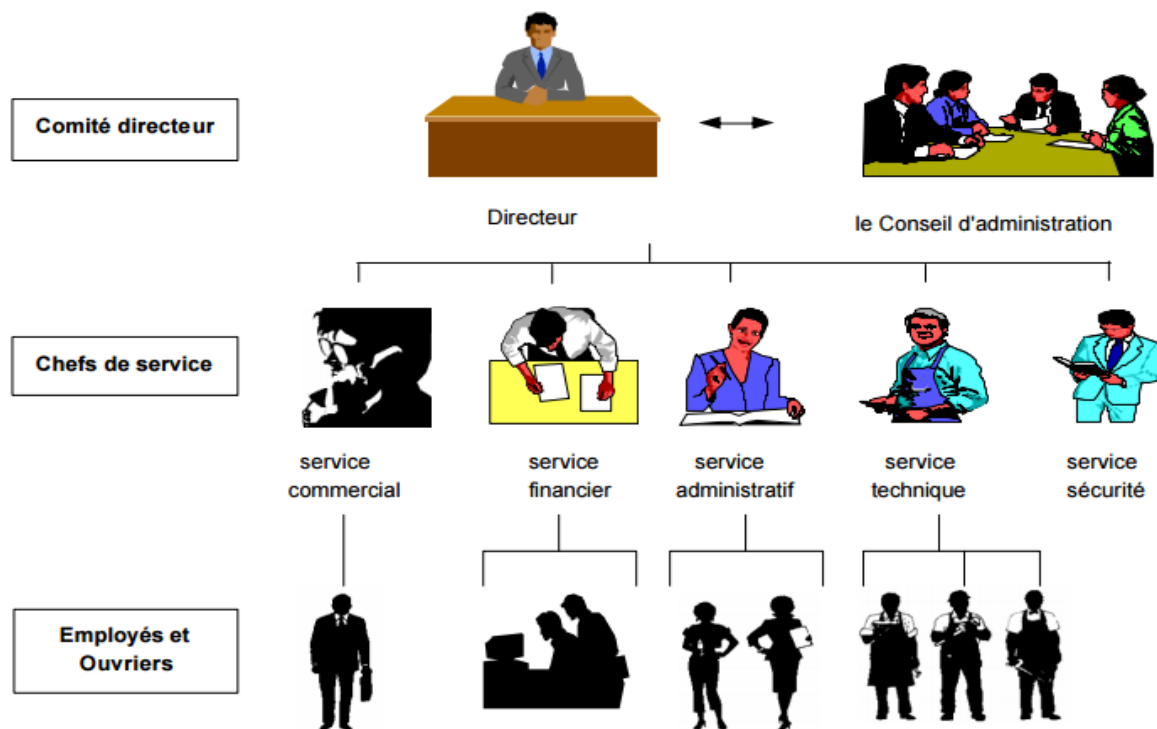
Secteur tertiaire :

Structure d'une entreprise

La structure de l'entreprise repose sur les différentes fonctions exercées au sein de l'organisation. Les principales fonctions de l'entreprise sont :

- Fonction de : projets, stratégie, organisation, contrôle...
- Fonction de : étude, méthodes, fabrication, contrôle de qualité...
- Fonction de : publicité, vente, après-vente, achats...
- Fonction de : paiements, encaissements, relations avec les banques...
- Fonction de : recrutement et gestion du personnel



Exemple d'organisation (organigramme)**Exercices**

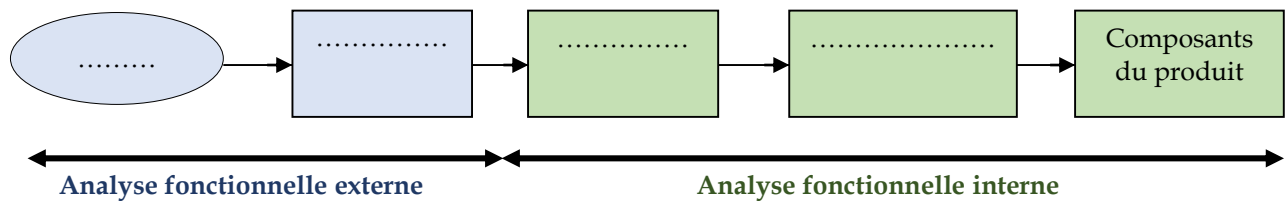
Indiquer le service concerné

OPERATION	SERVICE
Acheter la matière première	
Payer la marchandise achetée	
Fabriquer des produits	
Vendre des produits	
Recevoir et contrôler les chèques	
Recevoir et écrire le courrier	
Païement des fournisseurs	
Conception du prototype	
Faire la publicité	
Facturation des articles vendus	
Régler les salariés	
Vérifier l'état des machines	

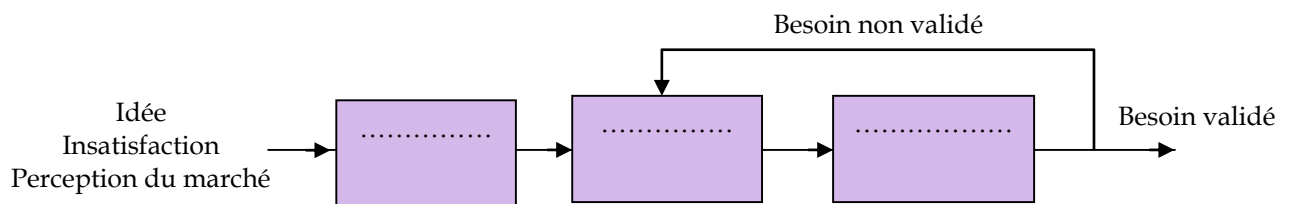
A quel service appartient le personnel ?

PERSONNEL	SERVICE
Ouvrier spécialisé	
Vendeuse	
Employé de bureau	
Comptable	
Représentant	
Agent d'entretien	
Secrétaire	

Analyse fonctionnelle externe



1. Analyse du besoin

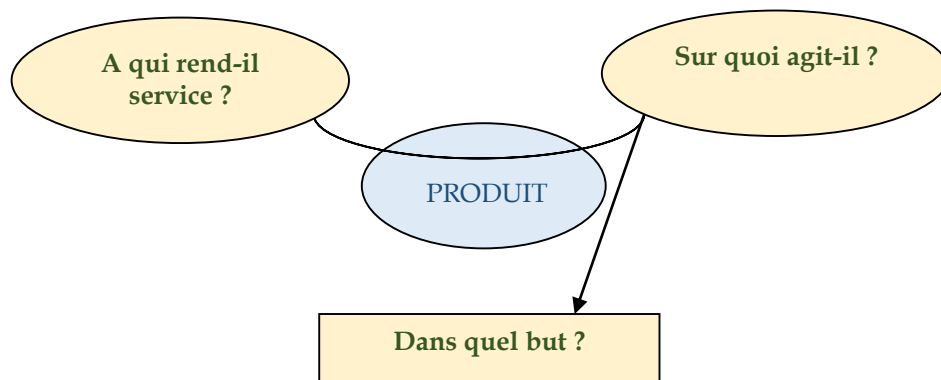


⇒ Saisir le besoin

Le besoin peut consister à la création ou à l'amélioration d'un produit existant. En général c'est le service marketing qui se charge de saisir le besoin ressenti par une catégorie socioculturelle donnée. Ceci est réalisé à l'aide d'instrument d'investigation tel que l'interview, le questionnaire écrit...

⇒ Enoncer le besoin

Afin d'énoncer le besoin d'un produit, on utilise l'outil "diagramme bête à cornes" qui répond à 3 questions :



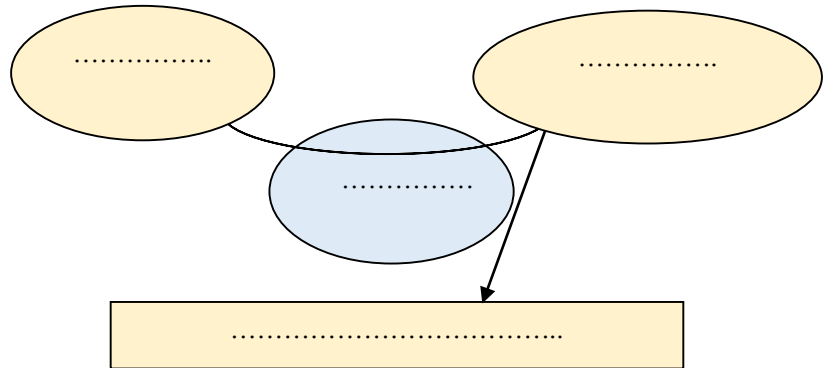
⇒ Valider le besoin

Pour valider ou non le besoin, il reste à poser trois questions complémentaires afin d'éviter d'étudier un produit qui ne pourrait pas se vendre:

-
-
-

Exemple : Lave-linge

Enoncé du besoin



Validation du besoin

- Pourquoi le produit existe-t-il ?
Se conformer aux normes de l'hygiène
Se débarrasser du lavage à la main
- Qu'est-ce qui pourrait faire évoluer le besoin ?
Une machine ne nécessitant pas de consommables (eau, électricité, lessive...)
- Qu'est-ce qui pourrait faire disparaître le besoin ?
Disparition des causes de saleté (poussière...)
Inventer un tissu qui se maintient toujours propre

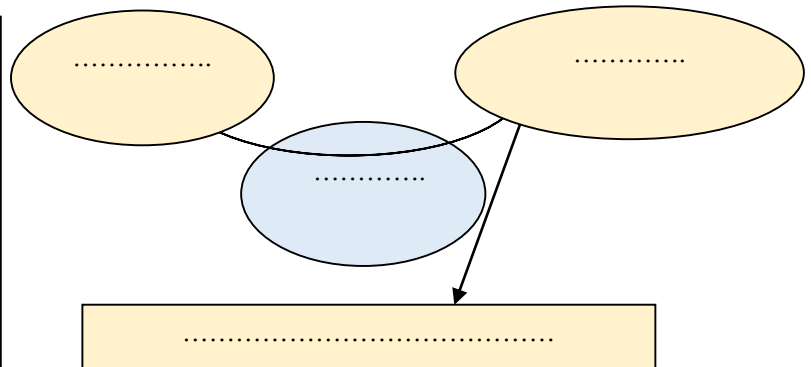
Exercices

Etablir le diagramme " bête à cornes " exprimant le besoin pour les produits suivants :

⇒ Grille-pain

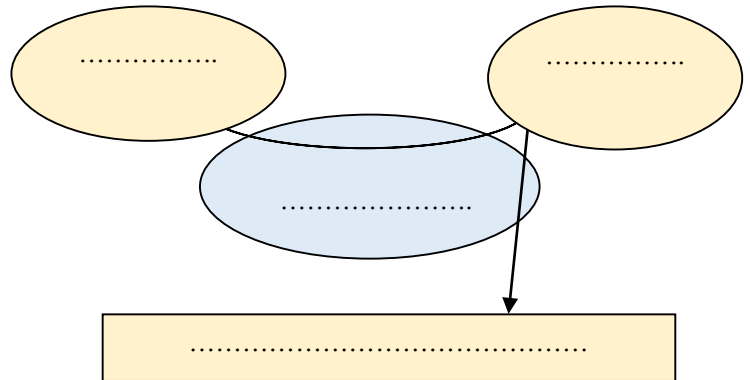
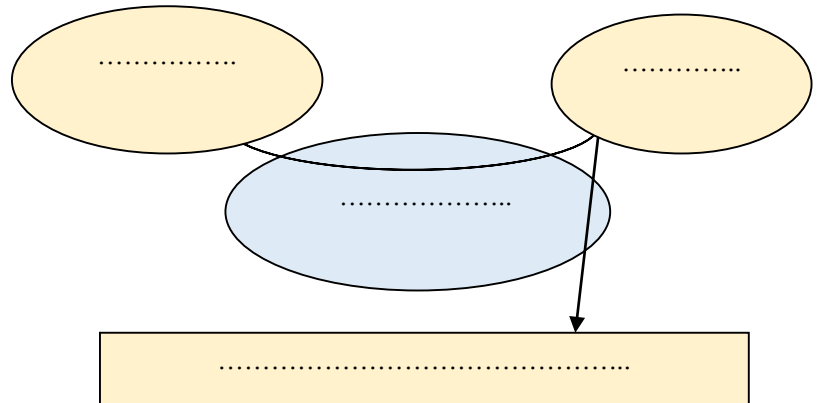
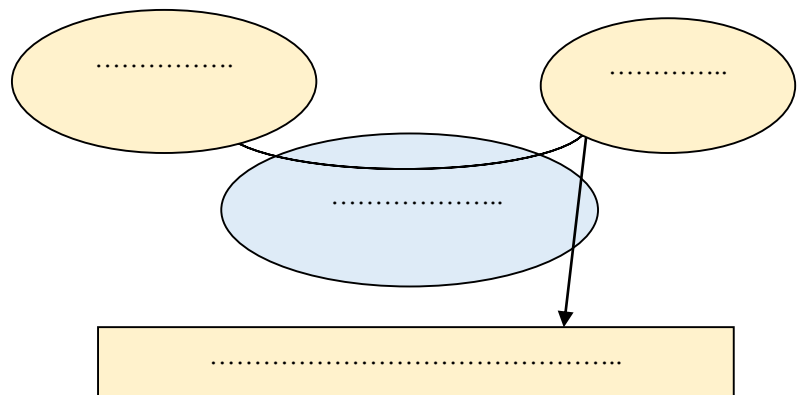
Eléments de réponse

Tranches de pain
 Utilisateur
 Chauffer le pain
 Chauffer les tranches de pain
 Griller les tranches de pain
 Grille-Pain
 Avoir du pain chaud

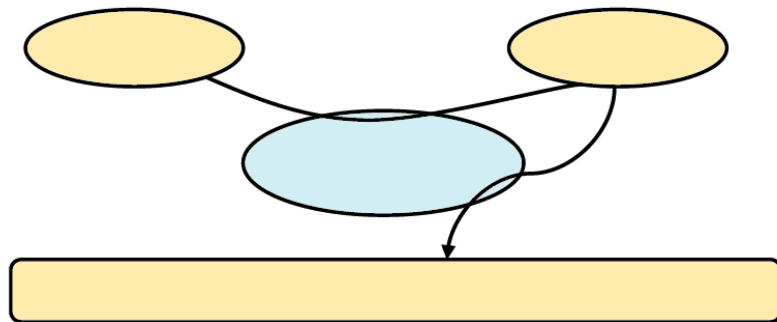


⇒ Station automatique de lavage**Éléments de réponse**

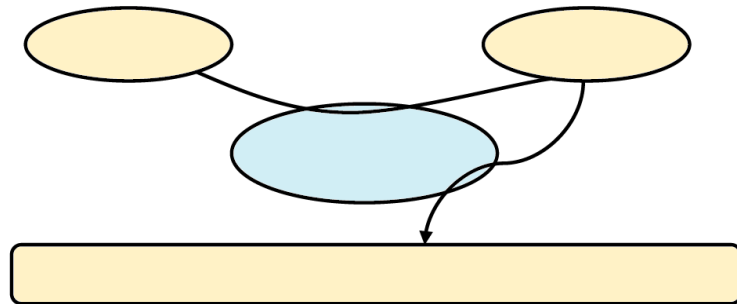
Eau
 Automobiliste
 Garagiste
 Laver la voiture
 Produit de lavage
 Station automatique de lavage
 Voiture

⇒ Barrière automatique de parking⇒ Serrure électronique

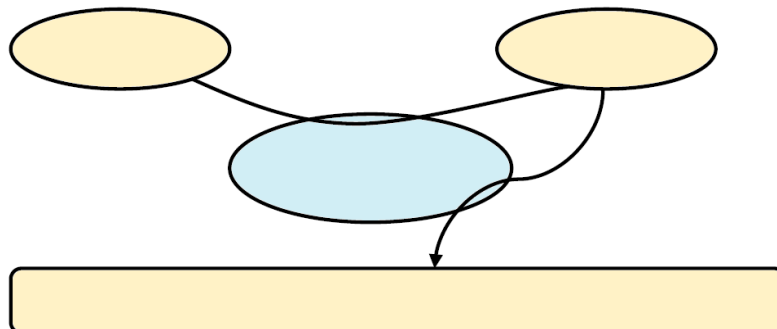
⇒ Aspirateur ménager



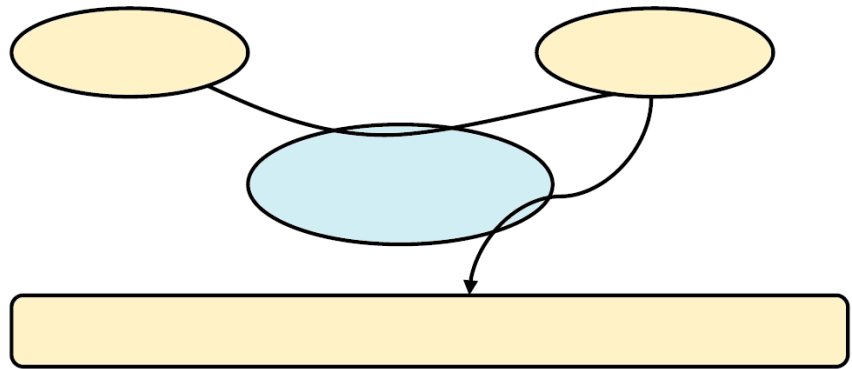
⇒ Climatiseur



⇒ Sèche-mains



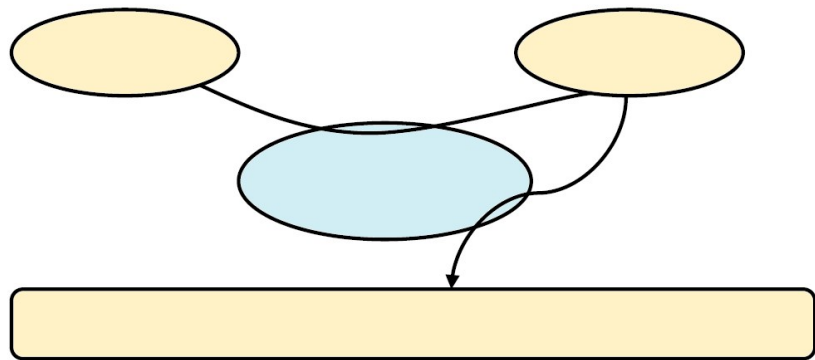
⇒ Tondeuse à gazon



Validation du besoin

- Pourquoi le produit existe-t-il ?
.....
- Qu'est-ce qui pourrait faire évoluer le besoin ?
.....
- Qu'est-ce qui pourrait faire disparaître le besoin ?
.....

⇒ Distributeur automatique de boisson

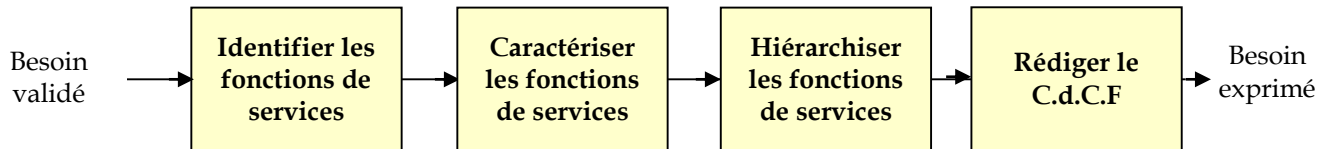


Validation du besoin

- Pourquoi le produit existe-t-il ?
.....
- Qu'est-ce qui pourrait faire évoluer le besoin ?
.....
- Qu'est-ce qui pourrait faire disparaître le besoin ?
.....

2. Etude de la faisabilité

L'un des buts de l'analyse fonctionnelle est d'identifier clairement les fonctions qui contribuent à l'expression fonctionnelle du besoin de l'utilisateur, c'est l'objet de l'étude la faisabilité ; elle se fait en quatre étapes :



⇒ Identifier les fonctions de service

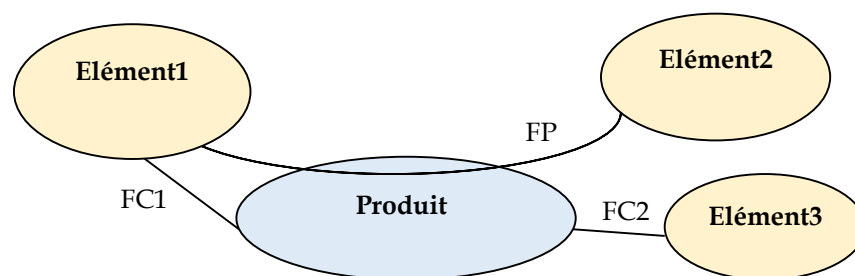
La fonction de service est l'action attendue d'un produit pour répondre à un élément du besoin. On distingue :

- **Fonction principale FP** :
- **Fonction contrainte FC** :

Une fonction de service peut être :

- **Fonction d'usage** :
- **Fonction d'estime** :

Pour représenter les relations du produit avec les éléments du milieu extérieur, on utilise le diagramme des interactions (ou de pieuvre)



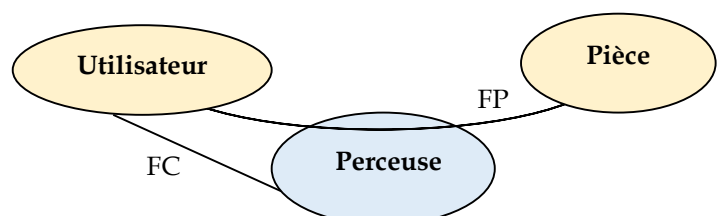
- Une FP relie deux éléments du milieu extérieur par l'intermédiaire du produit
- Une FC relie un élément du milieu extérieur au produit

Le milieu extérieur peut être :

- Ambiance : climat, température...
- Energie : réseau électrique...
- Individu : utilisateur, technicien...
- Objet : mur, table....

Exemple

FP : permettre à l'utilisateur de percer la pièce
FC : être réglable par l'utilisateur



Exercices

Compléter ces diagrammes des interactions :

FP1 : Permettre à l'utilisateur de diminuer la hauteur du gazon

FP2 : Permettre à l'utilisateur d'évacuer les déchets de gazon

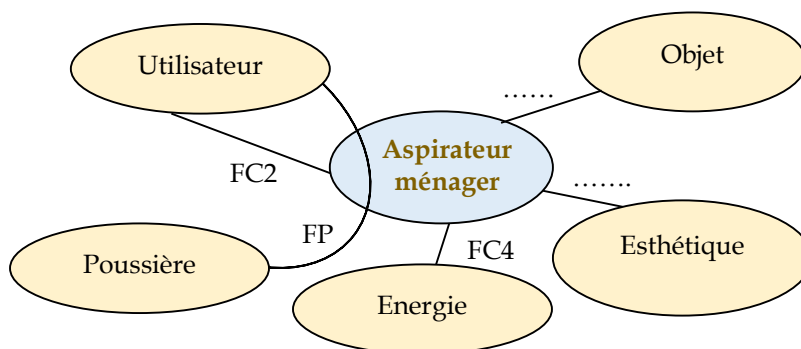
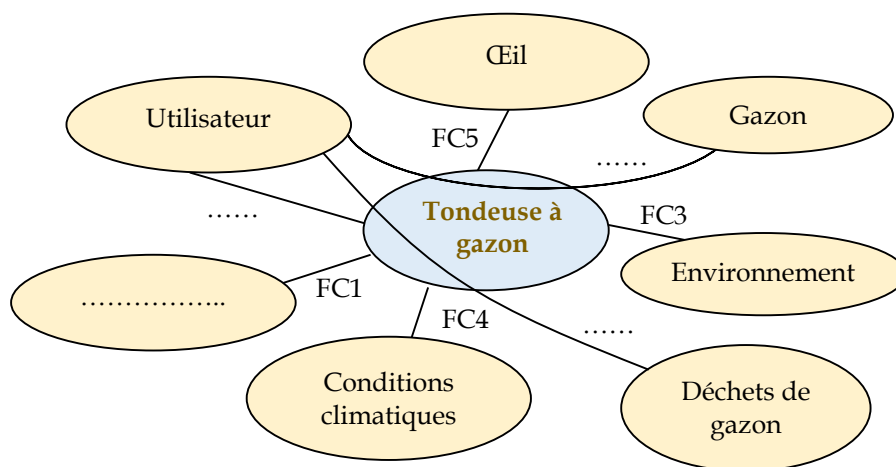
FC1 : S'adapter aux divers obstacles

FC2 : Assurer la sécurité de l'utilisateur

FC3 :

FC4 :

FC5 :



FP :

FC1 : S'adapter à toute forme d'objet

FC2 :

FC3 : Avoir une couleur et une forme qui s'adaptent au décor environnant

FC4 :

FU / FE

.....

⇒ Caractériser les fonctions de service

Après avoir identifié les fonctions de service, Il faut définir les caractéristiques de chaque fonction par détermination des éléments suivants :

- Critère d'appréciation :
- Niveau d'exigence :
- Flexibilité :

F0 : Flexibilité nulle → impératif
 F1 : Flexibilité faible → peu négociable
 F2 : Flexibilité moyenne → négociable
 F3 : Flexibilité forte → très négociable

Exemple

Fonction de service	Critère d'appréciation	Niveau d'exigence	Flexibilité
S'adapter au réseau électrique		220V	± 10%
Être rapide		1500 tour/min	F0

⇒ Hierarchiser les fonctions de service

Il s'agit de comparer l'importance de chaque fonction par rapport aux autres. La comparaison est un travail de groupe permettant d'affecter une note à chaque fonction

⇒ Rédiger le C.d.C.F

.....

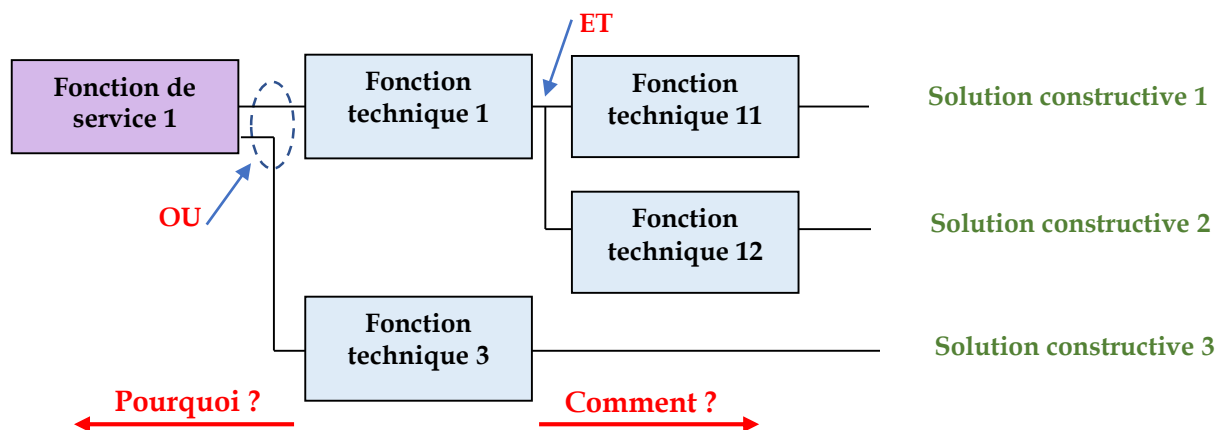
Exemple : tondeuse à gazon

Fonction de service	Critère d'appréciation	Niveau d'exigence	Flexibilité
FP1 :		5 à 15 cm	F2
FP2 :		Tous les 25 à 100 m ²	F2
FC1 :		Moins de 4 cm 1 à 5 cm 5 à 30°	F1
FC2 :			F0
FC3 :		60 dB (décibel)	± 5%
FC4 :		Inoxydable	F0
FC5 :		Rouge, bleu Arrondie	F1 F2

Les fonctions de service étant exprimées, l'analyse fonctionnelle interne s'intéresse aux fonctions techniques permettant de les satisfaire

L'identification de ces fonctions techniques permet d'établir et de choisir les solutions constructives associées

1. Diagramme FAST (Fonction Analysis System Technique)

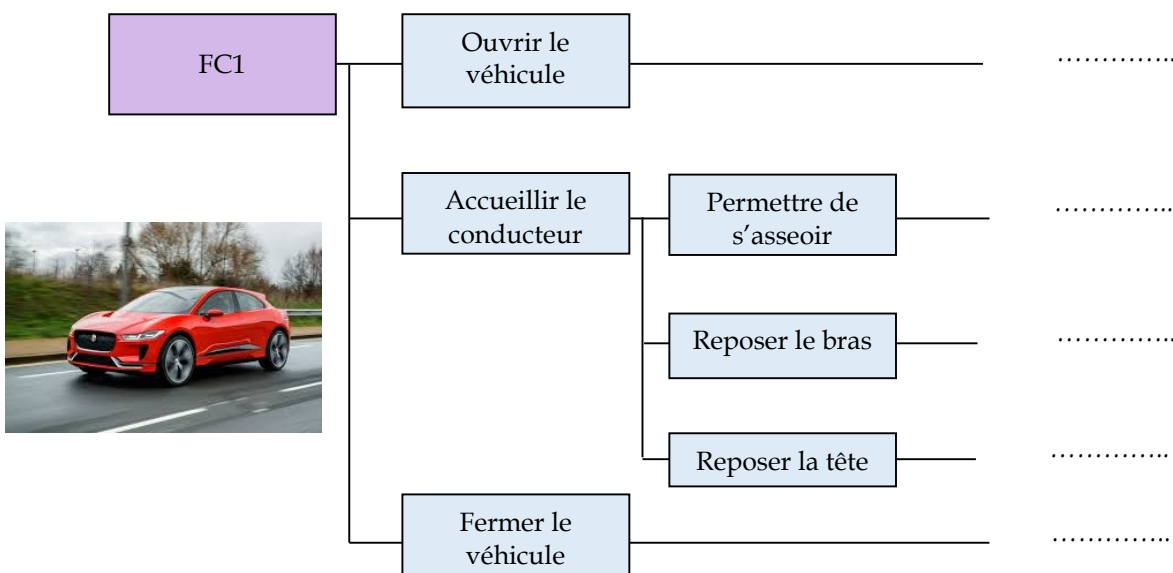
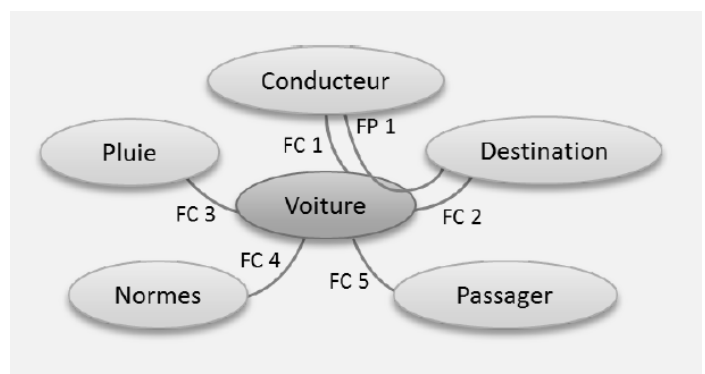


Exercice

Considérons le suivant diagramme pieuvre du produit "voiture"

Utiliser les propositions fournies pour compléter le FAST de la fonction de service FC1 "Accueillir le conducteur confortablement"

Siège, accoudoir, système de verrouillage, poignée ergonomique, appui tête



Exercice

Compléter, par les propositions fournies, le FAST partiel d'une moto

Courroie

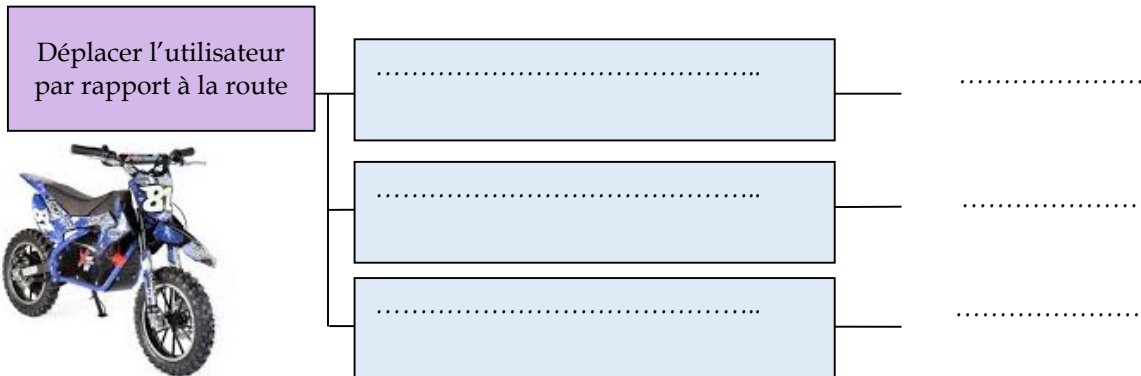
Convertir l'énergie thermique en énergie mécanique de rotation

Transformer la rotation de la roue en translation sur le sol

Pneus

Moteur thermique

Transmettre la rotation à la roue arrière



2. Diagramme SADT (Structure Analys and Design Technic)

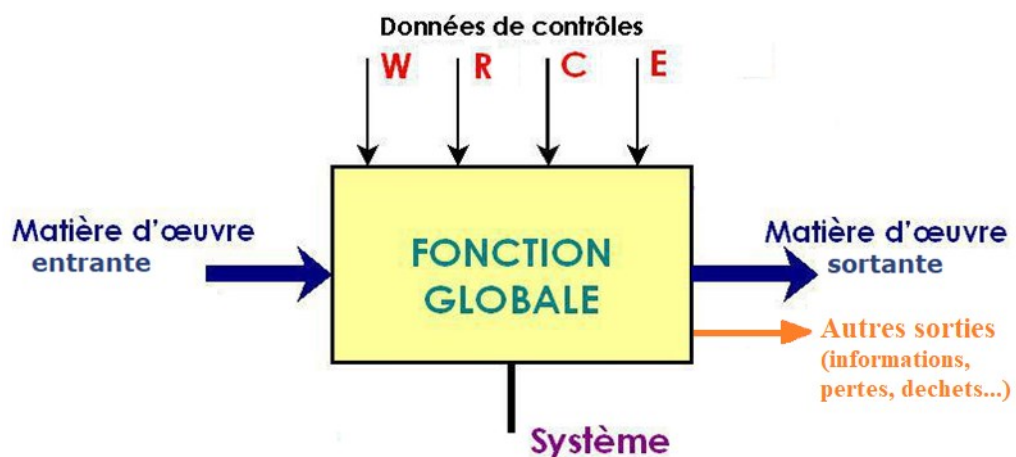
.....

.....

.....

.....

⇒ L'actigramme A-0 (A moins zéro)



Données de contrôle

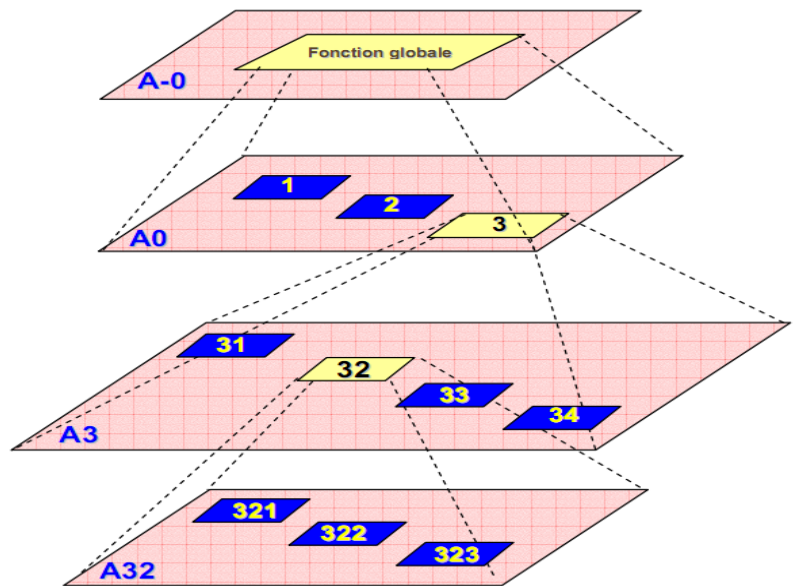
- **W** : contrainte d'énergie (électrique, pneumatique, mécanique ...)
- **R** : contrainte de réglage (réglage de vitesse par exemple grâce à un potentiomètre sur pupitre de commande)
- **C** : contrainte de configuration (préréglage, programmation par exemple)
- **E** : contrainte d'exploitation (bouton de marche, d'arrêt, de mode manuel, mode automatique...).

⇒ Analyse descendante

On procède par analyses successives descendantes, c'est à dire en allant du plus général vers le plus détaillé en fonction des besoins.

Chaque bloc se décompose en plusieurs blocs permettant de réaliser la fonction exprimée :

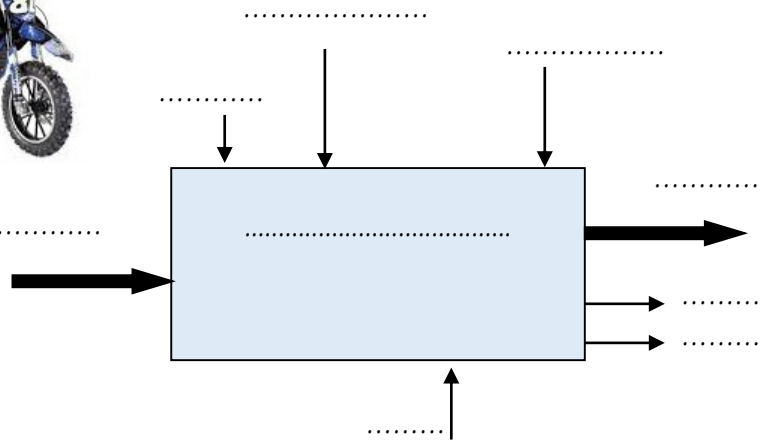
- Le niveau A-0 est le niveau le plus élevé, il exprime la fonction globale du système.
- Le niveau A0 représente la décomposition de A-0 en blocs A1, A2, A3...
- Le niveau A1 décompose le bloc A1 en blocs A11, A12, A21
- Et ainsi de suite....



Exercices

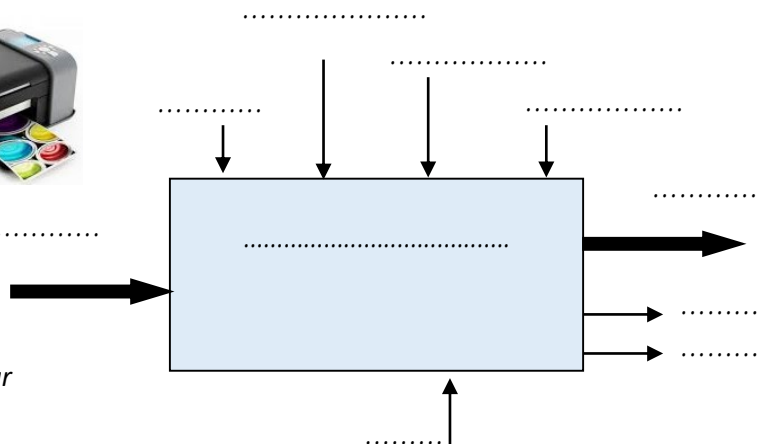
En utilisant les différentes propositions données ci-dessous, compléter l'actigramme correspondant à la fonction globale d'une moto

- Bruit
- Déplacer la personne
- Personne au départ
- Moto
- Essence
- Fumée
- Accélérateur, frein
- Personne à destination
- Réglage utilisateur



Compléter l'actigramme A-0 traduisant la fonction globale d'une imprimante

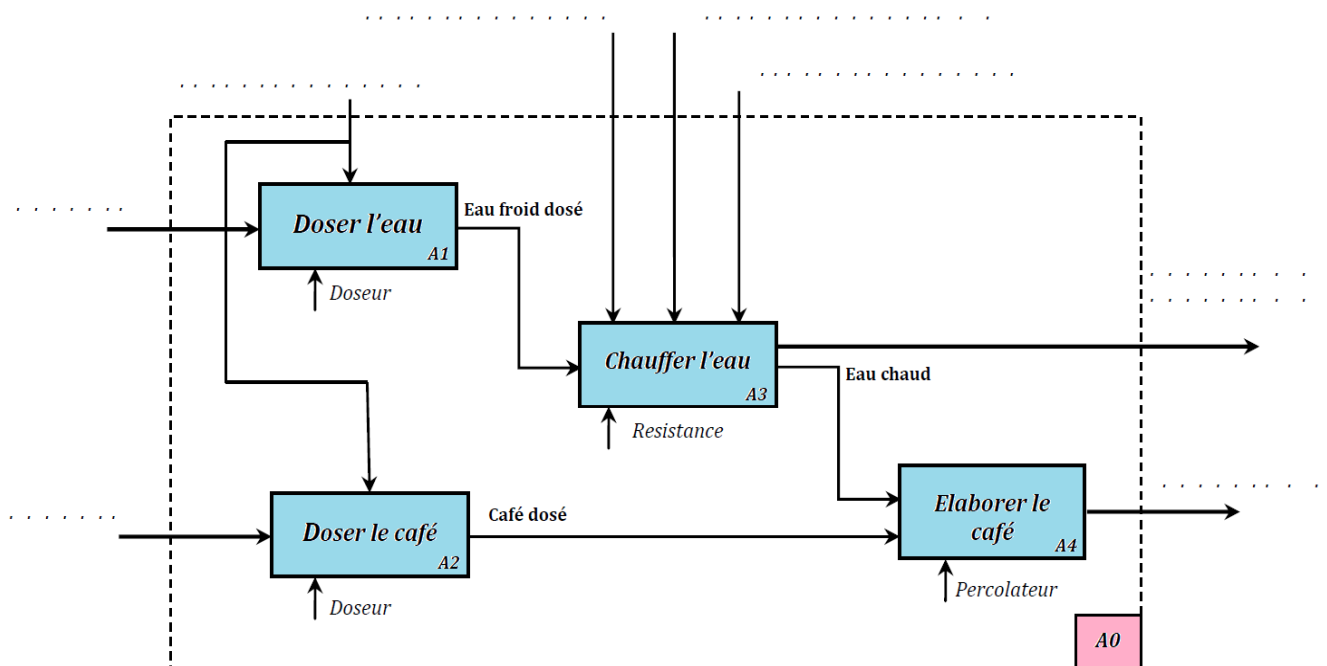
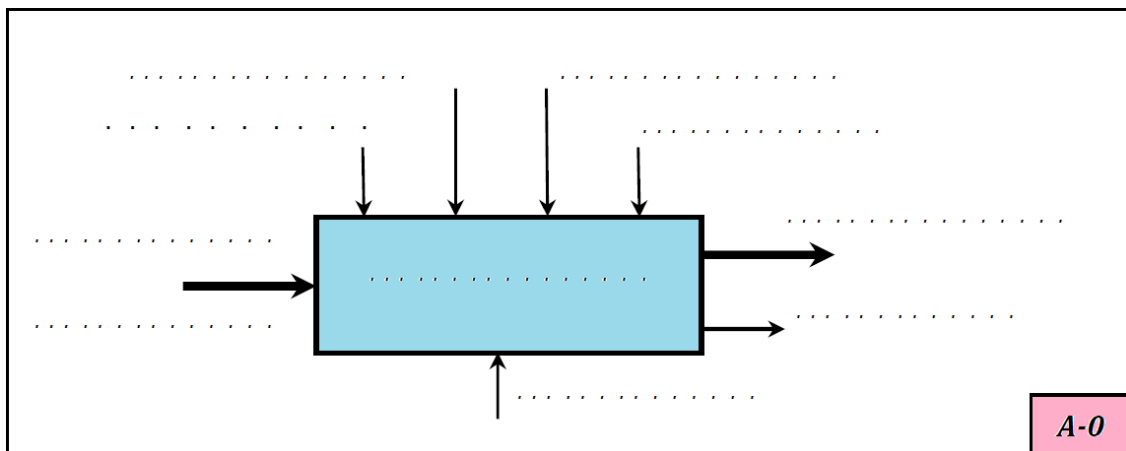
- Energie électrique
- Informations visuelles
- Marche/arrêt
- Imprimante
- Qualité d'impression
- Pages imprimées
- Bruit
- Pages vierges
- Imprimer des pages
- Données provenant de l'ordinateur



Exercice : machine à café

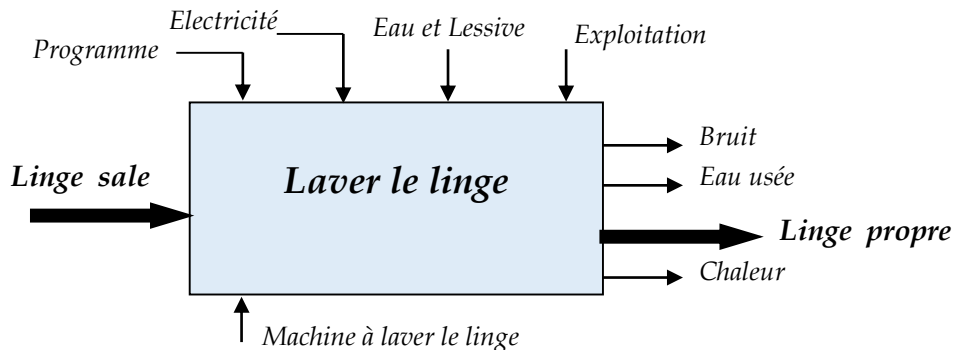
En utilisant les différentes propositions données, compléter l'actigramme A-0 et A0 d'une cafetière

- Eau froide
- Marche/arrêt
- Café en poudre
- Consigne de température de l'eau
- Informations d'état
- Cafetière électrique
- Dosage eau et café
- Café chaud
- Préparer du café chaud
- Energie électrique



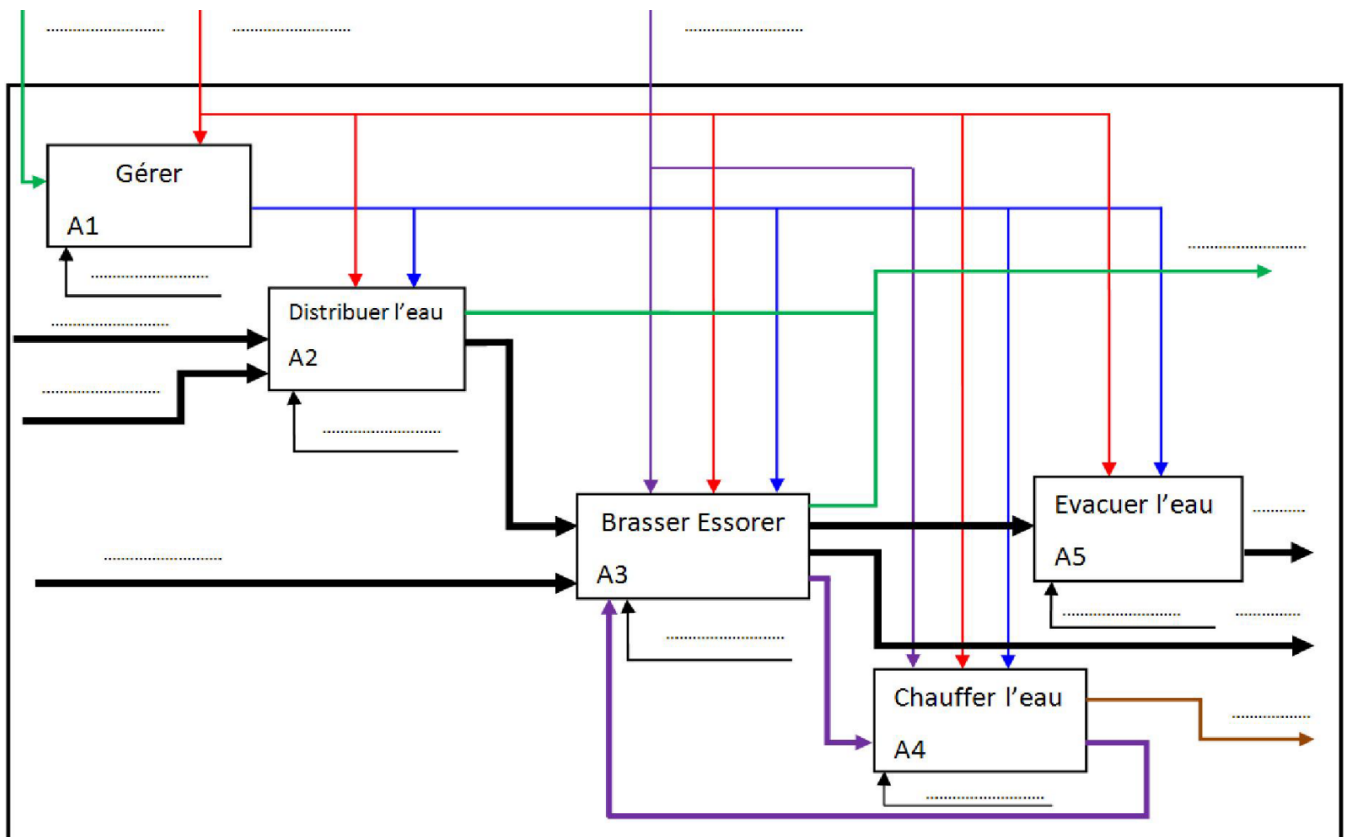
Exercice : machine à laver le linge

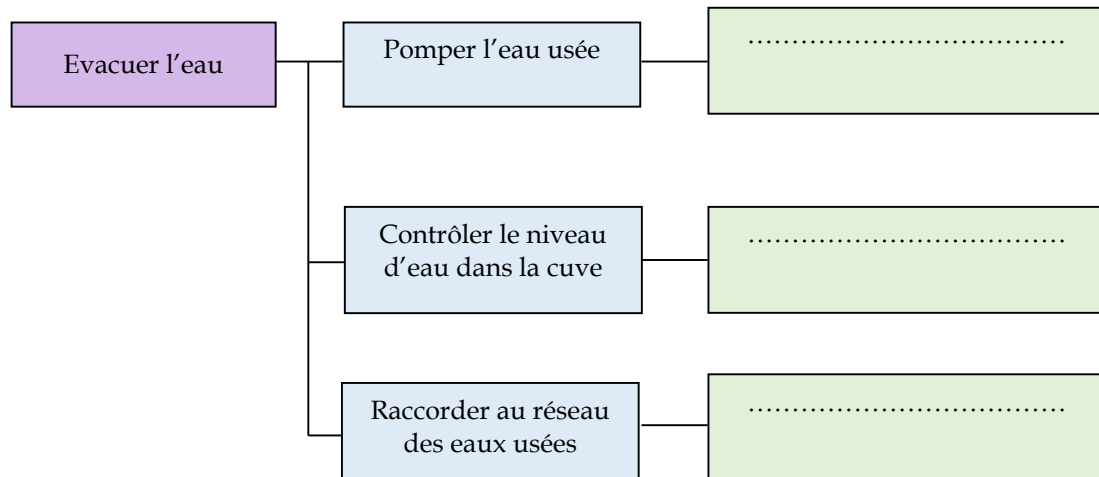
On fournit l'actigramme A-0 d'un lave-linge ainsi qu'une description (non exhaustive) de son fonctionnement. Compléter l'actigramme AO ainsi que le FAST partiel décrivant la fonction de service "Evacuer l'eau"



La réalisation d'un cycle de lavage fait intervenir différents éléments :

- Le tambour est un cylindre en acier inoxydable percé de trous dans lequel le linge est déposé. Il tourne dans une cuve étanche en matière plastique ;. C'est dans cette cuve que circule l'eau. Une résistance chauffante placée sous le tambour permet de chauffer l'eau
- Une électrovanne distribue l'eau par l'un des compartiments du bac à lessive
- Une pompe est chargée de vider l'eau de la cuve. Cette eau usée est déversée dans le réseau des eaux usées à travers un tuyau d'évacuation
- Un capteur de niveau et un capteur de température contrôlent respectivement le niveau et la température du bain lessiviel dans la cuve
- Une carte électronique, à base de microcontrôleur, gère le cycle de lavage



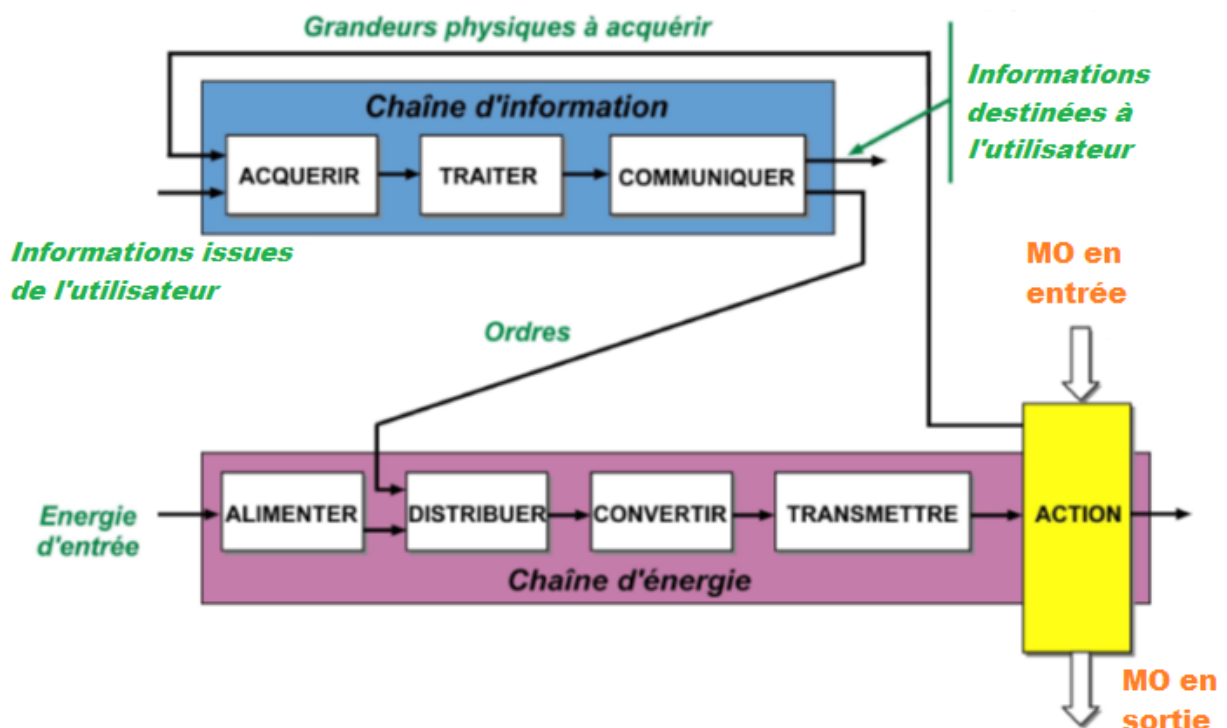


3. Architecture fonctionnelle d'un système automatisé

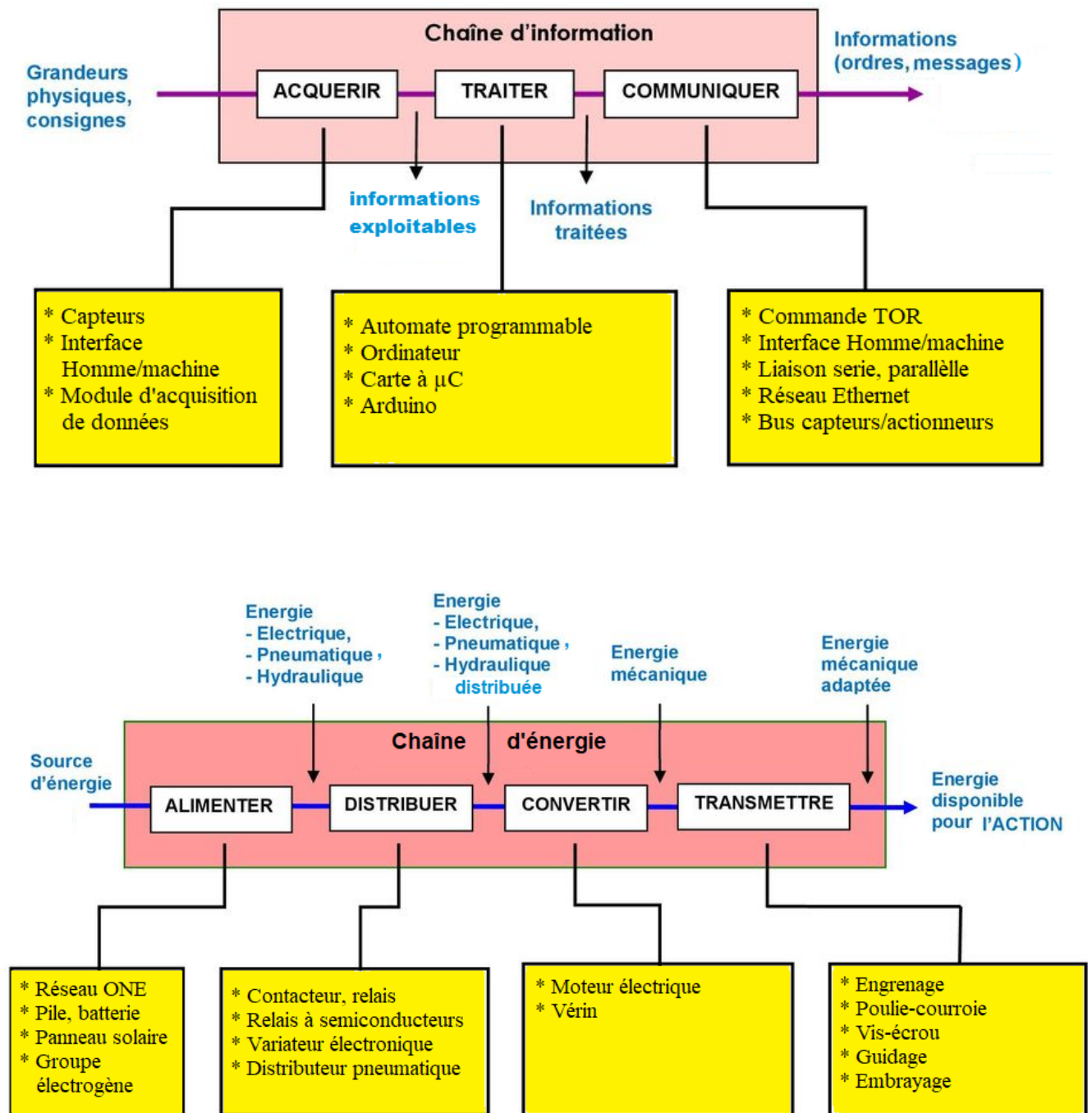
Un système automatisé est un système capable d'effectuer une ou plusieurs opérations sans intervention de l'homme. Un tel système permet principalement d'améliorer la compétitivité du produit.

La chaîne fonctionnelle permet de représenter le fonctionnement d'un système automatisé. Cette chaîne fonctionnelle se décompose en deux parties :

- **La chaîne d'énergie** :
- **La chaîne d'information** :



Des exemples de composants de la chaîne d'information et de la chaîne d'énergie sont donnés ci-après :



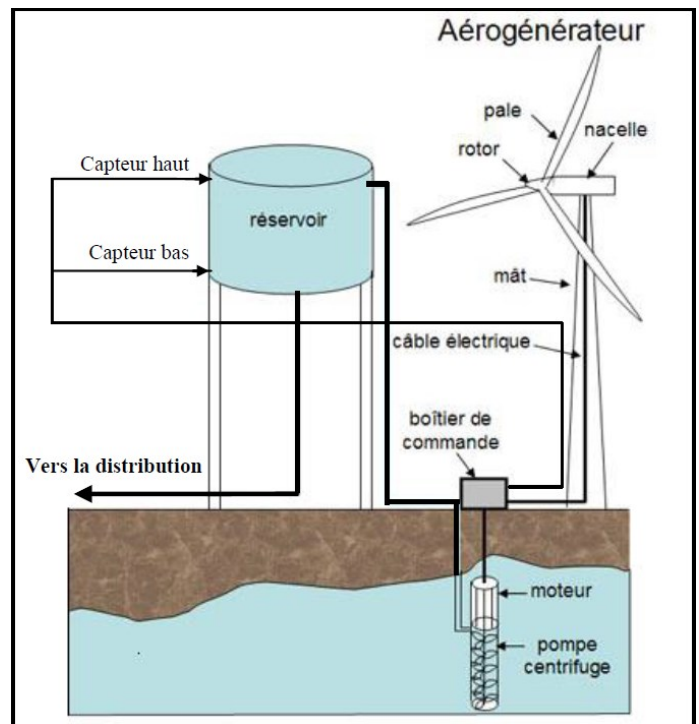
Exercice : pompage automatique d'eau

La chaîne énergie est composée de :

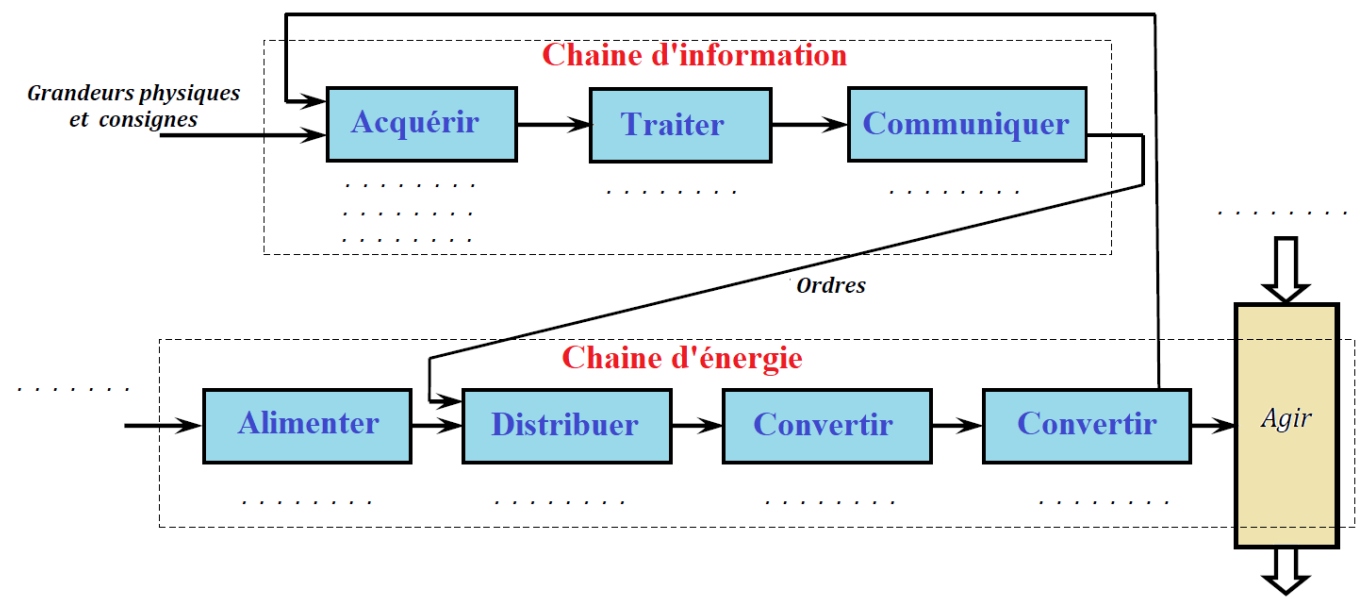
- Un aérogénérateur : fournit de l'énergie électrique à partir de l'énergie éolienne (du vent).
- un moteur asynchrone : convertit l'énergie électrique en une énergie mécanique nécessaire à l'entraînement de la pompe.
- Un variateur de vitesse : permet de commander la vitesse du moteur.
- Une pompe centrifuge : transforme l'énergie mécanique du moteur en énergie potentielle hydraulique.

La chaîne d'information est composée :

- Un boîtier de commande muni d'un microprocesseur qui permet de gérer :
 - L'orientation des pales et de la nacelle de l'aérogénérateur.
 - Le niveau d'eau dans le réservoir
- Des câbles et des commandes TOR pour véhiculer les informations issues du boîtier de commande
- Des capteurs d'intensité et direction du vent (anémomètre et girouette)
- Capteur de niveau (haut et bas) ;



Compléter la chaîne fonctionnelle de la pompe automatique d'eau



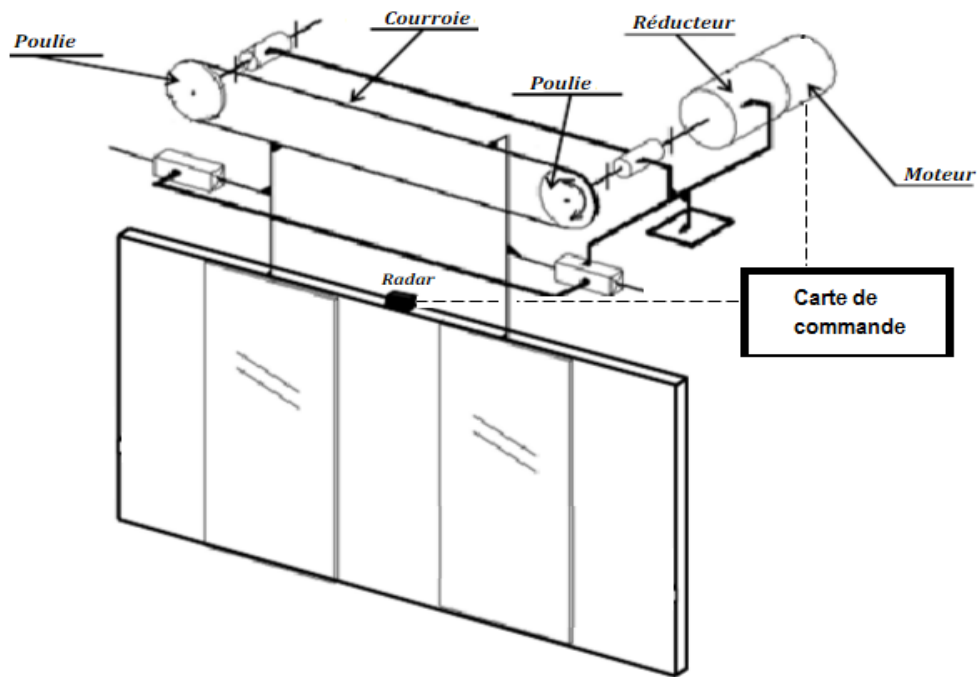
Exercices : analyse fonctionnelle de systèmes (Etude de cas)

⇒ OUVRE-PORTE

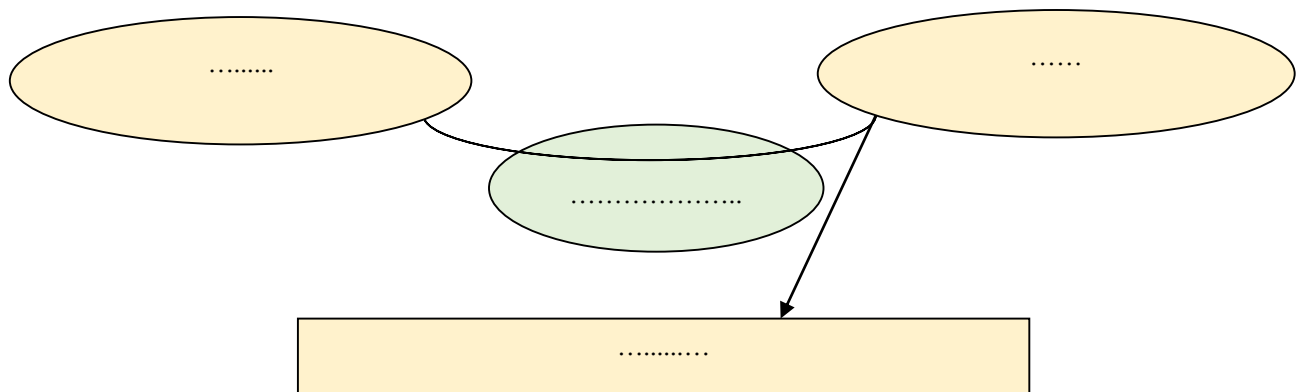
Mise en situation

Les lieux publics très fréquentés, et en particulier les grands magasins, sont équipés d'accès à ouverture des portes automatiques afin d'offrir aux usagers un accès aisé, fluide en toute sécurité et en toutes circonstances.

Le but de ce TD est de faire une analyse fonctionnelle du système d'ouvre-porte afin de comprendre sa structure et de prendre conscience des sous-systèmes présents dans les portes automatiques.



⇒ Formuler le besoin auquel répond le système en complétant le diagramme "bête à cornes"



⇒ Identifier la nature de la matière d'œuvre transformée par le système (matière, énergie, information)

⇒ Considérons le diagramme pieuvre ci-dessous

- Donnez une description littérale de la fonction principale FP

- Tracez et repérez les fonctions Fc1, Fc2, Fc3, Fc4 et Fc5.

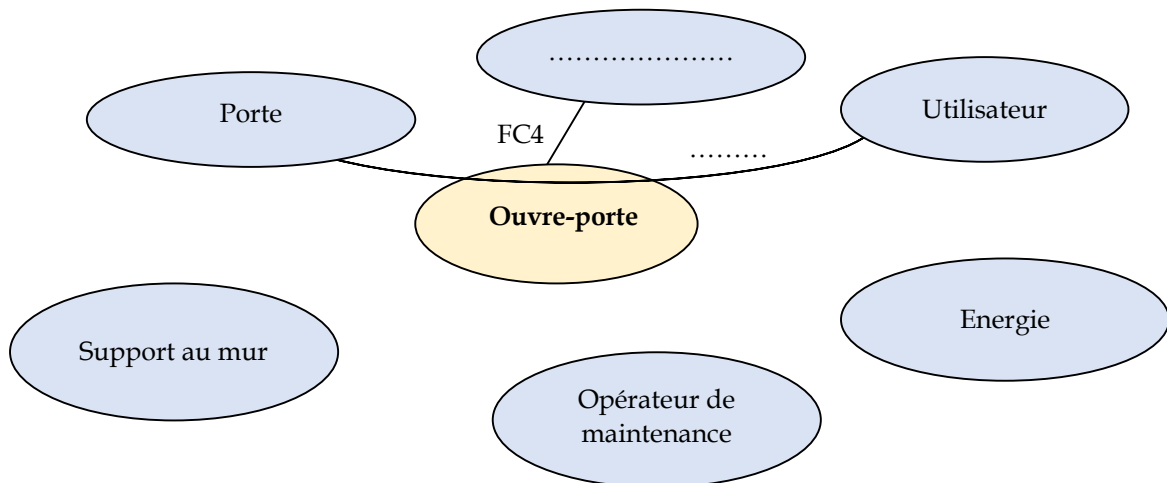
Fc1 : Ouvrir les portes en cas de panne du réseau d'électricité

Fc2 : Se fixer à un support.

Fc3 : S'adapter au réseau d'énergie.

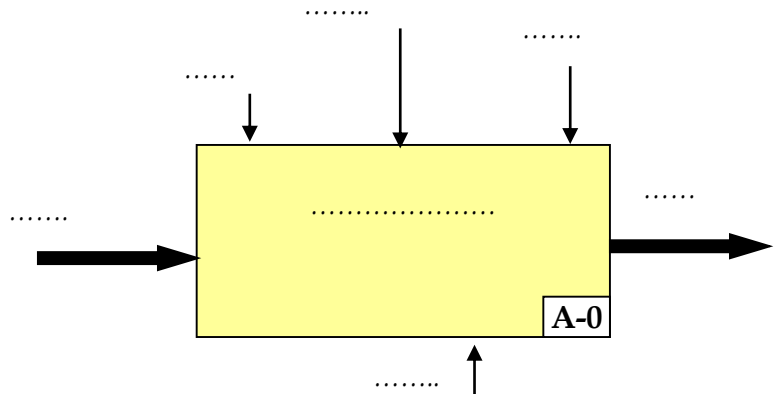
Fc4 : Respecter les normes de sécurité

Fc5 : Permettre une intervention de maintenance.

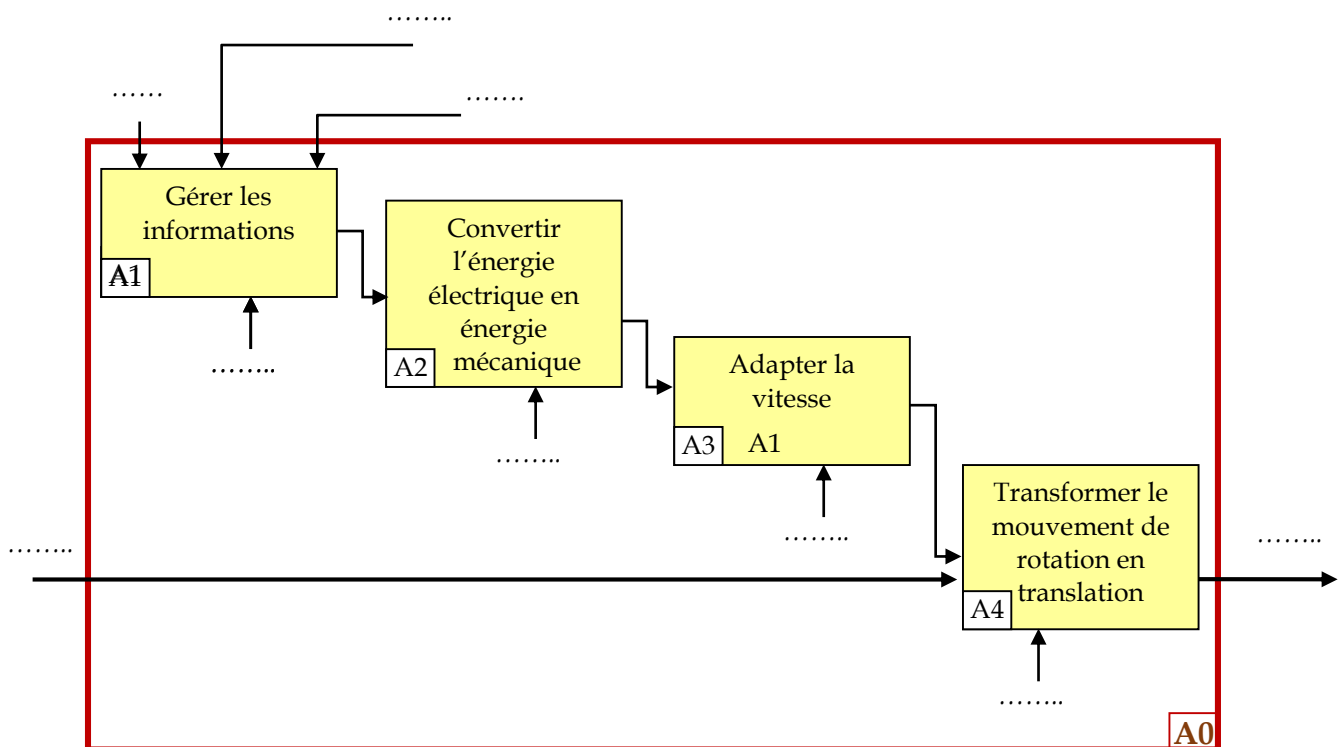


⇒ Identifier la fonction globale et les éléments transformés par le système en complétant le diagramme A-0

- Energie
- Portes en position initiale
- Ouvre-porte
- Portes en position finale
- Présence personnes
- Réglages



⇒ Compléter le diagramme A0



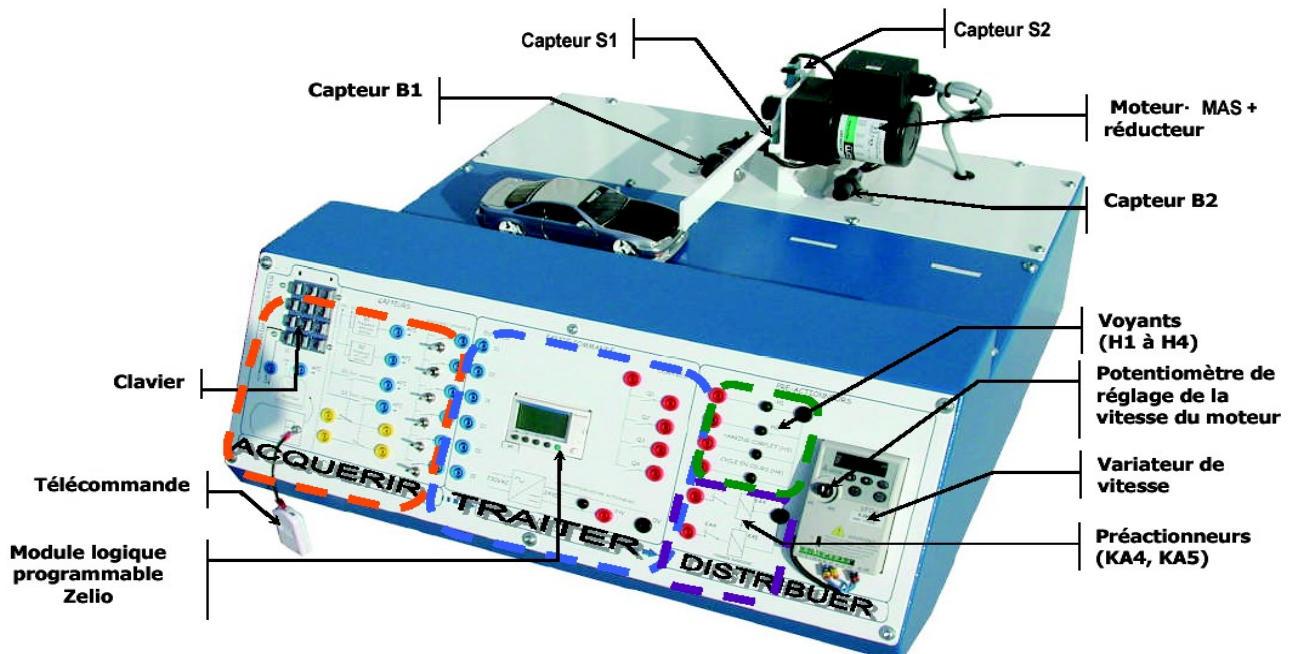
⇒ BARRIÈRE AUTOMATIQUE DE PARKING

Présentation du système

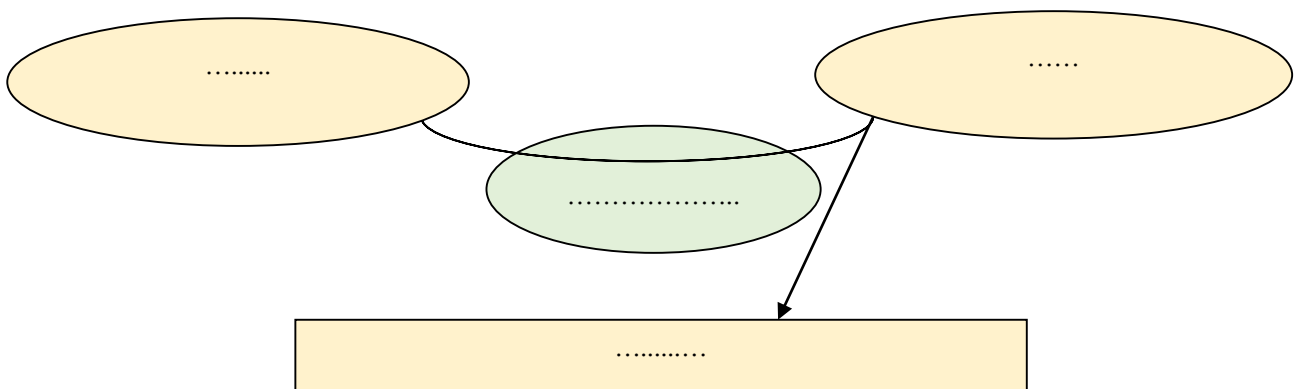
Le système, objet de l'étude, est une maquette à échelle réduite d'une barrière destinée à contrôler l'accès à un parking de stationnement de véhicules.

Comme l'indique la figure ci-dessous, le système est composé de :

- Une barrière ;
- Deux **capteurs photoélectriques** B1 et B2 qui détectent les véhicules en entrée et en sortie du parking ;
- Un clavier 12 touches permettant la saisie d'un code valable par les usagers pour pouvoir accéder au parking ;
- Une télécommande pour commander l'ouverture de la barrière à distance ;
- Deux **capteurs à galet** (S1 et S2) détectant la position de la barrière (positions haute et basse) ;
- Un **moteur électrique** associé à un **réducteur mécanique** ;
- Un **variateur de vitesse** ;
- Un **module logique programmable** (Zelio SR3101BD) pour le traitement des informations ;



⇒ Compléter la bête à cornes



⇒ Compléter le diagramme des interactions (proposer une description de la fonction de service FS4)

Les fonctions de service

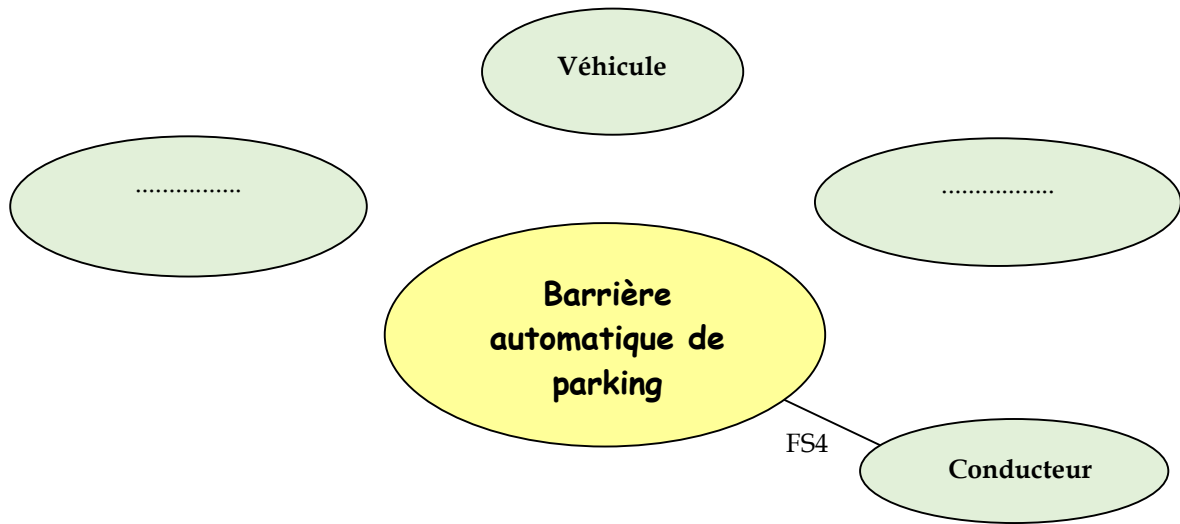
FS1 : Autoriser aux véhicules d'accéder au parking

FS2 : Eviter les collisions entre véhicules

FS3 : Résister aux effets du milieu ambiant

FS4 :

FS5 : S'adapter à la source d'énergie



⇒ Compléter le tableau de classification des fonctions de service

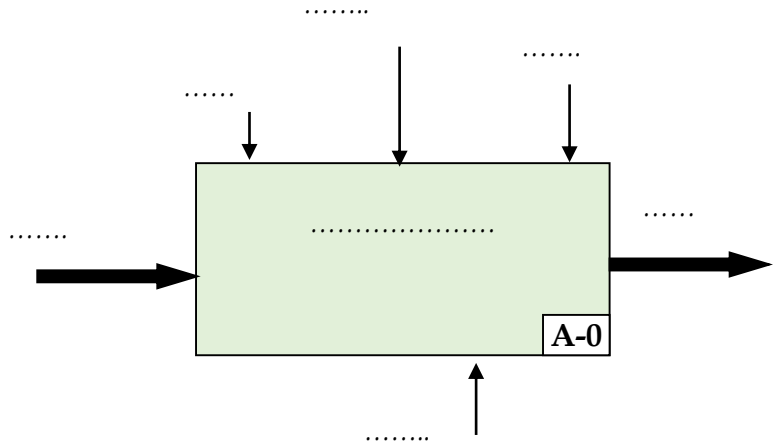
Fonction	Fonction principale ou de contrainte (FP/FC)	Fonction d'usage ou d'estime (FU/FE)
FS1 : Autoriser aux véhicules d'accéder au parking		
FS2 : Eviter les collisions entre véhicules		
FS3 : Résister aux effets du milieu ambiant		
FS4 :		
FS5 : S'adapter à la source d'énergie		

⇒ Compléter ce tableau de caractérisation des fonctions de service

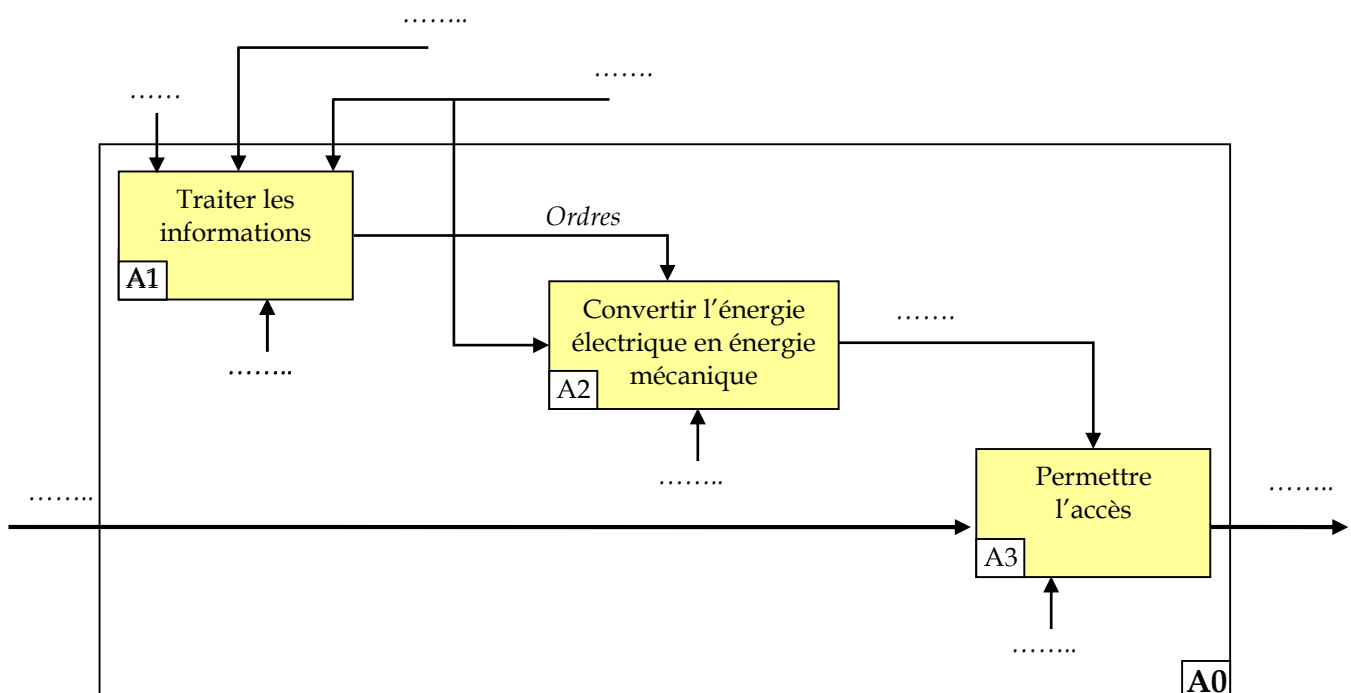
Fonction	Critère d'appréciation	Niveau
FS1	• • Temps d'ouverture •	• 90° maximum • De 2.8 à 4 s • De 2.8 à 4 s
.....	• Température • Corrosion due à l'eau • Corrosion due à l'atmosphère, humidité	▪ De -20 à 50 °C • Aucune au bout de 2 ans • Aucune au bout de 2 ans
.....	• • Fréquence	• Monophasée 230 V • 50 Hz

⇒ Compléter l'actigramme A-0 par les propositions suivantes

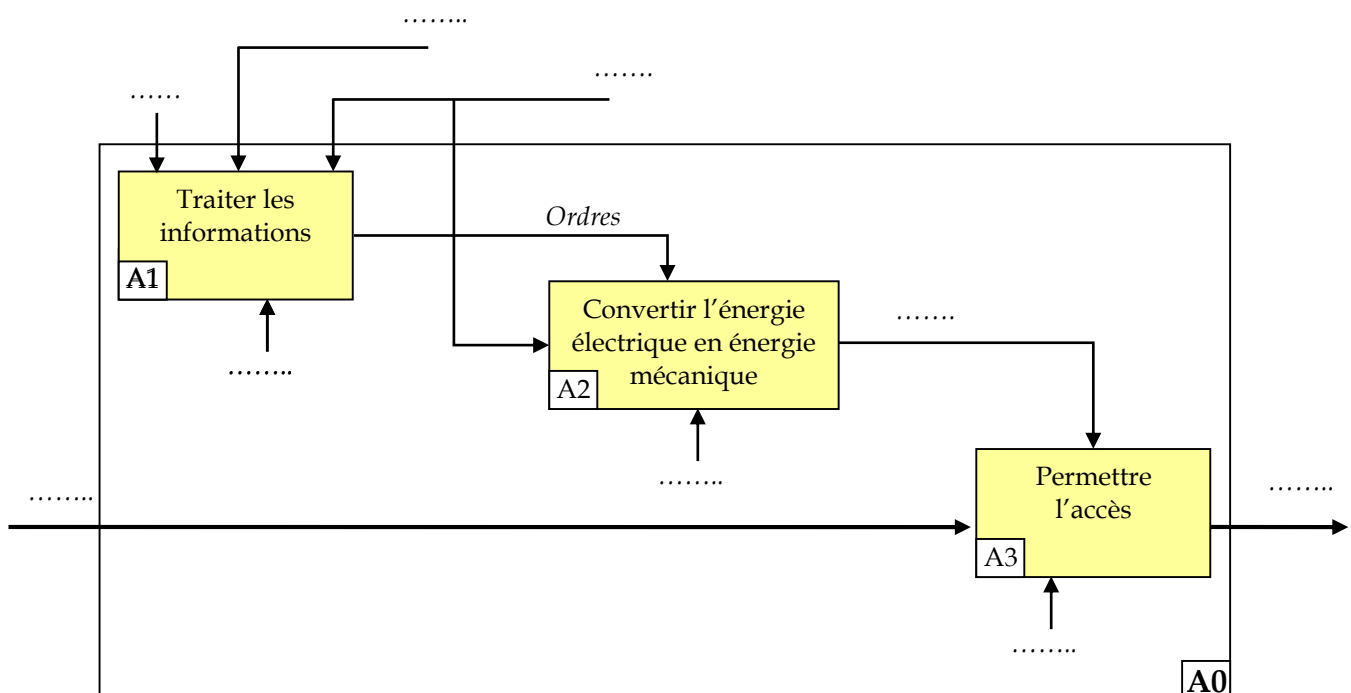
- Présence véhicule
- Véhicule en attente
- Energie
- Barrière automatique de parking
- *Programme*
- Autoriser aux véhicules d'accéder au parking
- Véhicule dans le parking



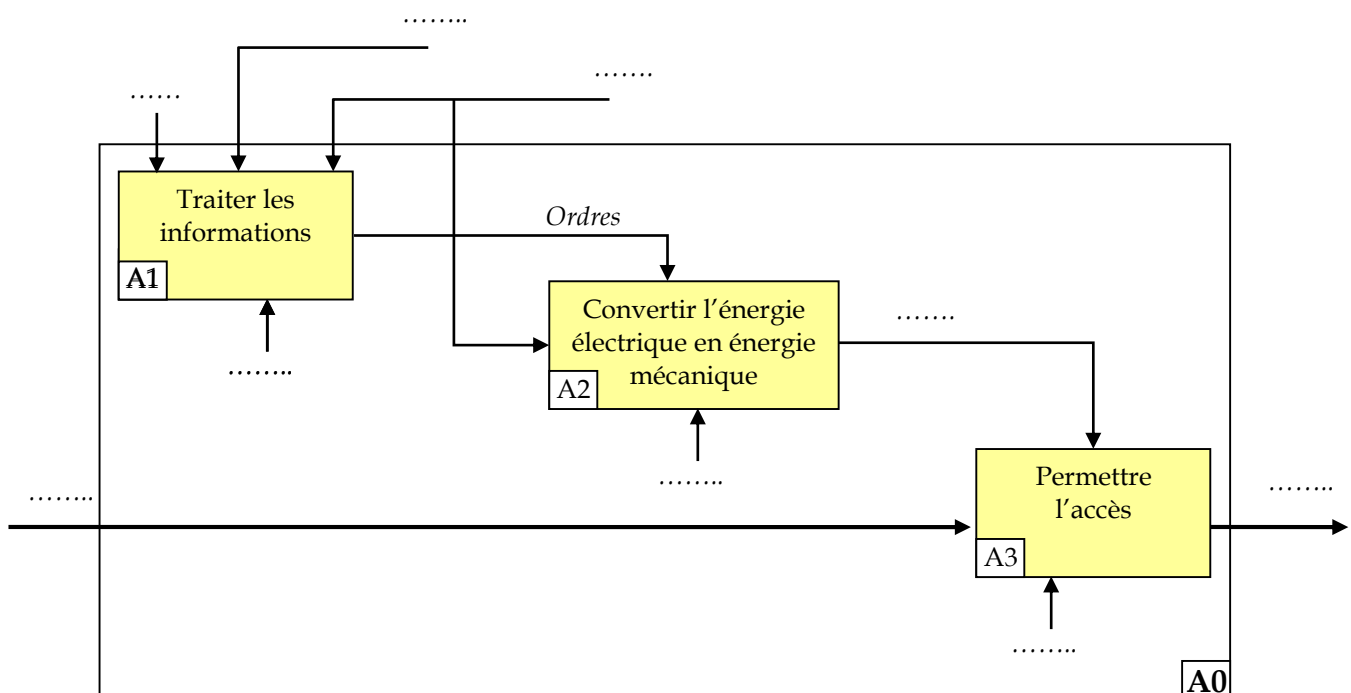
⇒ Compléter le diagramme A0



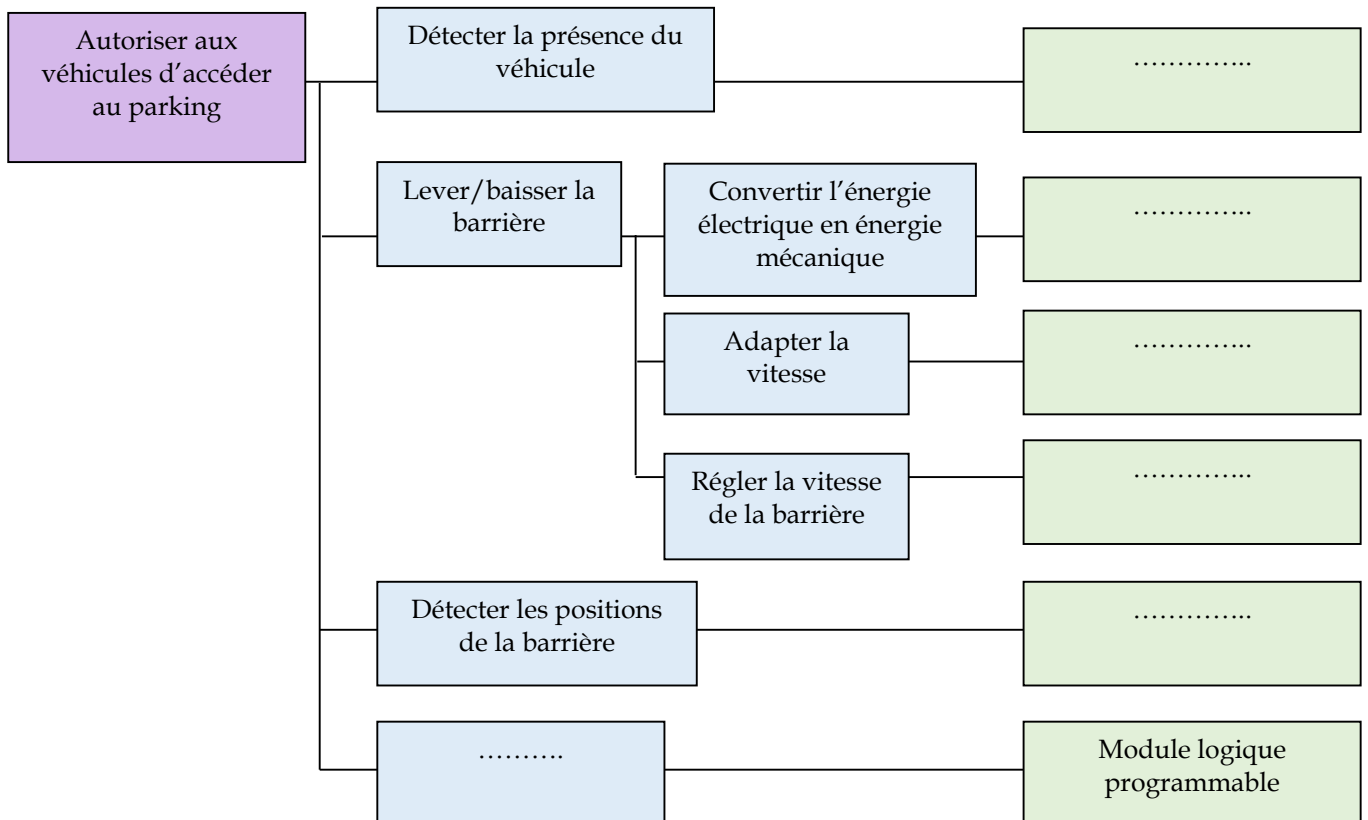
⇒ Compléter le diagramme A0



⇒ Compléter le diagramme A0



⇒ Compléter ce FAST

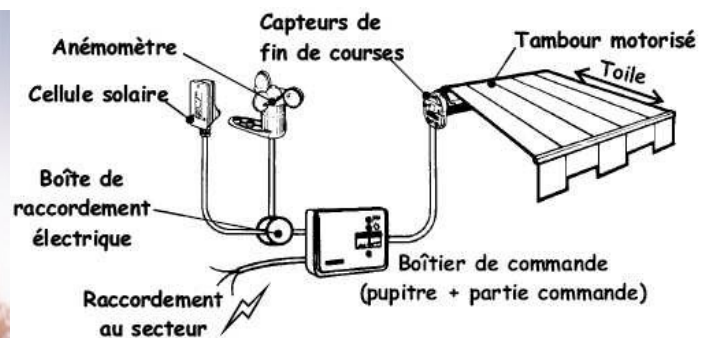


⇒ STORE AUTOMATISE

Présentation

Ces dernières années, une demande du marché grandissante s'est développée concernant les stores de protection solaire (terrasses de cafés, vitrines de magasins, pavillons de particuliers, etc...). Pour une plus grande simplicité d'utilisation, notamment afin d'éviter une commande manuelle fastidieuse, des mécanismes de commande motorisés et des systèmes automatiques de contrôle de stores se sont développés.

Ce besoin du marché est comblé par la mise en marché de différentes gammes de stores automatiques



Le système :

- Protège le store contre le vent, selon un seuil réglable
- Actionne le store automatiquement en fonction du soleil, selon un seuil réglable
- Une fois les consignes fixées, l'automatisme gère complètement la montée et la descente du store, sans l'intervention humaine, en gardant toujours comme priorité la vitesse du vent.
- Autorise une commande manuelle, par contact ou à distance, de la montée, de la descente, de l'arrêt.
- Visualise l'état de l'automatisme, par des LED ;

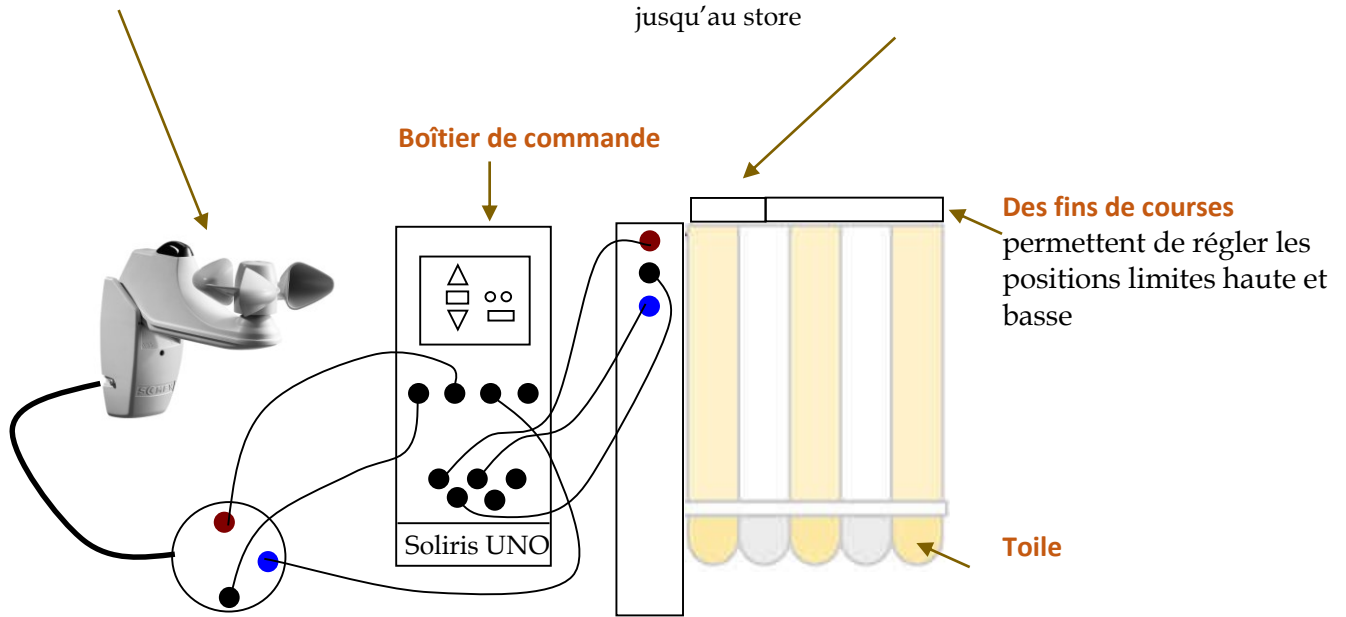
Capteur Soliris :

Permet de connaître la vitesse du vent et le niveau d'ensoleillement

Tambour motorisé :

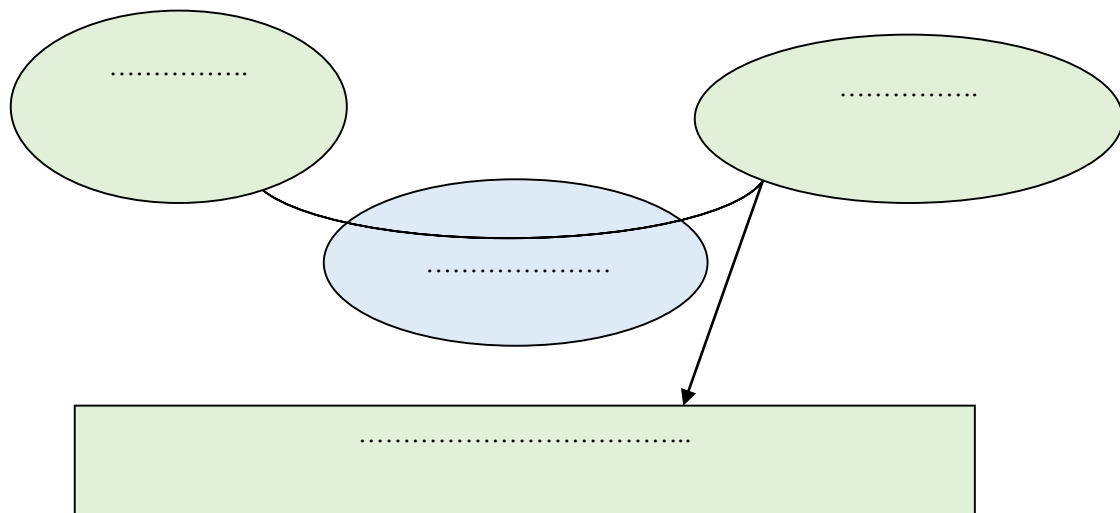
(moteur + réducteur+ rouleau)

Permet de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique (mouvement) puis d'acheminer celle-ci jusqu'au store

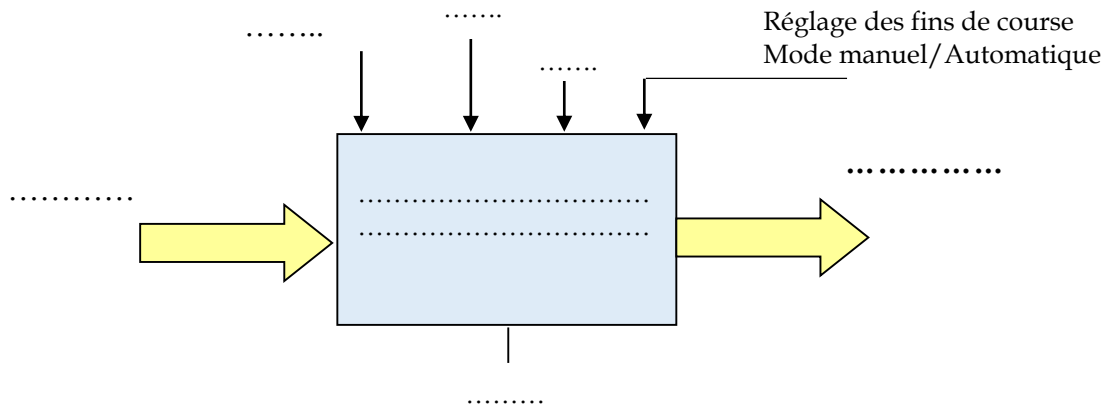


Après avoir mis en marche le système et découvert ses principales fonctionnalités, compléter ses outils d'analyse fonctionnelle

⇒ Expression du besoin (bête à cornes)



⇒ Diagramme SADT (actigramme A-0)



⇒ Diagramme des interactions (pieuvre)

Les fonctions de service

FS1 : Protéger la terrasse du soleil automatiquement

FS2 : Être configurable facilement par l'utilisateur

FS3 : Protéger le store du vent automatiquement

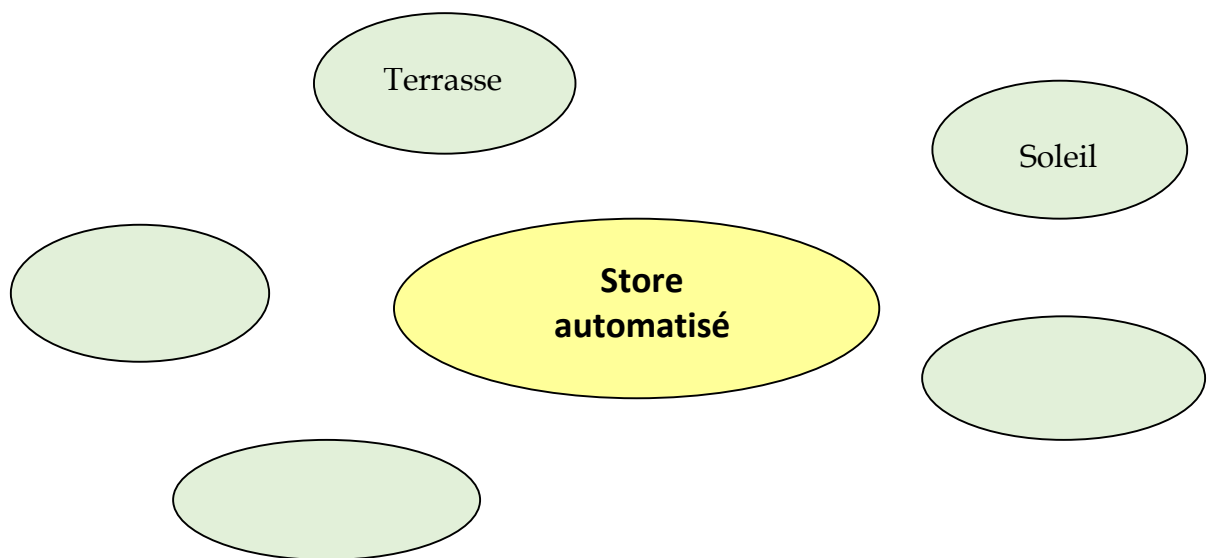
FS4 : Être intégré à la terrasse (esthétique)

FS5 : S'adapter à la source d'énergie

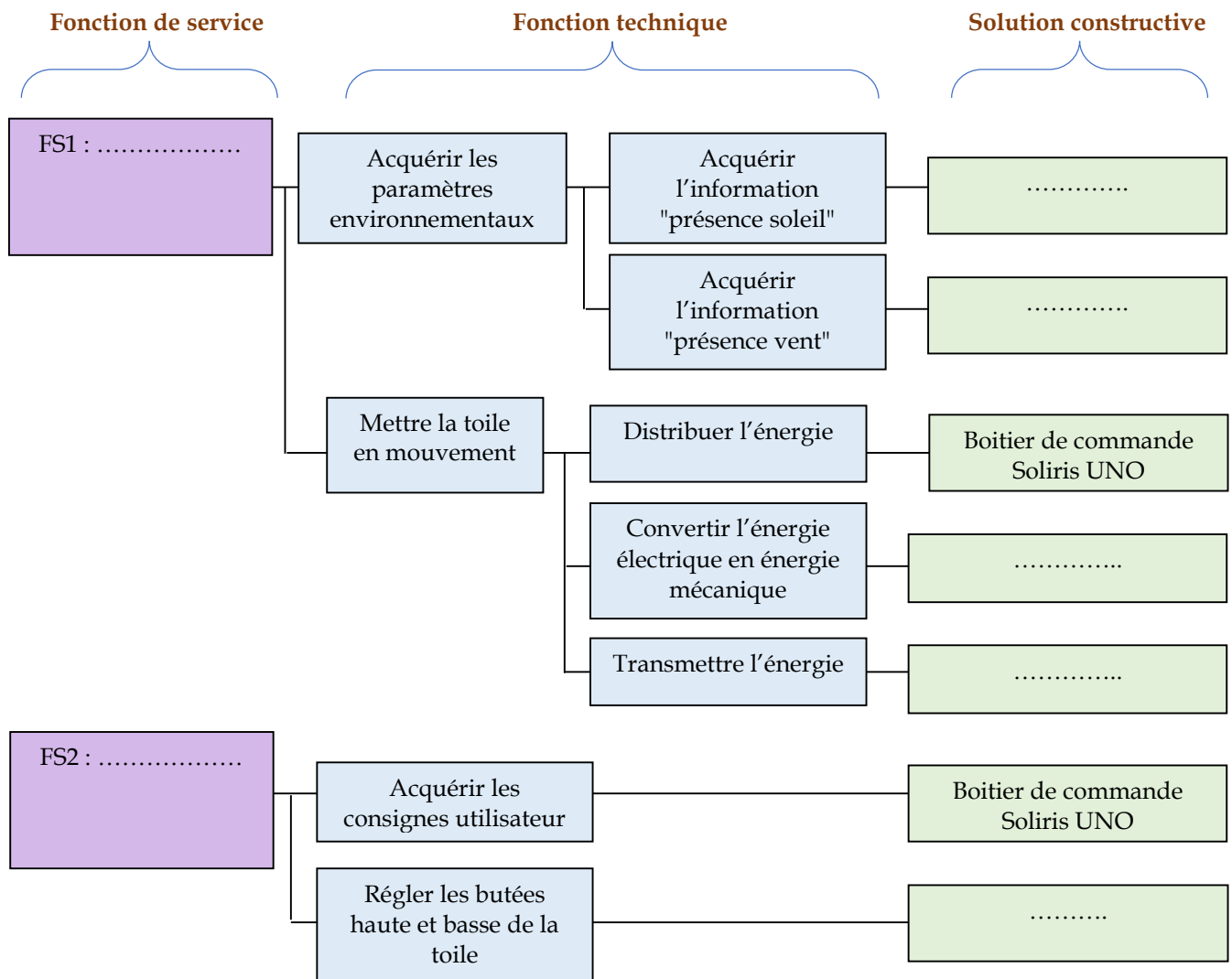
Fonction FP/FC

.....

Fonction FU/FE



⇒ Diagramme FAST



PARTIE**2**

CHAÎNE D'ÉNERGIE



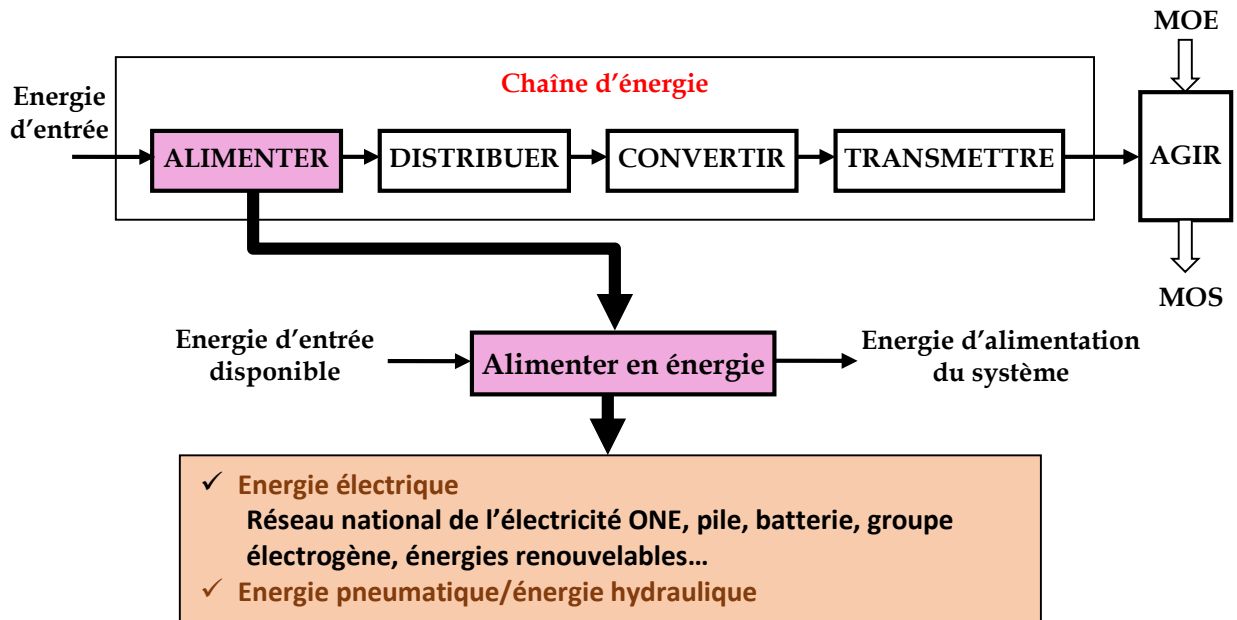
La chaîne d'énergie d'une voiture comprend, entre autres, le réservoir de carburant, les injecteurs, le moteur, la boîte de vitesse, le différentiel, l'arbre de transmission, les roues

Chaîne d'énergie

Unité 1

La fonction ALIMENTER

La fonction Alimenter en énergie dans la chaîne d'énergie ainsi que sa fonction globale sont représentées par la suivante figure :



La fonction ALIMENTER fournit à l'objet technique l'énergie nécessaire à son fonctionnement. Les principales formes d'énergie dont font appel les systèmes sont : les énergies électrique, pneumatique et hydraulique.

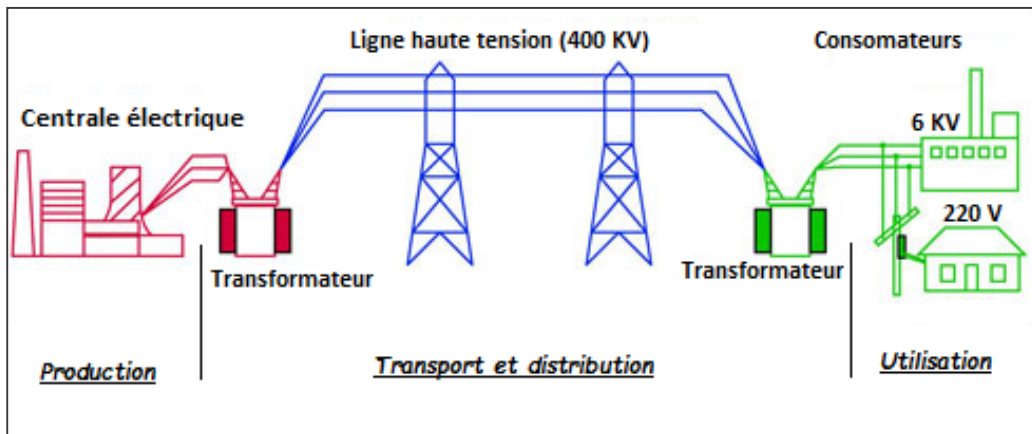
Energie	Nature
Electrique	Différence de potentiel entre 2 fils
Pneumatique	Air sous pression
Hydraulique	Fluide sous pression (l'huile le plus souvent)

Energie électrique

Réseau national (ONE et régies de distribution comme RADEES)

L'énergie disponible sur le réseau électrique provient d'usines de production de l'énergie électrique dites **centrales**.

L'énergie produite est acheminée vers les lieux de consommation (utilisation) via les réseaux de transport et le réseau de distribution.



Caractéristiques de l'énergie du réseau :

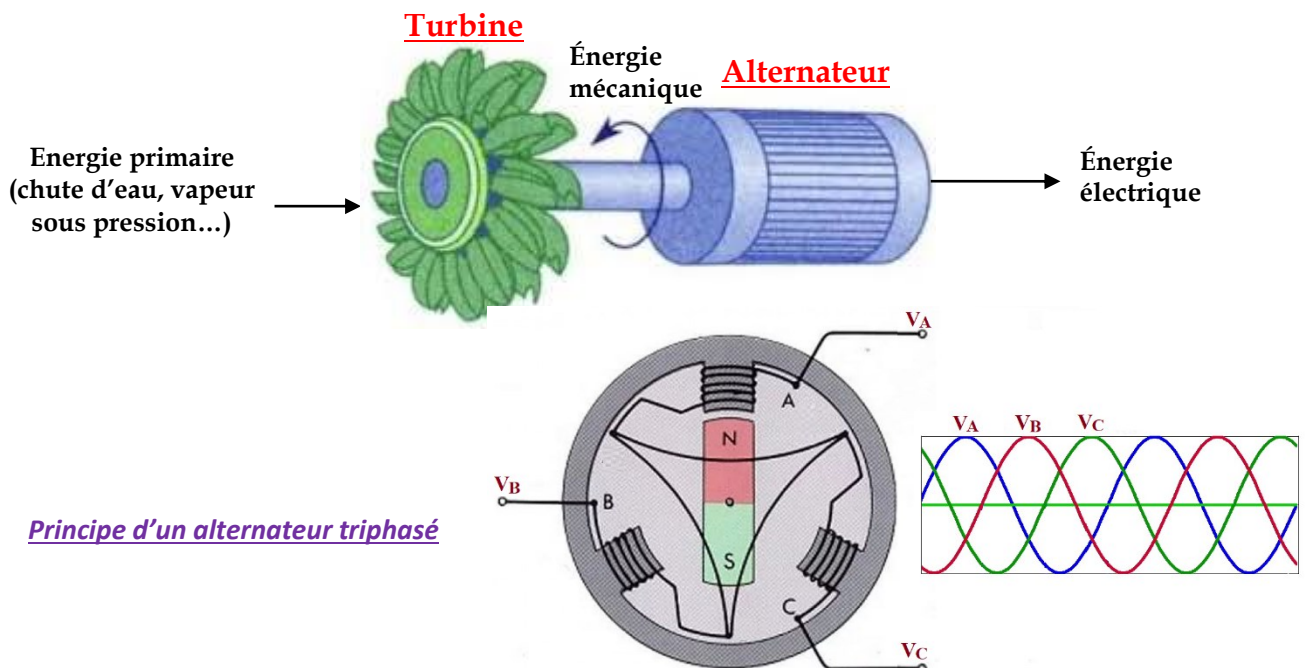
Courant alternatif

Fréquence 50 Hz

Tensions : 220V/380V (pour les utilisateurs basse tension)

Centrales de production

L'énergie électrique du réseau national est produite dans des centrales où on trouve essentiellement un **alternateur** entraîné par une **turbine**

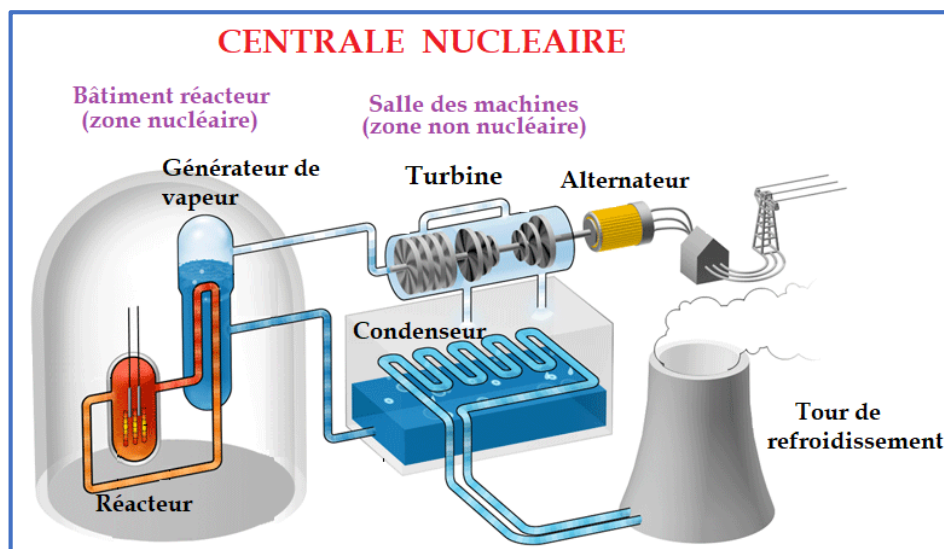
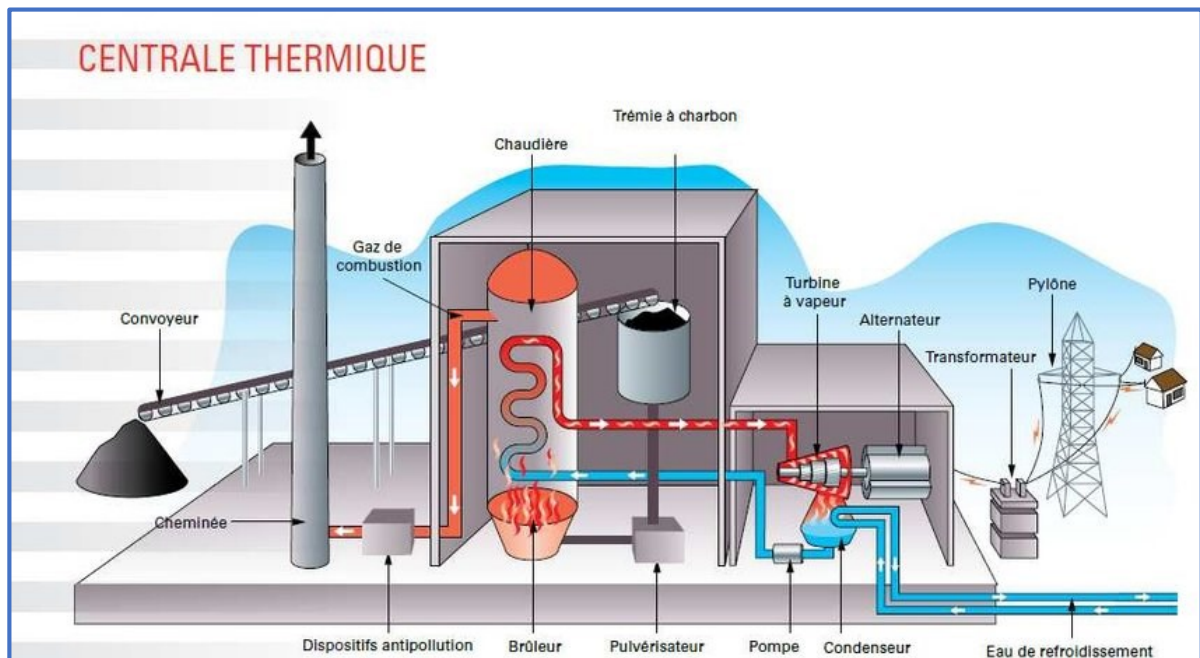
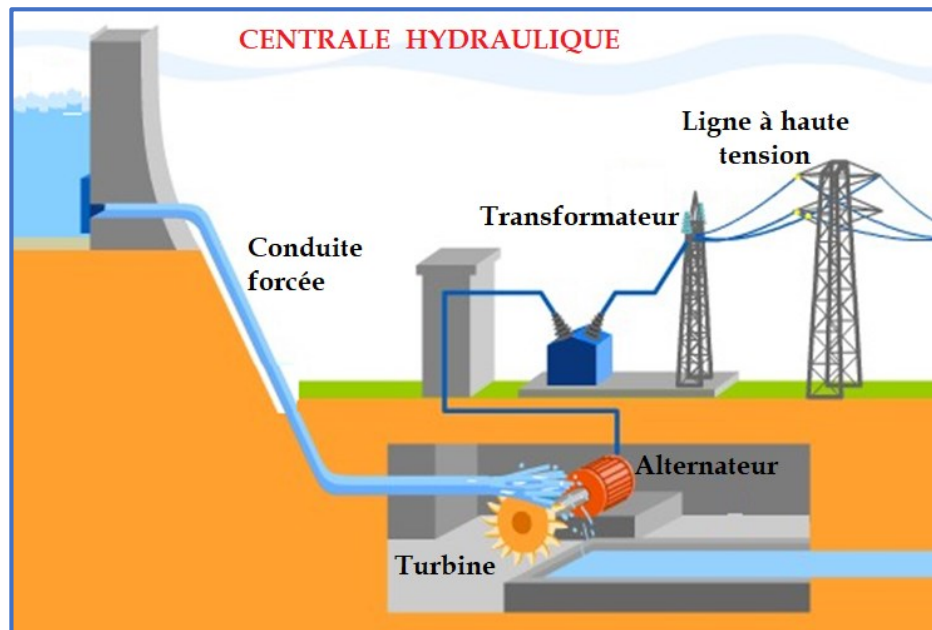


Principe d'un alternateur triphasé

Un aimant permanent ou un électroaimant alimenté par un courant d'excitation, est en rotation à l'intérieur de trois bobines ; il produit ainsi trois tensions triphasées alternatives V_A , V_B et V_C décalées de 120° et de fréquence

Selon la nature de l'énergie primaire requise par la centrale, on distingue :

- **Centrale hydraulique** : un courant d'eau (barrage, rivière...) entraîne la turbine en rotation
- **Centrale thermique** : la chaleur produite par la combustion du charbon, gaz, fuel, pétrole... vaporise l'eau. Cette vapeur, sous pression, entraîne la turbine
- **Centrale nucléaire** : c'est une centrale thermique dont la chaleur, nécessaire à la vaporisation de l'eau, est obtenue par la fission de l'Uranium dans un réacteur

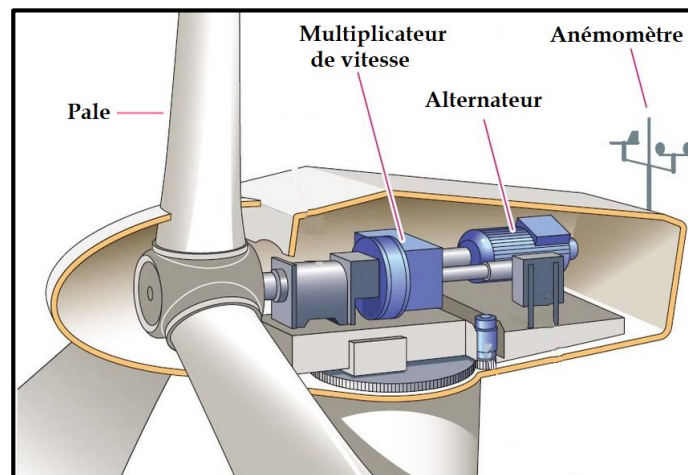


Sources autonomes

Panneaux solaires photovoltaïques : se composent de photopiles qui, excitées par les rayons solaires, produisent de l'électricité (Utilisés pour les sites isolés)



Eolienne : un générateur éolien convertit l'énergie cinétique du vent en électricité. Il est constitué principalement d'une hélice à pales qui entraîne un alternateur en rotation par l'intermédiaire d'un multiplicateur de vitesse

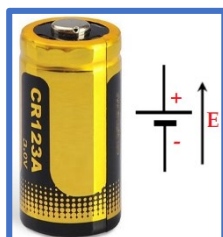


Groupe électrogène : ici, c'est un moteur thermique diesel qui entraîne un alternateur en rotation. Le groupe électrogène est généralement utilisé comme alimentation de secours (hôpitaux, centres informatiques...)



Piles et batteries

- Une pile est formée par une cellule à deux électrodes baignant dans une solution chimique. Les réactions internes produisent une tension entre les électrodes
- Une batterie d'accumulateurs est un assemblage de piles



⇒ Grandeurs électriques

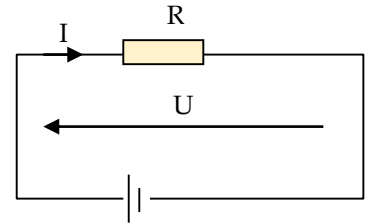
Courant continu

Soit un récepteur soumis à une tension U appliquée à ses bornes

R : résistance du récepteur en Ohms (Ω)

U : tension en Volts (V)

I : intensité du courant qui traverse le récepteur en Ampères (A)



Loi d'Ohm :

Puissance consommée par le récepteur : en Watts (W)

Energie consommée par le récepteur pendant un temps t :

- Si P en W et t en s alors W en Joules (J)
- Si P en kW et t en heures alors W en KiloWatheures (KWh)

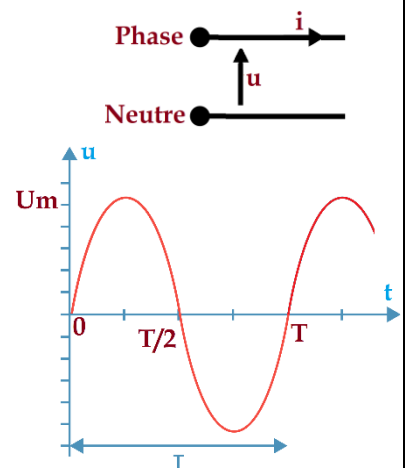
Courant alternatif monophasé

Fréquence

Pulsation

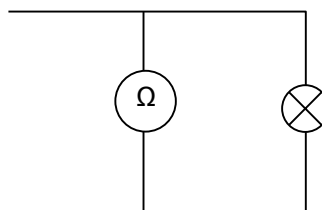
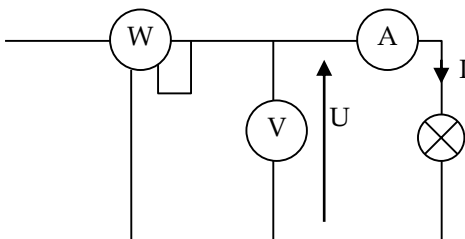
Valeur efficace

Expression de u



Mesure de grandeurs électriques

- La résistance d'un récepteur se mesure à l'aide d'un
- La tension aux bornes d'un récepteur se mesure à l'aide d'un
- L'intensité du courant qui traverse un récepteur se mesure à l'aide d'un
- La puissance dissipée par un récepteur se mesure l'aide d'un
- L'énergie consommée par un récepteur se mesure à l'aide d'un

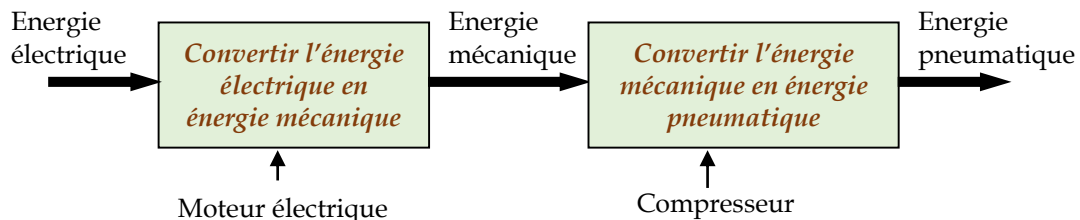


Multimètre numérique

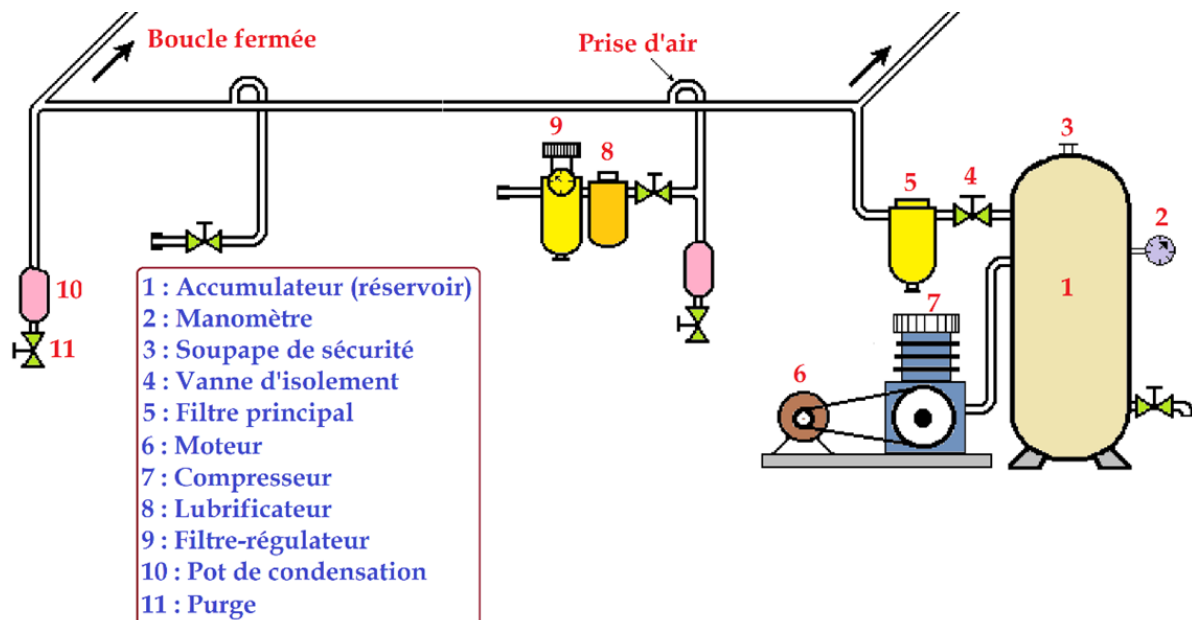
Energie pneumatique et hydraulique

Alimentation pneumatique

L'énergie pneumatique résulte de la compression de l'air et sa distribution à travers des canalisations. Elle est assurée par un compresseur animé par un moteur électrique. La pression est de l'ordre de quelques bars.



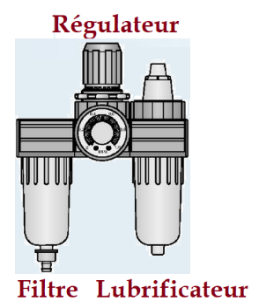
Installation pneumatique



Groupe de conditionnement

Le groupe de conditionnement d'air est composé de trois modules principaux : un filtre, un régulateur et un lubrificateur.

Composant	Filtre	Régulateur de pression	Lubrificateur (Huileur)
Symbole			
Fonction	Filtrer (Assécher l'air et éliminer les impuretés)	Adapter la pression (Régler et réguler la pression de l'air)	Lubrifier (Eviter la corrosion et améliorer le glissement)

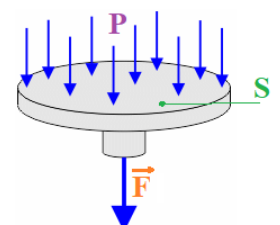


Grandeurs pneumatiques

La force mécanique F produite par l'énergie pneumatique est liée à la pression p par la relation :

$$F = p \cdot S \quad (F \text{ en N, } p \text{ en Pascal (Pa) et } S : \text{surface en m}^2)$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$



Mesure de pression

Une pression se mesure avec un (pneus de voiture ou vélo) ou avec un (pour la pression atmosphérique)



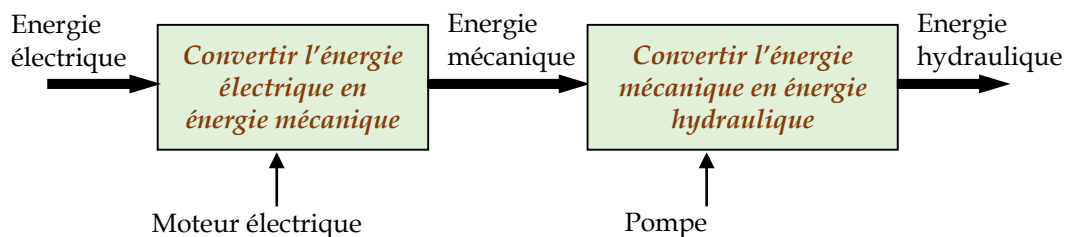
Manomètre



Baromètre

Alimentation hydraulique

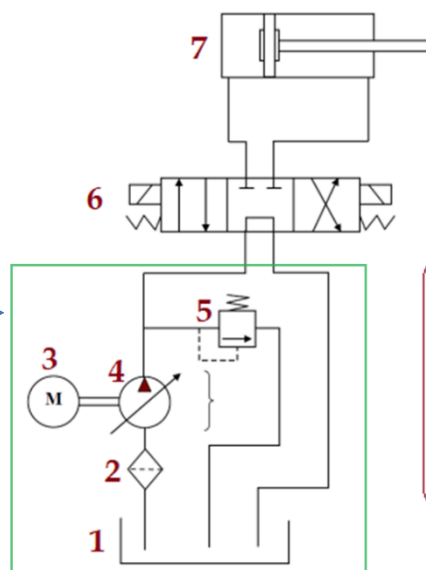
L'énergie hydraulique utilise l'huile sous pression. Elle est assurée par une pompe animée par un moteur électrique. La pression peut atteindre quelques centaines de bars.



Installation hydraulique

Les composants d'une installation hydraulique sont pratiquement les mêmes qu'installation pneumatique

Centrale hydraulique



- 1 : Réservoir
- 2 : Filtre
- 3 : Moteur
- 4 : Pompe
- 5 : Limiteur de pression
- 6 : Distributeur
- 7 : Vérin

Grandeurs hydrauliques

$F = p \cdot S$ (F : force développée en N, p : pression en Pa et S : surface en m²)

$Q_v = V \cdot S$ (Qv : débit volumique en m³/s, V : vitesse du fluide en m/s et S : section d'écoulement en m²)

4. Pour le signal sinusoïdal ci-contre, compléter :

U_{max} =

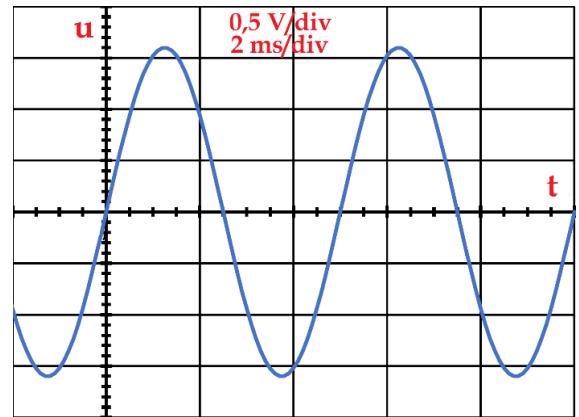
U_{eff} =

T =

f =

$$\omega = \dots\dots\dots$$

$u(t) = \dots\dots\dots$

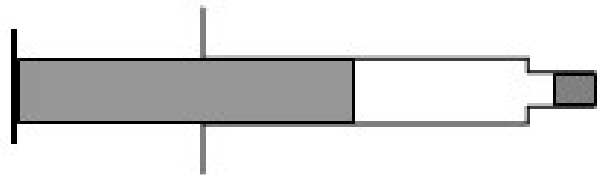


5. Lors d'un dosage, on utilise une burette graduée remplie d'un liquide. La pression à la surface du liquide est la pression atmosphérique $P_{atm}=1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. La surface du liquide vaut $S=5 \times 10^{-5} \text{ m}^2$.

- Donner la relation entre la force F , la pression P et la surface S .
- Calculer la force exercée par l'air sur la surface du liquide

[illegible]

6. On suppose qu'on appuie légèrement sur le piston d'une seringue horizontale bouchée. La pression du gaz contenu dans la seringue est alors de 2 bars.



- Donner la valeur de cette pression dans l'unité légale Pa.
- Quelle est la valeur de la force pressante exercée par ce gaz sur une portion de paroi de la seringue dont la surface est $2,5 \text{ cm}^2$?
- On comprime le gaz en appuyant sur le piston. La pression du gaz devient $2,5$ bars. Quelle est alors la valeur de la force pressante exercée par le gaz sur la portion de paroi précédente ?

[illegible]

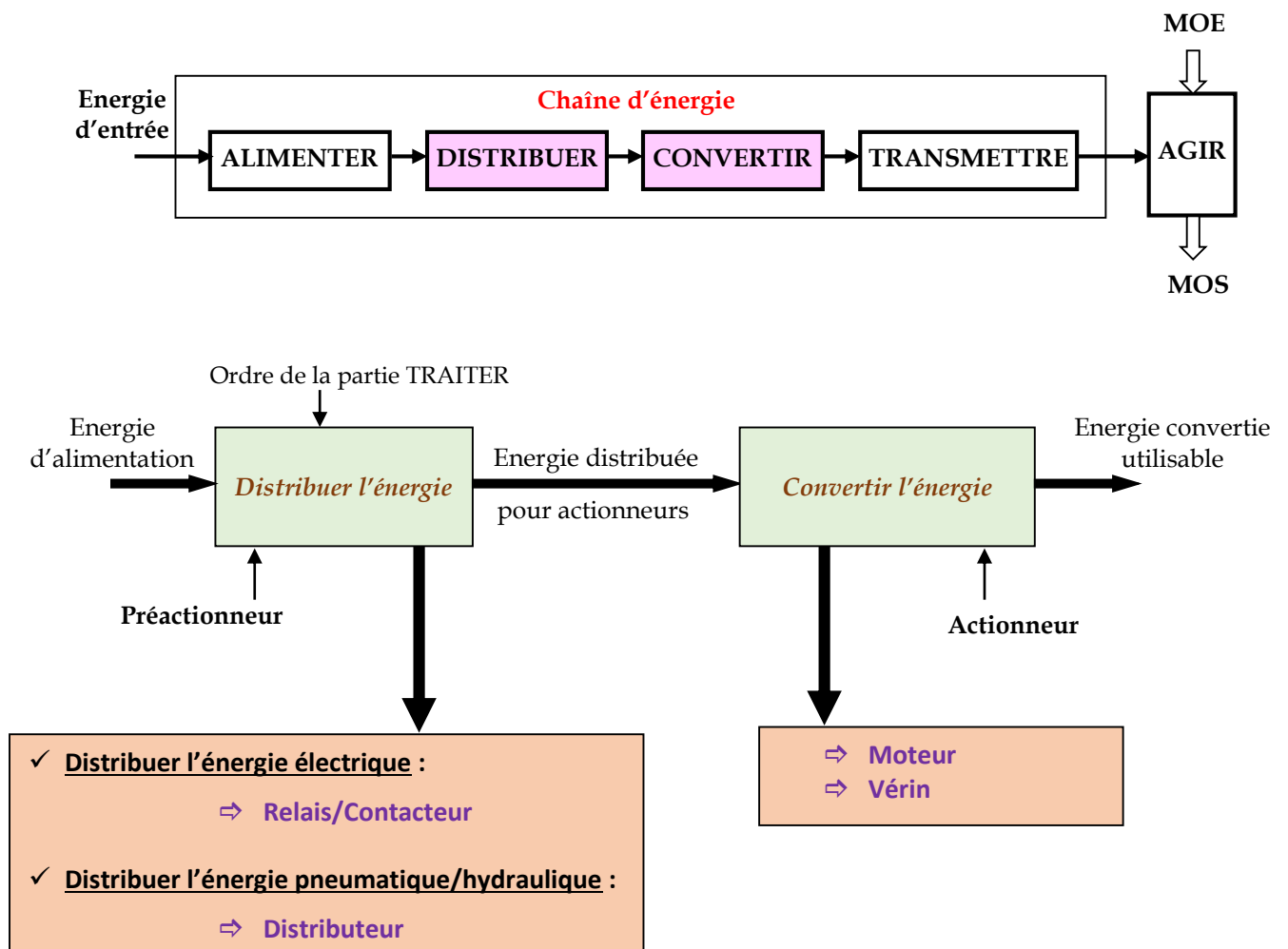
Les fonctions DISTRIBUER et CONVERTIR

Mise en situation

Le store automatique étant alimenté par l'énergie électrique,

- La mise en mouvement de ses éléments nécessite que l'énergie électrique soit convertie en énergie mécanique : c'est le rôle de la fonction **CONVERTIR**. Cette fonction est matérialisée par des composants dits **actionneurs**
- Mais avant, l'énergie électrique doit être convenablement acheminée vers le moteur afin d'obtenir l'action attendue (arrêt, montée ou descente du store) : c'est le rôle de la fonction **DISTRIBUER**. Cette fonction est matérialisée par des composants dits **préactionneurs**

La position des fonctions DISTRIBUER et CONVERTIR dans la chaîne d'énergie est représentée par la suivante figure :



Convertir l'énergie

⇒ Un actionneur convertit une énergie d'entrée disponible sous une certaine forme en une énergie sous une forme différente utilisable par un effecteur qui agit sur la matière d'œuvre

Les principaux actionneurs utilisés dans les systèmes techniques sont le moteur électrique et le vérin pneumatique

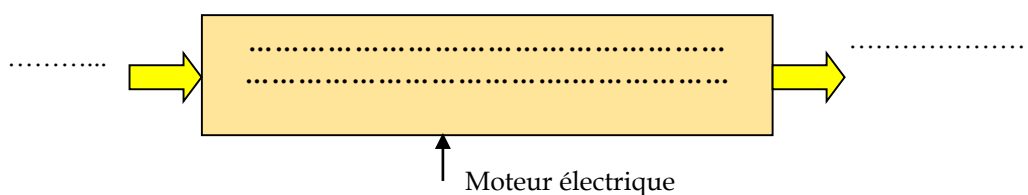
- convertit l'énergie électrique disponible en une énergie mécanique de rotation.
- convertit l'énergie pneumatique de l'air comprimé en énergie mécanique de translation.
- convertit l'énergie électrique en énergie thermique de chauffage.
- convertit l'énergie électrique en énergie lumineuse
- convertit l'énergie électrique en énergie sonore

⇒ Un effecteur termine la chaîne d'énergie et agit sur la matière d'œuvre

Exemples

<i>Système</i>	<i>Actionneur</i>	<i>Effecteur</i>
Perceuse		
Positionneur de parabole		
Système de serrage		
Convoyeur d'objets		

Moteur électrique



⇒ Moteur à courant continu

Principe

Le MCC comporte deux parties, appelées stator (partie fixe) et rotor (partie mobile).

Le **stator**, aussi appelé **inducteur**, crée un champ magnétique.

Le **rotor**, aussi appelé **induit**, est alimenté par une tension continue U.

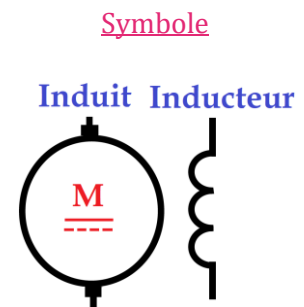
Les conducteurs du rotor, traversés par le courant et immergés dans le champ magnétique, sont soumis à la force de Laplace qui va faire tourner le rotor



ROTOR
(INDUIT)



STATOR
(INDUCTEUR)



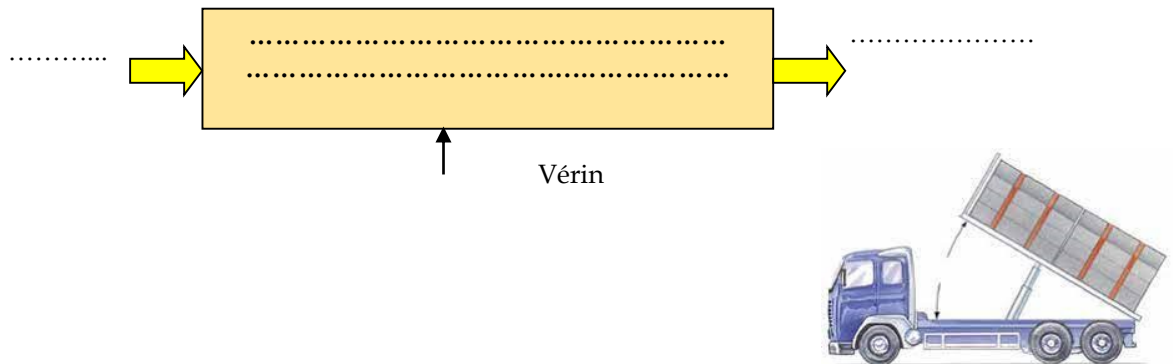
Puissance et rendement

Pa : Puissance absorbée au réseau	.....	(en W)
Pu : Puissance utile sur l'arbre du moteur	.....	(en W)
Cu : couple moteur sur l'arbre	.....	(en N.m)
ω : vitesse angulaire de rotation	.....	(en rad/s)
N : fréquence de rotation	.....	(en tr/min)

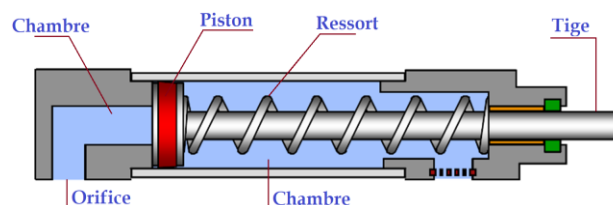
Comme toutes les machines, le moteur à courant continu concède des pertes lors de son fonctionnement.

Le rendement est le rapport de la puissance utile sur la puissance absorbée (en %)

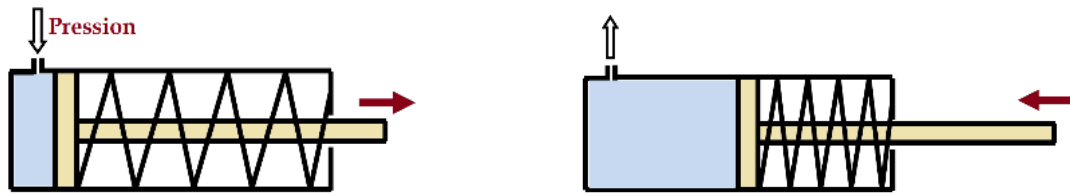
Vérin pneumatique/hydraulique



⇒ Vérin à simple effet



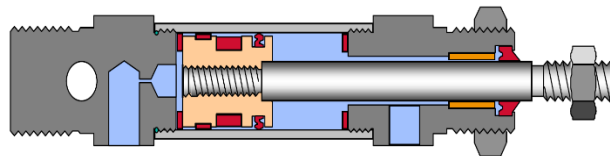
Positions de la tige du vérin (rentrée et sortie)



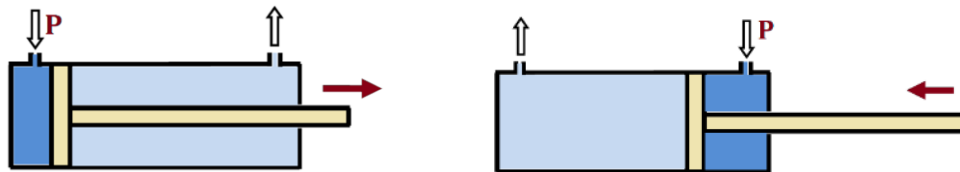
⇒ Vérin à double effet

.....

.....

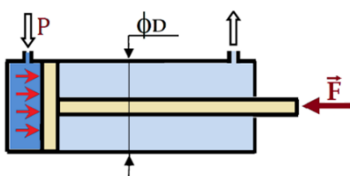


Positions de la tige du vérin

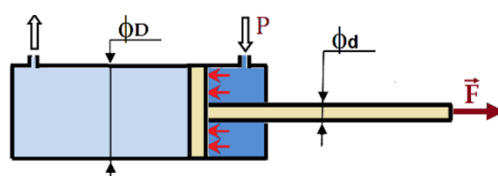


Caractéristiques d'un vérin

Compte tenu de la relation $F = p \cdot S$, l'effort F développé pendant la sortie et la rentrée de la tige sont :



$$F = p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$



$$F = p \cdot \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$$

p : pression de service (en Pa)
 d : diamètre de la tige (en m)
 D : diamètre du piston (en m)

Puissance utile

$$P_u = F \cdot V$$

(P_u en W, F en N

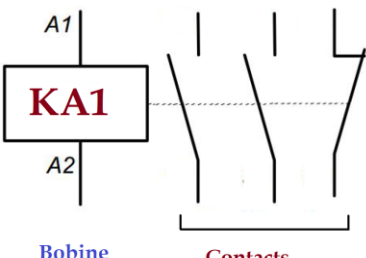
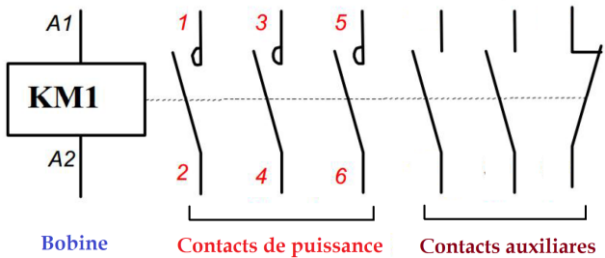
et V vitesse en m/s)

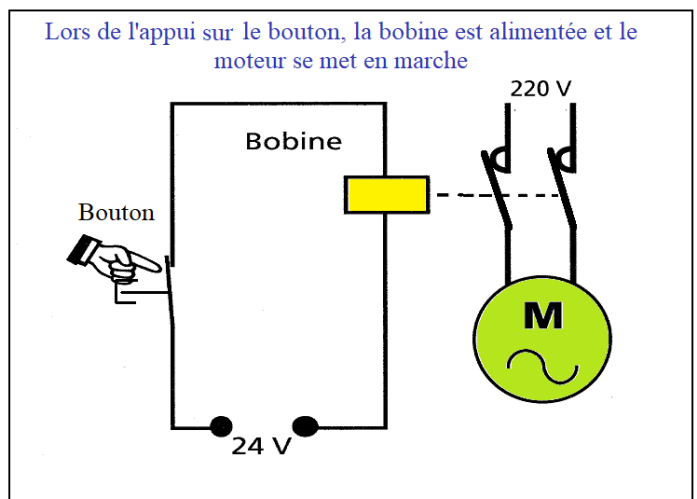
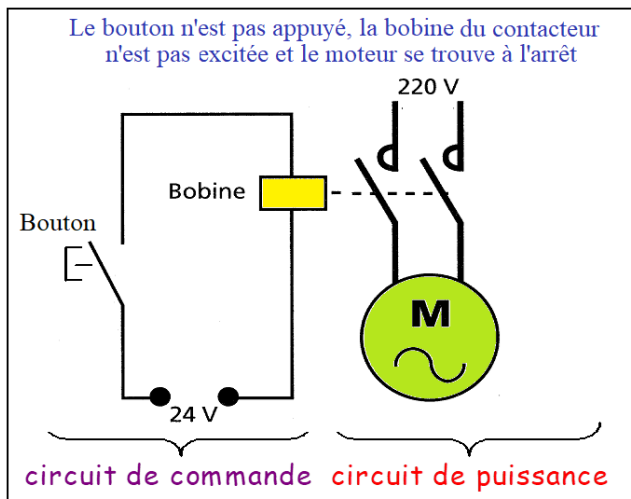
d. Calculer la puissance P_s développée lors de la sortie

Distribuer l'énergie

- est un préactionneur qui distribue l'énergie pneumatique ou hydraulique vers les vérins
- est un préactionneur qui distribue l'énergie électrique vers les moteurs

Distribuer l'énergie électrique

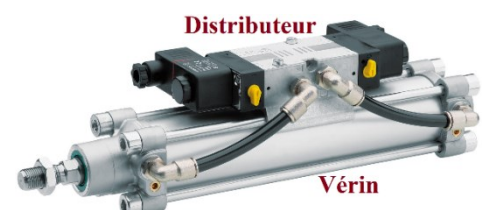
Relais	Contacteur
Un relais est constitué d'une bobine qui, sous l'ordre la partie Traiter, s'excite et attire une armature ferromagnétique qui déplace un ou plusieurs contacts  Symbole  Bobine Contacts	le contacteur repose sur le même principe qu'un relais, mais le courant mis en jeu est important.  Symbole  Bobine Contacts de puissance Contacts auxiliaires

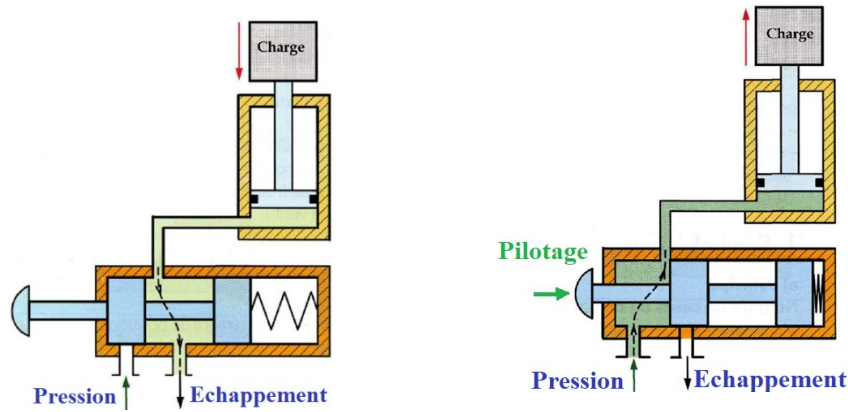


Distribuer l'énergie pneumatique/hydraulique

Distributeur

Le distributeur est un dispositif de commutation qui met les chambres d'un vérin à la pression ou à l'échappement selon l'ordre de pilotage provenant de la partie Traiter



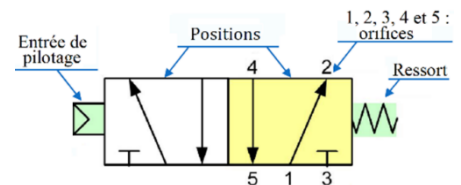


Désignation des distributeurs

Un distributeur est caractérisé par :

- Le nombre d'orifices (2, 3, 4, ou 5)
- Le nombre de position du tiroir (2 ou 3 en général)
- Le type de commande (pilotage) : manuel, électrique, pneumatique
 - Dans un distributeur monostable, un ressort de rappel ramène le dispositif à sa position initiale dès que le signal de commande (pilotage) est interrompu
 - Dans un distributeur bistable, chacune des deux positions est obtenue par un signal appliqué à une entrée de pilotage

Exemple : ci-contre, un distributeur **5/2** (5 orifices / 2 positions)
monostable à **pilotage pneumatique**



Désignation	Symbole
Distributeur 2/2	
Distributeur 3/2	
Distributeur 4/2	

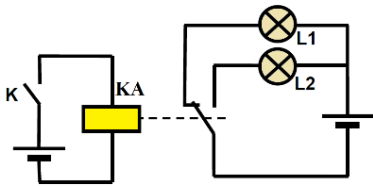
Désignation	Symbole
Distributeur 4/3	
Distributeur 5/2	
Distributeur 5/3	

Commande (Pilotage)		Symbole
Manuel	Bouton poussoir	
	Levier	
	Pédale	
Mécanique	poussoir	
	Galet	
	Ressort	

Commande (Pilotage)	Symbole
Electrique	
Pneumatique	
Hydraulique	
Electro-pneumatique	

Exercices

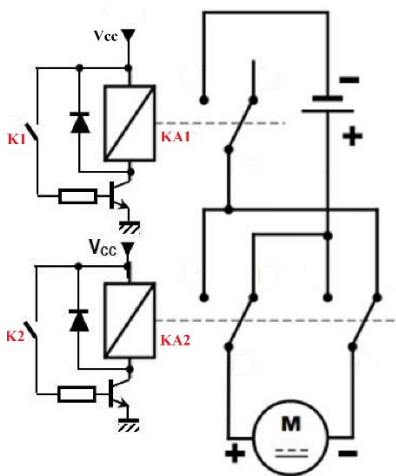
1. Compléter le tableau de fonctionnement du montage



Etat du l'interrupteur k	Etat de la lampe L1 (allumée ou éteinte)	Etat de la lampe L2 (allumée ou éteinte)
Ouvert		
Fermé		

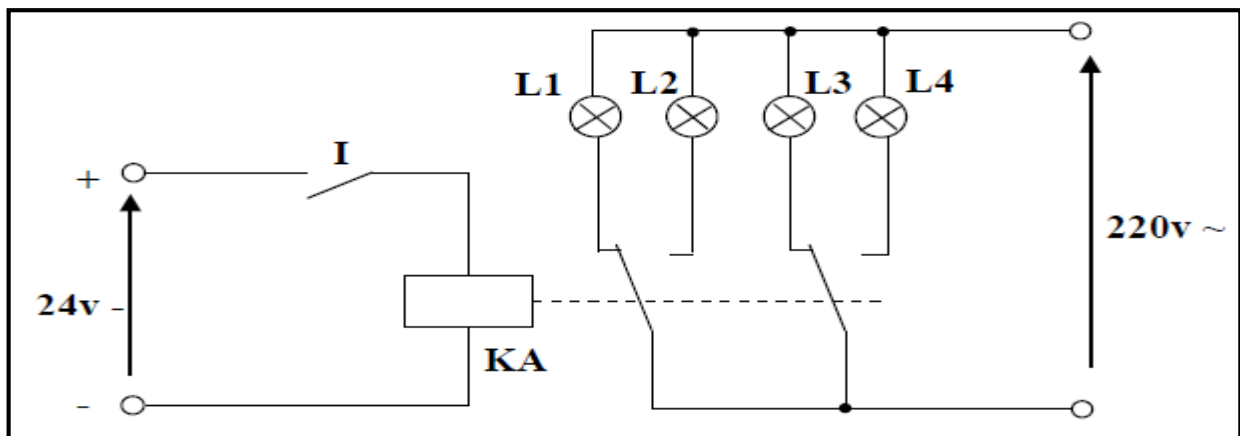
2. Inversion du sens de marche d'un MCC.

Compléter le tableau de fonctionnement



K1 (Ouvert / Fermé)	K2 (Ouvert / Fermé)	Relais KA1 (Excité / désexcité)	Relais KA2 (Excité / désexcité)	Moteur (Arrêt / sens1 / sens2)
O	O	.....	.....	.....
O	F	.....	.....	.....
F	O	.....	.....	Sens 1
F	F	.....	.....	.....

3. Indiquer les lampes allumées et les lampes éteintes pour les deux états de l'interrupteur I



.....

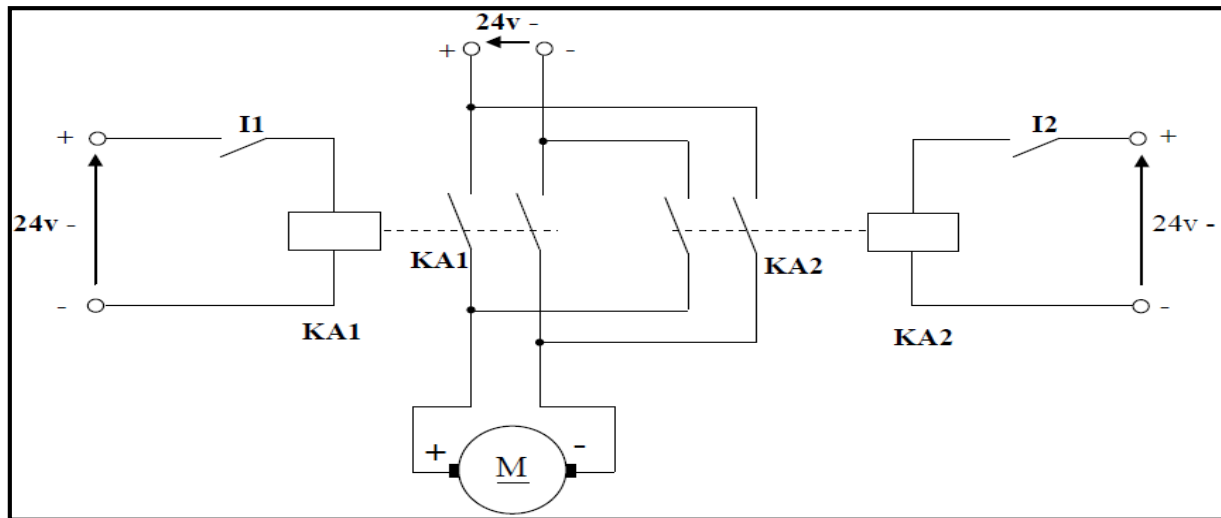
.....

.....

.....

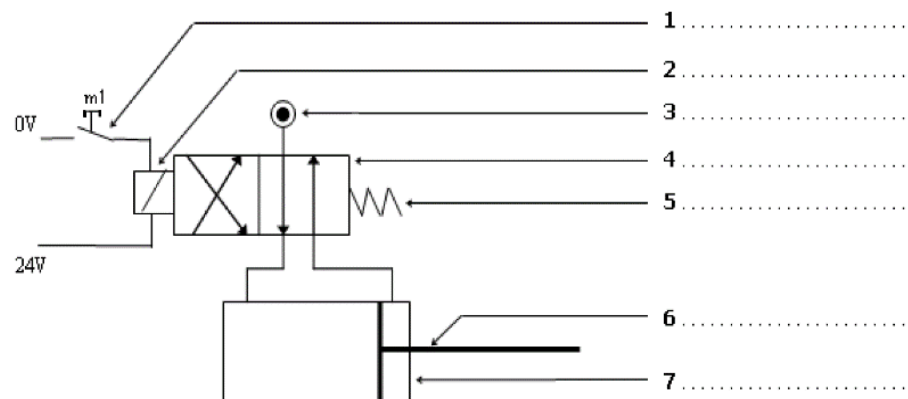
.....

4. Compléter le tableau de fonctionnement de ce montage de commande d'un moteur à courant continu



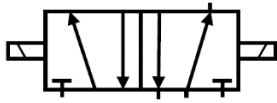
Etat de I1	Etat de I2	Etat du relais KA1 (Travail/Repos)	Etat du relais KA2 (Travail/Repos)	Etat du moteur (Arrêt/Sens normal/sens inverse)
O	O			
O	F			
F	O			Sens normal
F	F			

5. Commande électrique d'un vérin pneumatique

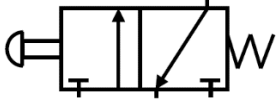


- Compléter la légende
- Le préactionneur est-il Monostable ☐ ou Bistable ☐ ?
- Repasser en rouge le circuit en pression, en vert le circuit à l'échappement et en bleu le circuit de commande

6. Identifier les composants suivants :

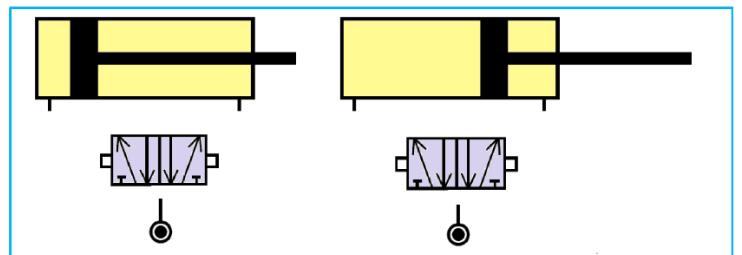
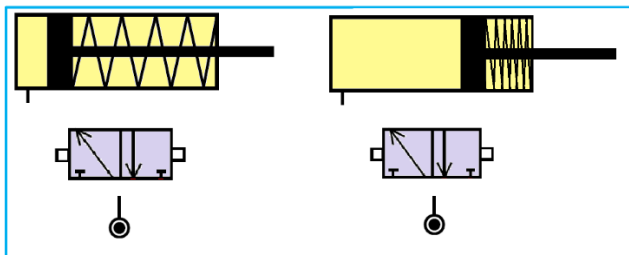


.....



.....

7. La figure propose un vérin simple effet commandé par un distributeur 3/2 et un vérin double effet commandé par un distributeur 5/2. Compléter le câblage pour les deux positions des vérins

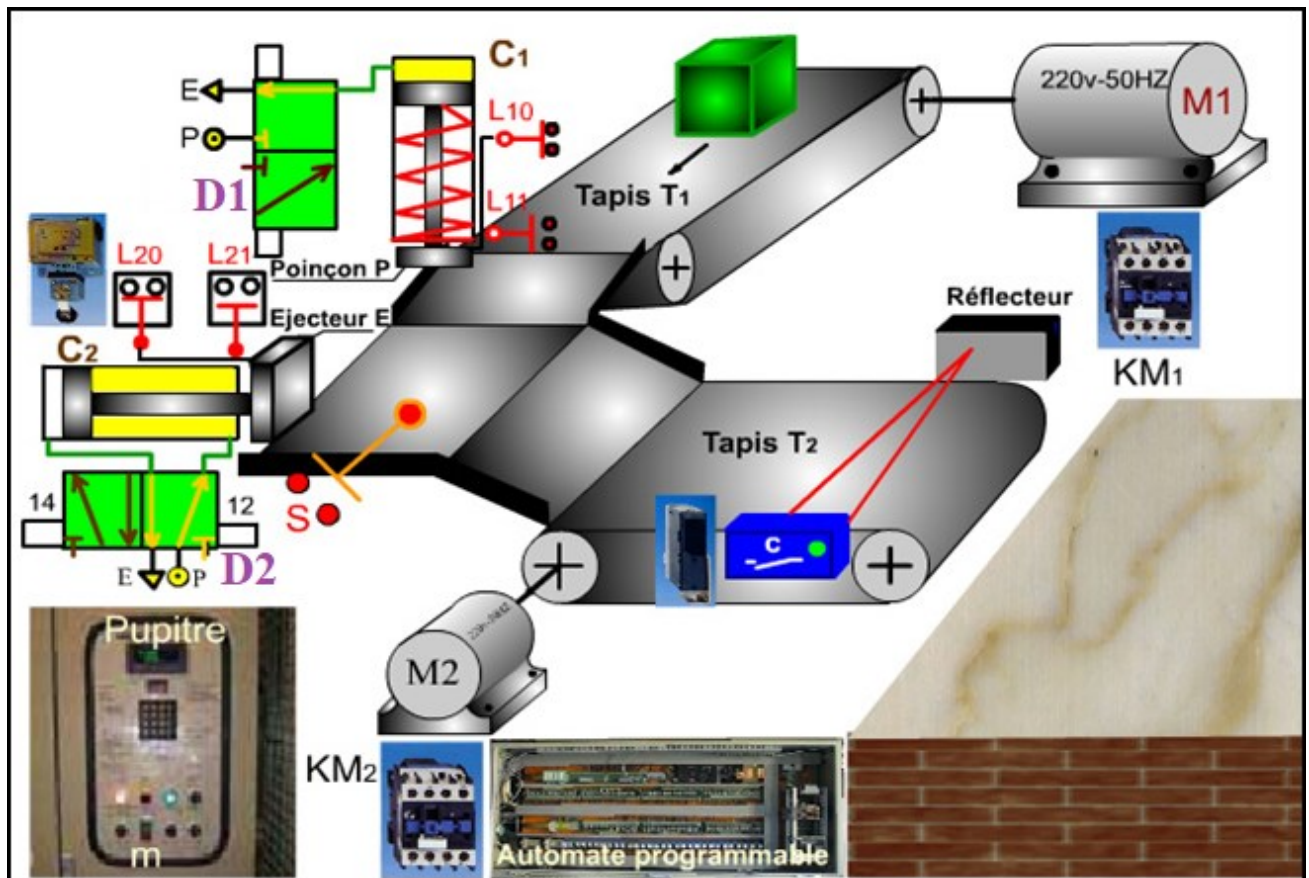


8. Barrière de parking didactisée

Examiner le système "barrière de parking" afin de fournir tous les composants de la chaîne d'énergie

Alimenter	Distribuer	Convertir
.....		
.....		
.....		
.....		
.....		

9. Poste de marquage de savon



Ce système est conçu pour le marquage de savon sur sa face supérieure par un poinçon. Le système est constitué par :

- Des vérins pneumatiques pour le marquage et pour l'éjection du savon
- Des moteurs électriques pour l'entraînement des tapis roulants
- Des capteurs pour détecter la présence du savon, le passage du savon "marqué" et les positions des vérins

Une action sur le bouton `m` provoque le cycle suivant :

- Arrivée du savon sous le poinçon P par le tapis T1
- Marquage du savon par le poinçon P
- Evacuation du savon marqué vers le tapis roulant T2 par l'éjecteur E

Compléter le tableau suivant en précisant les composants de la chaîne d'énergie

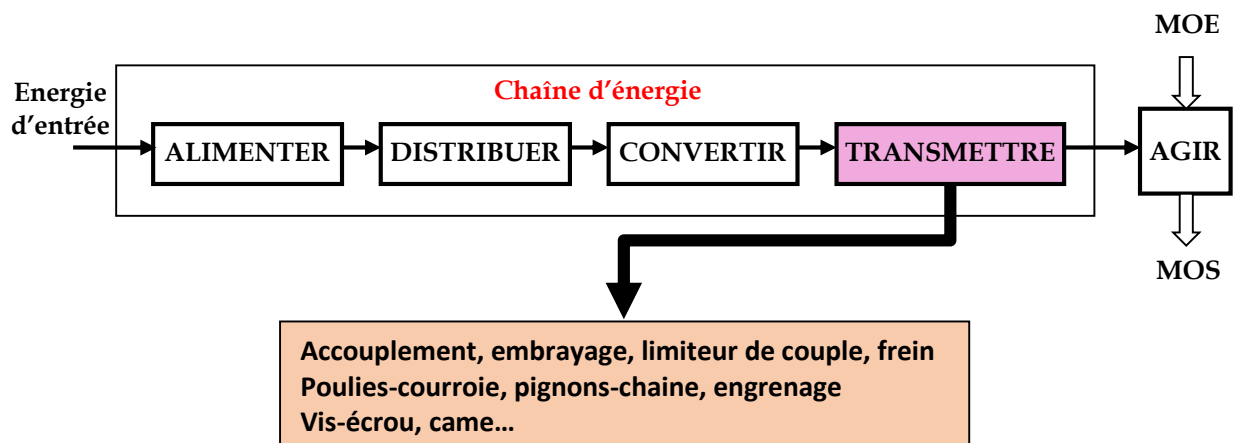
[illegible]

La fonction TRANSMETTRE

Le mouvement mécanique issu de l'actionneur n'est pas toujours adapté pour agir directement sur la matière d'œuvre

Cette adaptation se fait par modification des caractéristiques du mouvement et est confiée à la fonction Transmettre

La position de la fonction Transmettre dans la chaîne d'énergie ainsi que certaines solutions constructives sont représentées par la suivante figure :



Représentation graphique du réel

Le dessin industriel ou dessin technique, manuel ou assisté par ordinateur, est l'outil graphique utilisé pour passer de l'idée à la réalisation d'un produit technique. C'est aussi un langage de communication entre les différents intervenants du secteur industriel.

Le dessin technique s'établit selon des règles précises et normalisées.

Types de dessin

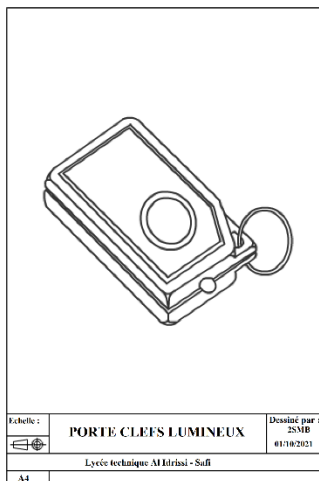
On distingue :

Dessin en perspective : représente l'objet en volume et donne une impression de profondeur

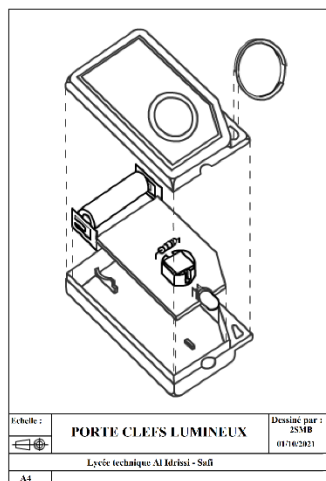
Dessin en vue éclatée : permet de situer les pièces les unes par rapport aux autres .Il facilite la compréhension de l'objet et son montage

Dessin d'ensemble : représente un mécanisme dans son ensemble. Il est constitué de l'assemblage de plusieurs pièces et permet une compréhension du rôle de chaque élément.

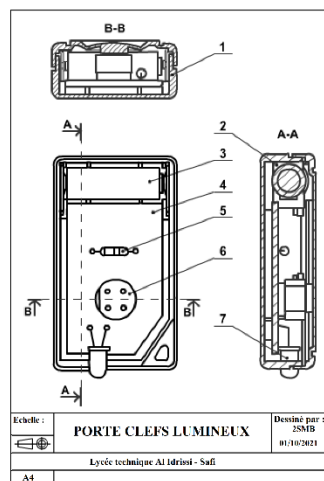
Dessin de définition : représente une pièce extraite du dessin d'ensemble. Il doit définir la pièce intégralement de la manière la plus complète possible



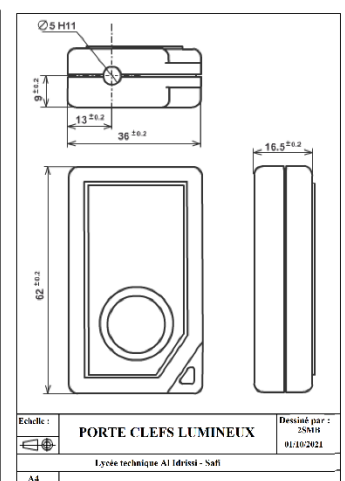
Perspective



Vue éclatée



Dessin d'ensemble



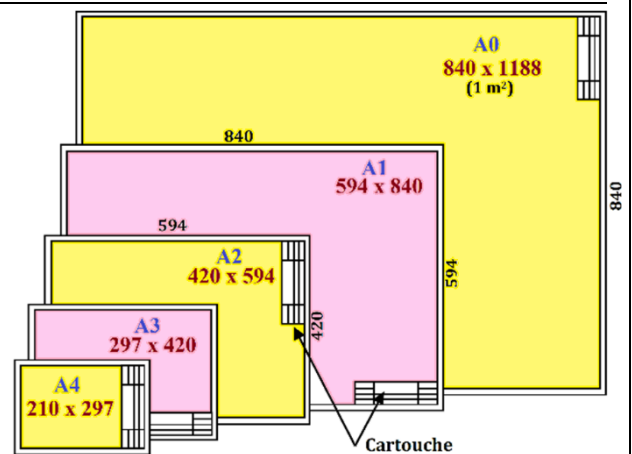
Dessin de définition

Règles de bases

Support du dessin technique

Les dessins sont exécutés sur des calques ou feuilles de papier de dimensions normalisées :

- Format **A4** : 210 x 297 (mm)
- Format **A3** : 297 x 420 (mm)
- Format **A2** : 420 x 594 (mm)
- Format **A1** : 594 x 840 (mm)
- Format **A0** : 840 x 1188 (mm) = 1 m²



Echelle

L'échelle d'un dessin est le rapport entre les dimensions dessinées et les dimensions réelles de l'objet.

$$\text{Echelle} = \text{Dimensions dessinées} / \text{Dimensions réelles}$$

- Echelle **1 : 1** → vraie grandeur
- Echelle **1 : x** → réduction
- Echelle **x : 1** → agrandissement

Cartouche

Le cartouche est un tableau qui identifie le dessin technique.

Il comporte le titre du dessin, l'échelle, l'identité du dessinateur, la date, le format, le nom de l'établissement, le symbole de disposition des vues...

TITRE		Nom :	
		Date :	
	Etablissement	Echelle 1: 1	

Nomenclature

C'est la liste complète des pièces qui constituent un ensemble dessiné. Chaque pièce est numérotée et accompagnée d'un certain nombre de renseignements

REP	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBS
-----	-----	-------------	---------	-----

- **REP** : repère des pièces.
- **NBR** : nombre de chaque pièce.
- **DESIGNATION** : noms des pièces.
- **MATIERE** : matière de chaque pièce.
- **OBS** : des observations si nécessaire

Traits

Plusieurs types de traits sont employés en dessin technique ; chaque type est destiné à un usage bien précis

Type de trait	Désignation	Applications
	Continu fort	Arêtes et contours vus, cadre et cartouche
	Interrompu fin	Arêtes et contours cachés
	Mixte fin	Axes et plans de symétrie
	Continu fin	Lignes d'attache et de cotes, hachures.
	Mixte fin terminé par deux traits forts	Plan de coupe
	Continu fin ondulé ou en zig-zag	Limites de vues et de coupes partielles

Perspective cavalière

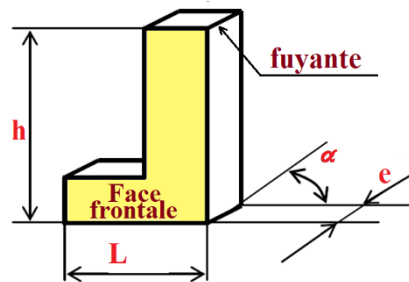
La vue en perspective cavalière est utilisée pour illustrer les objets dans leurs trois dimensions (dans l'espace). C'est une projection oblique suivant une direction donnée sur un plan parallèle à la surface principale de l'objet.

Règles

- La face frontale est toujours en vraie grandeur.
- Les fuyantes sont inclinées d'un angle $\alpha = 45^\circ$ et réduites d'un coefficient $k = 0,5$
- Les fuyantes peuvent être orientées vers quatre sens

Exemple : pièce en "L"

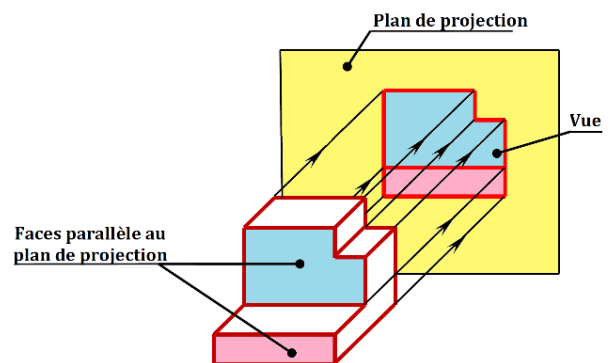
- $\alpha = 45^\circ$
- L = dimension réelle
- h = dimension réelle
- e = dimension réelle x 0,5



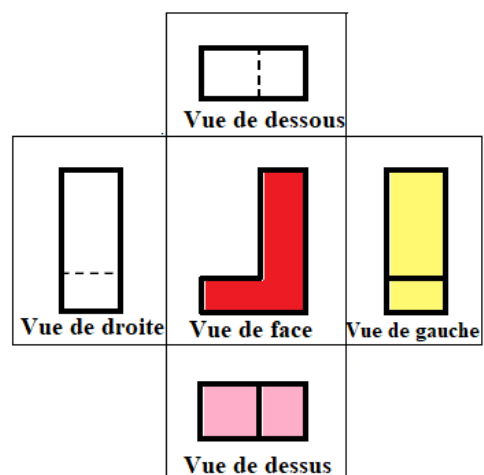
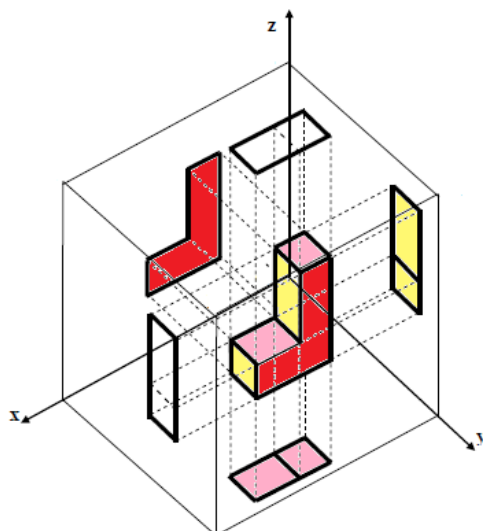
Projection orthogonale

Le but de la projection orthogonale est de représenter un objet réel par plusieurs vues en deux dimensions pour en définir fidèlement les dimensions et les formes.

Les vues sont obtenues par la projection du solide sur différents plans dits plans de projection



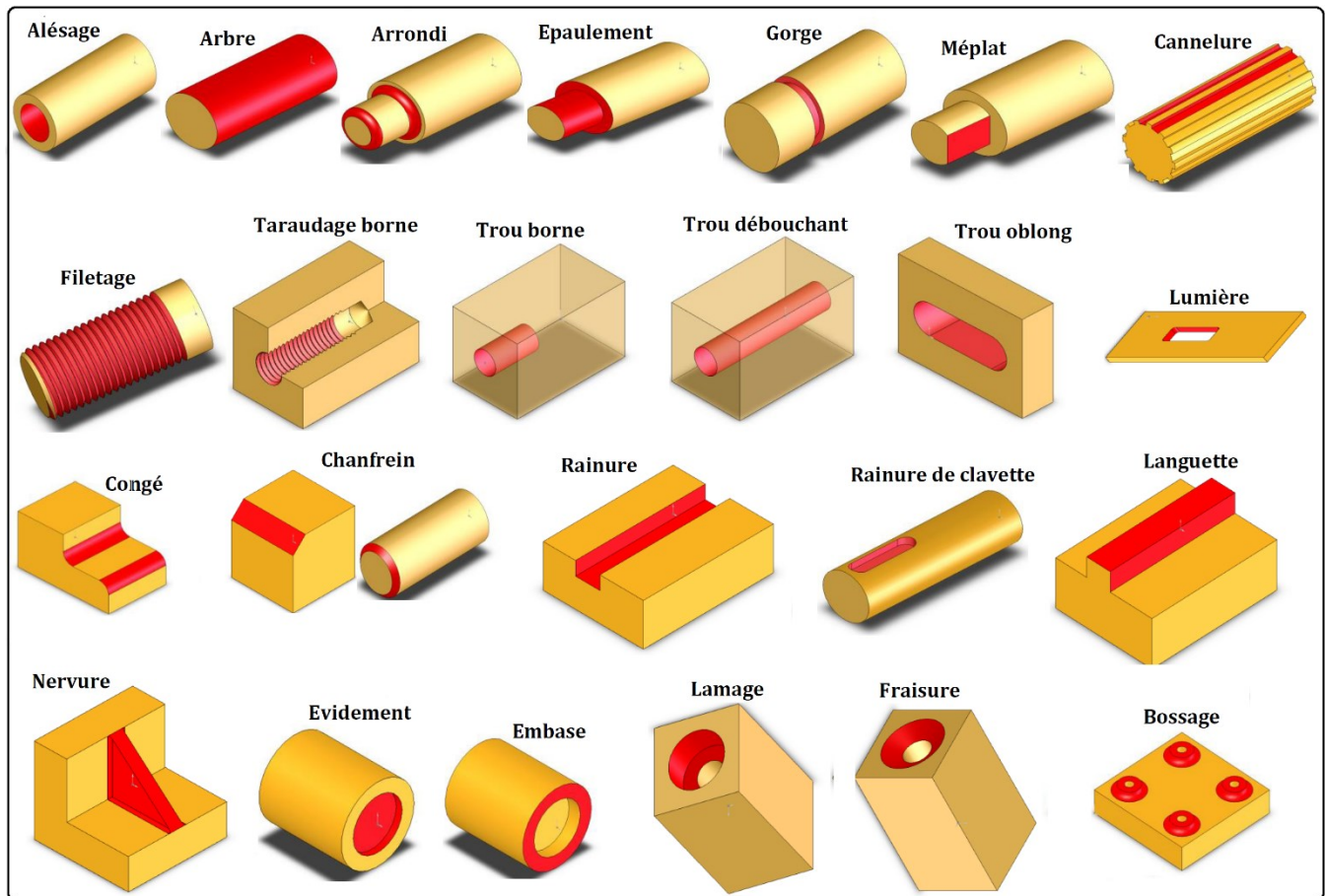
Exemple : pièce en "L"



Règles

- Les arêtes vues sont représentés en trait fort
- Les arêtes cachées sont représentés en trait fin interrompu
- Deux traits continus forts ne se coupent jamais
- Les axes de symétrie des formes cylindriques sont représentés en trait mixte

Vocabulaire des formes de pièces



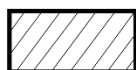
Coupes

Les coupes permettent de rendre visibles les formes intérieures d'une pièce.

La démarche pour exécuter une coupe simple est la suivante :

- Choisir un plan de coupe
- Enlever la partie entre le plan de coupe et l'observateur
- Projeter la partie observée sur le plan et hachurer les surfaces touchées par le plan de coupe

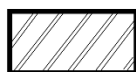
Les hachures sont réalisées en traits fins. Le motif des hachures dépend du matériau de pièce coupée.



Tous métaux et alliages



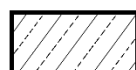
**Matières plastiques
ou isolantes**



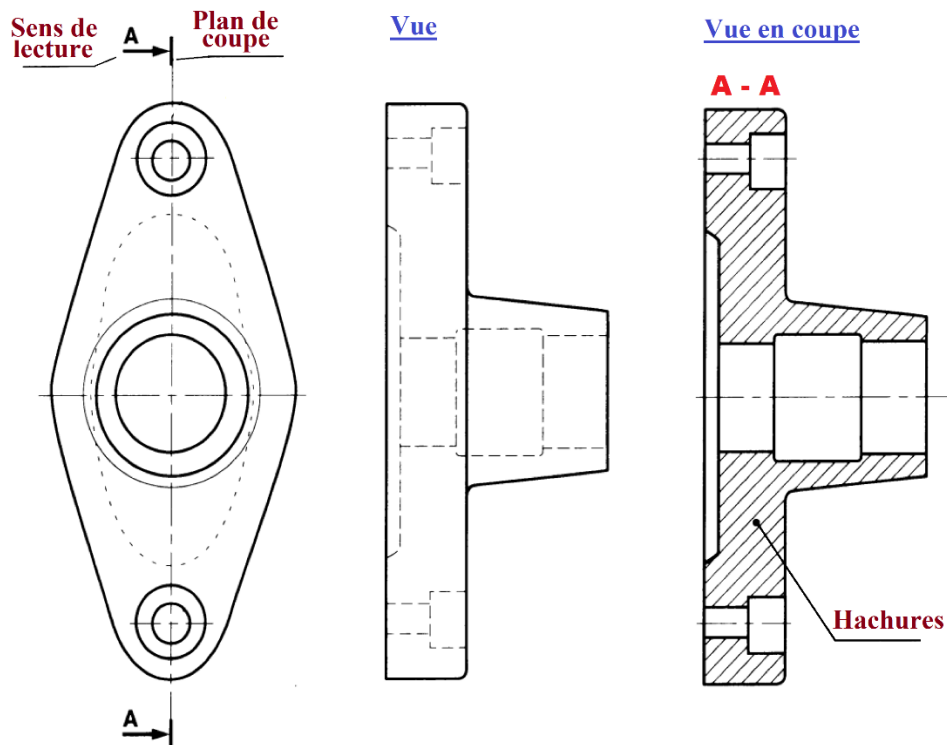
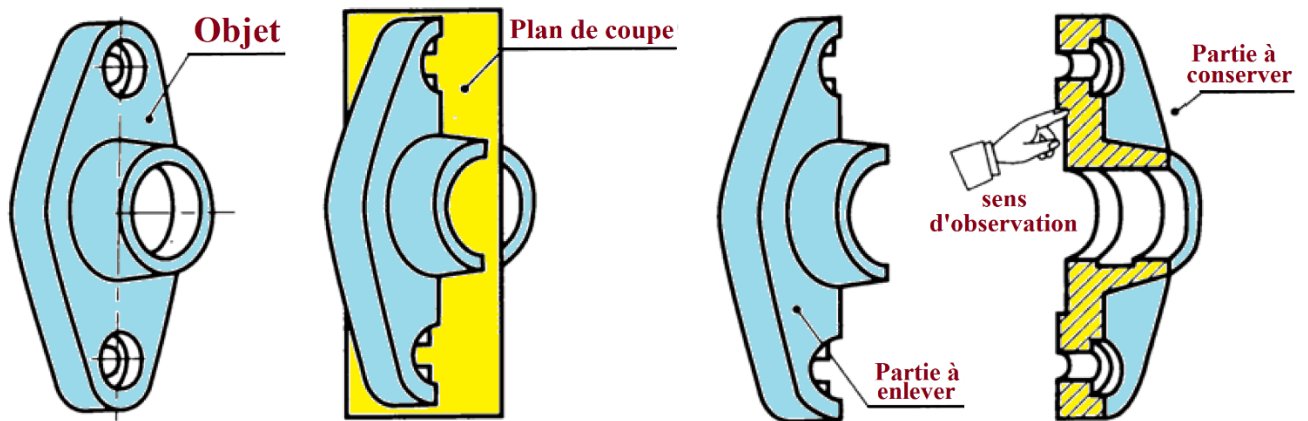
**Métaux et alliages légers
(Aluminium)**



**Bobinage
électroaimant**



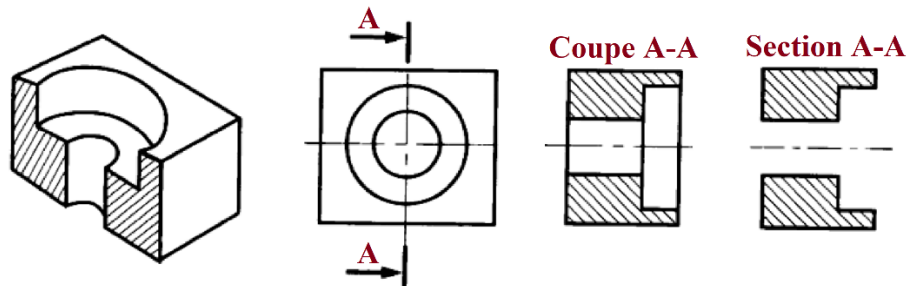
**Cuivre et ses alliages,
béton léger**

ExempleRègles

- Les hachures ne coupent jamais un trait fort et ne s'arrêtent jamais sur un trait interrompu fin
- On ne coupe jamais des nervures lorsque le plan de coupe passe dans le plan de leur plus grande surface. La règle est applicable aux bras de poulie, de roue, ... :
- On ne coupe jamais les pièces de révolution pleines (axes, arbres, billes, ...), les vis, les boulons et les clavettes car voir l'intérieur d'une pièce pleine ne présente aucun intérêt

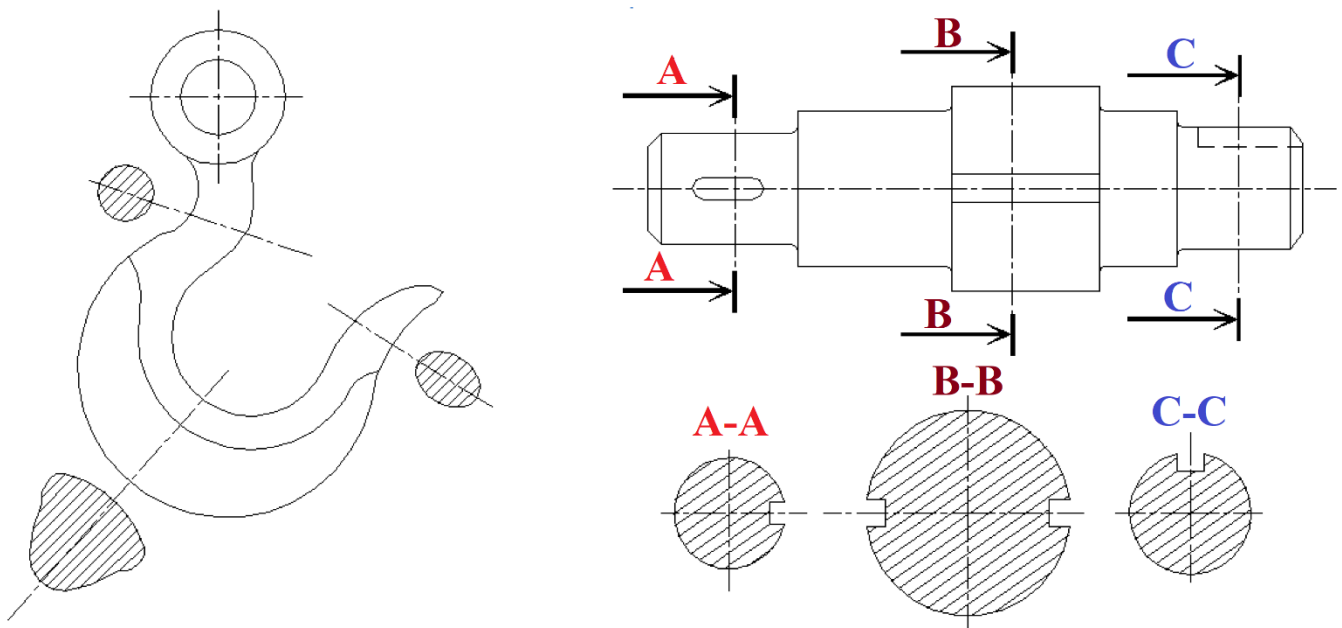
Sections

Une section est définie de la même façon qu'une coupe mais ne représente que la partie de l'objet située dans le plan de coupe.



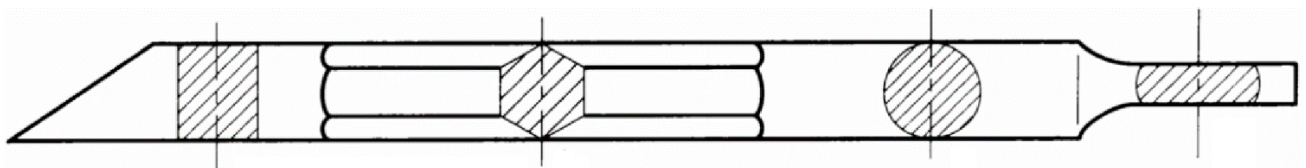
Section sortie

Une section sortie est placée le plus souvent sur l'axe du plan de coupe ; dans ce cas, l'inscription du plan de coupe peut être omise



Section rabattue

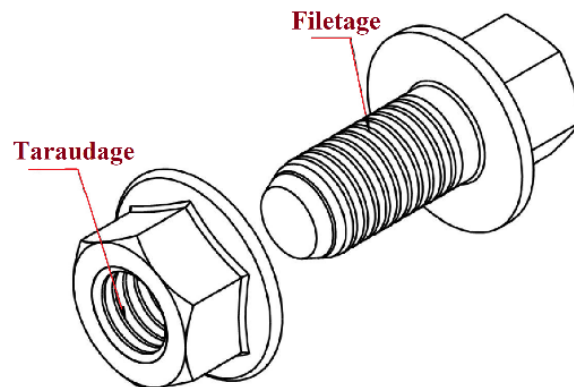
Une section rabattue est dessinée directement sur la vue choisie en traits fins. Par soucis de clarté, les formes apparaissant sous la section rabattue sont supprimées. L'indication du plan de coupe est généralement inutile.



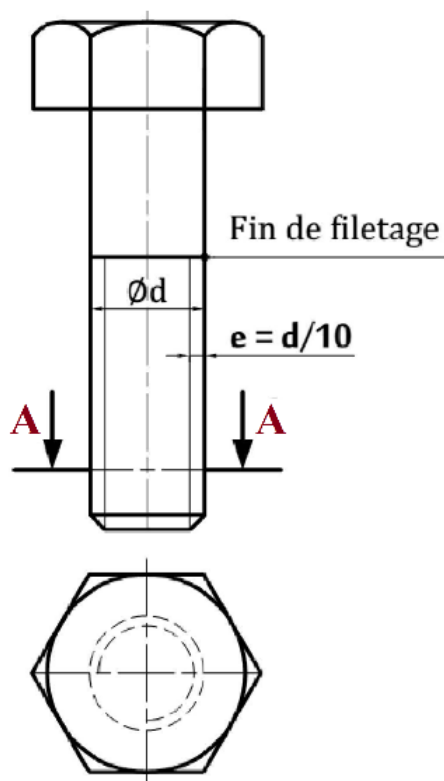
Filetage et taraudage

Un filetage est obtenu à partir d'un arbre ou d'un alésage sur lequel ont été réalisées une ou plusieurs rainures hélicoïdales. La partie pleine restante est appelée **filet**

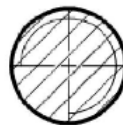
On dit qu'une **tige est filetée** et qu'un **trou est taraudé**.



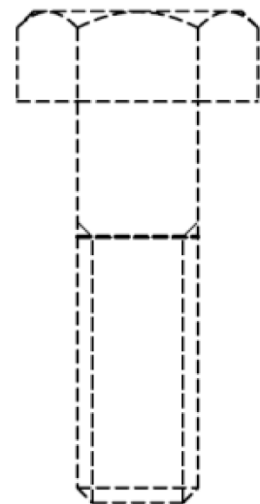
Représentation d'un filetage



Section A-A

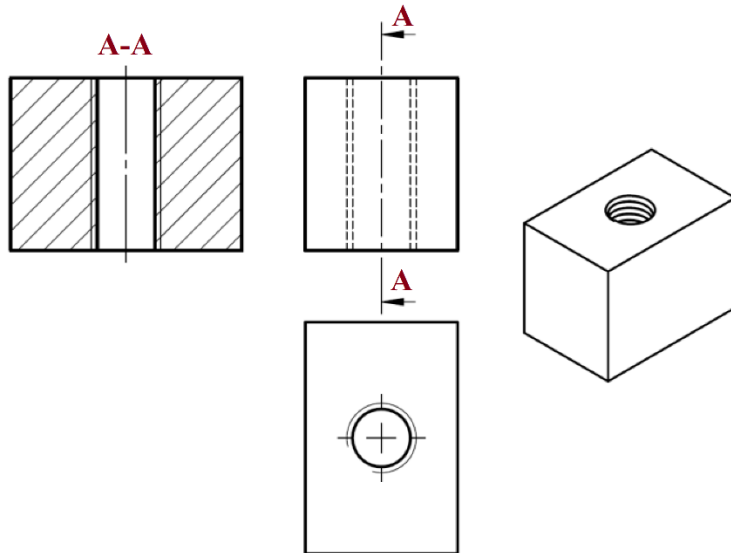


Vis cachée

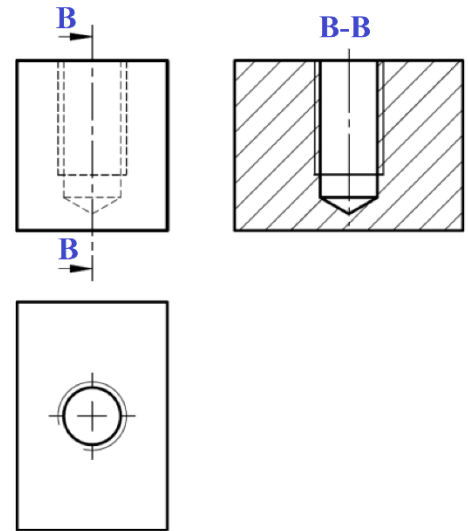


Représentation d'un taraudage

Taraudage débouchant

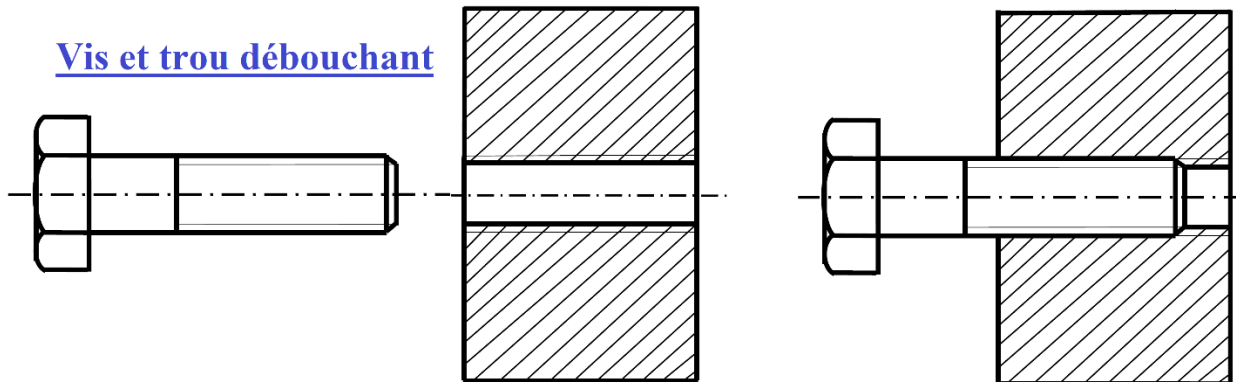


Taraudage borgne

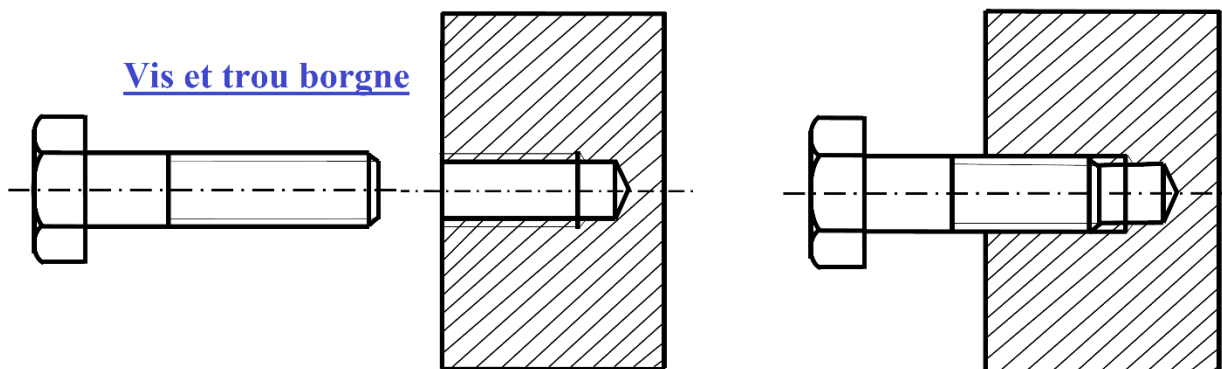


Assemblage filetage-taraudage

Vis et trou débouchant

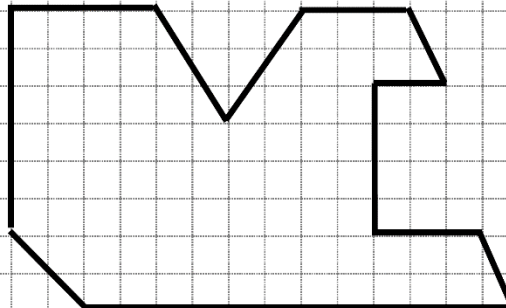
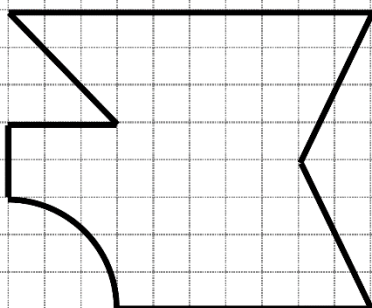
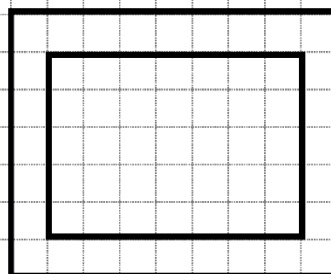
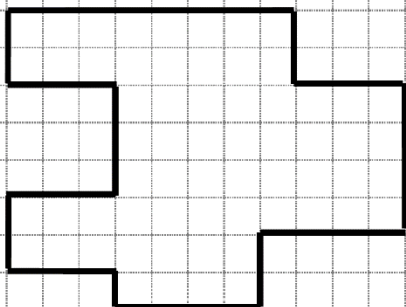
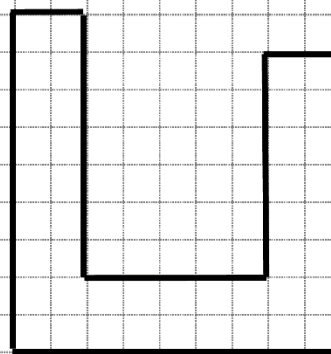
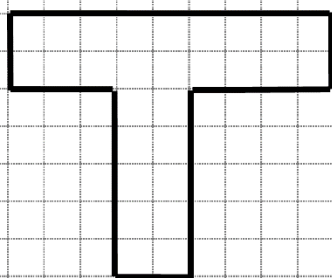


Vis et trou borgne

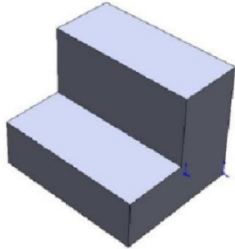
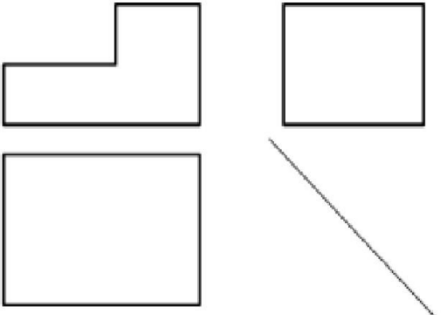
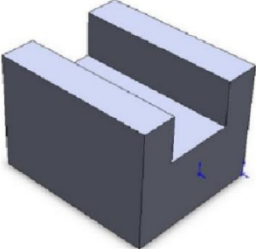
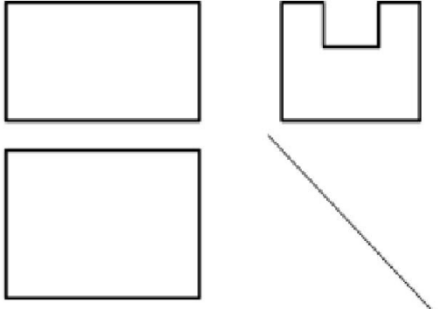
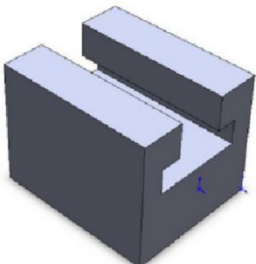
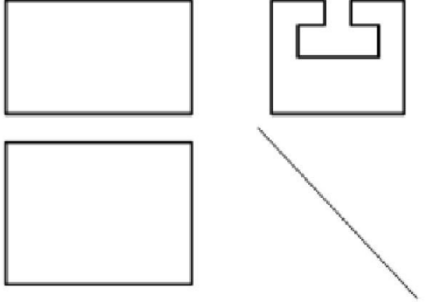
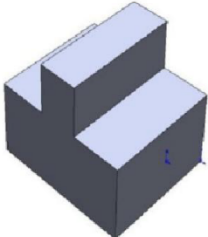
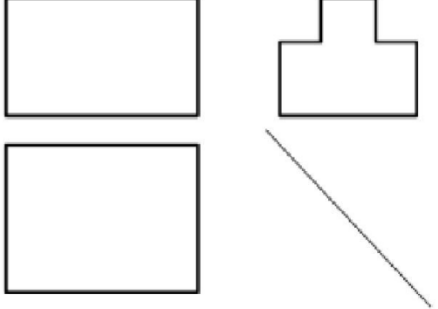
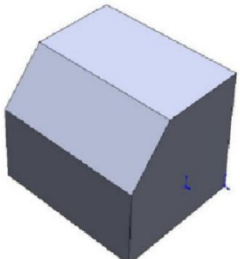
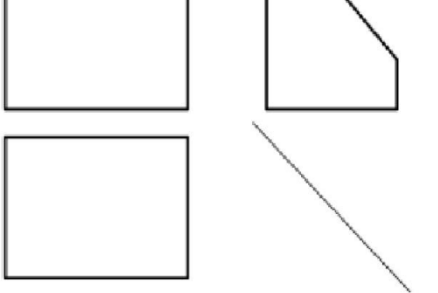


Exercices

1. Compléter la vue en perspective cavalière de ces pièces



2. Compléter la projection orthogonale de ces formes usuelles

Entaille		
Rainure en U		
Rainure en T		
Tenon		
Chanfrein		

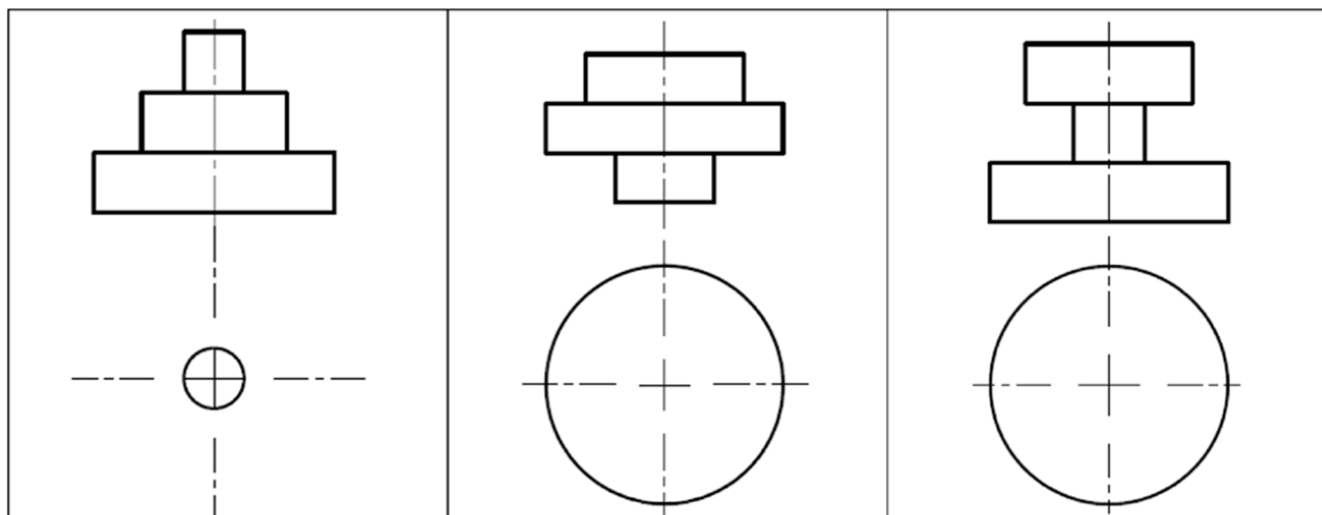
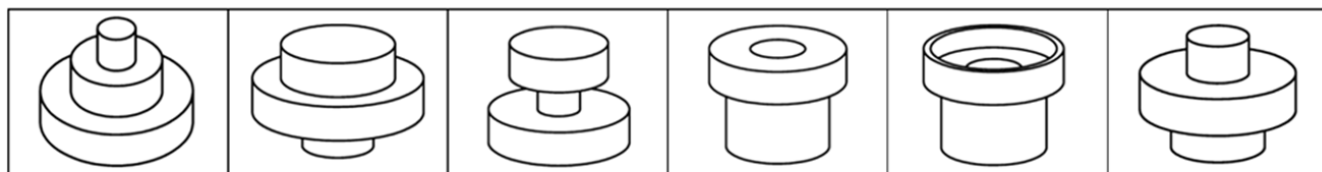
3. Associer le bon numéro

1		2		3		4	
5		6		7		8	

4. Repasser sur les vues, avec la couleur convenable, le point, l'arête et les faces repérées sur la perspective

--	--	--	--

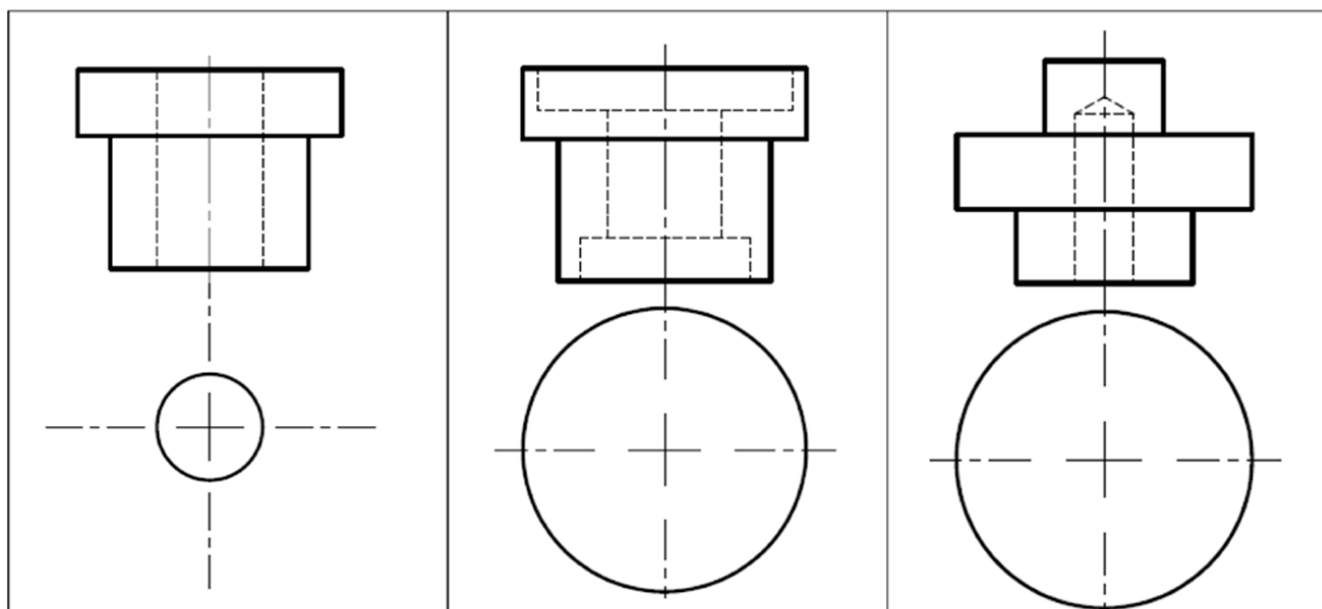
5. Pour chacune de ces pièces cylindriques, compléter la vue de dessus puis préciser le nombre de surfaces planes et le nombre de surfaces cylindriques



Nombre de surfaces planes =
Nombre de surfaces cylindriques =

Nombre de surfaces planes =
Nombre de surfaces cylindriques =

Nombre de surfaces planes =
Nombre de surfaces cylindriques =

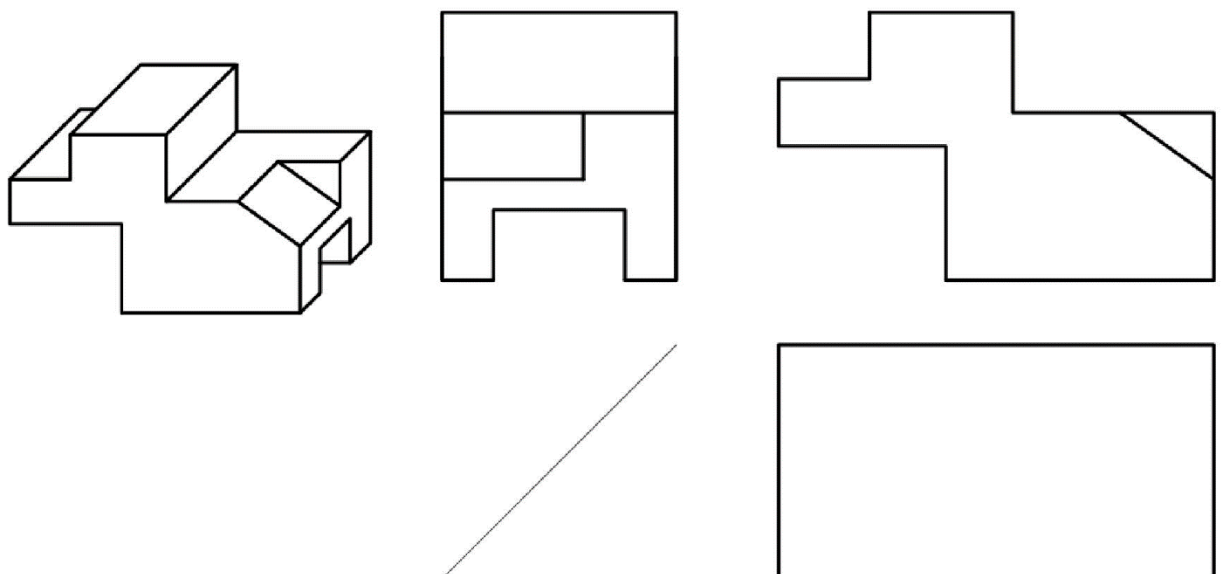
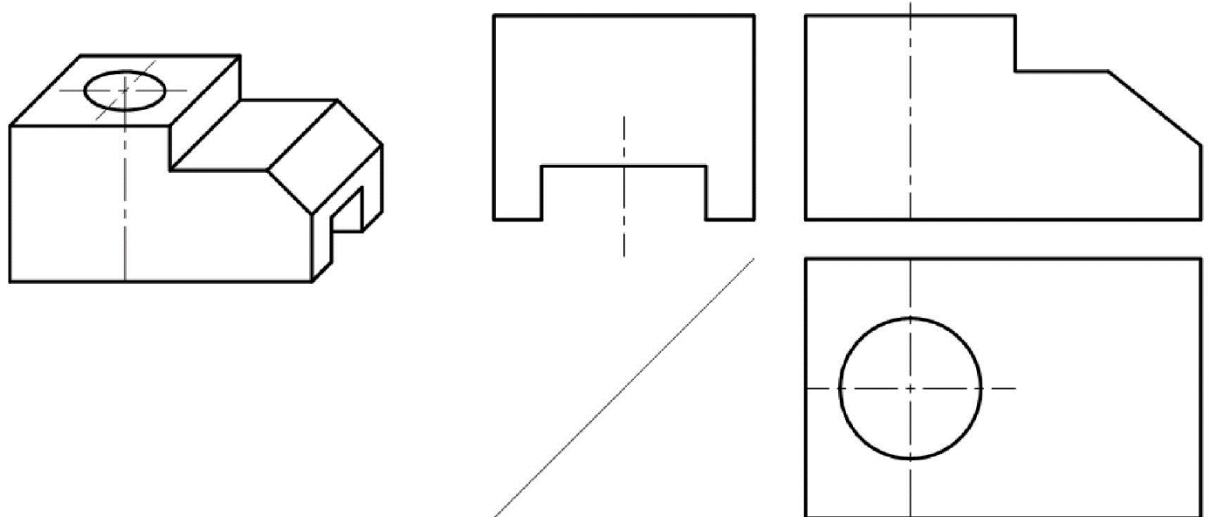
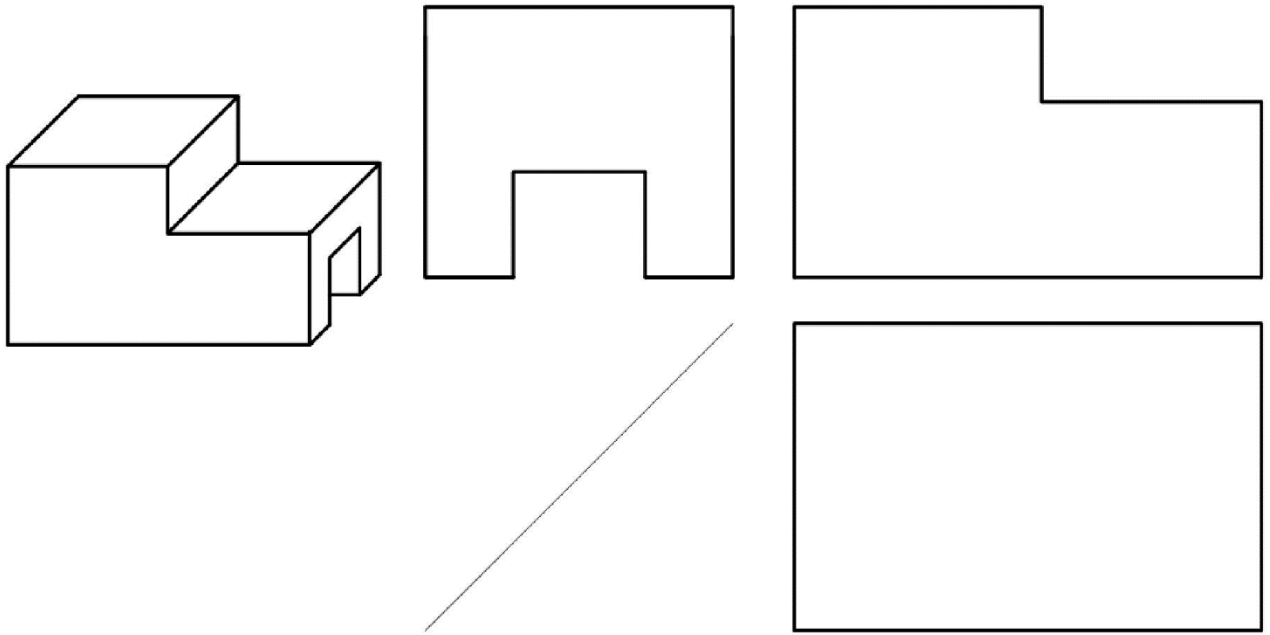


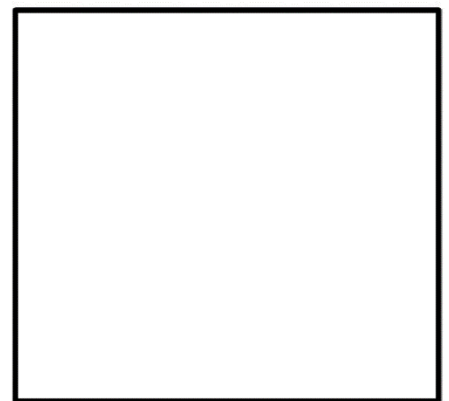
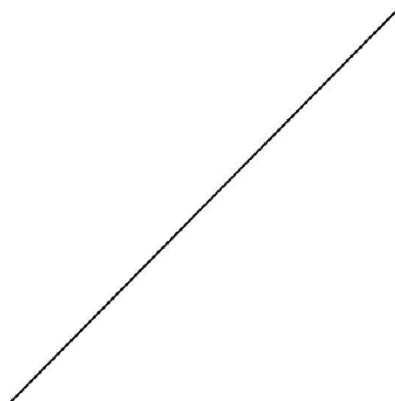
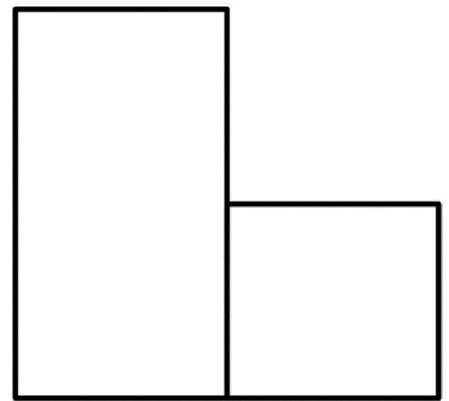
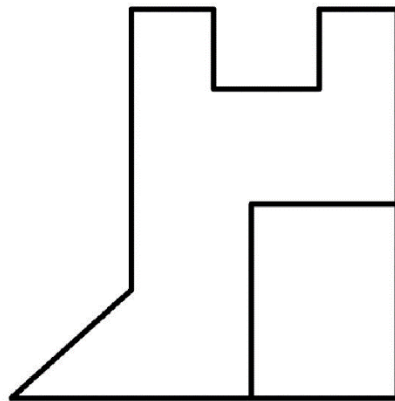
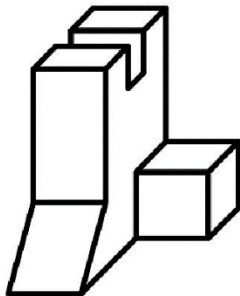
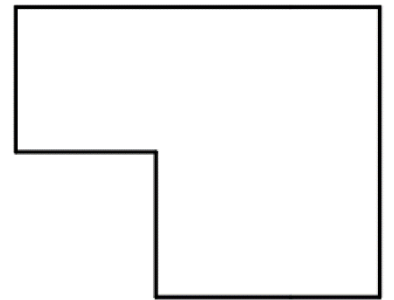
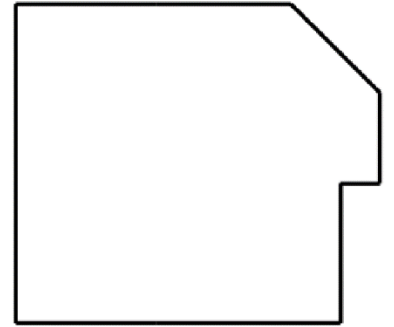
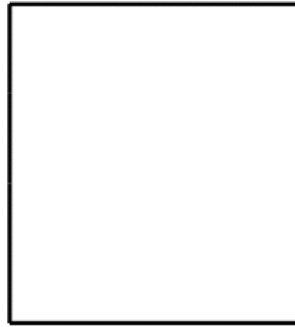
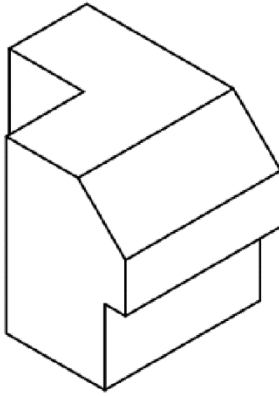
Nombre de surfaces planes =
Nombre de surfaces cylindriques =

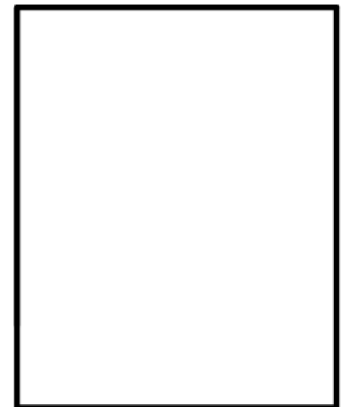
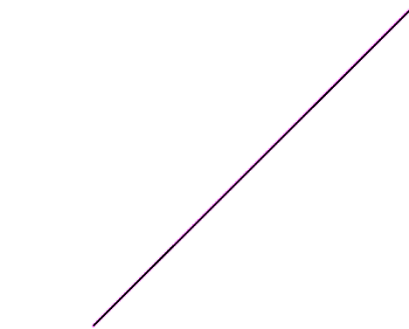
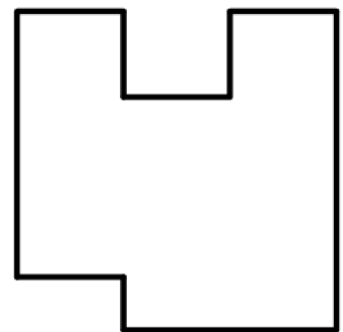
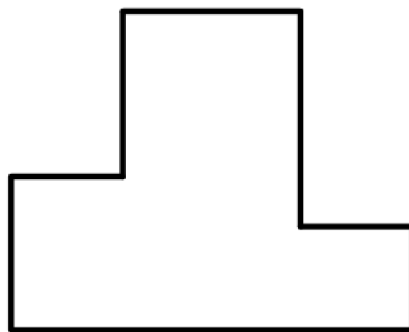
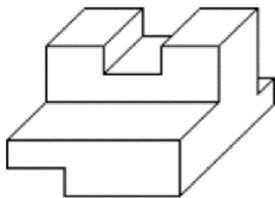
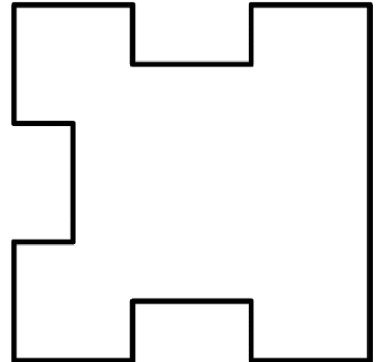
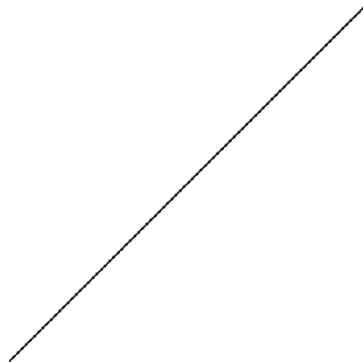
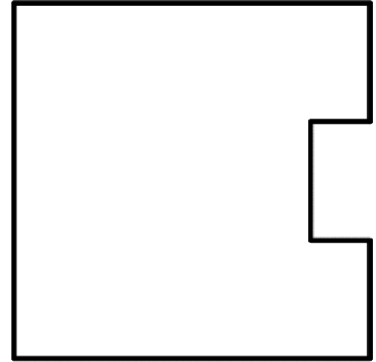
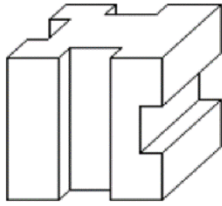
Nombre de surfaces planes =
Nombre de surfaces cylindriques =

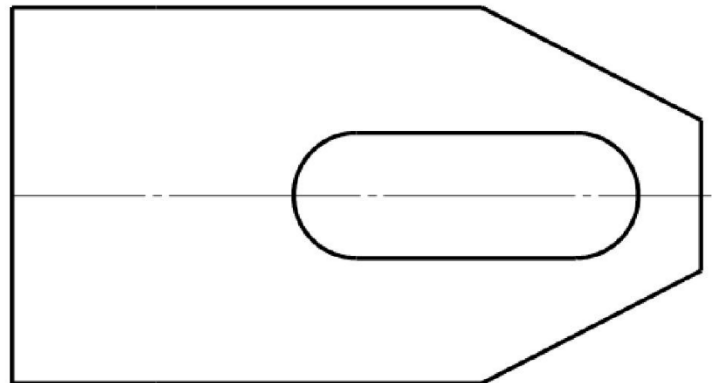
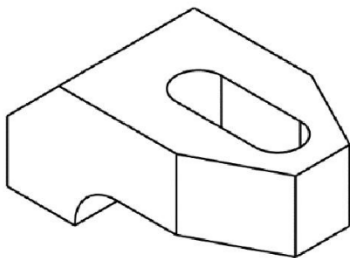
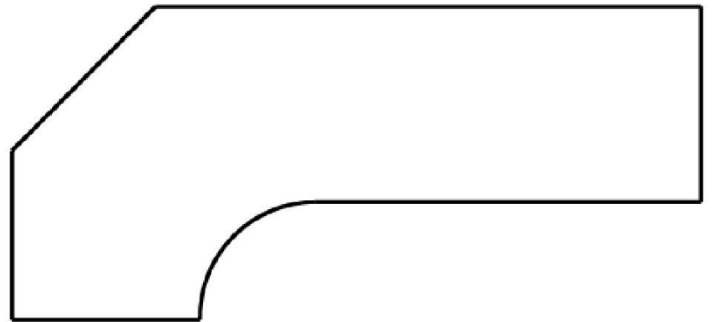
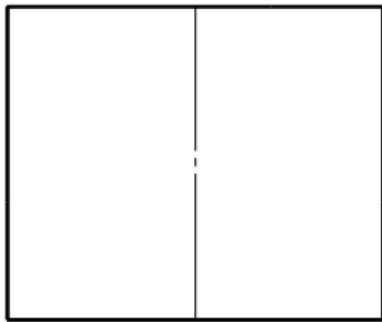
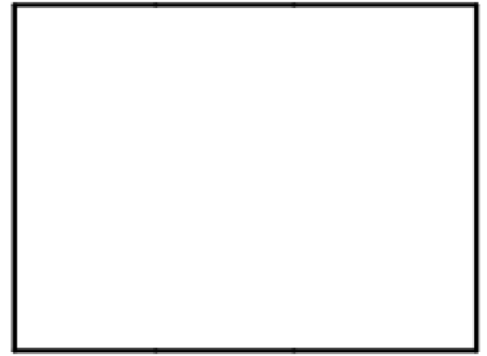
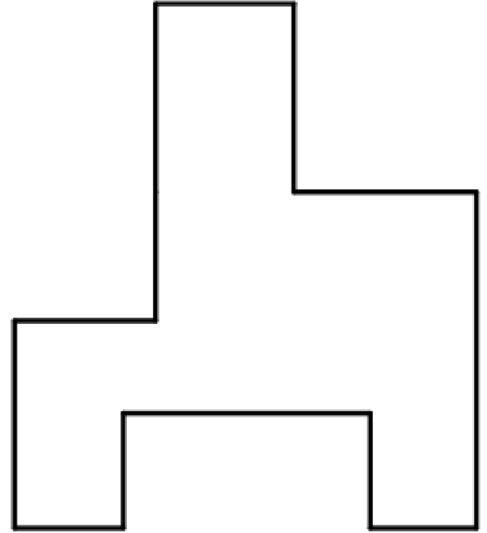
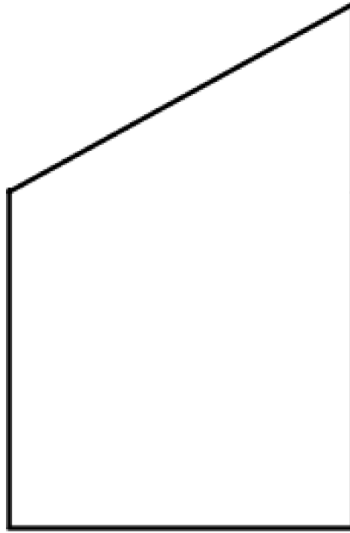
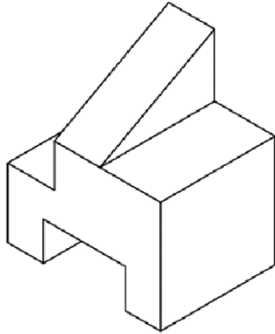
Nombre de surfaces planes =
Nombre de surfaces cylindriques =

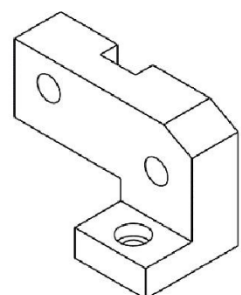
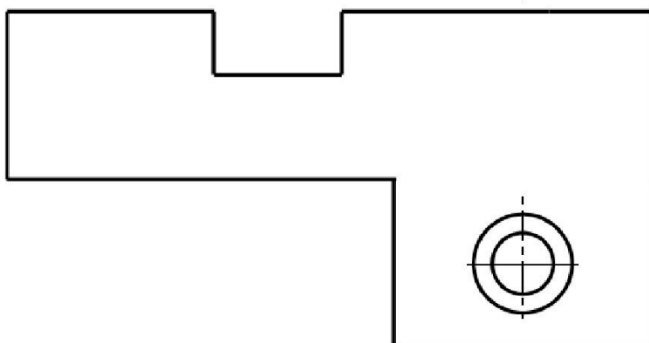
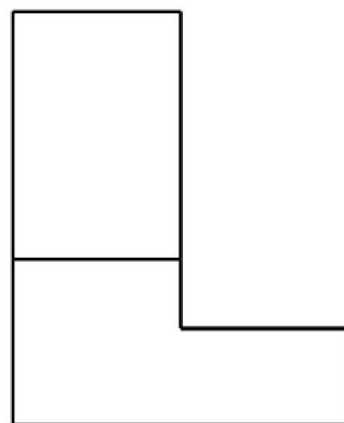
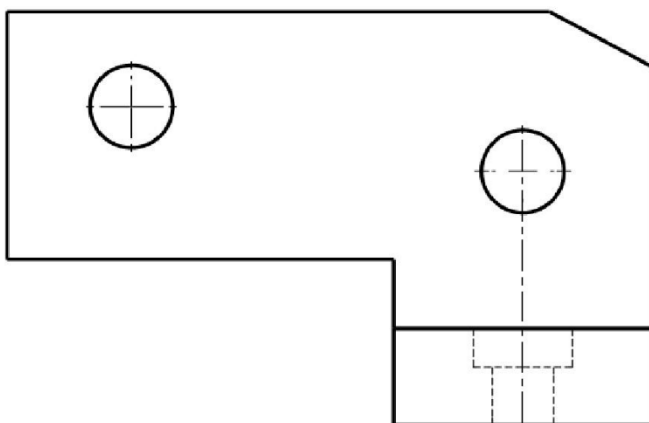
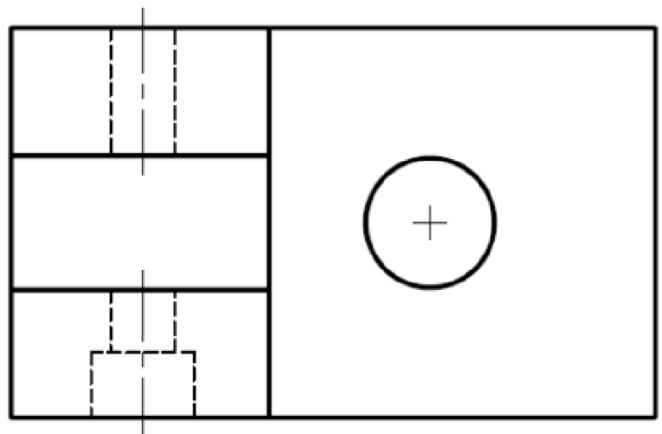
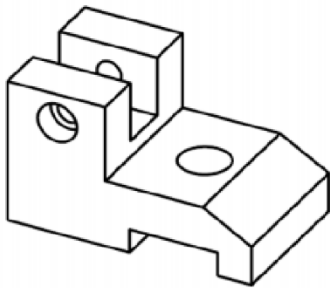
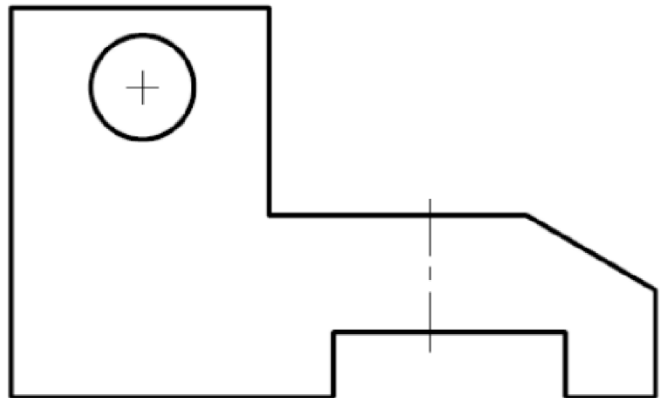
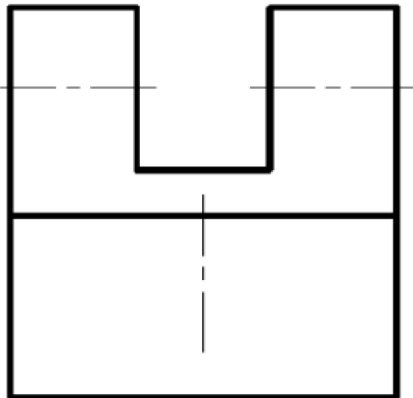
6. Compléter les vues de la projection orthogonale de ces pièces





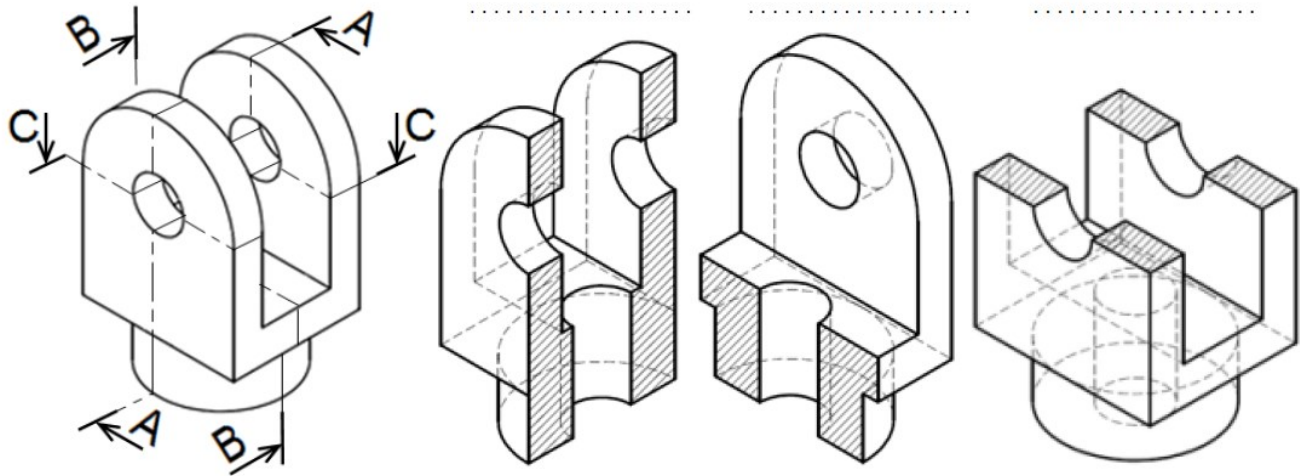




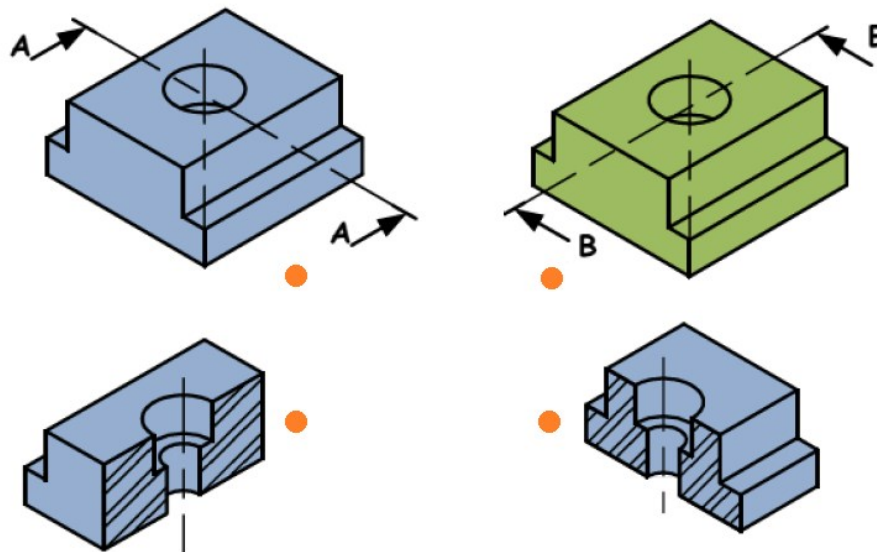


Exercices sur les coupes et sections

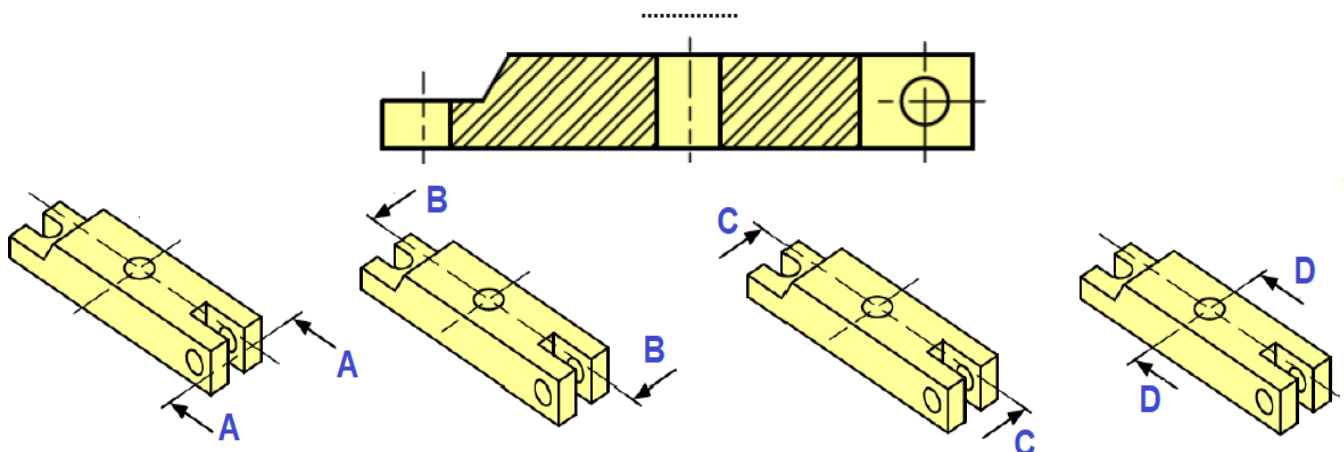
1. Identifier chacune des coupes de cette chape



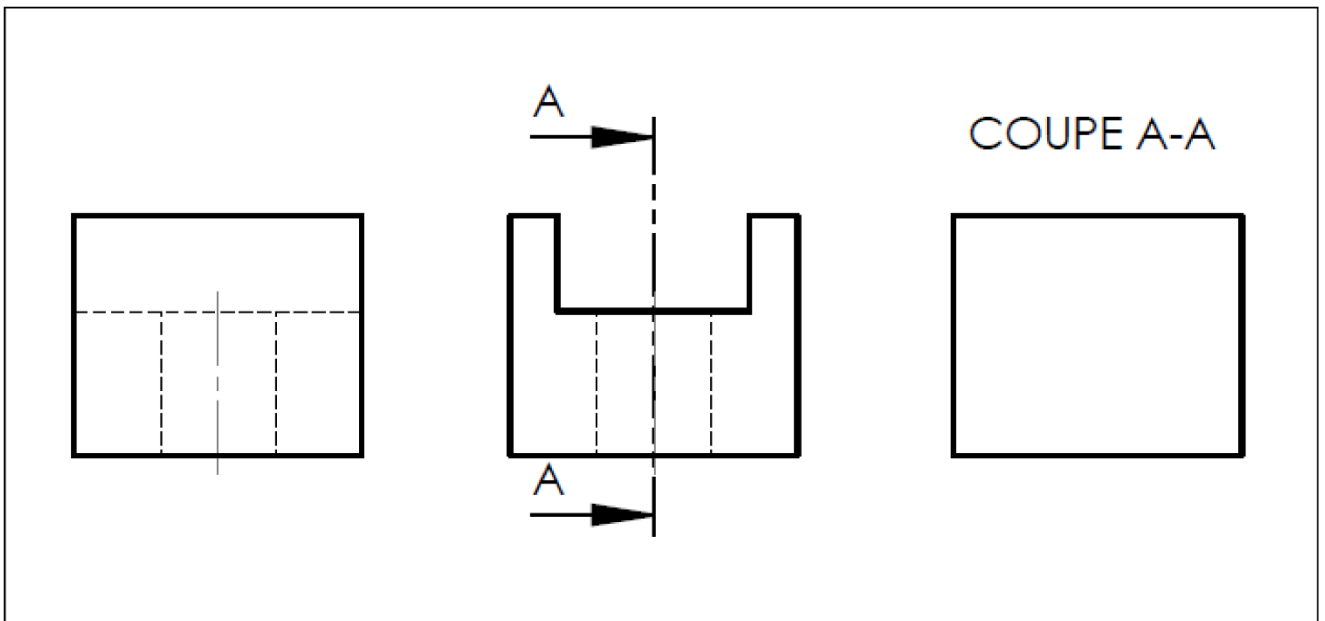
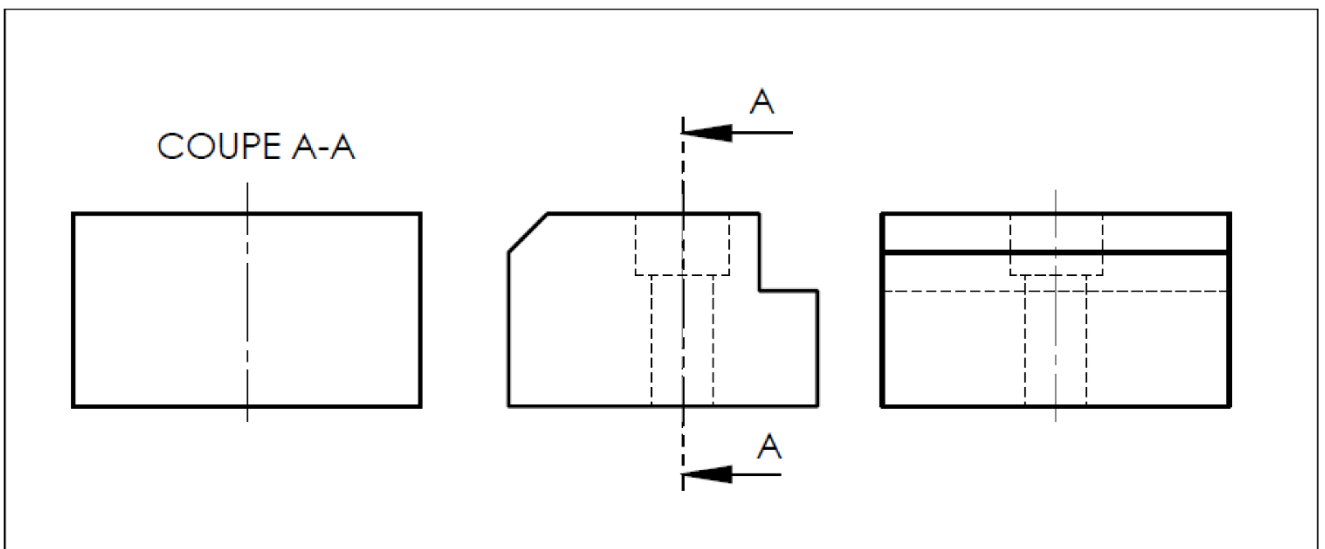
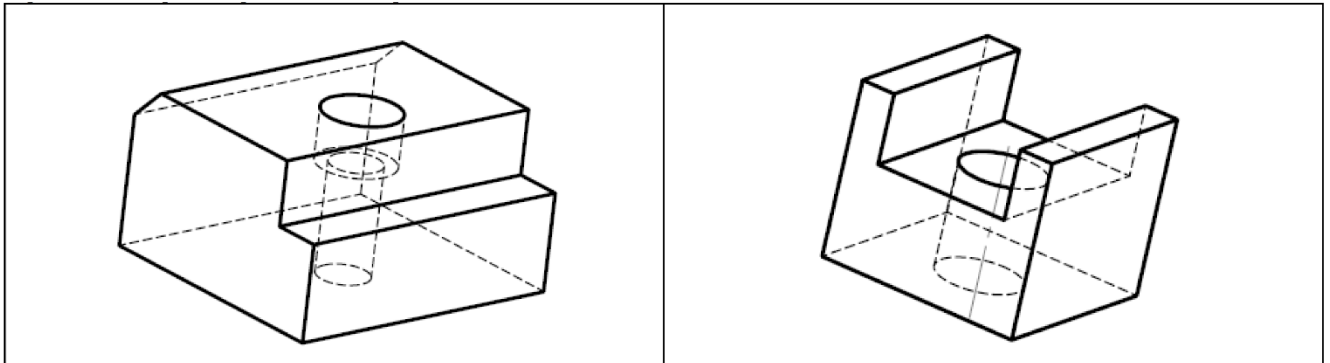
2. Indiquer, par des flèches, les correspondances

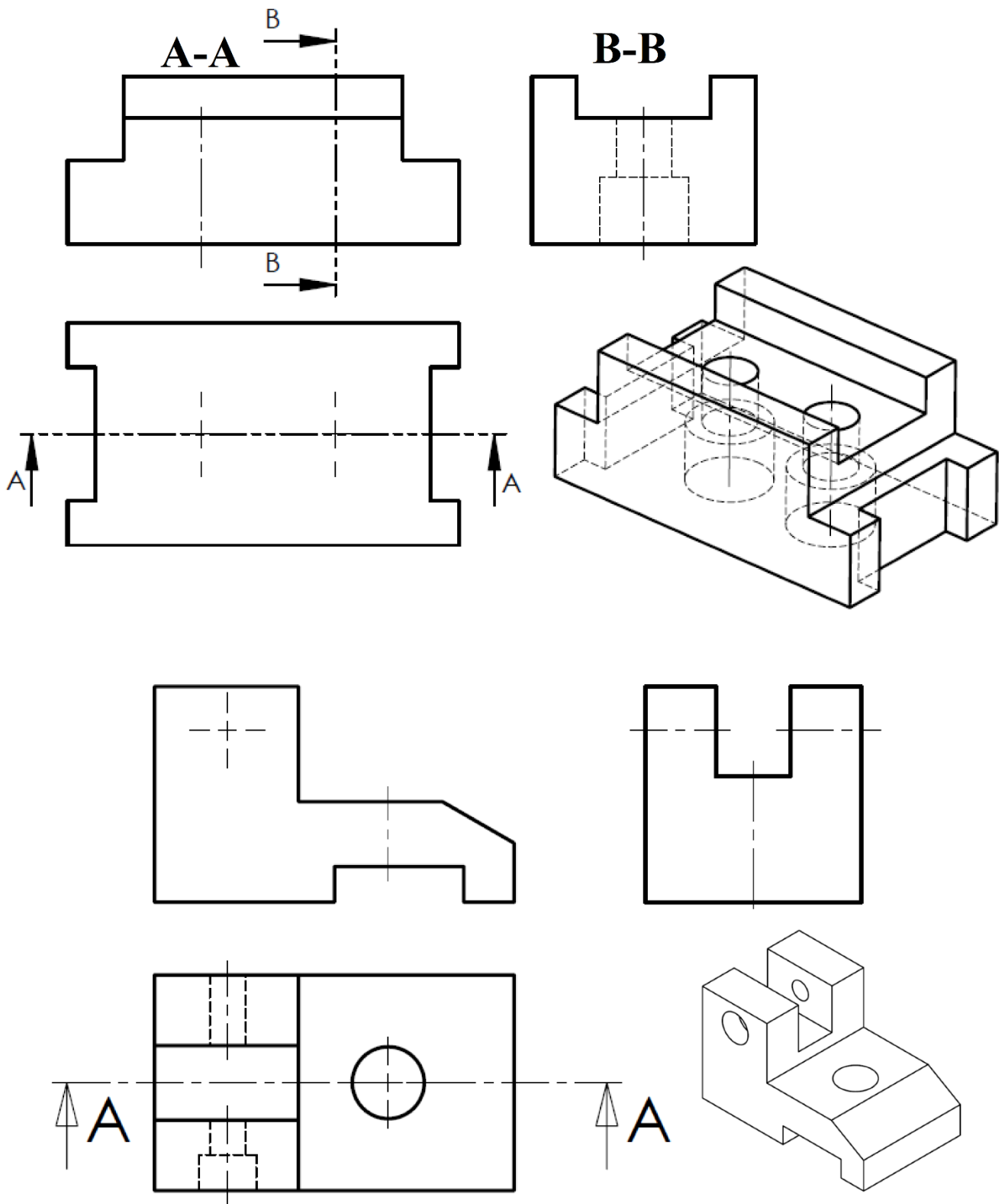


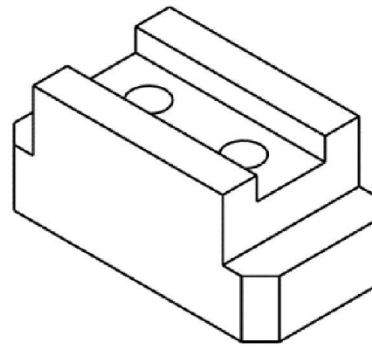
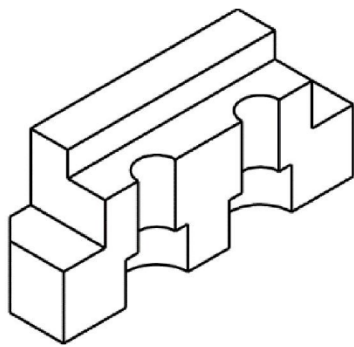
3. A quel plan de coupe correspond cette vue ?



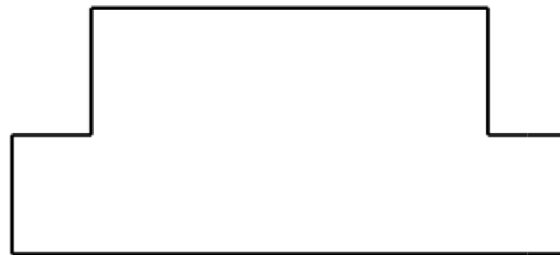
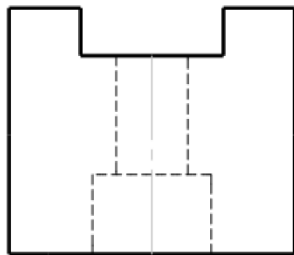
4. Compléter



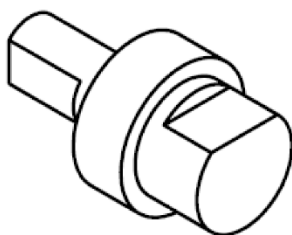
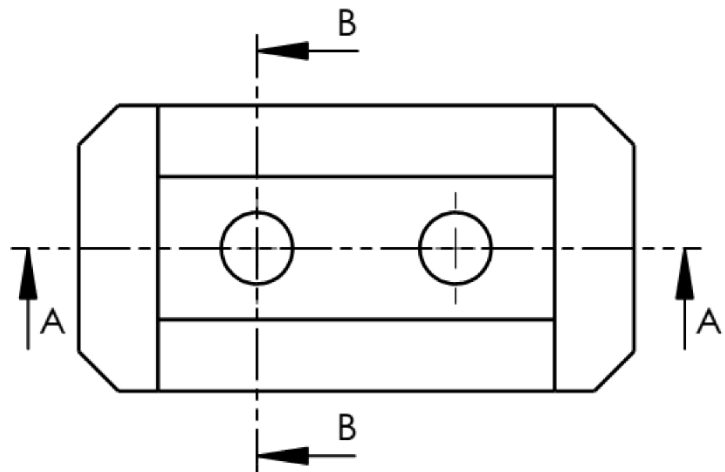




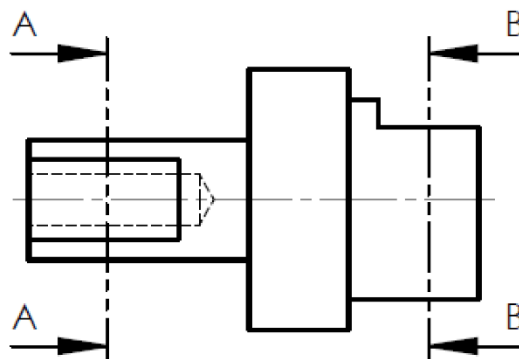
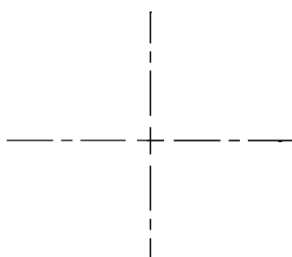
Coupe A-A



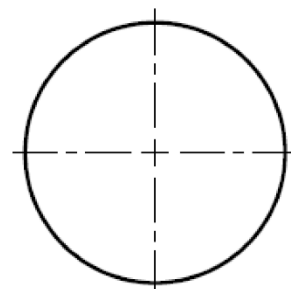
Section B-B



Section B-B

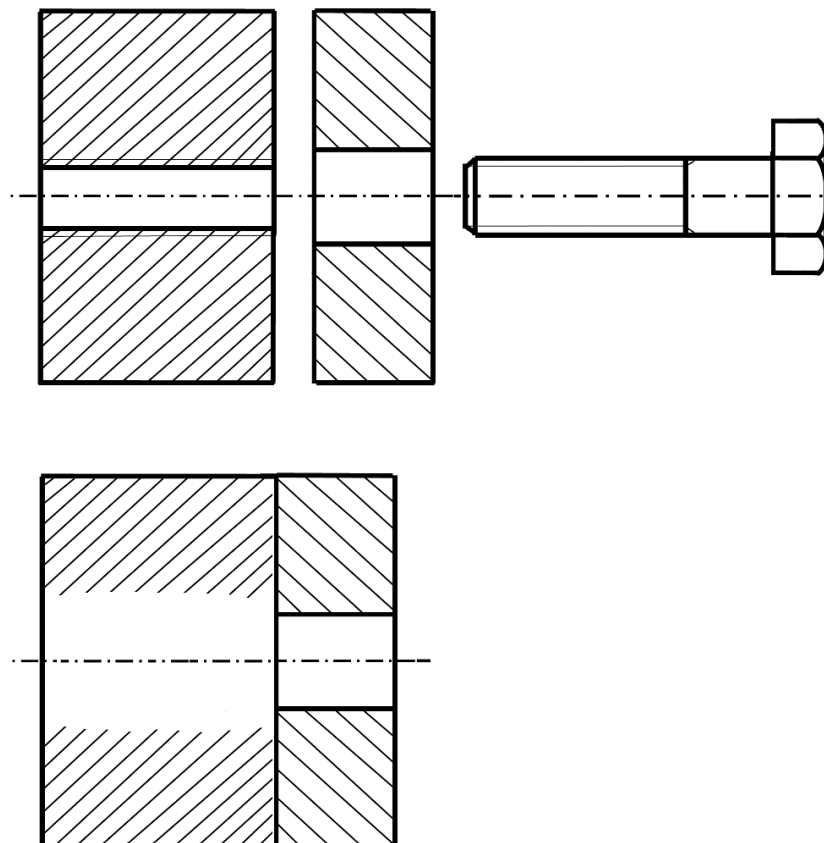
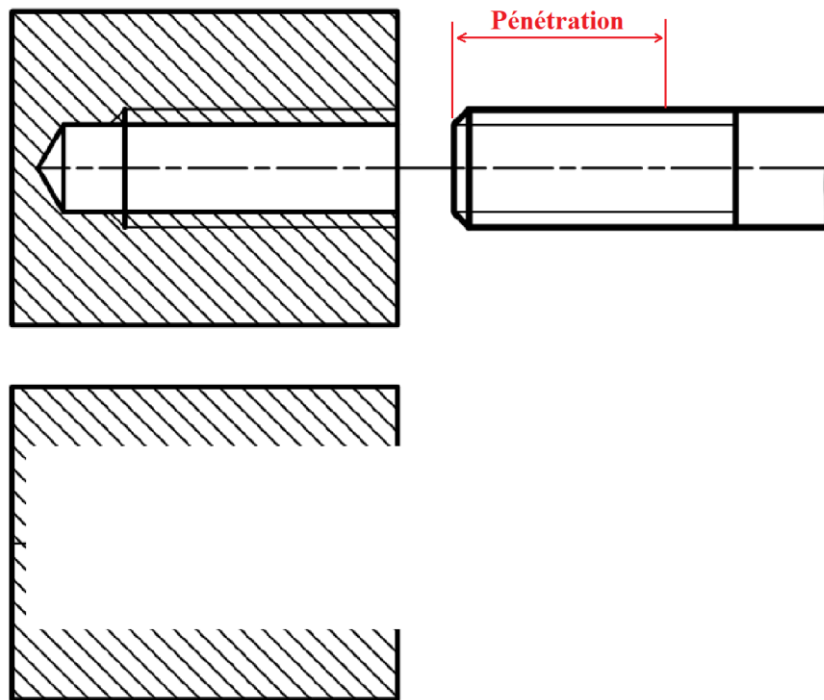


Coupe A-A



Exercices sur le filetage et taraudage

Compléter les assemblages



Liaisons mécaniques

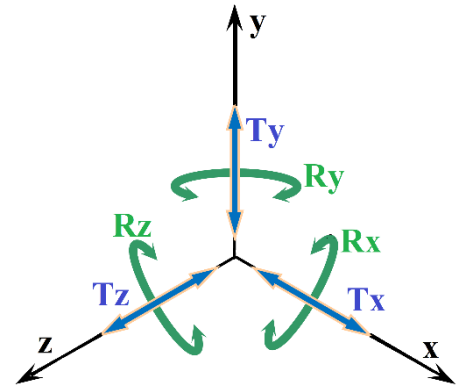
Degrés de liberté

Une pièce n'ayant aucune liaison avec une autre, est libre dans tous ses déplacements.

Ainsi, elle peut se déplacer suivant trois axes et chacun de ses déplacements se fait dans les deux sens.

Cette pièce possède **6 degrés de liberté** :

- 3 rotations (notées R_x , R_y , R_z) autour des axes X, Y et Z
- 3 translations (notées T_x , T_y , T_z) le long des axes X, Y et Z



Notion de liaison

Une liaison entre deux solides est l'ensemble de surfaces de contact qui suppriment des degrés de liberté et imposent des mobilités entre ces deux solides

Surfaces de contact

Type de contact		Surfaces de contact	
Ponctuel	Ponctuel	Sphère/plan	
	Ponctuel	Sommet de cône/plan	
linéique	Rectiligne	Cylindre/plan	
	Circulaire	Sphère/cylindre	
Surfacique	Plan	Plan/plan	
	Cylindrique	Cylindre/ cylindre	
	Sphérique	Sphère/sphère	
	Conique	Cône/cône	
	Hélicoïdal	Hélice/hélice	

Liaisons mécaniques élémentaires

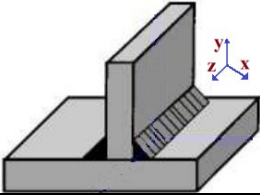
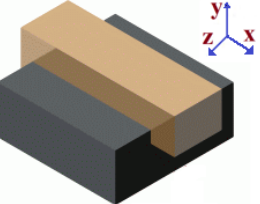
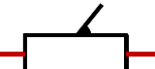
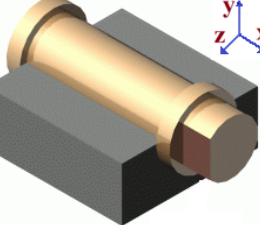
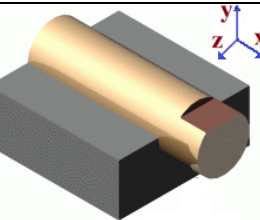
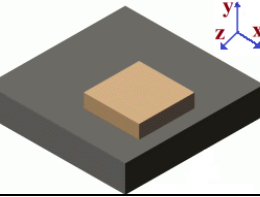
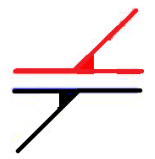
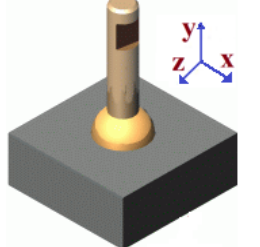
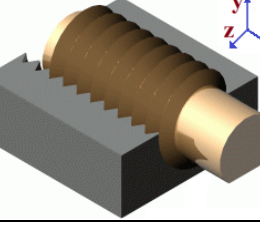
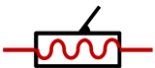
Nom de la liaison	Exemple de mécanisme	Représentation		Mobilité
		Plane 2D	Spatiale 3D	
Encastrement (ou fixe ou complète)				$T_x = 0$ $R_x = 0$ $T_y = 0$ $R_y = 0$ $T_z = 0$ $R_z = 0$ Degrés de liberté = 0
Glissière		 		$T_x = 1$ $R_x = 0$ $T_y = 0$ $R_y = 0$ $T_z = 0$ $R_z = 0$ Degrés de liberté = 1
Pivot		 		$T_x = 0$ $R_x = 1$ $T_y = 0$ $R_y = 0$ $T_z = 0$ $R_z = 0$ Degrés de liberté = 1
Pivot glissant		 		$T_x = 1$ $R_x = 1$ $T_y = 0$ $R_y = 0$ $T_z = 0$ $R_z = 0$ Degrés de liberté = 2
Appui plan				$T_x = 1$ $R_x = 0$ $T_y = 0$ $R_y = 1$ $T_z = 1$ $R_z = 0$ Degrés de liberté = 3
Rotule		 		$T_x = 0$ $R_x = 1$ $T_y = 0$ $R_y = 1$ $T_z = 0$ $R_z = 1$ Degrés de liberté = 3
Hélicoïdale		 		$T_x = 1$ $R_x = 1$ $T_y = 0$ $R_y = 0$ $T_z = 0$ $R_z = 0$ Degrés de liberté = 1

Schéma cinématique

Le schéma cinématique d'un mécanisme est un modèle de représentation simplifiée permettant une meilleure compréhension de son fonctionnement sur le plan cinématique

- ⇒ Une **classe d'équivalence** d'un mécanisme est un ensemble de pièces fixes les unes par rapport aux autres pendant toutes les étapes du fonctionnement
- ⇒ Le **graphe des liaisons** d'un mécanisme est un modèle qui traduit les liaisons entre ses différentes classes d'équivalence

Démarche

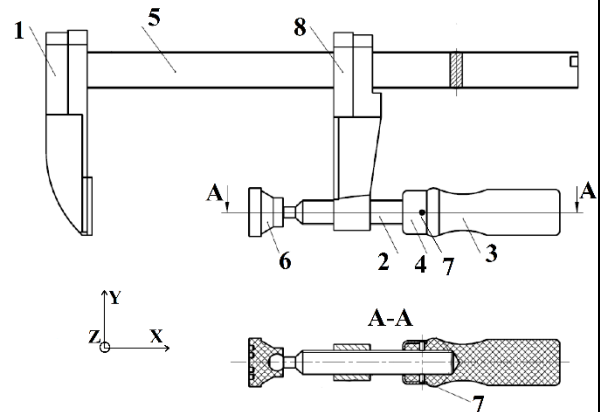
- Identifier les classes d'équivalence
- Etablir le graphe des liaisons après avoir Identifié les types de contact entre les classes d'équivalence
- Etablir le schéma cinématique

Exercices

1. Etude cinématique d'un serre-joint

Le serre-joint est un outil qui sert à immobiliser et à serrer des pièces

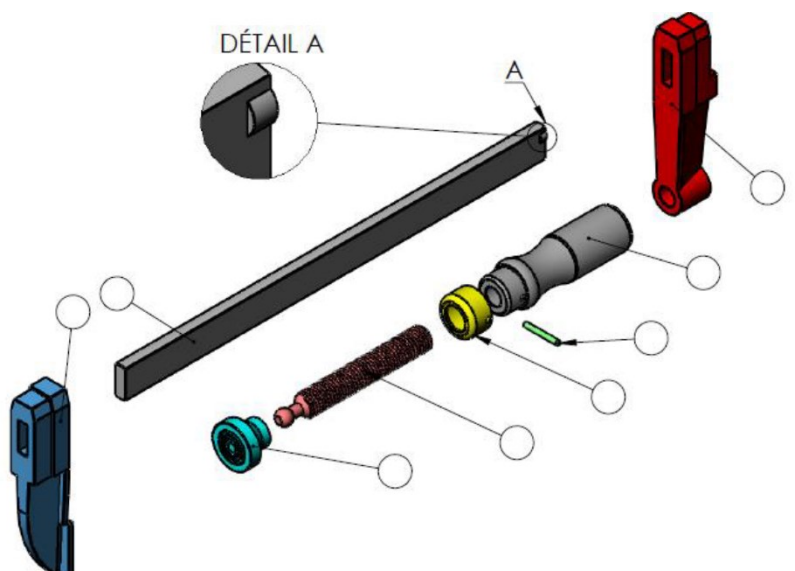
Pour maintenir serrée une pièce, il faut glisser le coulisseau (8) jusqu'à positionner la pièce entre la touche fixe (1) et la touche mobile (6). Ensuite, il faut manœuvrer la poignée (3) jusqu'à obtenir la pression souhaitée



- a. Compléter les repères des pièces sur la vue éclatée
- b. Rechercher les classes d'équivalence
- c. Compléter le graphe des liaisons
- d. Compléter le tableau des liaisons
- e. Compléter le schéma cinématique

Vue éclatée

Repère	QTE	Désignation	Observations
1	1	Touche fixe	Soudée avec 5
2	1	Tige fileté	
3	1	Poignée	Bois
4	1	Cache	
5	1	Corps	
6	1	Touche mobile	Plastique
7	1	Goupille	
8	1	Coulisseau	



Classes d'équivalence

A = {1

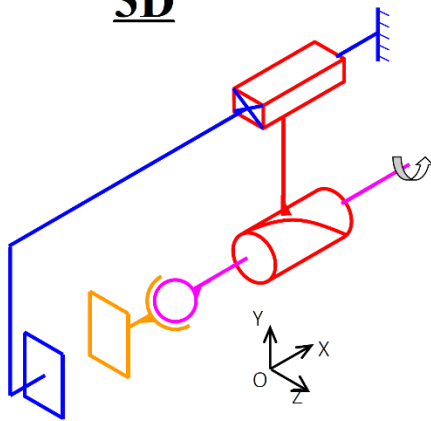
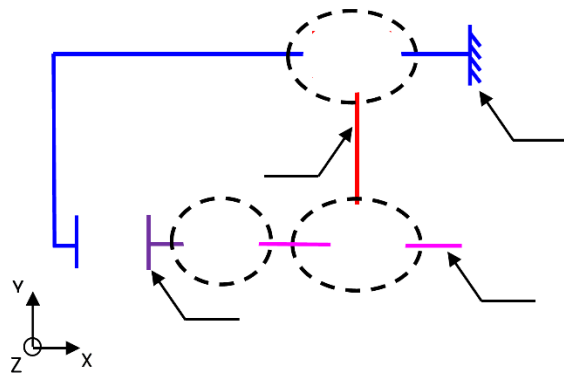
B = {2

C = {6

D = {8

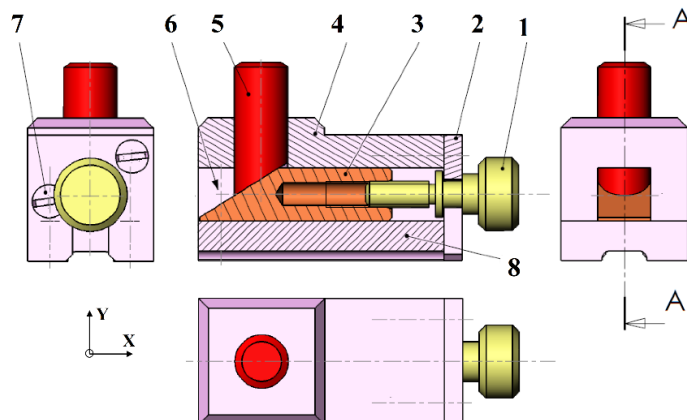
Graphe des liaisonsTableau des liaisons

Liaisons	Translation suivant l'axe			Rotation suivant l'axe			Type de liaison
	X	Y	Z	X	Y	Z	
.....							
.....							
.....							

Schéma cinématique**3D****2D****2. Borne réglable**

La borne réglable réalise un contact localisé réglable en position verticale. Elle peut être utilisée comme élément de montages d'usinage.

Pour cela, la semelle (8) est fixée sur le montage d'usinage, et le contact avec la pièce à usiner se fait par la butée (5). La position verticale de cette butée est réglée en actionnant la vis moletée (1).



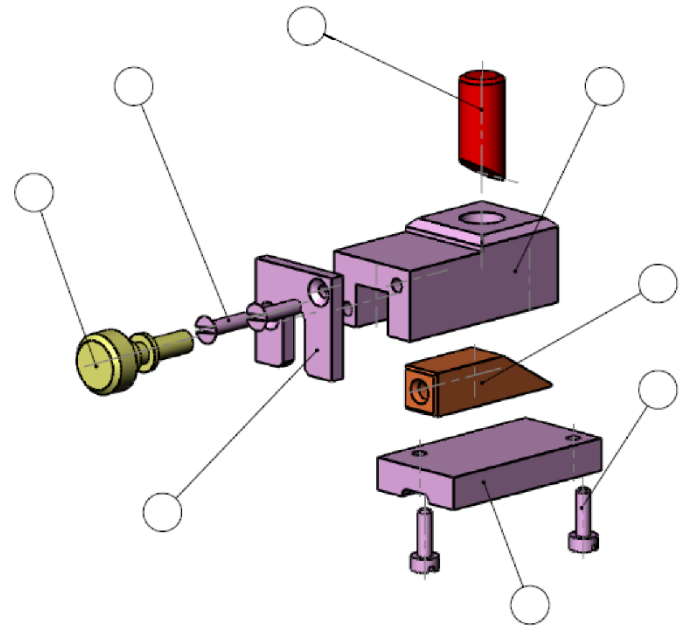
Repère	Désignation	Qté
1	Vis moletée	1
2	Plaquette d'arrêt	1
3	Cale pentue	1
4	Corps	1
5	Butée	1
6	Vis à tête cylindrique fendue	2
7	Vis à tête fraisée fendue	2
8	Semelle	1

- Compléter les repères des pièces sur la vue éclatée
- Rechercher les classes d'équivalence
- Compléter le graphe des liaisons
- Compléter le schéma cinématique

Classes d'équivalence

A = {1
B = {2
C = {3
D = {5

Vue éclatée



Graphe des liaisons

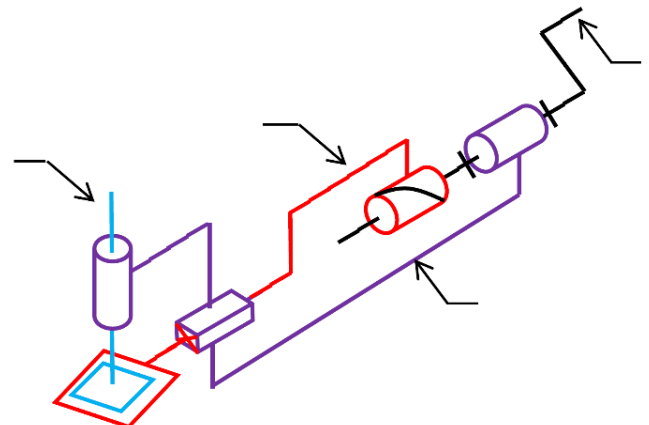
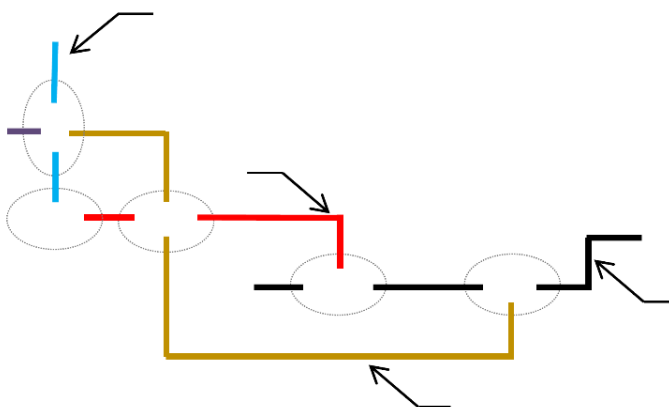
A

B

C

D

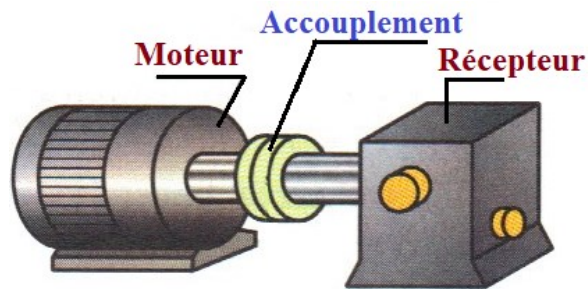
Schéma cinématique



Systèmes de transmission de puissance mécanique

Accouplements

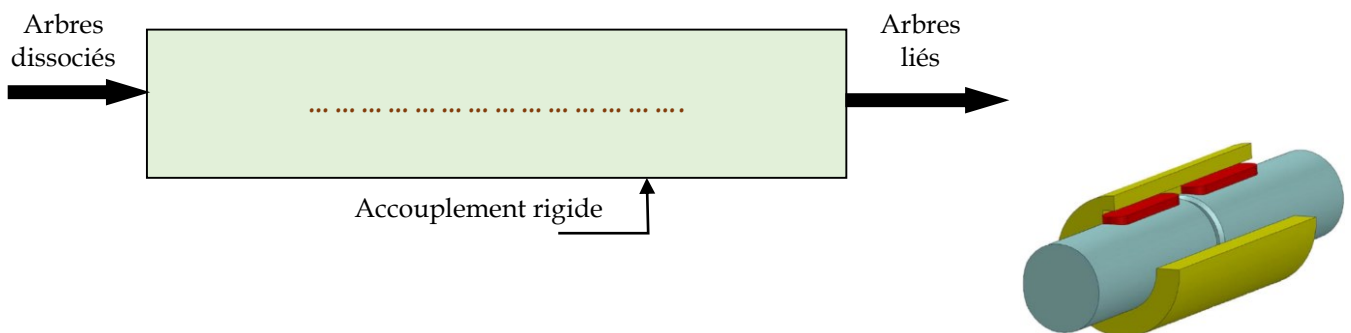
Un accouplement est un dispositif de liaison entre deux arbres en rotation, permettant la transmission du couple sans modification de la fréquence de rotation et d'une manière permanente.



Il existe 2 grands types d'accouplements :

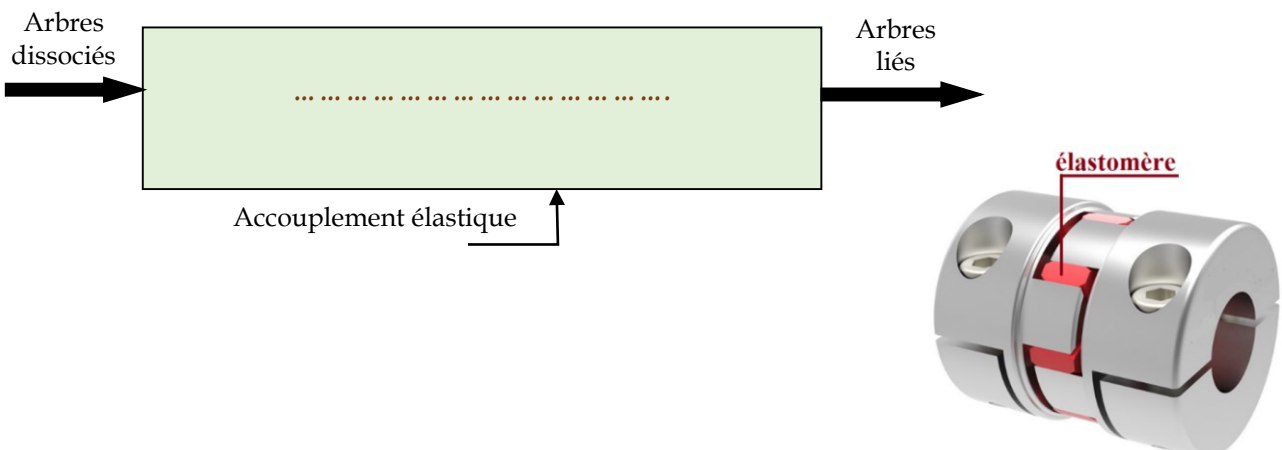
- Les accouplements rigides :
- Les accouplements élastiques :

Accouplement rigide



Accouplement élastique

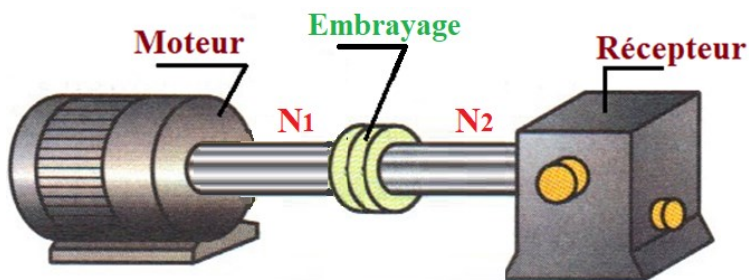
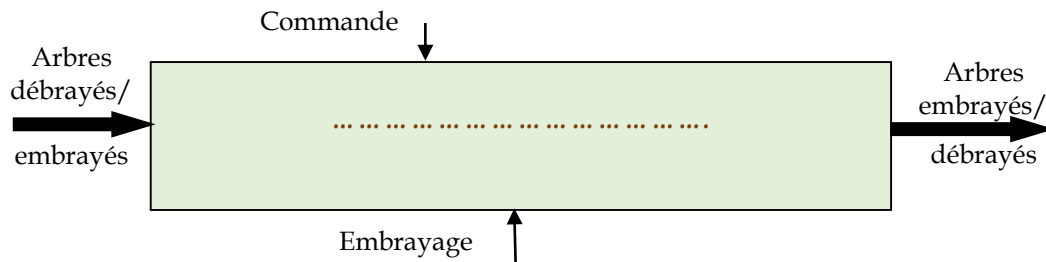
Cet accouplement comporte un élément intermédiaire élastique (élastomère ou métal).



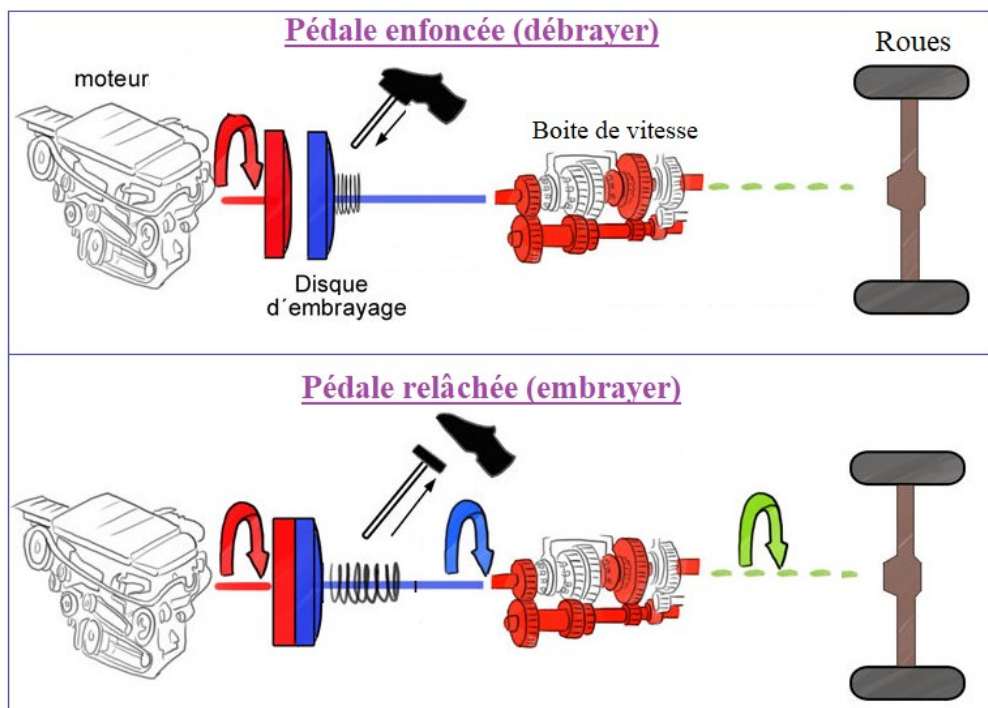
Embrayages

L'embrayage est un dispositif d'accouplement temporaire ; il permet d'accoupler (embrayer) ou de désaccoupler (débrayer) à volonté un arbre moteur et un arbre récepteur

La commande peut être mécanique, électromagnétique, pneumatique, hydraulique ou encore automatique

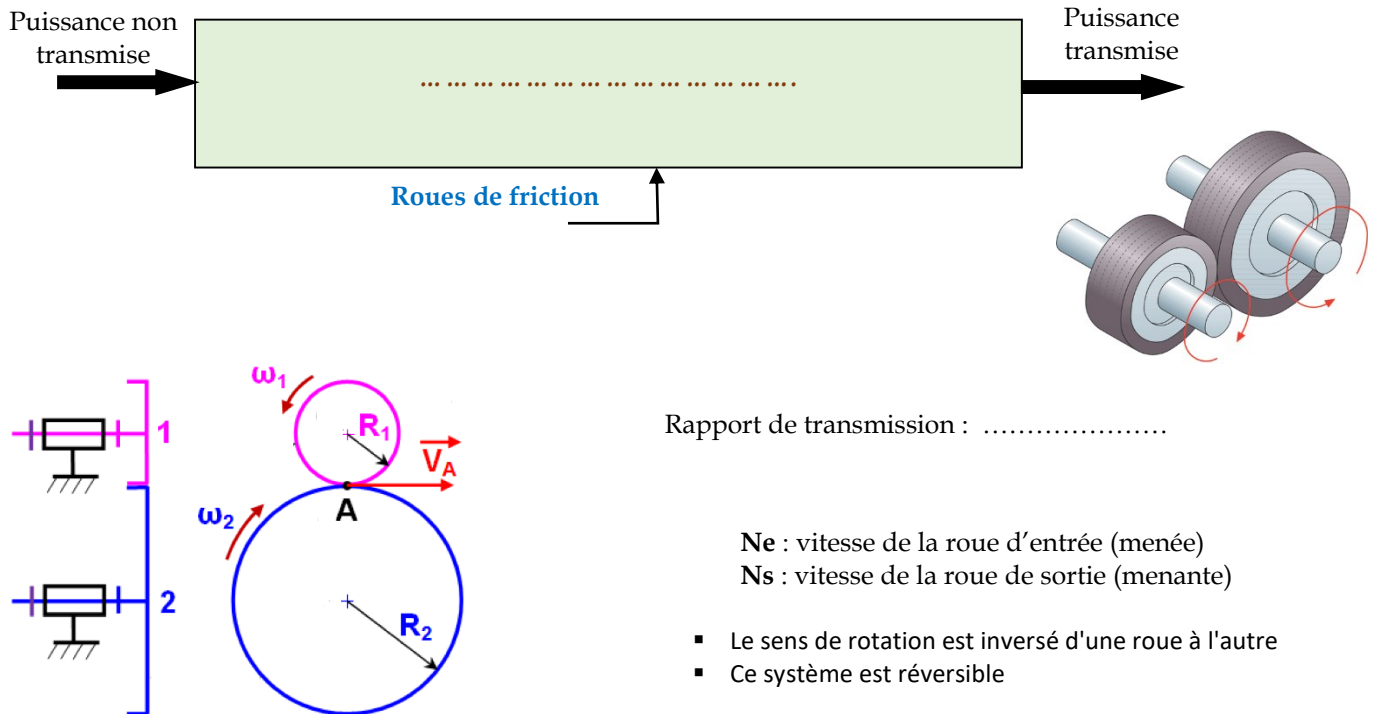


En cas d'embrayage,
En cas de débrayage,



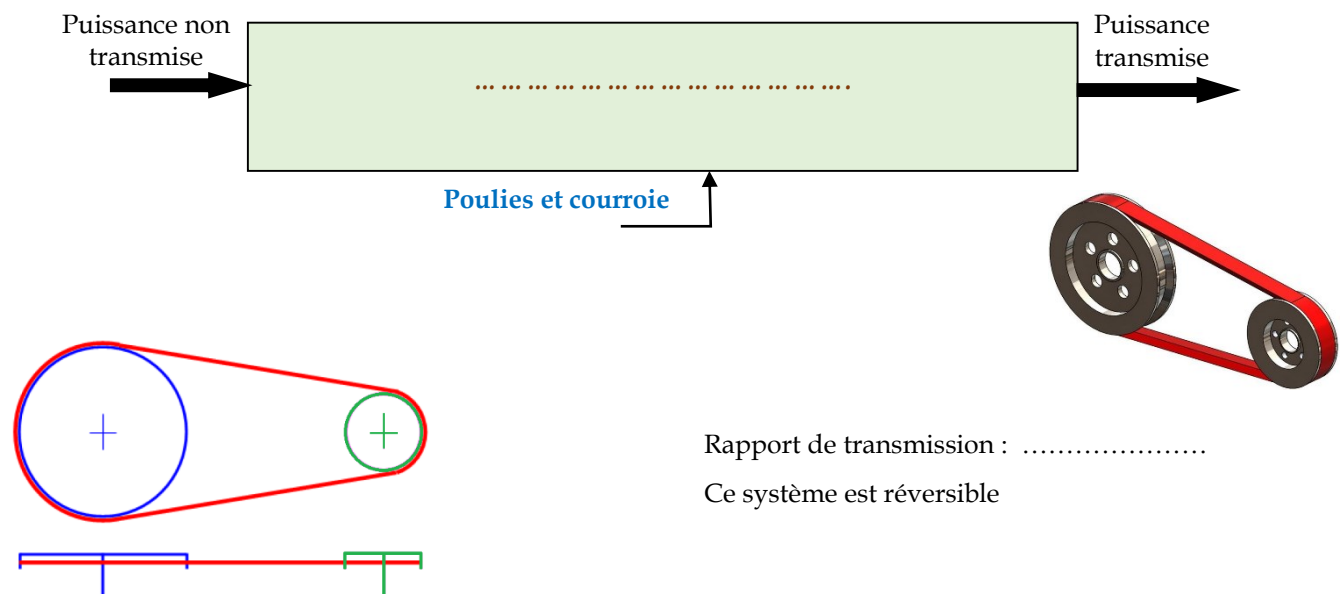
Roues de friction

Un système de roues de friction est composé de deux ou plusieurs roues dont le mouvement de rotation est transmis par adhérence.



Poulies et courroie

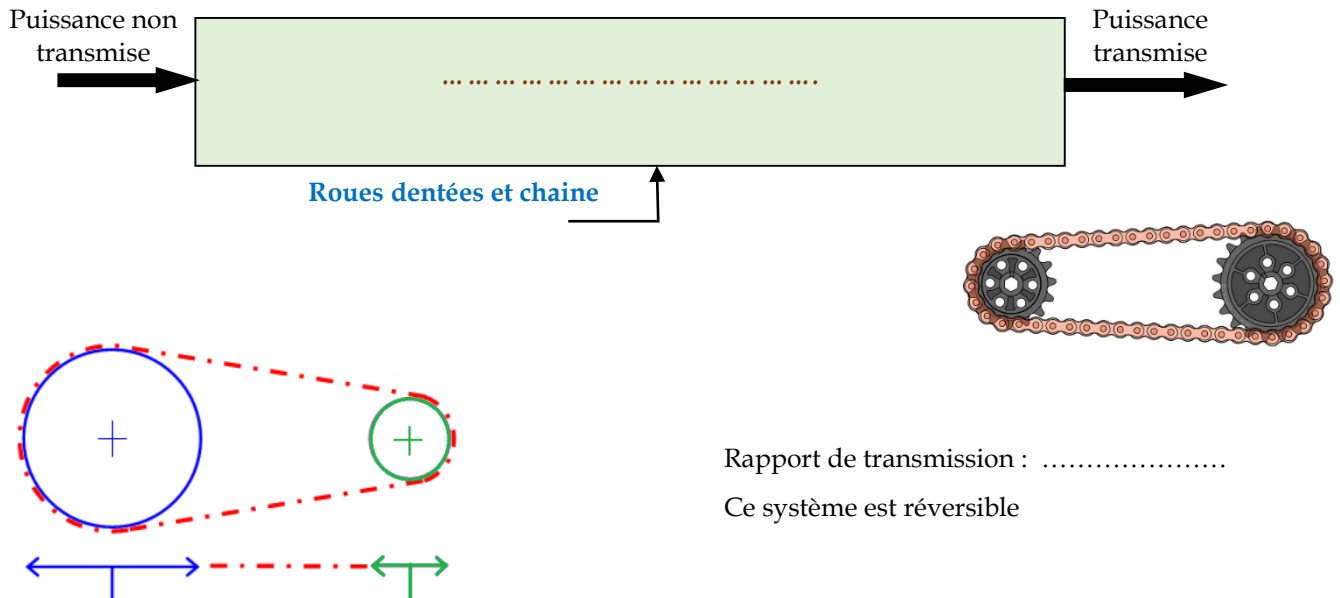
Un système de poulies et courroie est composé d'une poulie qui, en rotation, transmet ce mouvement à une seconde poulie par l'intermédiaire d'une courroie



Roues dentées et chaîne

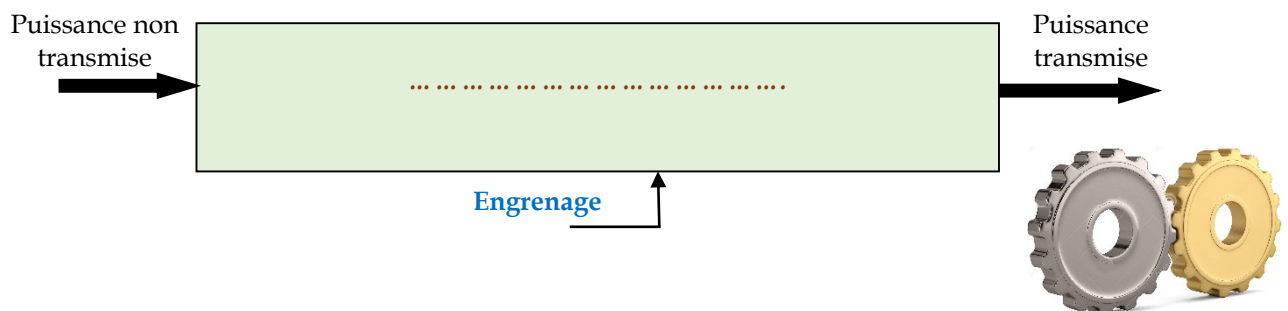
Un système de roues dentées et chaîne permet la transmission d'un mouvement de rotation entre deux roues dentées (pignons) par l'intermédiaire d'une chaîne.

L'entraînement se fait grâce aux maillons de la chaîne qui s'emboîtent dans les dents des roues



Engrenages

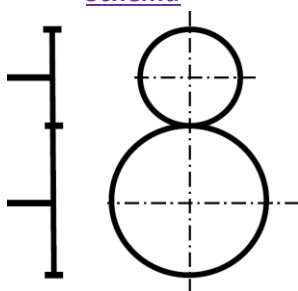
Un engrenage est composé de deux roues dentées. Les dents des roues viennent successivement en contact les unes avec les autres ; on dit alors qu'elles s'engrènent



Denture extérieure

La petite roue est appelée pignon
Les deux roues tournent en sens inverse

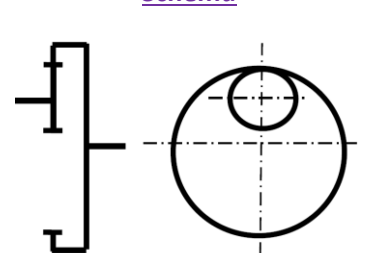
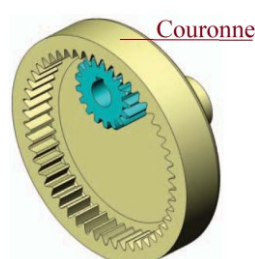
Schéma



Denture intérieure

La roue à denture intérieure est appelée pignon
Les deux roues tournent dans le même sens

Schéma



Rapport de transmission :

(d1 et d2 sont les diamètres primitifs des roues)

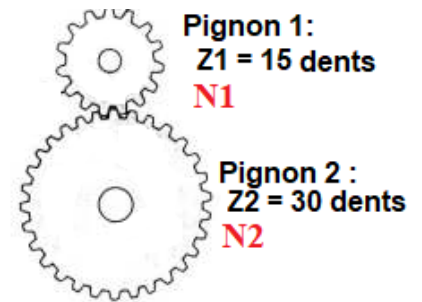
Exemple

On considère que le pignon 1 est menant

Rapport de transmission

Si le pignon menant tourne à 100 tr/mn,

N2=



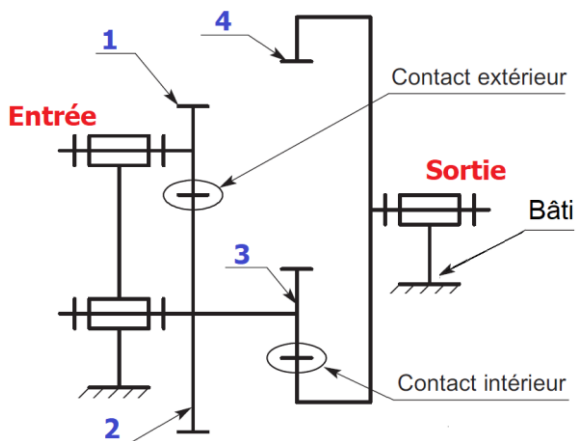
Train d'engrenages

Pour augmenter le rapport de réduction dans un réducteur, on peut associer plusieurs engrenages en série : on parle de train d'engrenages.

Rapport de réduction $r = \frac{N_s}{N_e} = (-1)^n \cdot \frac{\text{Produit des nombres de dents des roues menantes}}{\text{Produit des nombres de dents des roues menées}}$

n : nombre de contacts extérieurs (entre les roues)

Exemples

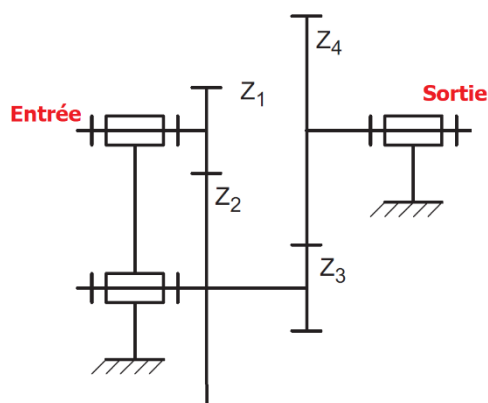


(1) et (3) sont des roues menantes (motrices)

(2) et (4) sont des roues menées (réceptrices)

.....

Les axes d'entrées et de sortie tournent en sens inverses

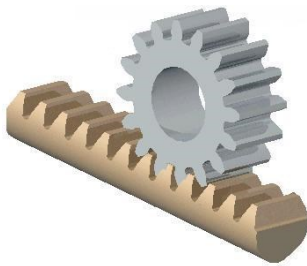


.....

Les axes d'entrées et de sortie tournent dans le même sens



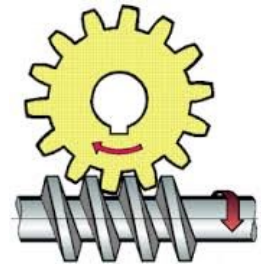
Autres mécanismes de transmission



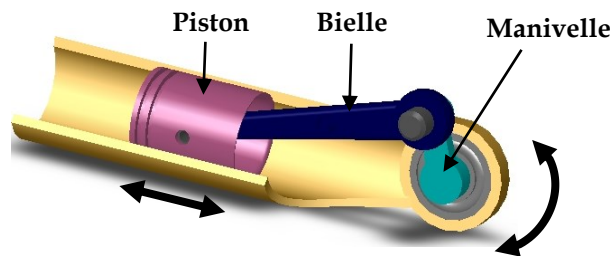
Pignon-crémaillère



Vis-écrou



Roue et vis sans fin

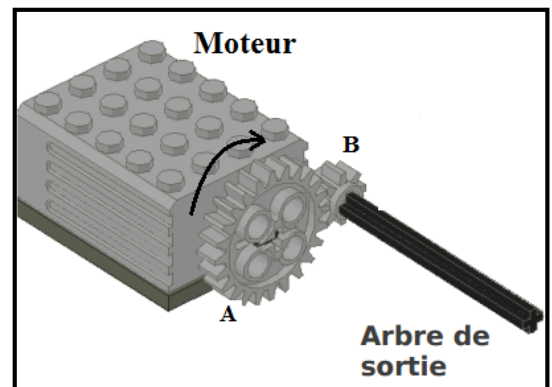


Bielle-manivelle

Exercices

1.

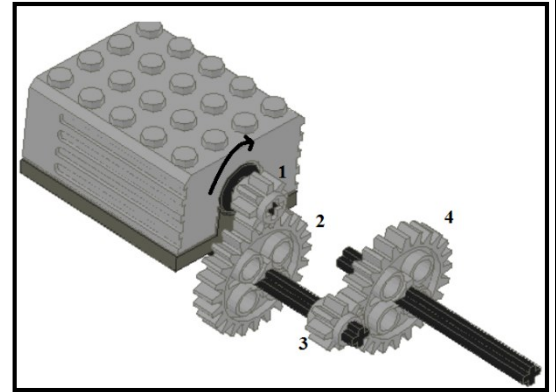
- Ce système réduit-il ou augmente-t-il la vitesse de l'arbre de sortie par rapport à celle du moteur ?
- Sachant que la grande roue comporte 21 dents, la petite 7 dents et que le moteur tourne à 600 tr/min, calculez la vitesse de rotation de l'arbre de sortie
- Indiquez par une flèche le sens de rotation de l'arbre de sortie

[illegible]

2.

Soit le système ci-contre, la petite roue possède 10 dents et la grande 40

- a. Quelle va être le rapport de réduction du système ?
- b. Qui, de l'arbre de sortie ou du moteur ira le plus vite ?
- c. Indiquez par une flèche le sens de rotation de l'arbre de sortie.



.....

.....

.....

.....

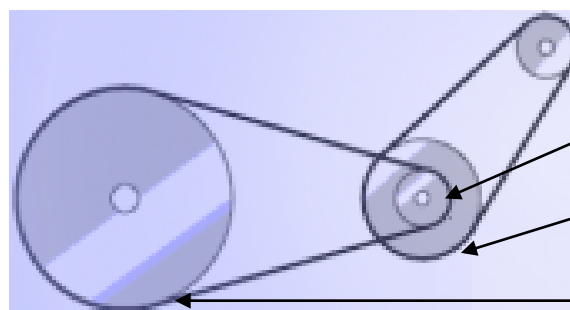
.....

.....

.....

.....

3. Quand la poulie **A** tourne à 400 tr/mn, quelle sera la fréquence de rotation des poulies **B**, **C** et **D** ?



Poulie A
Diamètre $d_A = 40 \text{ mm}$

Poulie C
Diamètre $d_C = 40 \text{ mm}$

Poulie B
Diamètre $d_B = 80 \text{ mm}$

Poulie D
Diamètre $d_D = 160 \text{ mm}$

.....

.....

.....

.....

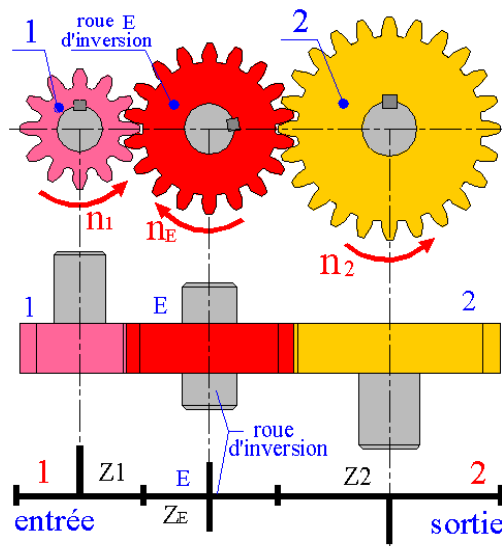
.....

.....

.....

.....

4. Donner l'expression du rapport de réduction $r = n_2/n_1$. Quel est le rôle de la roue E ?



5. Motorréducteur

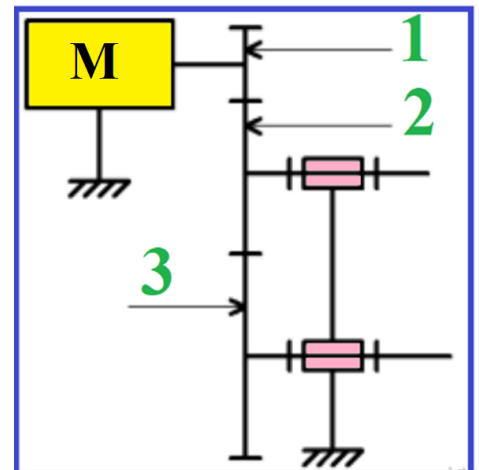
Le motoréducteur est composé d'un moteur électrique M et d'un réducteur de vitesse à base de train d'engrenages

L'arbre du moteur tourne à la fréquence de rotation de 4500 tr/min.

Les nombres de dents des roues dentées sont respectivement :

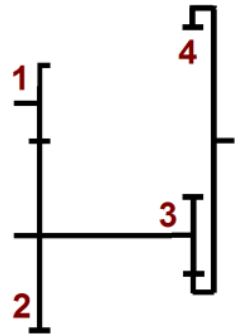
$Z_1 = 15$, $Z_2 = 30$ et $Z_3 = 55$

- Quel est le rapport de transmission du réducteur ?
- Le rapport de réduction dépend-il du nombre de dents de la roue 2 ?
- Quelle est la fréquence de rotation de l'arbre de sortie du réducteur, en tr/min ?
- Quelle est la vitesse angulaire de l'arbre de sortie du réducteur, en rad/s ?
- Les roues 1 et 3 tournent-elles dans le même sens ?

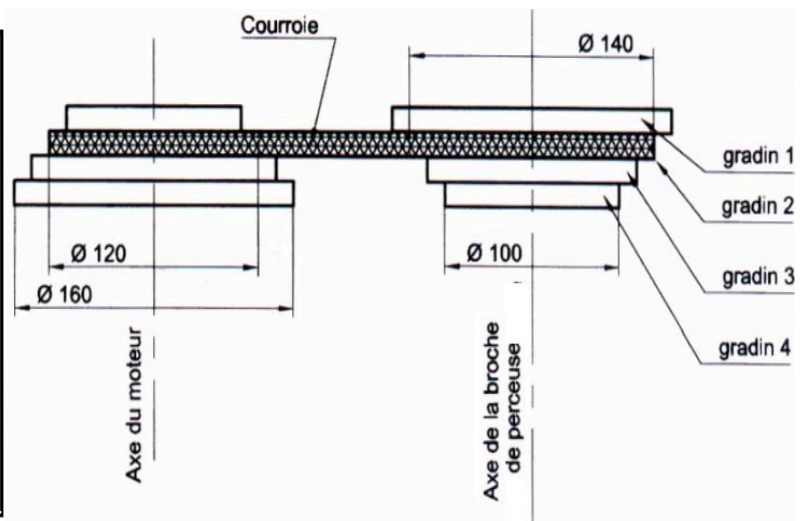
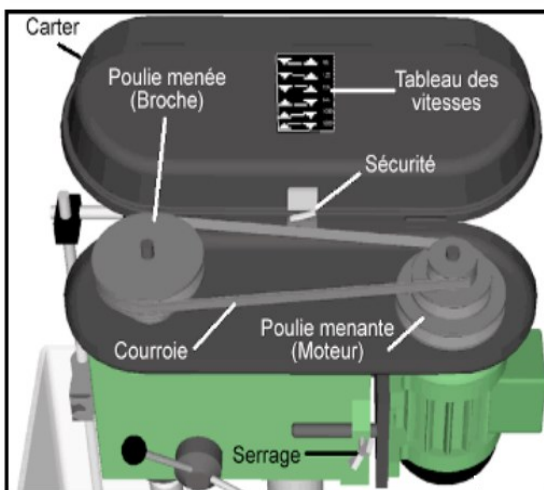


6. Données : $Z_1 = 16$, $Z_2 = 34$, $Z_3 = 18$, $Z_4 = 122$, $N_1 = 1200$ tr/min.

- Le pignon 1 étant menant, calculer le rapport de réduction k
- En déduire N_4 puis ω_4



7. Variation de vitesse de la broche d'une perceuse



La figure représente la transmission de mouvement, par poulies étagées-courroies, d'une broche de perceuse

Le moteur commande la rotation de la broche de perceuse à l'aide du système poulies étagées avec courroie. Les 2 poulies étagées sont identiques et montées comme indiquées sur la figure.

[illegible]

PARTIE

3

CHAÎNE D'INFORMATION

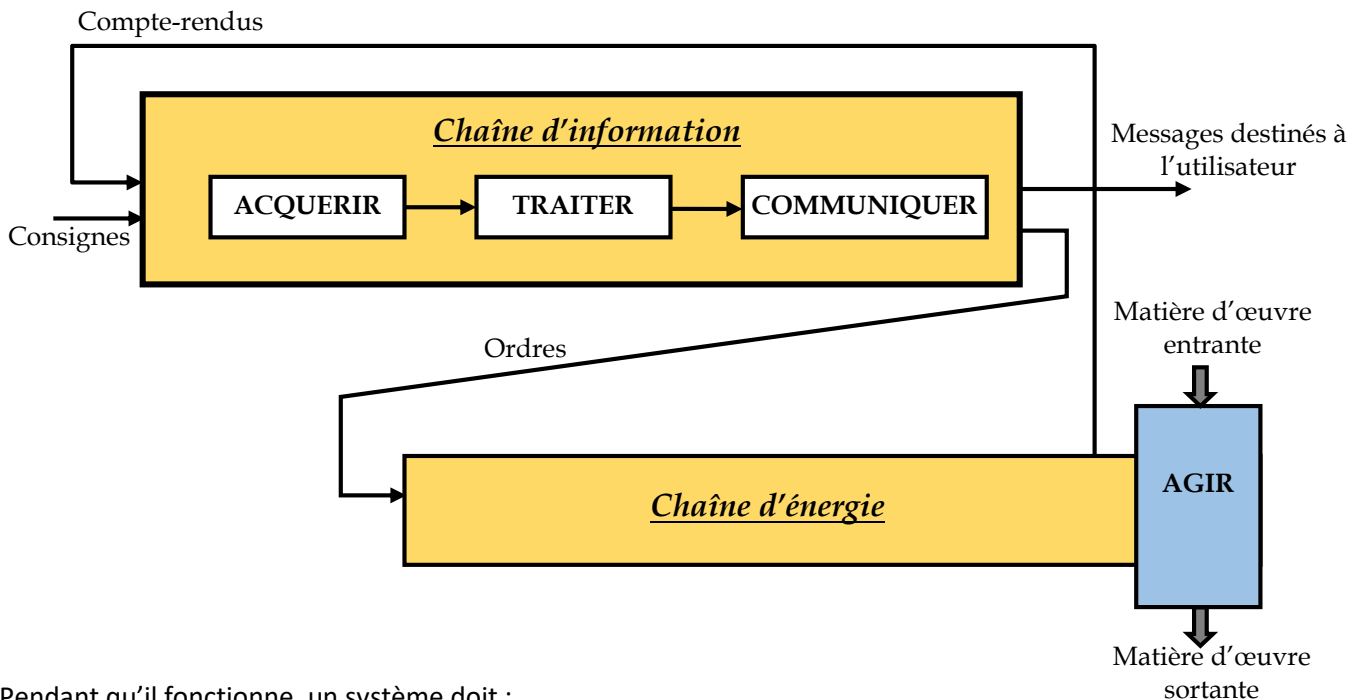


La chaîne d'information d'une voiture comprend, entre autres, les capteurs (de température, de vitesse, d'accélération, de pluie...), les calculateurs (injection, ABS, airbag, clim..), le calculateur central

Structure fonctionnelle de la chaîne d'information

La chaîne d'information traite les informations qu'elle reçoit afin de coordonner les actions de la chaîne d'énergie en lui envoyant des ordres

La chaîne d'information est constituée des fonctions génériques : **Acquérir**, **Traiter**, **Communiquer** qui contribuent à l'évolution du cycle de travail du système.



Pendant qu'il fonctionne, un système doit :

- Connaître l'état de sa partie opérative et parfois de son environnement : ce sont
- Recevoir de l'utilisateur des informations d'exploitation par l'intermédiaire de boutons, télécommande... : ce sont les

Ces informations sont ensuite exploitées par l'unité de traitement puis transmises vers :

- Les préactionneurs de la chaîne d'énergie pour réaliser des actions : ce sont les
- L'utilisateur par l'intermédiaire de voyants, afficheurs... : ce sont les

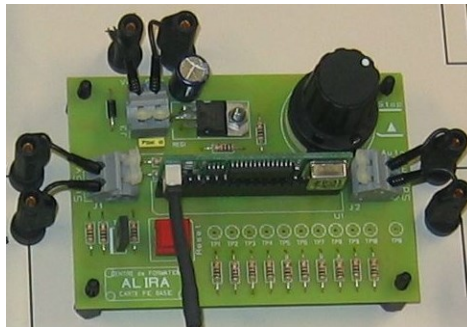
Cas du store automatique

Les capteurs détectent les grandeurs physiques : vitesse du vent et intensité de la lumière du soleil



Compte-rendus

Carte de traitement à microcontrôleur



Consignes



La carte commande des voyants pour informer l'utilisateur sur l'état du vent et du soleil

Messages



Ordres



L'utilisateur commande le mouvement du store et effectue des réglages

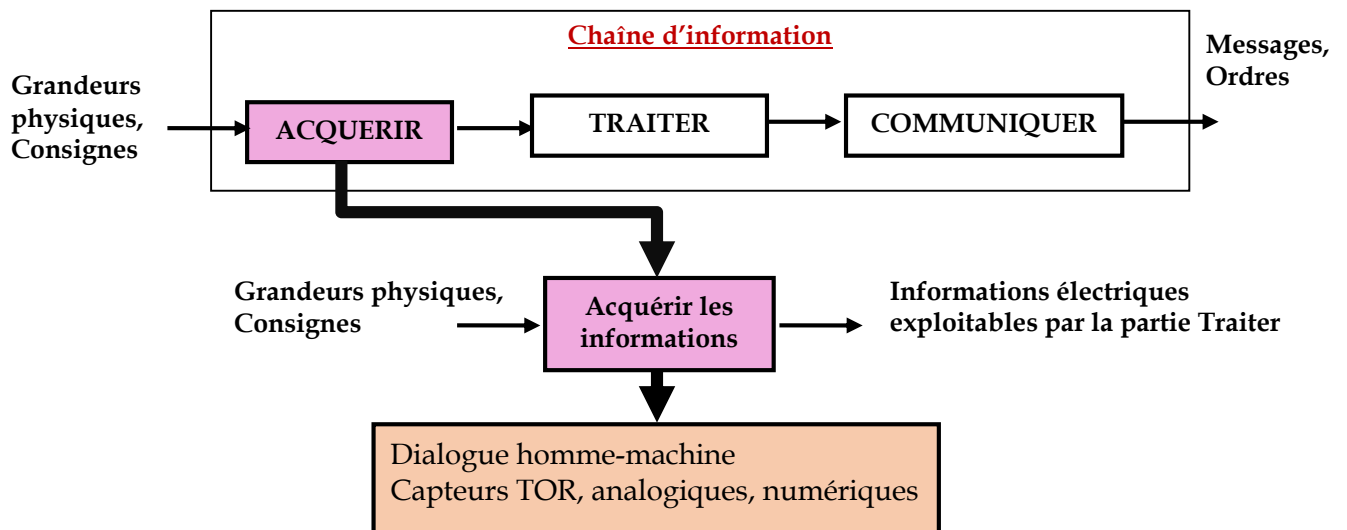
La carte ordonne la rotation du moteur afin de monter ou descendre la toile du store

La fonction ACQUERIR

Un système doit acquérir deux types d'information :

- Les **consignes** qui concernent les interventions de l'utilisateur (données d'exploitation, réglage, programmation...)
- Les **grandeurs physiques** qui concernent l'état de la partie opérative (présence, vitesse, position...) et l'état de l'environnement (température, vent, éclairage...)

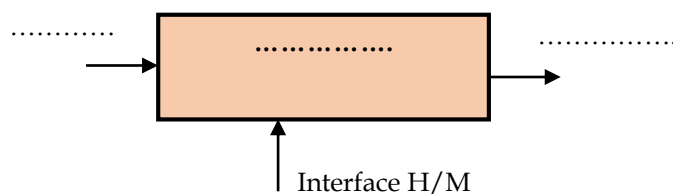
La position de la fonction Acquérir dans une chaîne d'information, ainsi que les différentes réalisations sont représentées par la figure suivante :



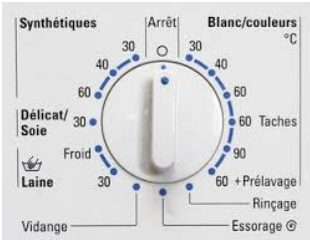
A. Les interfaces homme/machine (les consignes)

.....

.....



Exemples

	Composant	Exemples de consignes
		Marche, arrêt
		Arrêt d'urgence
		Sélection du programme de lavage sur une machine à laver
		Réglage d'une vitesse
		Limitation d'accès par mot de passe
		Verrouillage, déverrouillage des portes d'une voiture
		Programmation d'une machine à café multifonction

B. Les capteurs

Mise en situation

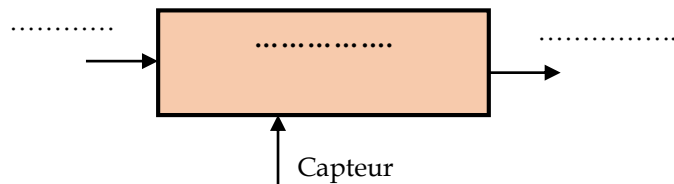
En automobile, tout devient électronique : l'injection, l'allumage, la climatisation, l'indicateur de vitesse, la position des sièges, le freinage...

Tout cela est géré par des calculateurs à base de microprocesseur

Cependant, pour fonctionner, ces calculateurs ont besoin d'informations qui sont prélevées sur le moteur, la boîte de vitesse, les roues... C'est le rôle des capteurs.

Un capteur prélève une grandeur physique et la convertit en signal électrique destiné à la partie Traiter. La grandeur physique à détecter peut-être :

- Du système lui-même (position, vitesse, température, force, pression...)
- Du milieu extérieur (température ambiante, vitesse du vent, soleil...)

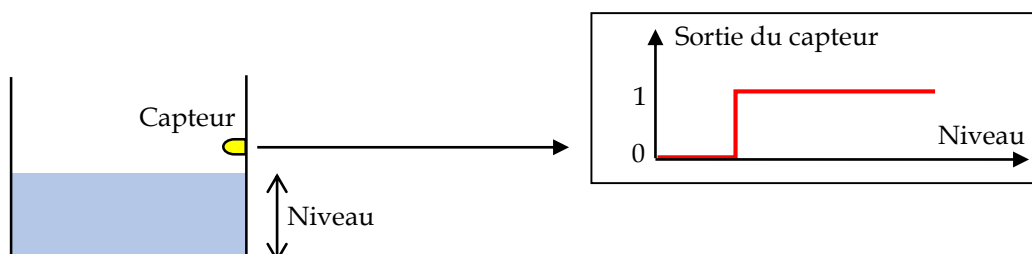


Nature de l'information de sortie d'un capteur

.....

Capteur logique (Détecteur)

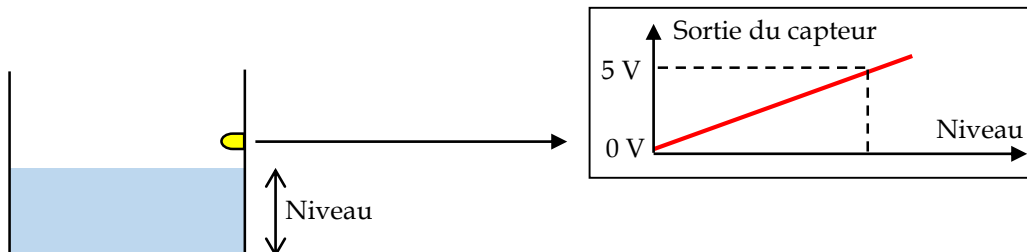
Le signal de sortie du capteur varie de manière **binaire**, il ne peut prendre que deux valeurs **1** ou **0**. Le capteur est appelé capteur tout ou rien (T.O.R) ou capteur logique



Capteur analogique

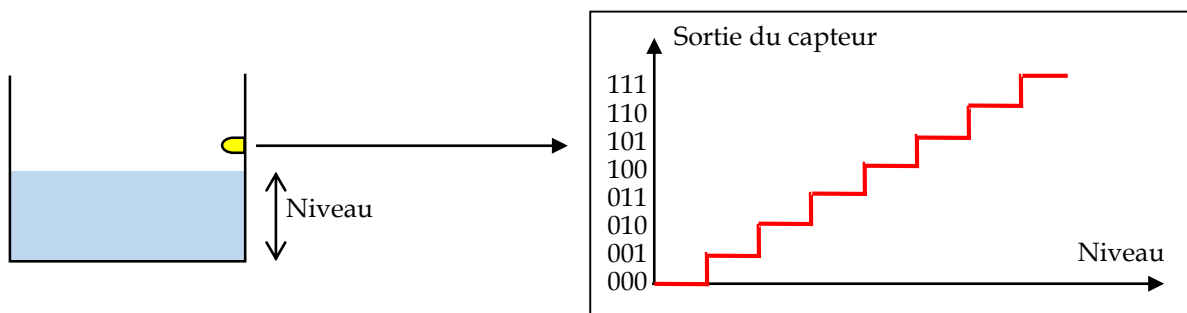
Le signal de sortie varie de façon progressive ; ce signal est une **tension** image du phénomène physique d'entrée.

Ces capteurs sont généralement utilisés pour la mesure (mesure de la température d'un local, du niveau de carburant dans le réservoir d'une voiture, de la vitesse du vent pour une station météo...)



Capteur numérique (Codeur)

Le signal de sortie varie par échelons ; à chaque valeur de la grandeur d'entrée correspond une **valeur numérique** c'est-à-dire une combinaison de 0 et de 1. La sortie est directement exploitable par une unité de traitement numérique



Composants de la fonction ACQUERIR pour le store automatique

Capteurs	
	Le module Soliris intègre un capteur de la vitesse du vent et un autre du niveau d'ensoleillement
	Deux fins de course pour limiter les mouvements de montée et de descente du store
Éléments de consigne du module Soliris Uno	
	Le module Soliris Uno contient : ▪ 3 boutons (montée, arrêt et descente du store), ▪ Un commutateur à deux positions (vent / vent + soleil) ▪ Et, sous le cache, deux potentiomètres de réglage (Seuil du vent et seuil du soleil)

Capteurs TOR

On peut classer les capteurs de présence TOR en deux grandes familles :

- ⇒ **Les détecteurs avec contact** : interrupteurs de position ou fin de course actionnés par contact direct avec des objets (à détecter)

Utilisation

Détection directe de tout objet solide
La détection de pièces machines (cames, butées, pignons)
La détection de balancelles, chariots, wagons



Symbole



Variantes de têtes d'action

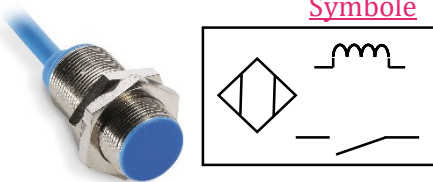


- ⇒ **Les détecteurs sans contact**

- **Les détecteurs de proximité** pour détecter sans contact physique et à faible distance de l'objet (de quelques mm à quelques cm)

Détecteur de proximité inductif

Symbole



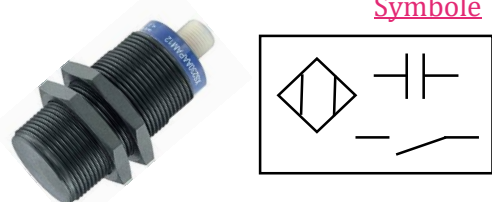
La détection a lieu lorsqu'un objet métallique s'approche et entre dans le champ électromagnétique généré par le détecteur

Exemples d'utilisation

- Détection d'objets en mouvement dans des lignes de fabrication
- Contrôle du bon fonctionnement du train d'atterrissage, fermeture des portes pour un avion
- Capteur ABS

Détecteur de proximité capacitif

Symbole



La détection a lieu lorsqu'un objet métallique ou non métallique s'approche et entre dans le champ électrique généré

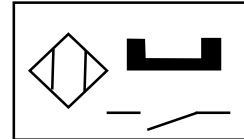
Exemples d'utilisation

- Détection de la présence de tous types de pièces et de matériaux (solides, liquides, fluides visqueux ou pulvérulents)
- Détection de niveau (notamment dans la détection de fluides liquides ou visqueux à travers des flacons en plastique)

Les interrupteurs à lame souple (ILS)

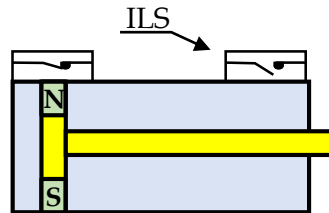
Permet de détecter tous les métaux magnétiques. En présence d'un champ magnétique, le contact est fermé ; en son absence, le contact est ouvert.

Symbole



Exemples d'utilisation

Contrôler les positions d'un vérin



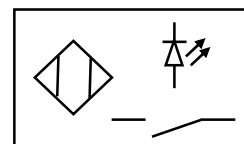
Autres types de détecteurs de proximité : à ultrasons, à effet Hall, magnétique....

- **Les détecteurs photoélectriques** : se composent d'un émetteur de lumière infrarouge modulée associé à un récepteur. La détection d'un objet se fait par coupure ou variation du faisceau lumineux.

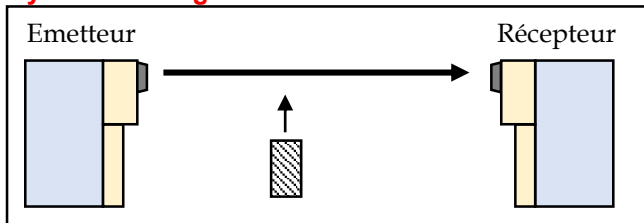
Exemples d'utilisation

- Anti-vol (ex : banque).
- Détection de pièces dans les secteurs de la robotique
- Détection de personnes, de véhicules ou d'animaux dans les secteurs des ascenseurs et du bâtiment en général

Symbole

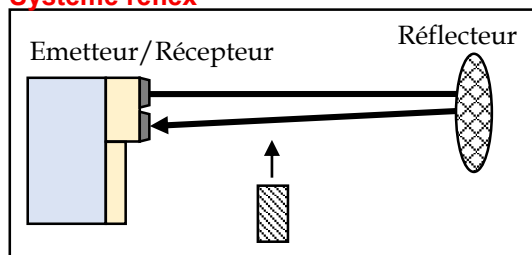


Système barrage



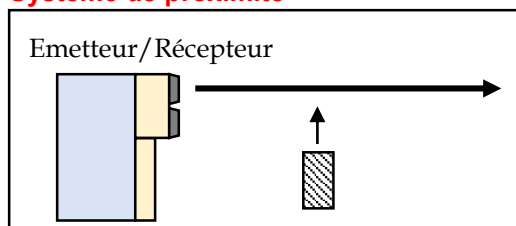
- 2 boîtiers
- Portée : 30 m
- Pour les objets non transparents

Système reflex



- 1 boîtier (émetteur et récepteur)
- Portée : 15 m
- Pour les objets non transparents et non réfléchissants

Système de proximité



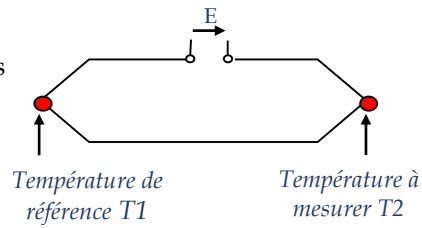
- 1 boîtier
- Portée : dépend de la couleur de l'objet
- Pour les objets non transparents

Capteurs analogiques

➡ Mesure de température par thermocouple

Un thermocouple est constitué de deux conducteurs de natures différentes reliés en 2 points.

Une tension E , fonction de la différence des températures T_1 et T_2 , apparaît entre ces deux points

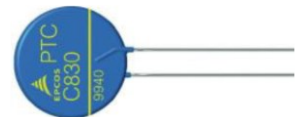


➡ Mesure de température par thermistance

Une thermistance est constituée d'un matériau semi-conducteur. Sa résistance varie en fonction de la température

On distingue deux types de thermistances : les CTN et les CTP

- Les CTN (Coefficient de Température Négatif) sont des thermistances dont la résistance diminue avec la température.
- Les CTP (Coefficient de Température Positif) sont des thermistances dont la résistance augmente avec la température



⇒ Mesure de température par résistor PT100

C'est un résistor à coefficient de température positif. La loi de variation $R = f(T)$ est parfaitement connue.

Constitué d'un film ou d'un fil de platine, sa résistance vaut $R_0 = 100\ \Omega$ à $0\ ^\circ\text{C}$ et $138.5\ \Omega$ à $100\ ^\circ\text{C}$. La sensibilité étant $\alpha = 0.385\ \Omega/^\circ\text{C}$

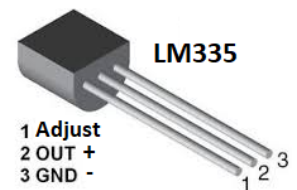
$$R_{pt} = R_0.(1 + a.T)$$



⇒ Mesure de température par le composant intégré LM335

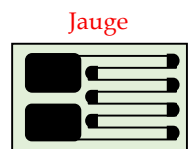
Le LM335 est un composant intégré dont la tension de sortie, recueillie entre les broches + et -, est proportionnelle à la température

$$v_s = 10^{-2} \cdot T_K \quad (\text{Sensibilité} = 10 \text{ mV}/^\circ\text{K})$$



⇒ Capteurs à jauges de contraintes (extensiométriques)

La jauge extensiométrique est constituée d'un fil électrique dont la résistance change lorsqu'il subit une déformation. La jauge permet de déterminer les efforts dans les matériaux, et est à l'origine de capteurs de force, masse, couple, pression....



⇒ Dynamo tachymétrique

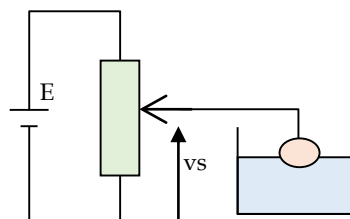
La dynamo tachymétrique est une machine à courant continu qui délivre une tension E proportionnelle à la vitesse de rotation N $E = K \cdot N$

$$\mathbf{E} = \mathbf{K} \cdot \mathbf{N}$$



⇒ Capteur de déplacement résistif

Essentiellement utilisé pour mesurer des déplacements linéaires ou angulaires (Jauge de carburant, niveau de cuve...), il utilise le principe du montage potentiométrique permettant d'obtenir une relation directe entre la tension vs et le déplacement



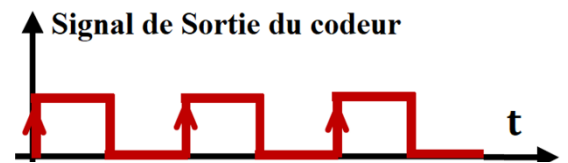
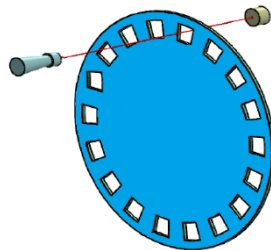
Capteur numérique (Codeur)

⇒ Codeur incrémental

Le codeur incrémental comporte un disque portant une piste divisée régulièrement en secteurs alternativement opaques et transparents.

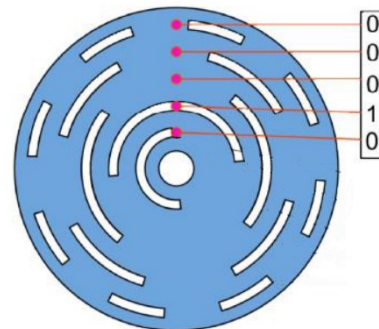
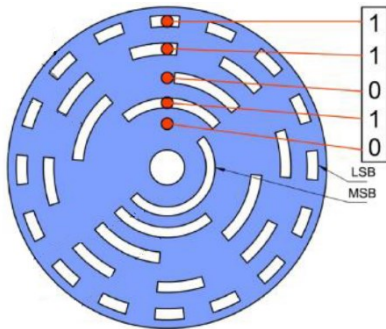
Autour de la piste, sont installés un émetteur et un récepteur de lumière

Ce capteur délivre une information électrique sous la forme d'un train d'impulsions. Ces impulsions peuvent renseigner sur la **position**, sur la **vitesse de rotation** et sur le **sens de rotation**



⇒ Codeur Absolu

Le codeur absolu est un équipé d'un disque à n pistes codé en Gray ou en binaire naturel. Il génère un code numérique sur n bits pour chaque position.



Résolution :

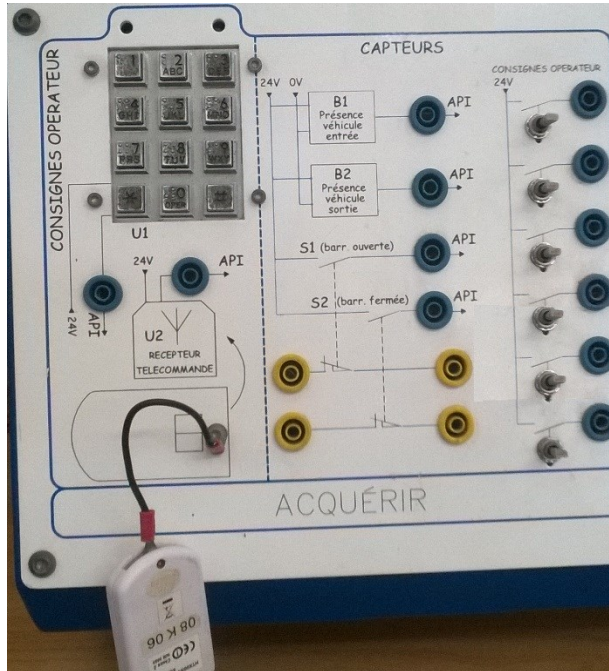
$$R = 2^n \text{ positions/tour}$$

Précision angulaire :

$$\theta = \frac{360^\circ}{2^n}$$

Exercices

1. Examiner le système "barrière automatique" et/ou sa documentation technique afin d'énumérer tous les constituants de la fonction Acquérir : capteurs et éléments de consigne



Capteurs			Eléments de consigne	
Repère	Grandeur physique détectée	Nature de l'information de sortie	Repère	Désignation
.....				
.....				
.....				
.....				

2. Le LM335 est un capteur de température qui délivre une tension proportionnelle à la température, $V = a.T$
 a est la sensibilité du capteur $a = 0.01 \text{ V/}^\circ\text{K}$
 T est la température en K (Kelvin)

- a. Préciser le type de sortie de ce capteur
- b. La température est de 23°C , convertir cette valeur en $^\circ\text{K}$ puis en déduire la réponse V du capteur



.....

.....

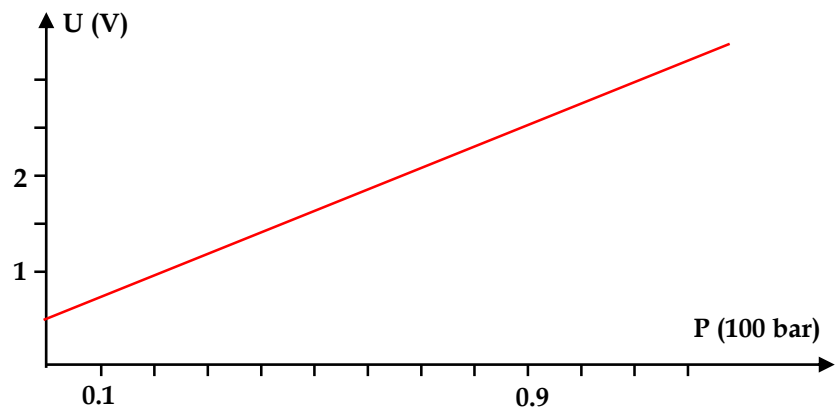
.....

.....

.....

3. Un capteur de pression utilisé dans un compresseur possède la courbe caractéristique suivante

- a. Précise la grandeur d'entrée et celle de sortie de ce capteur
- b. Préciser le type de sortie du capteur
- c. Déterminer la réponse U du capteur pour une pression de 80 bars



.....

.....

.....

.....

.....

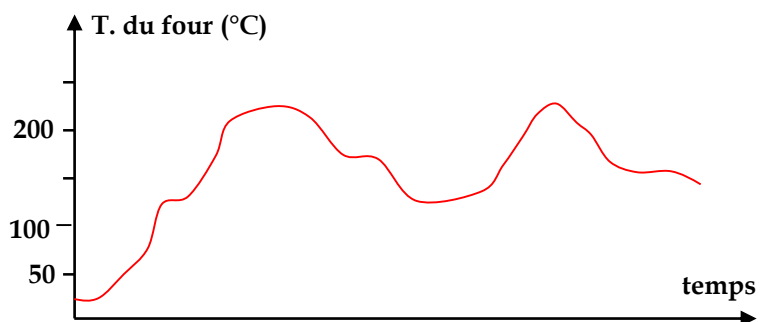
.....

.....

4. Le thermostat est un capteur de température qui transmet deux informations :

- 1 : si la température est inférieure à la consigne de réglage
- 0 : si la température est supérieure à la consigne de réglage

Le thermostat pilote un four de sorte que quand le capteur est à 1 le four se met en marche, et quand le capteur est à 0 le four s'arrête



- a. Préciser le type de sortie du capteur
- b. Sachant que le thermostat est réglé à 200°C, compléter la courbe de la sortie du capteur et celle de l'état du four

.....

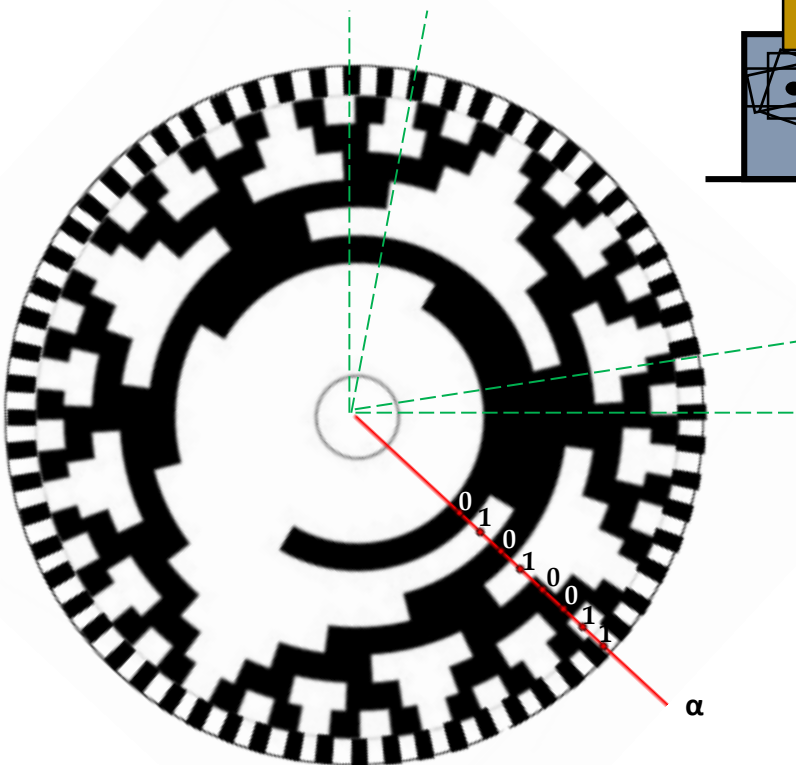
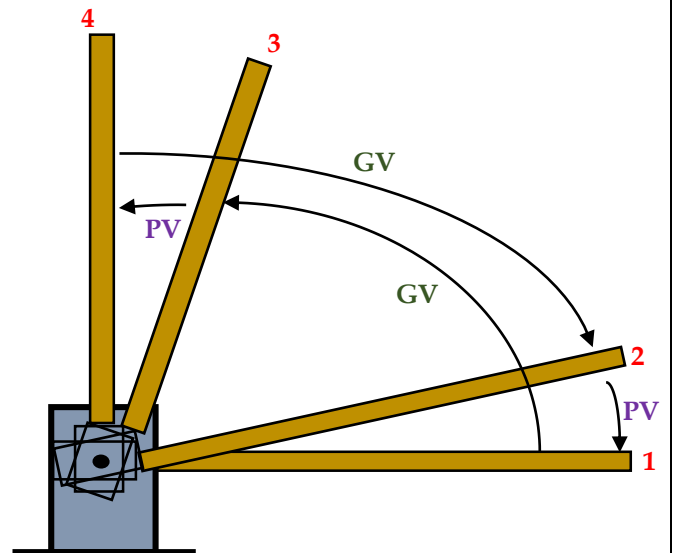
.....

5. Une barrière permet l'accès à un parking aux conducteurs munis d'une carte magnétique. La partie principale est composée d'un bâti fixé au sol, et d'une lisse relevable par un moteur situé à l'intérieur du pied. La plus grande partie de la rotation est faite en grande vitesse (GV), la phase finale se faisant en petite vitesse (PV) afin d'éviter les chocs.

Pour connaître la position de la lisse, un codeur absolu 8 bits est accouplé sur son axe. Son but est de repérer les 4 positions concernées (1, 2, 3, 4) indiquées ci-dessous. Il donne, en numérique, l'angle que fait la lisse avec l'horizontale.

Pour $\theta = 0^\circ$ lorsque la lisse est en position 1, le code délivré est 00000000

- Calculer la résolution (nombre de positions possibles) du codeur
- Déterminer la précision du codeur (l'écart entre deux positions)
- Compléter le tableau



Par exemple, le code numérique généré correspondant à l'angle α est 01010011

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

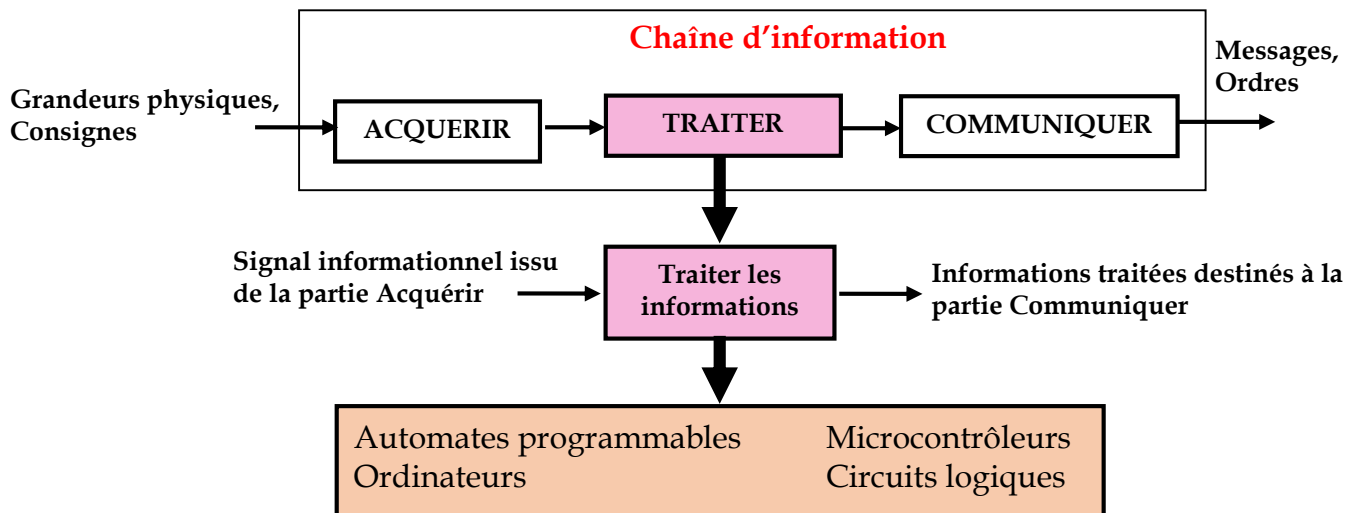
.....

Position de la lisse de la barrière	Code numérique délivré par le capteur
1 (0°)	
2	
3	
4 (90°)	

La fonction TRAITER

Dans un système automatisé, le traitement des informations et la gestion du fonctionnement nécessitent des organes de commande dotée d'une certaine intelligence, allant du simple circuit logique combinatoire jusqu'au microordinateur sophistiqué.

La position de la fonction Traiter dans une chaîne d'information, ainsi que les différentes réalisations sont représentées par la figure suivante :



Technologies de réalisation

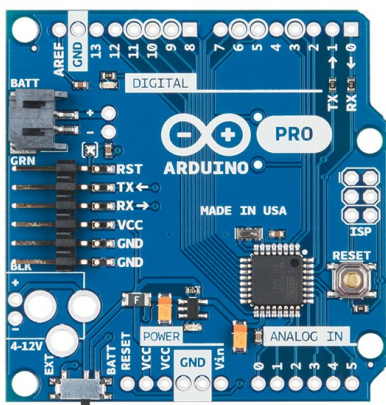
Unité de traitement câblée

Ce type de traitement est réalisé par des composants électriques, électroniques ou pneumatiques (portes logiques, relais. ...). Le traitement est figé et donc réservé aux systèmes simples

Unité de traitement programmée

Ce type de traitement est réalisé par des systèmes à microprocesseur (carte à microprocesseur, microcontrôleur, automate programmable industriel API, ordinateur ...).

Ce type de traitement est réservé aux systèmes de traitements complexes avec possibilité d'évolution.



Carte Arduino



Automate programmable



Ordinateur

Cas du système "barrière automatique"

La partie Traiter peut-être :

- Réalisée par un câblage selon un montage répondant à la fonction souhaitée : traitement câblé
- Ou confiée à l'automate programmable embarqué SR3B101BD de Zélio : traitement programmé



⇒ Exercice

Examiner le système "store automatique" et/ou sa documentation technique afin de citer les différentes technologies utilisées pour le traitement des informations

Unités de traitement	
Désignation	Traitement câblé/programmé
.....	
.....	
.....	

A. Les systèmes de numération

Les bases de numération

La base d'un système de numération est le nombre de chiffres différents qu'utilise ce système. En électronique numérique, les systèmes les plus utilisés sont : le système décimal, le système binaire et le système hexadécimal.

Dans une base B, il y a B symboles différents, appelés **DIGITS**

Tout nombre N exprimé dans une base B s'écrit : $N = (a_n a_{n-1} \dots a_2 a_1 a_0)_B$

Système	Base B	Digits	Exemple de valeurs
Décimal	10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	$(5034)_{10}$
Binaire	2	0, 1	$(1000110)_2$
Hexadécimal	16	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F	$(4A21FC)_{16}$
Octal	8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	$(347)_8$

Le système binaire a pour base $B = 2$ et utilise les deux digits 0 et 1 appelés aussi **BITS** (binary digits)

Exemple d'un mot de 8 bits : 1 0 0 1 1 1 0 0



On appelle **LSB** (Least Significant Bit) le bit de poids le plus faible.

On appelle **MSB** (Most Significant Bit) le bit de poids le plus fort

[illegible]

Correspondance entre base 2 et base 16

Un chiffre hexadécimal correspond à 4 chiffres binaires

- Le passage de la base 16 à la base 2 s'obtient en remplaçant chaque chiffre hexadécimal en sa représentation binaire.
- Le passage de la base 2 à la base 16 consiste à regrouper par 4 les chiffres binaires en commençant de la droite.

Exemples $(11100110)_2$ $(1000110110)_2$ $(C85)_{16}$ $(3A07)_{16}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Codage binaire des nombres entiers

Il existe plusieurs codes binaires pour représenter les entiers. Chaque code possède des propriétés et a des utilisations spécifiques.

Binaire naturel : c'est l'écriture même de l'entier à coder en binaire

Binaire réfléchi (ou GRAY) : dans lequel un seul bit change d'état au passage d'un nombre au suivant.

BCD (Binary Coded Decimal) : chaque digit du nombre décimal est représenté par son équivalent binaire

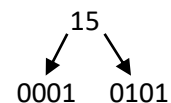
Table de codage jusqu'à l'entier 15

Nombre décimal	Binaire naturel				Gray				BCD			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
3	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
5	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1
6	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0
7	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1
8	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
9	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1
10	1	0	1	0	1	1	1	1	X			
11	1	0	1	1	1	1	1	0				
12	1	1	0	0	1	0	1	0				
13	1	1	0	1	1	0	1	1				
14	1	1	1	0	1	0	0	1				
15	1	1	1	1	1	0	0	0				

Exemples :

$(15)_{10} = 1111$ en binaire naturel
 $= 1000$ en binaire réfléchi
 $= 10101$ en BCD

En effet, pour le BCD,



B. CIRCUITS LOGIQUES - ALGÈBRE DE BOOLE

De nombreux dispositifs ont seulement deux états de fonctionnement. Par exemple, un interrupteur peut être ouvert ou fermé, une lampe peut être allumée ou éteinte. On associe à des objets de ce type, des variables dites **logiques**, ou variables **booléennes** ou encore variables **binaires**. On convient de noter les deux états **0** et **1**

Les circuits qui utilisent des variables booléennes sont dits circuits logiques

L'algèbre de Boole est l'outil mathématique pour étudier les circuits logiques

Fonctions logiques de base

Une fonction logique est l'expression de la sortie d'un circuit logique en fonction de ses entrées ; elle peut être représenté par :

-
-
-
-

Opérateur et table de vérité	Symbole électronique européen	Symbole électronique américain	Schéma électrique	Chronogramme															
OUI $S = a$ <table><tr><th>a</th><th>S</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td></tr></table>	a	S	0	0	1	1													
a	S																		
0	0																		
1	1																		
NON $S = \bar{a}$ <table><tr><th>a</th><th>S</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	a	S	0	1	1	0													
a	S																		
0	1																		
1	0																		
OU $S = a + b$ <table><tr><th>a</th><th>b</th><th>S</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	a	b	S	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1				
a	b	S																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	1																	
ET $S = a \cdot b$ <table><tr><th>a</th><th>b</th><th>S</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	a	b	S	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1				
a	b	S																	
0	0	0																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	1																	
NOR (Not OR) $S = \overline{a + b}$ <table><tr><th>a</th><th>b</th><th>S</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	a	b	S	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0				
a	b	S																	
0	0	1																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	0																	

[illegible]

Simplifier algébriquement $f_1 = a + \bar{a}b + \bar{a}\bar{b}$ et $f_2 = a + b\bar{c} + \bar{a}.\overline{(b\bar{c})}.(ad+b)$

Méthode de Karnaugh

La simplification graphique par le tableau de Karnaugh d'une fonction logique permet d'obtenir de façon simple et sûre l'expression simplifiée. La démarche est la suivante :

- Dresser un tableau à 2^n cases codé en Gray (qui a comme propriété principale de ne faire varier qu'un seul bit entre deux cases adjacentes.)
- Mettre les 1 de la fonction dans les cases correspondantes
- Grouper tous les 1 par paquets de 2, 4, 8..., le groupement de cases doit être au maximum
- Chaque groupement élimine les variables qui changent

⇒ Exercice

Tirer l'équation logique de M à partir de la table de vérité
Utiliser ensuite le tableau de Karnaugh pour la simplifier

.....
.....

a	b	c	d	M
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	0

		cd			
		00	01	11	10
ab	00				
	01				
	11				
	10				

⇒ Exercices

Simplifier graphiquement

$$T1 = x y z + x y \bar{z} + \bar{x} y \bar{z} + \bar{x} y z$$

$$T2 = x \bar{y} \bar{z} + x y \bar{z} + x y z$$

$$F = \bar{a} \bar{b} \bar{c} d + abcd + a \bar{b} c \bar{d} + \bar{a} b c \bar{d} + ab \bar{c} + abc \bar{d} + \bar{a} \bar{b} cd + \bar{a} b \bar{c} \bar{d}$$

C. Système combinatoire

Un Système combinatoire est un circuit logique où les sorties dépendent seulement des entrées
La démarche d'étude d'un circuit combinatoire consiste à :

A partir du cahier des charges, on établit la table de vérité, on déduit l'équation simplifiée (algébriquement ou graphiquement) pour enfin tracer le schéma électronique ou électrique

⇒ Exercices

1. Store automatique

Le store automatisé est équipé de deux capteurs, un qui détecte la présence de soleil (**Ss**), l'autre la présence de vent (**Sv**).

La toile de store descend (**Kd**) dès qu'il y a le soleil, le store se baisse automatiquement. Si un seuil de vitesse du vent est atteint, la toile remonte (**Km**) malgré la présence de soleil.

- Préciser les entrées et les sorties de ce système
- Etablir la TV, les équations simplifiées des sorties et le logigramme

2. Barrière automatique didactisée

Pour cette activité, le fonctionnement du système doit être conforme au cahier des charges suivant :

- Si une voiture est présente devant l'une des deux cellules photoélectrique (**B1** ou **B2**), la barrière s'ouvre (**KA4**) et le voyant **H1** s'allume
- Si deux voitures se présentent simultanément, la barrière se ferme (**KA5**) et le voyant **H2** s'allume
- De plus, si le parking est complet, le gardien a la possibilité d'actionner le contact **S3** pour interdire l'ouverture (On utilisera à cet effet le premier interrupteur de simulation S3)

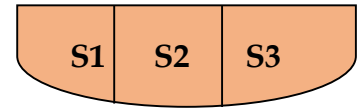
Etablir la TV, les équations simplifiées des sorties et le logigramme

[illegible]

3. Soutes d'un navire

Un navire, destiné au transport d'éléments liquides, comporte dans sa cale trois soutes **S1**, **S2** et **S3**. Le voyant **ASS** s'allume quand l'assiette est correcte, c'est-à-dire quand les charges sont bien réparties.

- Soutes 1 et 3 vides, soute 2 remplie ;
- Soutes 1 et 3 remplies, soute 2 vide ;
- Soutes 1, 2 et 3 remplies ;
- Soutes 1, 2 et 3 vides.



Etablir la TV, les équations simplifiées des sorties et le logigramme/schéma à contacts

This image shows a full page of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a template for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

4. Système d'alarme

Dans une maison équipée par un dispositif d'alarme, il y a un capteur **A** sur la porte, un capteur **B** sur la fenêtre et un interrupteur **C** pour la commande de marche/arrêt de l'alarme.

Le fonctionnement du système Alarme est caractérisé par ce qui suit :

- Si $C = 0$, l'alarme est désactivée ;
- Si $C = 1$, l'alarme est activée : si un intrus passe par une fenêtre ($B = 1$) ou par une porte ($A = 1$), une sonnette **S** est actionnée

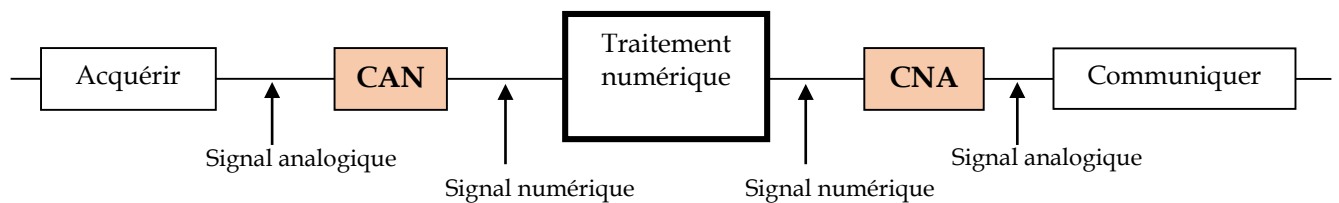
Etablir la TV, les équations simplifiées des sorties et le logigramme/schéma à contacts

D. Conversion de données

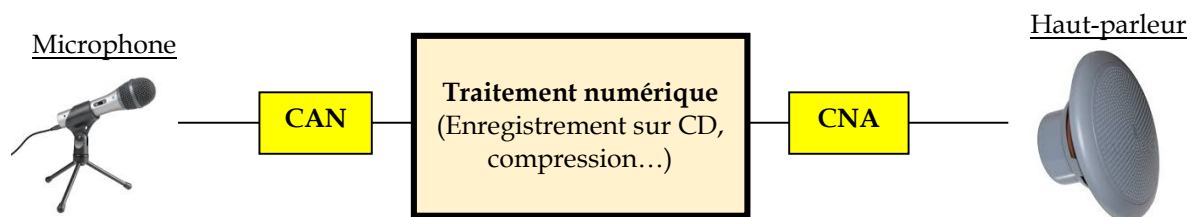
Introduction

De plus en plus, les systèmes techniques utilisent des unités de traitement numérique. Cette technologie numérique présente des avantages par rapport à l'analogique : réalisation de fonctions complexes, mémorisation des informations, faible sensibilité au bruit...

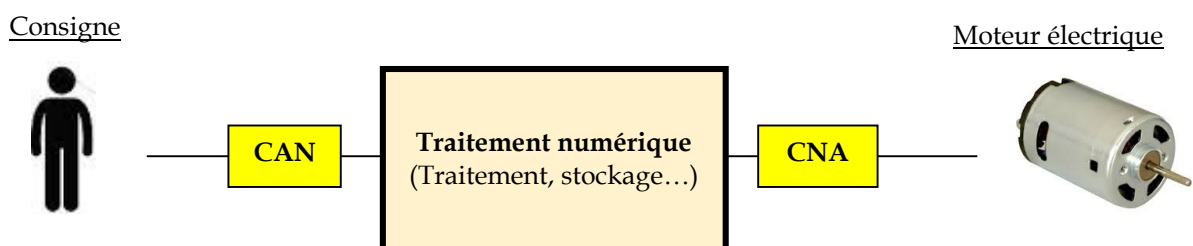
Le plus souvent, les informations issues des capteurs et celles qui commandent les actionneurs sont de nature analogique : pour adapter un module de traitement numérique à son environnement analogique, il est nécessaire de procéder à des conversions de données (analogique-numérique et numérique-analogique)



Exemple : traitement de son



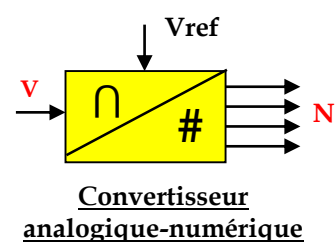
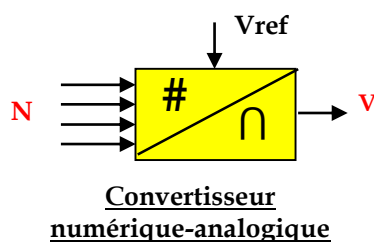
Exemple : variation de la vitesse d'un moteur



Conversion numérique-analogique et analogique-numérique

Un CNA transforme une valeur numérique (mot binaire codé sur n bits) en une autre analogique (tension ou courant)

Le CAN permet d'obtenir en sortie une grandeur numérique dont la valeur est représentative de la grandeur analogique d'entrée



- La tension pleine échelle **V_{pe}** correspond à la valeur maximale de la tension analogique ; elle est fixée par la tension **V_{ref}**
- La résolution représente le nombre de bits **n** de la grandeur numérique
- Le quantum, noté **q** et s'exprime en Volts, correspond au pas de variation du signal analogique **v** pour une variation d'un bit de la grandeur numérique **N**.

.....

L'entrée et la sortie sont reliées par la relation

Exemple :

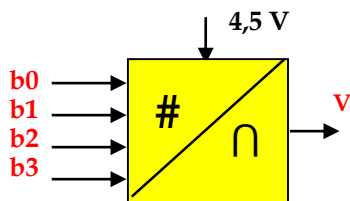
Soit un CNA 8 bits avec V_{ref} = 5V

$$\text{Le quantum est } q = \frac{V_{pe}}{2^n} = \frac{V_{ref}}{2^n} = \frac{5}{2^8} = 19,5mV$$

La sortie qui correspond à l'entrée N= 10000010 est v=q.N = 19,5 .10⁻³ . 130 = 2,53 V

⇒ **Exercices**

1. On considère le suivant convertisseur et on fournit sa table de fonctionnement



b3	b2	b1	b0	V
0	0	0	0	0 V
0	0	0	1	0,3 V
0	0	1	0	0,6 V
//	//	//	//	//
1	1	0	1	3,9 V
1	1	1	0	4,2 V
1	1	1	1	4,5 V

Compléter

- C'est un convertisseur
- Sa résolution est de bits
- Le bit de poids fort est, alors que celui de poids faible est
- Le quantum est de V
- La tension pleine échelle est de V

2. Un CNA 8 bits possède une sortie pleine échelle de 12.8 V

- Calculer son quantum
- Calculer, en Volts, la sortie qui correspond à l'entrée N= 00010100

.....

.....

.....

.....

.....

.....

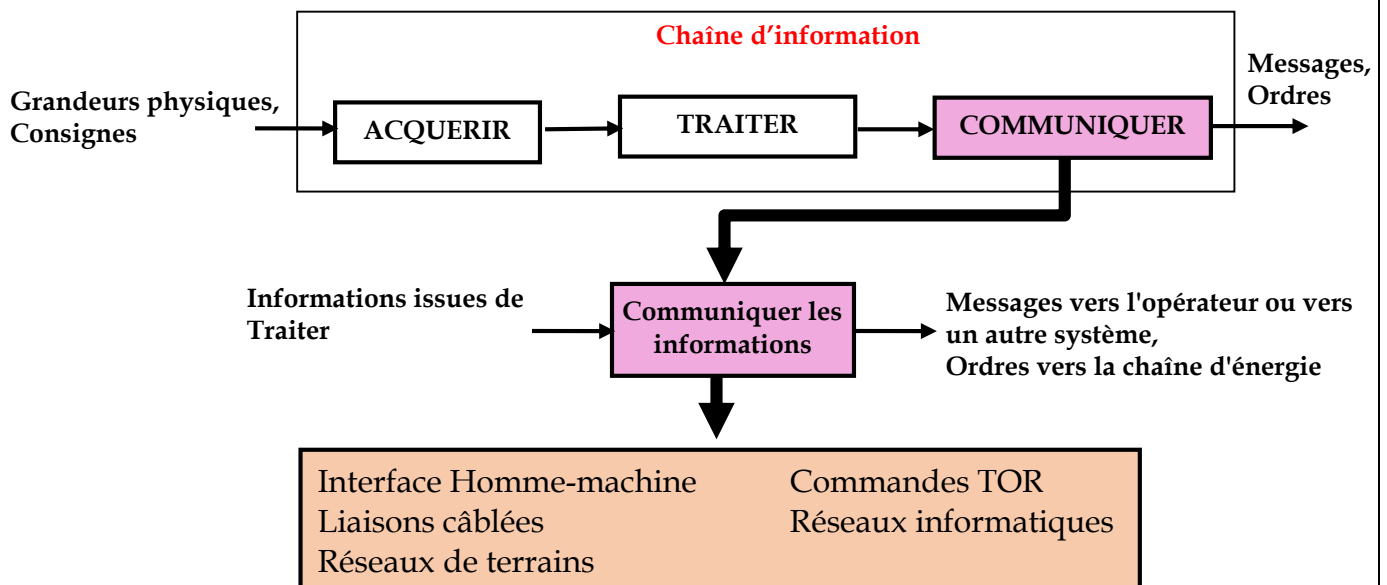
.....

La fonction COMMUNIQUER

Un système automatisé gère le processus sans intervention humaine. Pourtant, très souvent, un opérateur surveille son comportement. Donc, en plus des ordres qui commandent la chaîne d'énergie via la fonction Distribuer, un système échange des informations avec l'opérateur

Les systèmes industriels modernes communiquent aussi entre eux ou avec des systèmes informatiques, ce qui fait appel à des réseaux de communication.

La position de la fonction Communiquer dans une chaîne d'information, ainsi que les différentes réalisations sont représentées par la figure suivante :



A. Communication de l'information

Communication avec l'opérateur

Il s'agit de renseigner l'utilisateur sur l'état du système à l'aide de moyens de signalisation

Exemples

	Constituant de dialogue	Exemples de messages		Constituant de dialogue	Exemples de messages
	Voyant	Mise sous tension, mouvement en cours		Afficheur numérique	Température, nombre de voitures au parking
	Alarme sonore	Défaut, fin de tâche		Ecran tactile	Tâche en cours, fin de tâche, défaut

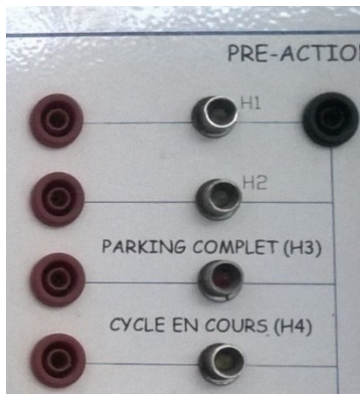
Cas du système "store automatique"

Le module Soloris Uno propose deux LED rouge et jaune pour renseigner l'utilisateur sur la présence du vent et du soleil



Exercice

Examiner le système "barrière automatique" et/ou sa documentation technique afin de citer les différents éléments de signalisation



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Communication avec d'autres systèmes

L'échange d'informations entre systèmes techniques utilise divers types de liaisons :

- Électrique (RS232, USB, parallèle...)
- Optique (infrarouge)
- Ou hertzienne c'est-à-dire par ondes radio (Bluetooth, wifi)

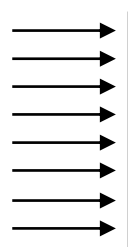
B. Liaison électrique

Liaison parallèle

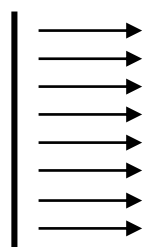
Dans une communication parallèle, plusieurs lignes sont utilisées pour transmettre simultanément des données.



Machine 1

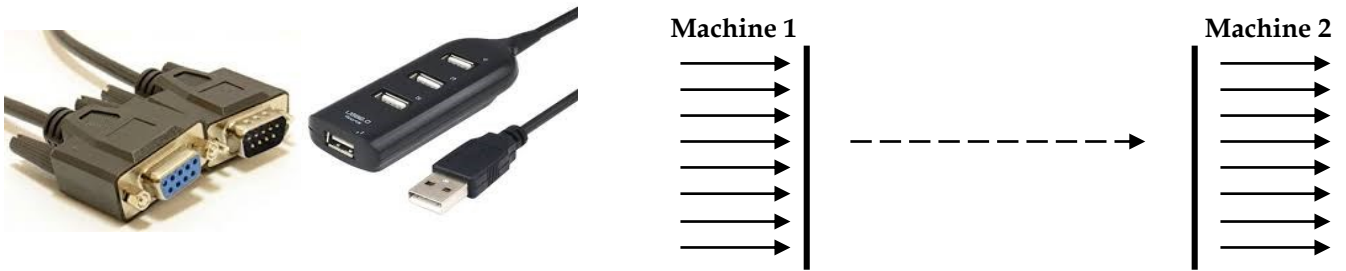


Machine 2



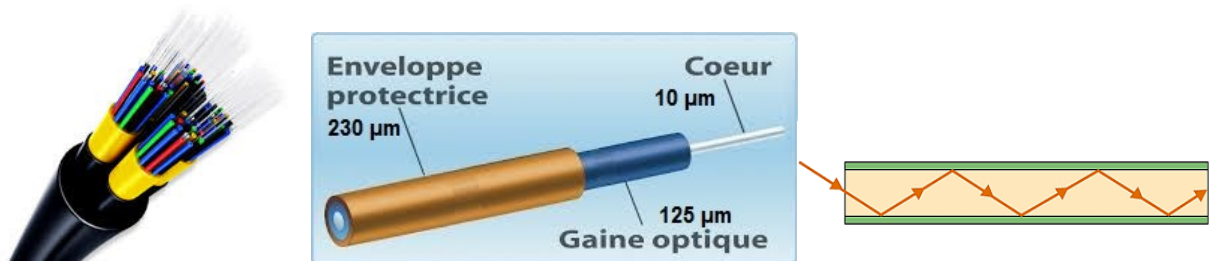
Liaison série

Dans une communication série, les données sont transmises les unes après les autres sur un seul fil



C. Liaison par fibres optiques

Constituée de faisceaux de fibres de verre parcourus par des signaux lumineux. Elle permet des communications à très longue distance et à très grands débits



D. Liaison sans support matériel

Wifi

La communication par Wifi utilise des ondes radioélectriques à la fréquence 2.4 GHz. La portée est de quelques dizaines de mètres (30 m à 50 m)



Bluetooth

Le Bluetooth utilise une liaison par ondes radioélectriques sur la bande de fréquence 2.45 GHz. La portée est faible, quelques mètres seulement



Infrarouge (IrDa)

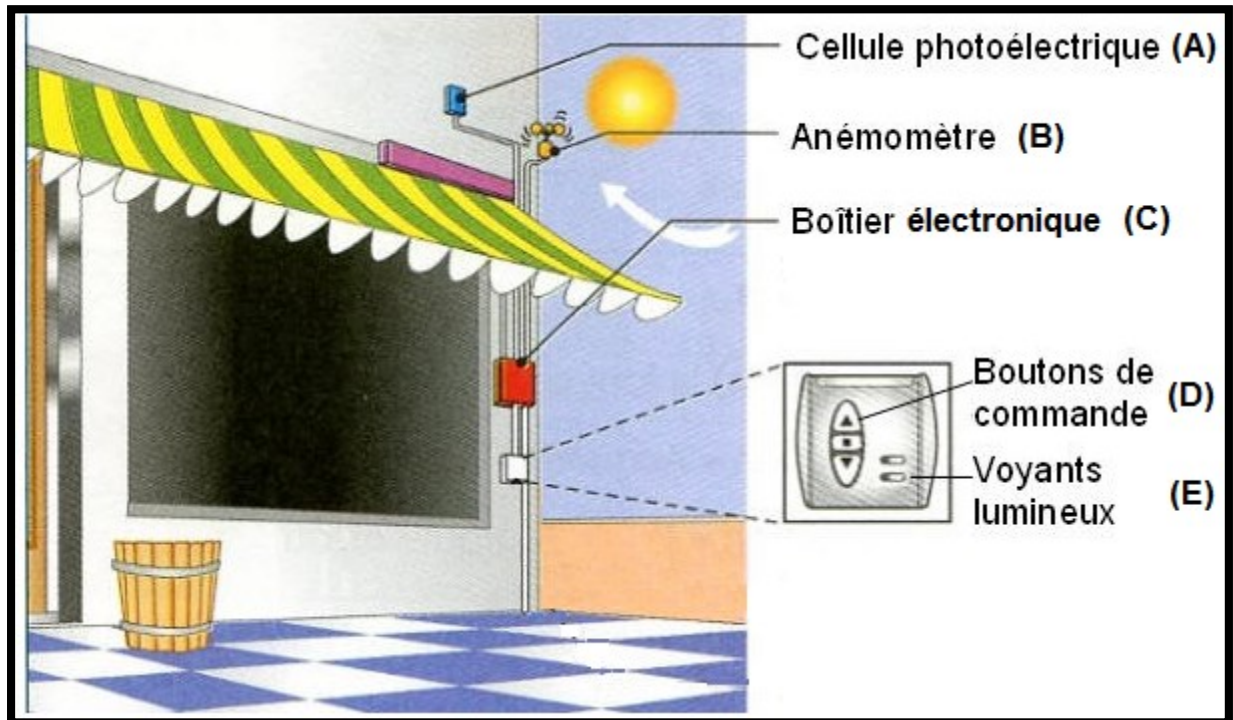
Communication utilisant la lumière infrarouge sur une courte distance (10 m environ) sans obstacle



Exercices sur la chaîne d'information

1. Store automatique

- a. Associer chaque élément du store de la figure suivante à une fonction de la chaîne d'information : Acquérir, Traiter ou Communiquer



.....

.....

.....

.....

- b. Faire correspondre à chaque numéro l'une des propositions



- P1 : informations exploitables par le système de traitement
 P2 : ordres d'exécuter la descente ou la montée du store
 P3 : informations traitées et prêtes à être communiquées
 P4 : voyants de fonctionnement
 P5 : vitesse du vent et luminosité
 P6 : position du store (en haut, en bas)

.....

.....

.....

2. Système d'alarme anti-incendie

- ① Avertir manuellement de la présence de fumée
- ② Traiter l'information comme étant source de danger
- ③ Avertir les personnes du danger par alarme sonore
- ④ Avertir également les personnes par signaux lumineux
- ⑤ Contacter le centre de lutte anti-incendie le plus proche
- ⑥ Avertir automatiquement de la présence de fumée



a. Associer chaque composant à la fonction qu'il réalise

.....

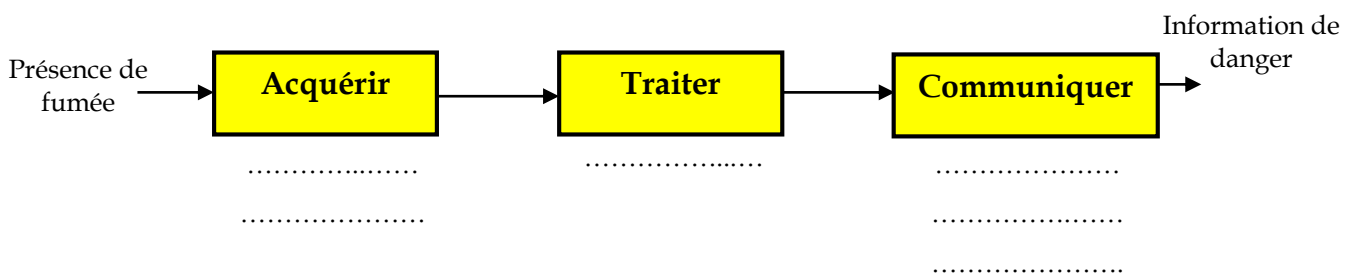
.....

.....

.....

.....

b. Indiquer sous chaque bloc le composant qui réalise la fonction indiquée



3. Poste de marquage de savon

Pour le système technique "Poste de marquage de savon" vu précédemment, préciser les éléments de la chaîne d'information participant aux fonctions Acquérir et Traiter

[illegible]