

Nom :

Prénom :

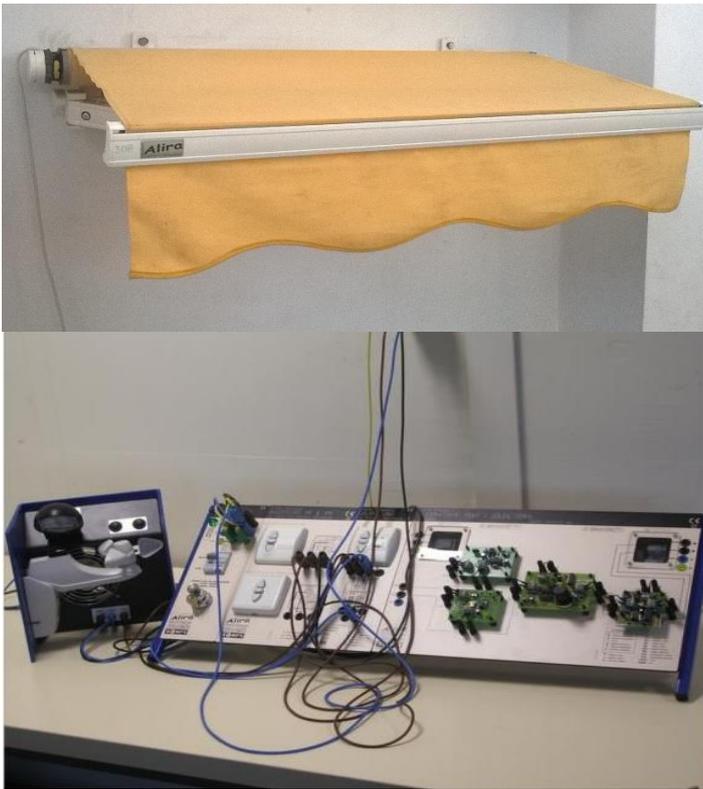
Classe :

Année scolaire :

Prof : **Jaâfar Temouden**

Présentation des 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 :



L'ordinateur satisfait le besoin de traiter et stocker les données.



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

Besoin

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

Exemple de nécessités : *logement, habit ...*

Exemple de désirs : *bijoux, objet de décoration ...*

Du point de vue entreprise, un besoin peut être :

- *Explicite* : exprimé par un cahier des charges ;
- *Implicite* : n'est pas exprimé par un cahier des charges mais imposé par des lois et des normes ;
- *Latent* : 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 → *besoin explicite*
→ *besoin implicite*
- Acheter une voiture avec des options modernes
Émission réduite de CO2 → *besoin explicite*
→ *besoin implicite*
- Location d'une voiture classique
On propose une voiture haut de gamme → *besoin explicite*
→ *besoin latent*
- En achetant un billet d'avion :
Prix et horaire → *besoin explicite*
Sécurité → *besoin implicite*
Repas, cadeau, film → *besoin latent*

Définition

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

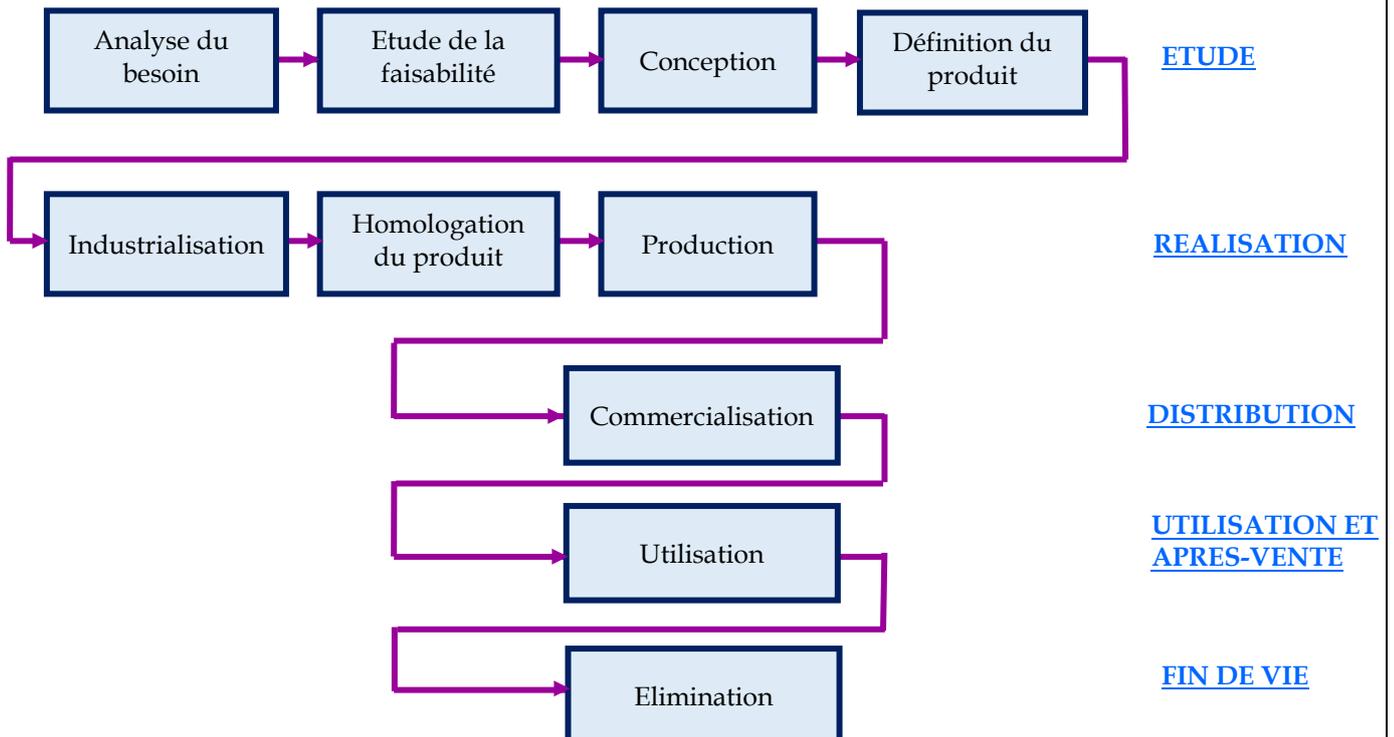
On peut classer les produits en trois grandes catégories :

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

Cycle de vie d'un produit

Le cycle de vie d'un produit est l'ensemble des étapes par lesquelles il passe depuis le besoin jusqu'à son élimination.

- ⇒ 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 et par le stockage des éléments non récupérables et non destructibles.



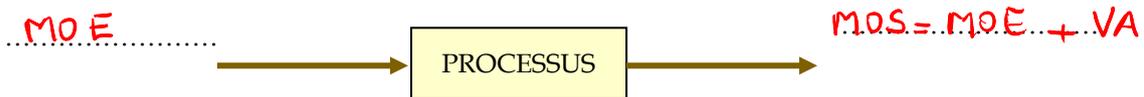
Processus

Un processus est un ensemble ordonné d'activités qui transforme les éléments d'entrée en éléments de sortie. Un produit passe par un processus industriel qui permet sa fabrication.

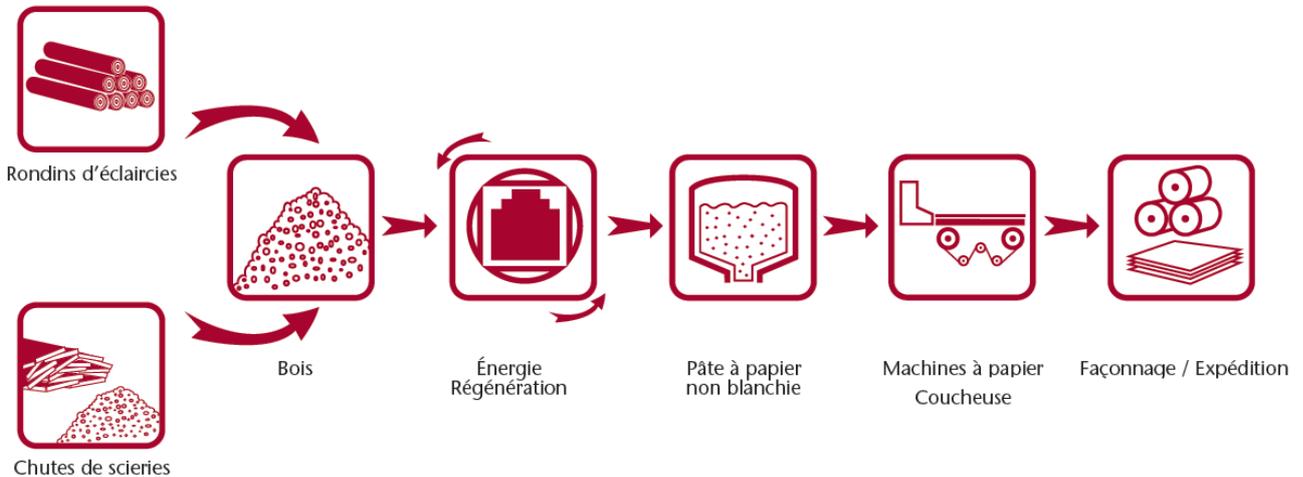
La matière d'œuvre est l'élément d'entrée sur lequel le processus agit. La matière d'œuvre peut être :

- **Matière** : exemple : pièce à découper ;
- **Énergie** : exemple : énergie électrique à convertir en thermique ;
- **Information** : exemple : données à imprimer.

La valeur ajoutée est ce que apporte le processus à la matière d'œuvre entrante.



Processus de fabrication de papier

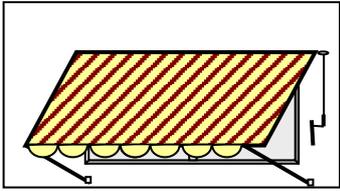
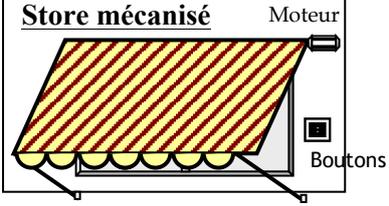
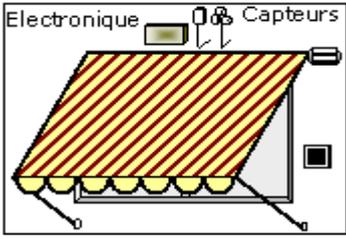


Système

⇒ Un système est un ensemble d'objets techniques visant à réaliser un processus. Un système peut être :

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

Exemple

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

Exercice

Compléter le tableau

Système technique	MO d'entrée	MO de sortie	Nature de la MO	Valeur ajoutée
Cric	voiture	voiture soulevée	Matière	Soulèvement
Téléviseur	signal électrique	Image et son	Information	Décodage
Perceuse	Pièce	Pièce percée	Matière	Percage
Vidéoprojecteur	Contenu à projeter	Contenu projeté	Information	Projection
Dynamo de bicyclette	Energie mécanique	Energie électrique	Energie	Conversion d'énergie
Station de lavage de voitures	Voiture sale	Voiture propre	Matière	Propreté
Calculatrice	Données numériques	Résultat des opérations	Information	Traitement des données

Définition

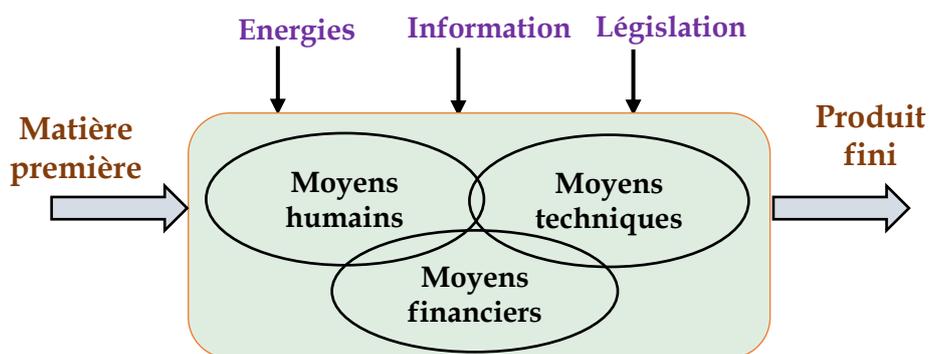
Une entreprise est une unité de production de biens et de services.
C'est aussi une unité de répartition des richesses.
Son objectif est de produire pour vendre afin d'obtenir des bénéfices.



⇒ 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	C'est la 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
État et organismes sociaux	Impôts, cotisations sociales
Prêteurs	Intérêts (banques)
Apporteurs de capitaux	Dividendes (parts des associés)
Entreprise	Revenu non distribué

Classification des entreprises

⇒ Classification juridique

- **Entreprise publique** : capital à 100% de l'état (exemple : ONCF, RAM, OCP...);
- **Entreprise semi-publique** : capital partagé entre l'état et particuliers;
- **Entreprise privée** :
 - ✓ Individuelle : café, pharmacie, boucherie...;
 - ✓ Sociétaire : société.

⇒ Classification économique

- **Secteur primaire** : regroupe les entreprises qui exploitent la nature (agriculture, pêche, forêt, minerais...);
- **Secteur secondaire** : regroupe les entreprises industrielles (textile, automobile...);
- **Secteur tertiaire** : 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 : **Élevage, pêche, sylviculture.**

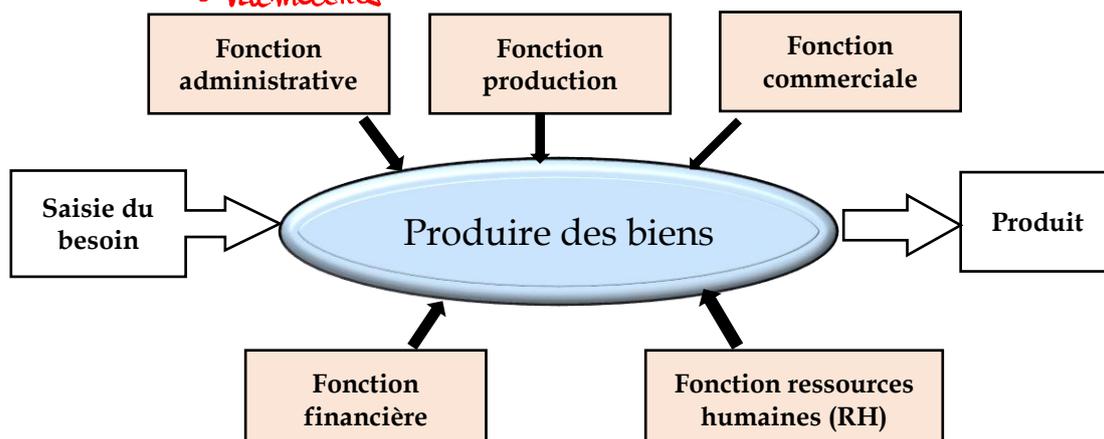
Secteur secondaire : **Mécanique, textile, chimie, métallurgie.**

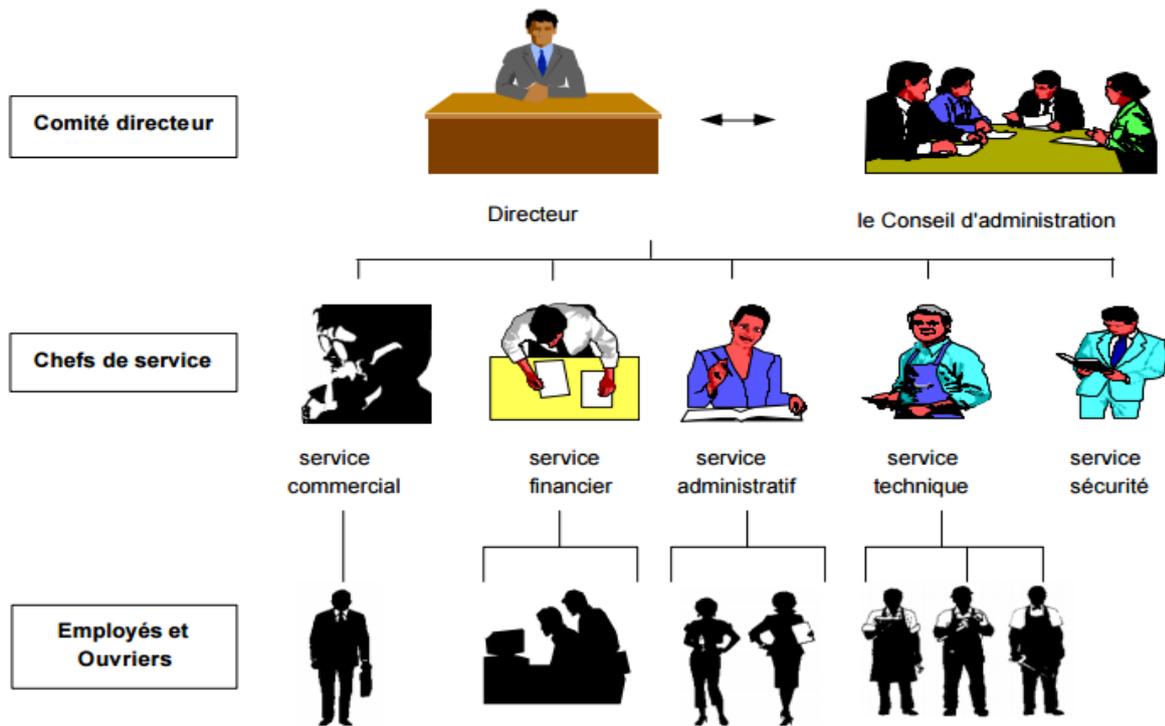
Secteur tertiaire : **Banque, transport, Commerce, assurance.**

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 **direction (administration)** : projets, stratégie, organisation, contrôle...
- Fonction de **production** : étude, méthodes, fabrication, contrôle de qualité...
- Fonction de **commerce** : publicité, vente, après-vente, achats...
- Fonction de **finance** : paiements, encaissements, relations avec les banques...
- Fonction de **gestion des ressources humaines** : recrutement et gestion du personnel



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

Indiquer le service concerné

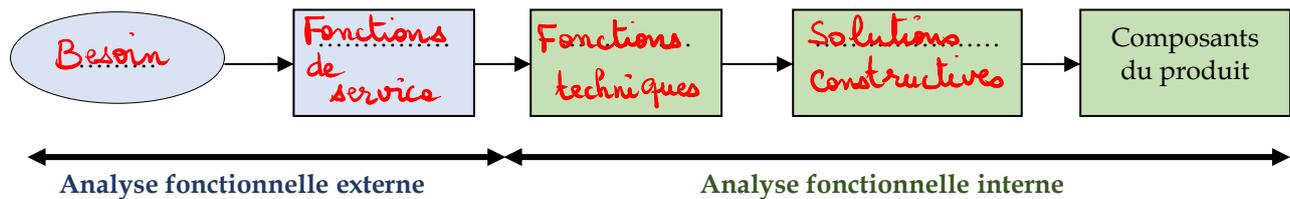
OPERATION	SERVICE
Acheter la matière première	Commercial
Payer la marchandise achetée	Financier
Fabriquer des produits	Technique
Vendre des produits	Commercial
Recevoir et contrôler les chèques	Financier
Recevoir et écrire le courrier	Administratif
Païement des fournisseurs	Financier
Conception du prototype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

A quel service appartient le personnel ?

PERSONNEL	SERVICE
Ouvrier spécialisé	Technique
Vendeuse	Commercial
Employé de bureau	Administratif, financier, commercial
Comptable	Financier
Représentant	Commercial
Agent d'entretien	Technique
Secrétaire	Administratif, financier, commercial

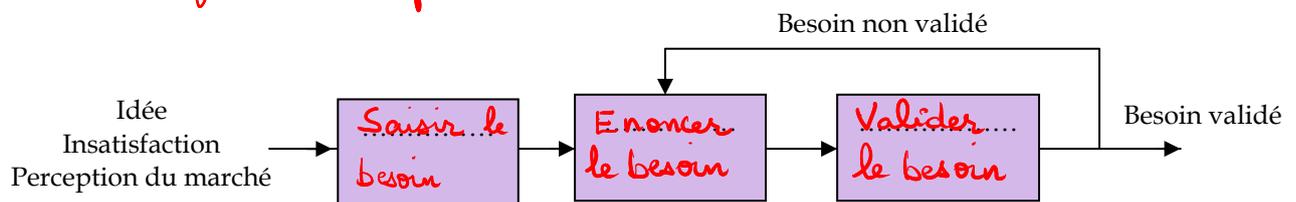
L'analyse fonctionnelle est une démarche qui décrit les fonctions devant être assurées par un produit. C'est une méthode appliquée par les entreprises pour créer et améliorer un produit.

Selon qu'on s'intéresse aux fonctions de service ou aux fonctions techniques, on parle d'analyse fonctionnelle externe ou interne.



1. Analyse du besoin

L'analyse du besoin est une méthode qui permet de caractériser le besoin exprimé. Elle permet de s'assurer que le besoin existe. L'analyse du besoin se fait en 3 étapes :

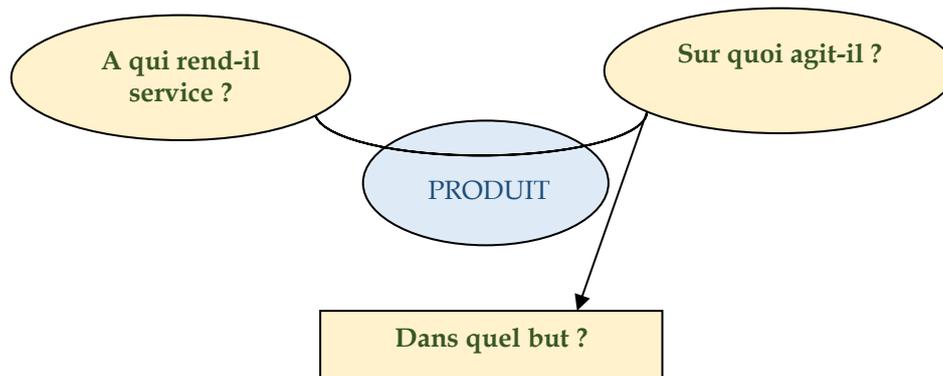


⇒ Saisir le besoin

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...

⇒ Énoncer le besoin

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



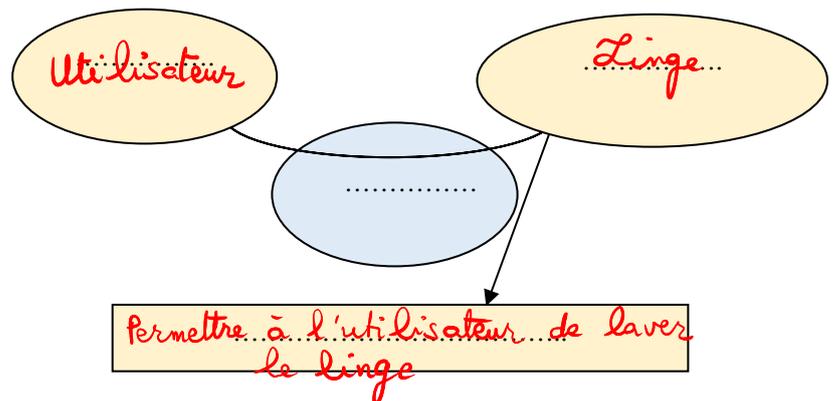
⇒ Valider le besoin

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 :

- Pourquoi le produit existe-t-il ?
- Qui est ce qui pourrait faire évoluer le besoin ?
- Qui est ce qui pourrait faire disparaître le besoin ?

Exemple : Lave-linge

Énoncé 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.

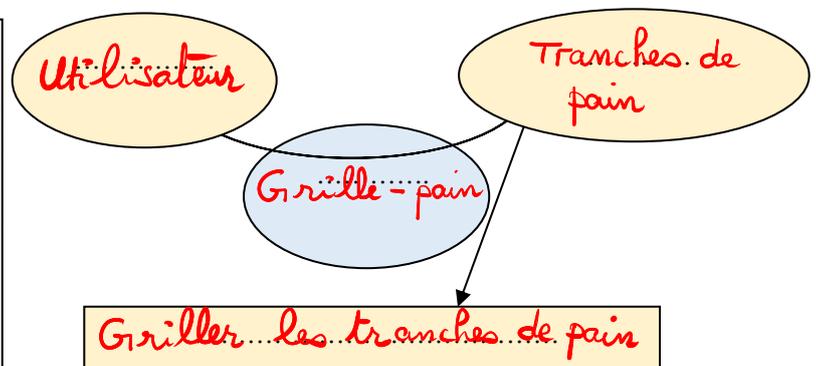
Exercices

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

⇒ Grille-pain

Éléments 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

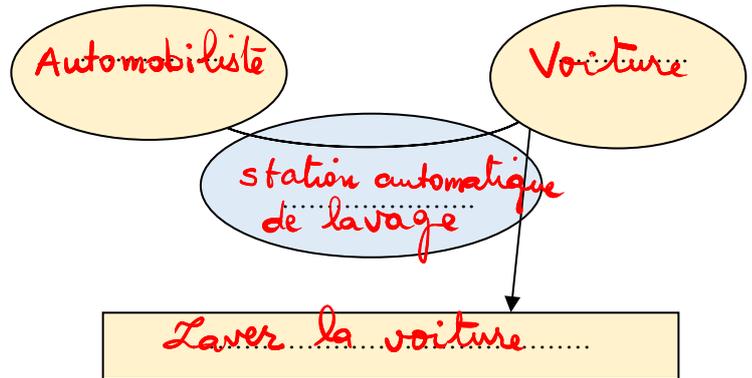
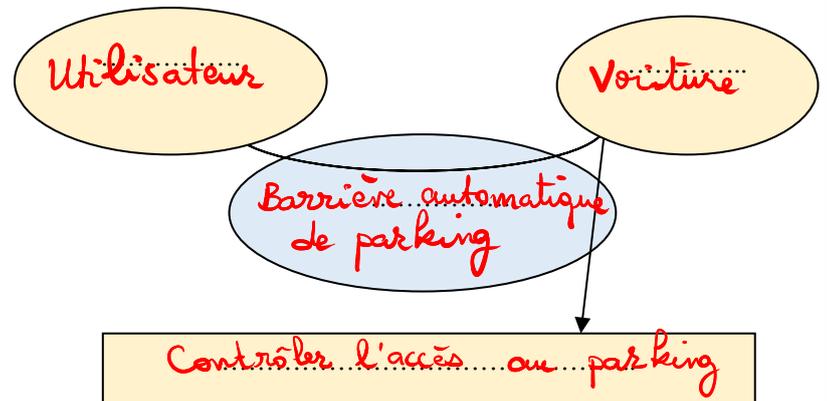
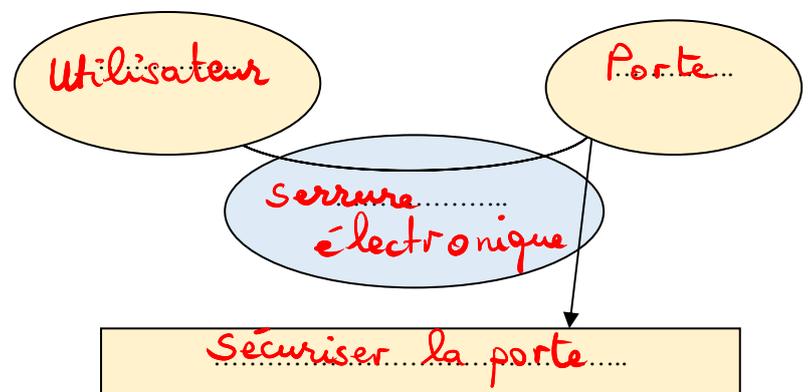
Garagiste

Laver la voiture

Produit de lavage

Station automatique de lavage

Voiture

⇒ Barrière automatique de parking⇒ Serrure électronique

⇒ Aspirateur ménager

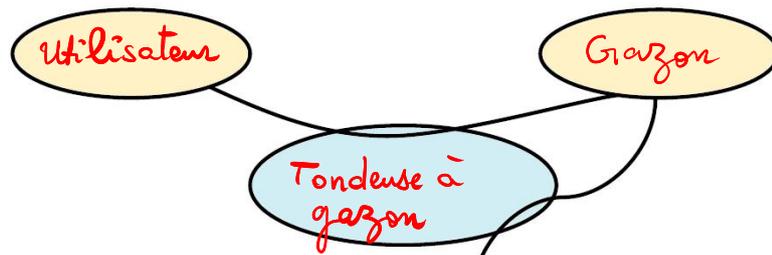
Permettre à l'utilisateur d'enlever la poussière sur les objets

⇒ Climatiseur

Permettre à l'utilisateur de régler la température d'une pièce.

⇒ Sèche-mains

Permettre à l'utilisateur de sécher les mains

⇒ Tondeuse à gazon

Permettre à l'utilisateur de réduire la hauteur du gazon

Validation du besoin

- Pourquoi le produit existe-t-il ?
..... Pour se passer de la cisaille à gazon manuelle .
- Qu'est-ce qui pourrait faire évoluer le besoin ?
..... Une tondeuse automatique
- Qu'est-ce qui pourrait faire disparaître le besoin ?
..... Un gazon à hauteur invariable .

⇒ Distributeur automatique de boisson

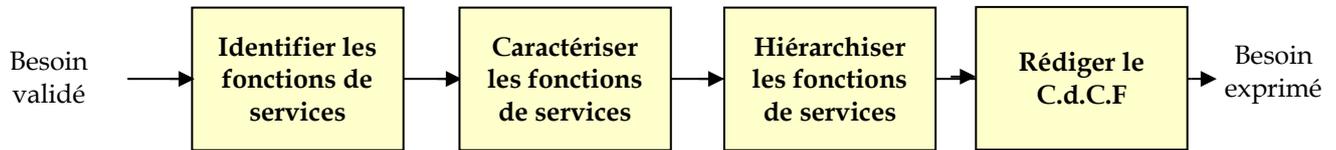
Servir des boissons à l'utilisateur

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. Étude 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

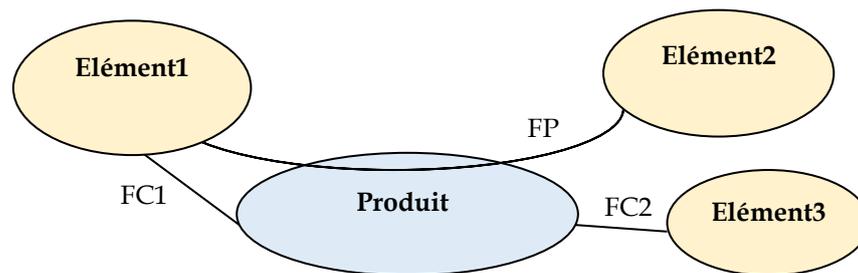
La fonction de service est l'action attendue d'un produit pour répondre à un élément du besoin. On distingue :

- **Fonction principale FP** : *C'est l'expression même du besoin qui justifie l'existence du produit.*
- **Fonction contrainte FC** : *C'est l'expression d'une contrainte imposée par le milieu extérieur et que le produit doit satisfaire.*

Une fonction de service peut être :

- **Fonction d'usage** : *justifie l'utilité ou l'usage du produit ; exemple : corriger la vue, protéger du soleil pour une paire de lunettes.*
- **Fonction d'estime** : *Décrit ce qui peut plaire ou être agréable à l'utilisateur (esthétique, prix, qualité...) ; exemple : forme papillon pour une paire de lunettes.*

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



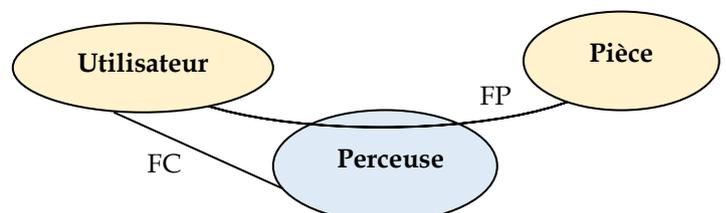
- Une FP relie deux éléments du milieu extérieur par l'intermédiaire du produit ;
- Une FC relie un élément du milieu extérieur au produit.

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.

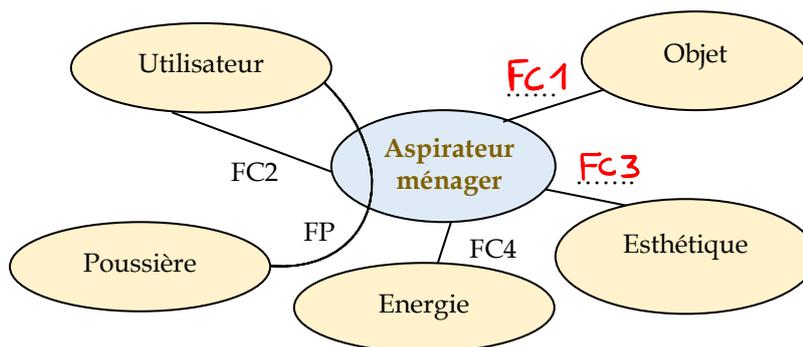
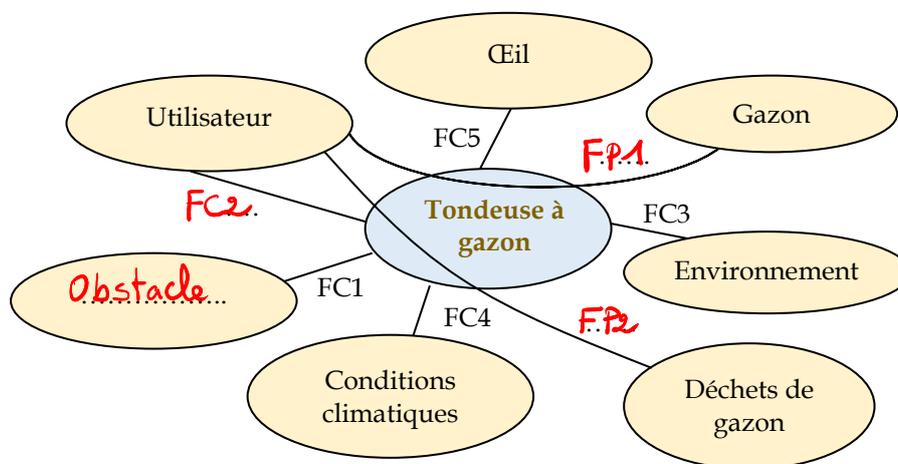
FC1 : S'adapter aux divers obstacles.

FC2 : Assurer la sécurité de l'utilisateur.

FC3 : *Respecter l'environnement (ou ne pas nuire à l'envir.)*

FC4 : *Résister aux conditions climatiques*

FC5 : *Plaire à l'œil (ou être esthétique)*



FP : *Permettre à l'utilisateur d'enlever la poussière sur les objets*

FC1 : S'adapter à toute forme d'objet.

FC2 : *Être facile à déplacer*

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

FC4 : *Se brancher sur le réseau électrique*

FU/FE

FU

FU

FU

FE

FU

⇒ 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** : ...manière dont une fonction de service est respectée.
- **Niveau d'exigence** : ...valeur attendue d'un critère en vue de satisfaction du besoin.
- **Flexibilité** : ...marge acceptable du niveau d'exigence. On distingue 4 niveaux de 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	Tension d'alimentation	220 V	± 10 %
Être rapide	Vitesse de rotation	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

Le cahier des charges fonctionnel (C.d.C.F) est le document qui récapitule la démarche et les résultats de l'analyse fonctionnelle du besoin. Il porte donc essentiellement sur les fonctions de service. L'établissement du C.d.C.F implique que les besoins de l'utilisateur sont cernés avec précision.

Exemple : tondeuse à gazon

Fonction de service	Critère d'appréciation	Niveau d'exigence	Flexibilité
FP1 : Permettre à l'utilisateur de diminuer la hauteur du gazon	Hauteur de coupe	5 à 15 cm	F2
FP2 : Permettre à l'utilisateur d'évacuer les déchets du gazon	Surface du gazon	Tous les 25 à 100 m ²	F2
FC1 : S'adapter aux divers obstacles	Hauteur de l'obstacle Profondeur du trou Pente	Moins de 4 cm 1 à 5 cm 5 à 30°	F1
FC2 : Assurer la sécurité de l'utilisateur	Normes de sécurité		F0
FC3 : Respecter l'environnement	Niveau sonore	60 dB (décibel)	± 5%
FC4 : Résister aux conditions	Corrosion	Inoxydable	F0
FC5 : Plaire à l'œil	Couleur Forme	Rouge, bleu Arrondie	F1 F2

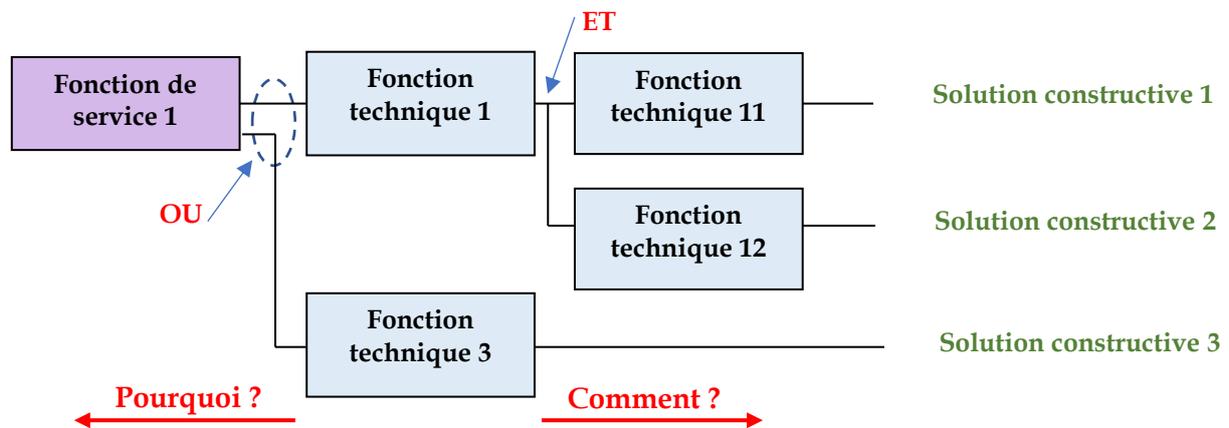
Analyse fonctionnelle interne

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)

Il permet de décomposer les fonctions de service en fonctions techniques et débouche sur les solutions constructives.

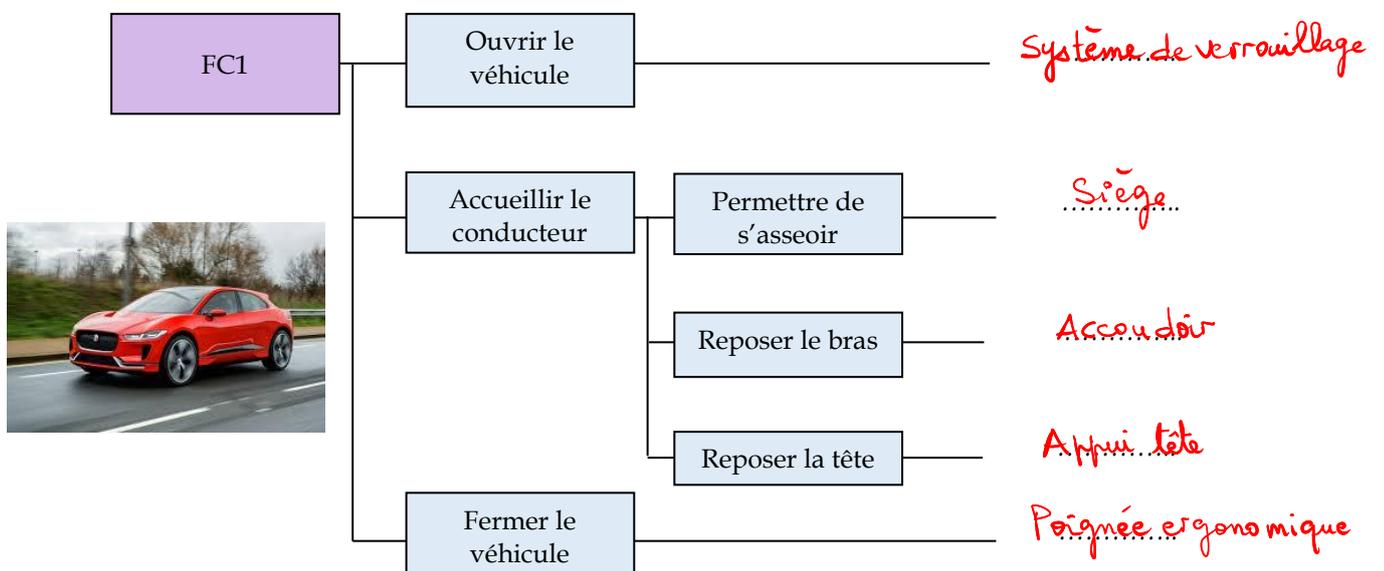
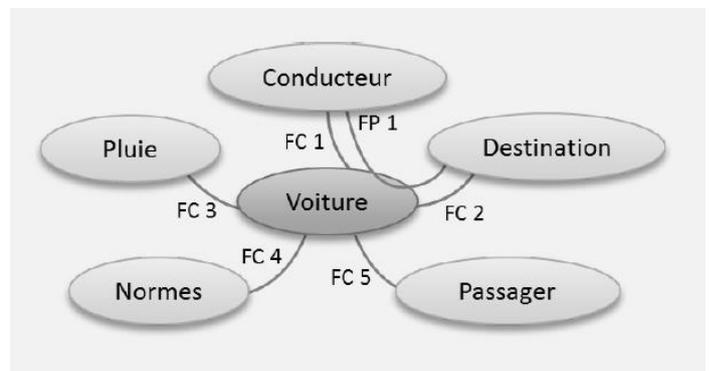


Exercice

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

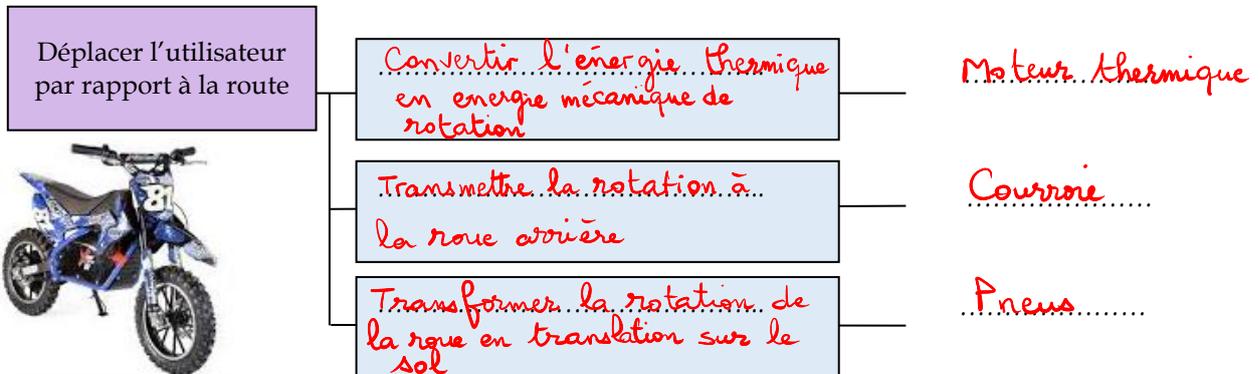
Convertir l'énergie thermique en énergie mécanique de rotation

Transformer la rotation de la roue en translation sur le sol

Pneus

Moteur thermique

Transmettre la rotation à la roue arrière

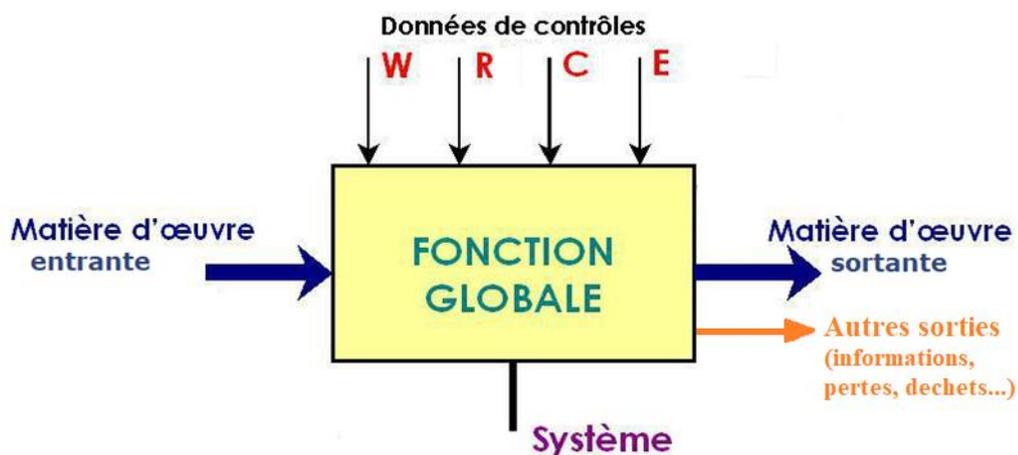


2. Diagramme SADT (Structure Analys and Design Technic)

C'est un modèle du système qui fait apparaître à l'aide d'actigrammes :

- Ce qui entre : matière d'œuvre entrante MOE
- Ce qui sort : matière d'œuvre sortante MOS = MOE + VA (Valeur ajoutée)
- Les échanges de données, énergies, contrôles...

⇒ L'actigramme A-0 (A moins zéro)



Données de contrôle

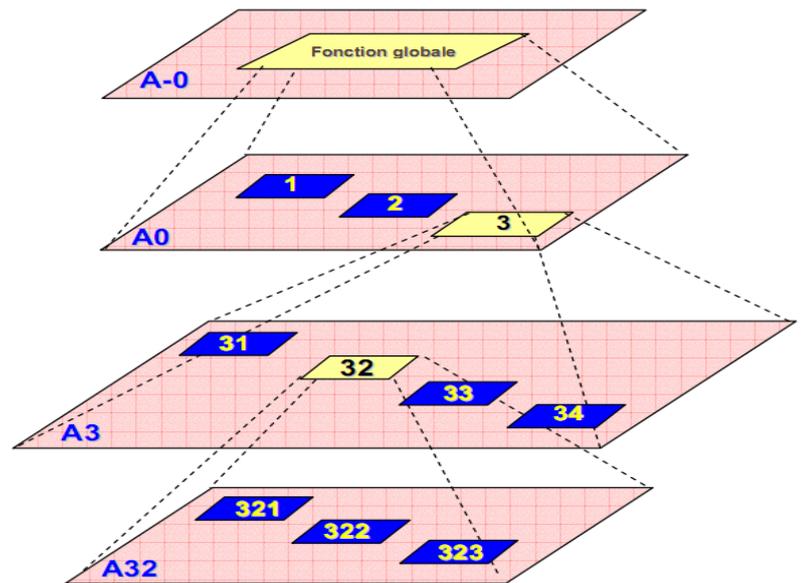
- **W** : contrainte d'énergie (électrique, pneumatique, mécanique ...);
- **R** : contrainte de réglage (réglage de vitesse par exemple grâce à un potentiomètre sur pupitre de commande);
- **C** : contrainte de configuration (préréglage, programmation par exemple);
- **E** : contrainte d'exploitation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

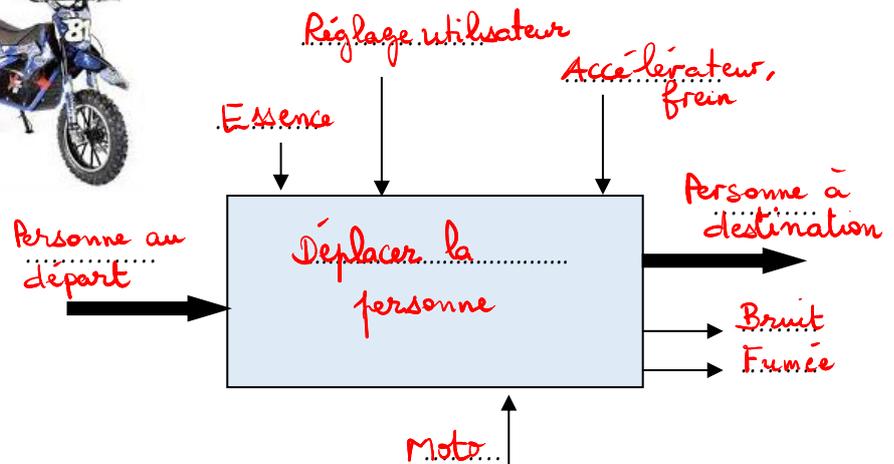
- Le niveau A-0 est le niveau le plus élevé, il exprime la fonction globale du système ;
- Le niveau A0 représente la décomposition de A-0 en blocs A1, A2, A3... ;
- Le niveau A1 décompose le bloc A1 en blocs A11, A12, A21 ;
- Et ainsi de suite....



Exercices

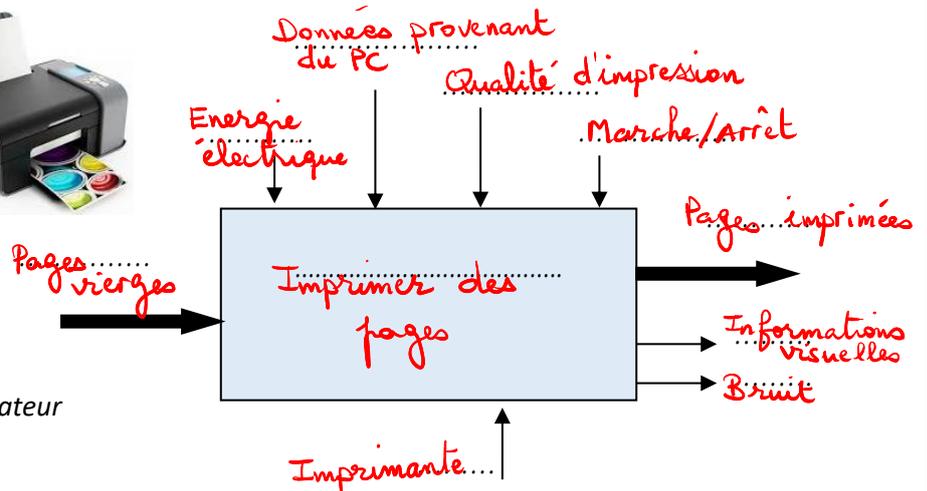
En utilisant les différentes propositions données ci-dessous, compléter l'actigramme correspondant à la fonction globale d'une moto.

- 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.

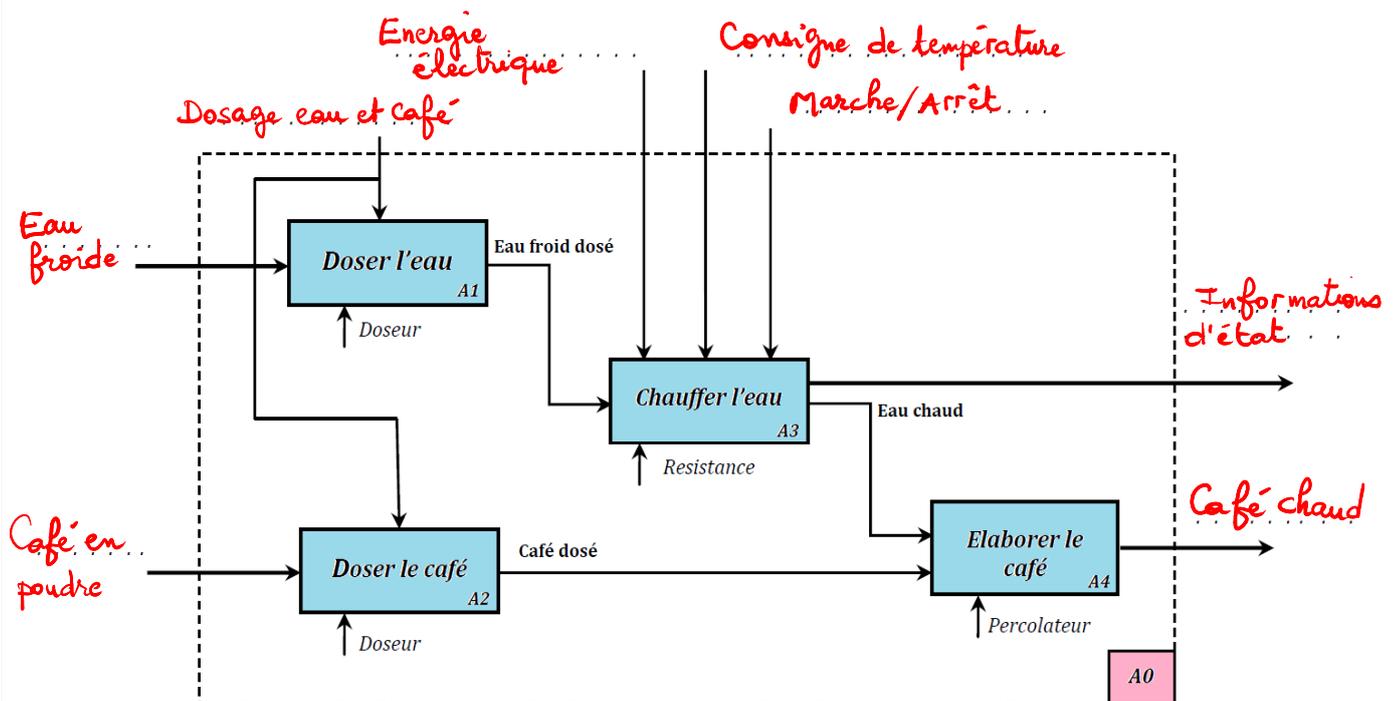
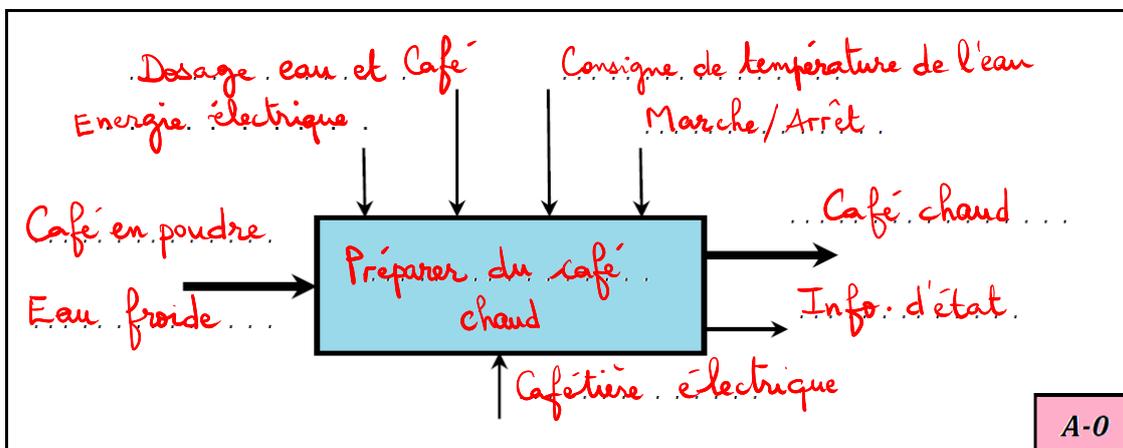
- Energie électrique
- Informations visuelles
- Marche/arrêt
- Imprimante
- Qualité d'impression
- Pages imprimées
- Bruit
- Pages vierges
- Imprimer des pages
- Données provenant de l'ordinateur



Exercice : machine à café

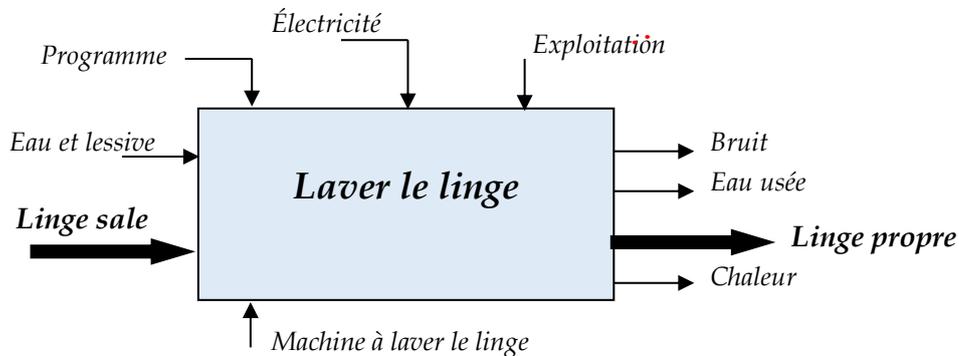
En utilisant les différentes propositions données, compléter l'actigramme A-0 et A0 d'une cafetière.

- 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



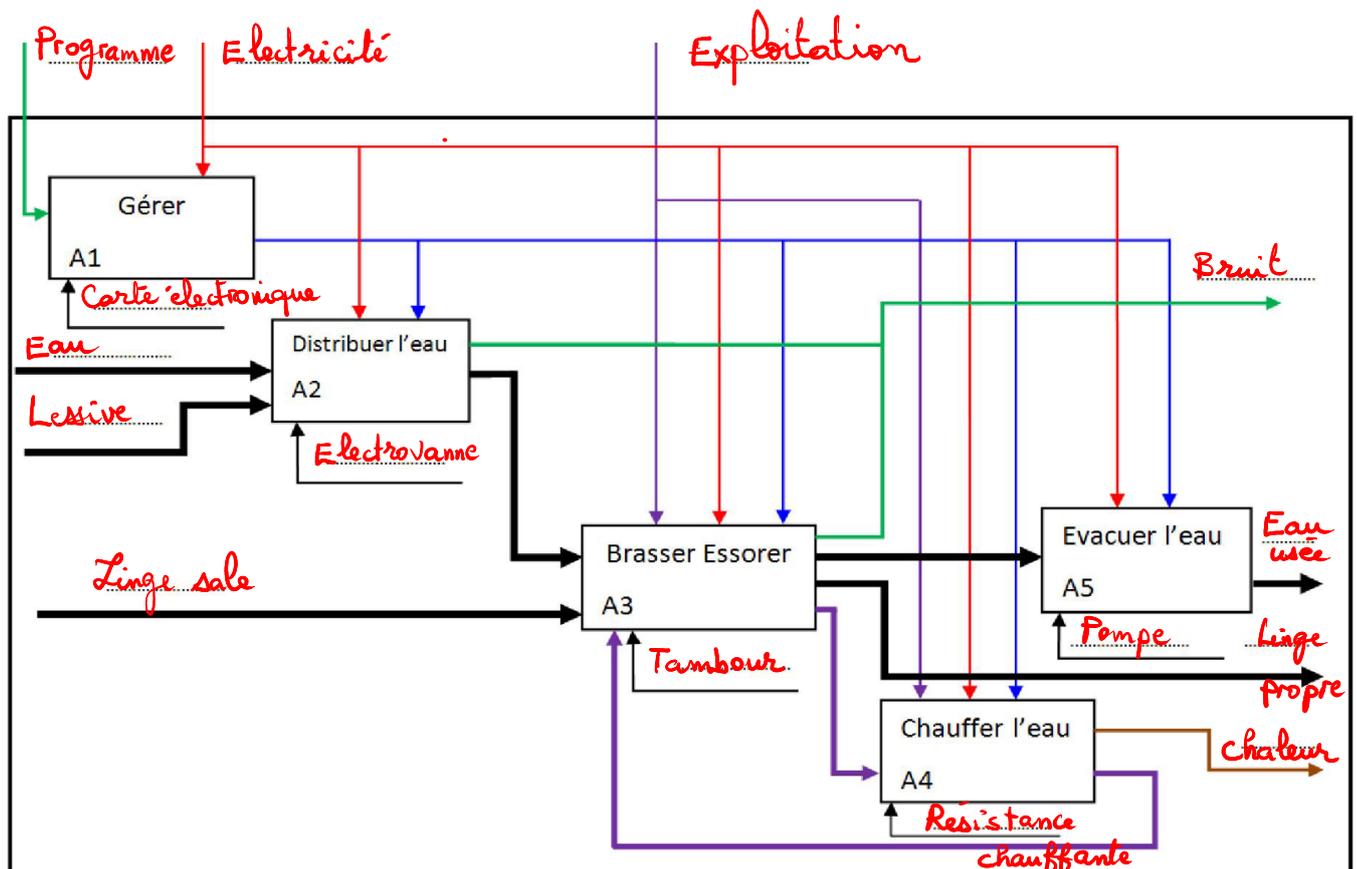
Exercice : machine à laver le linge

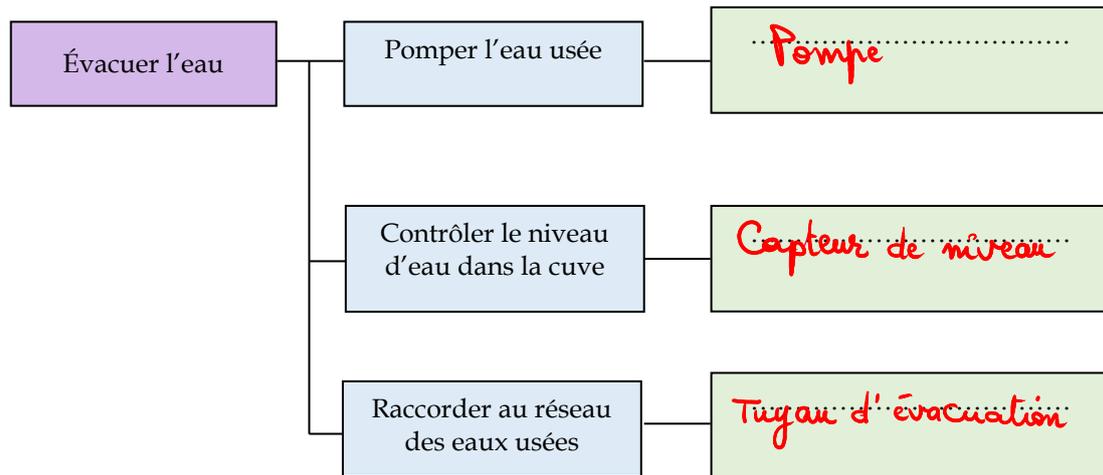
On fournit l'actigramme A-0 d'un lave-linge ainsi qu'une description (non exhaustive) de son fonctionnement. Compléter l'actigramme A0 ainsi que le FAST partiel décrivant la fonction de service "Evacuer l'eau".



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.



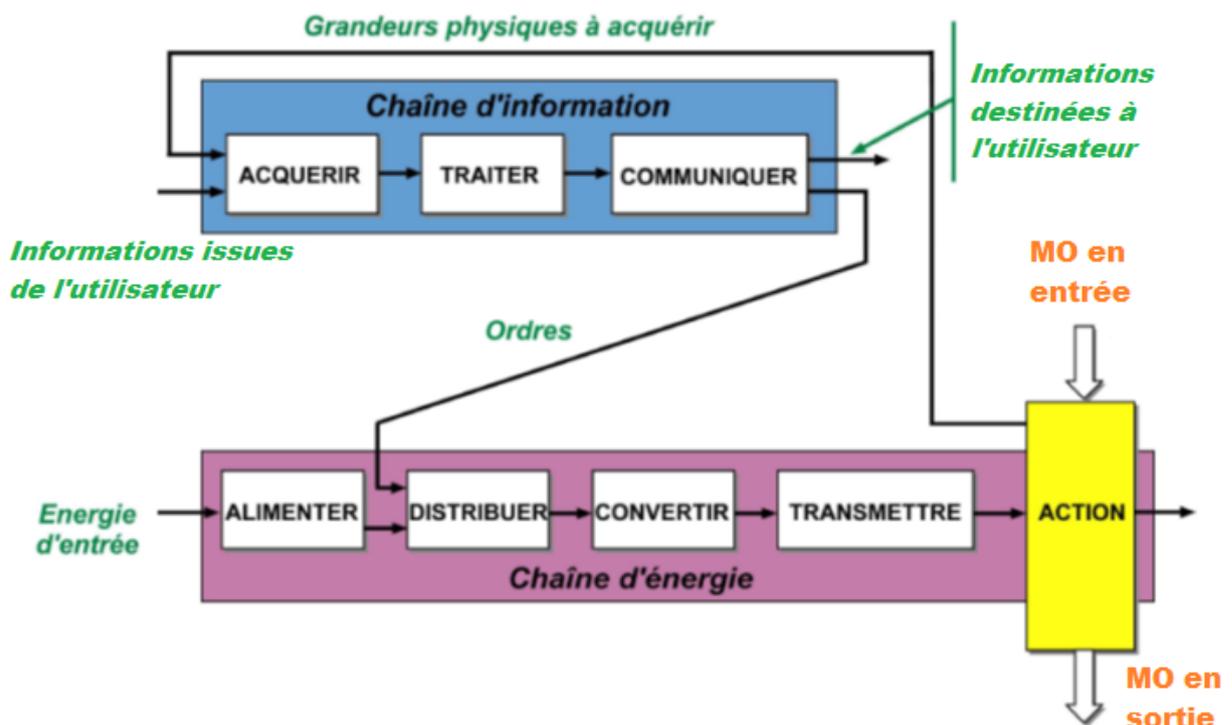


3. Architecture fonctionnelle d'un système automatisé

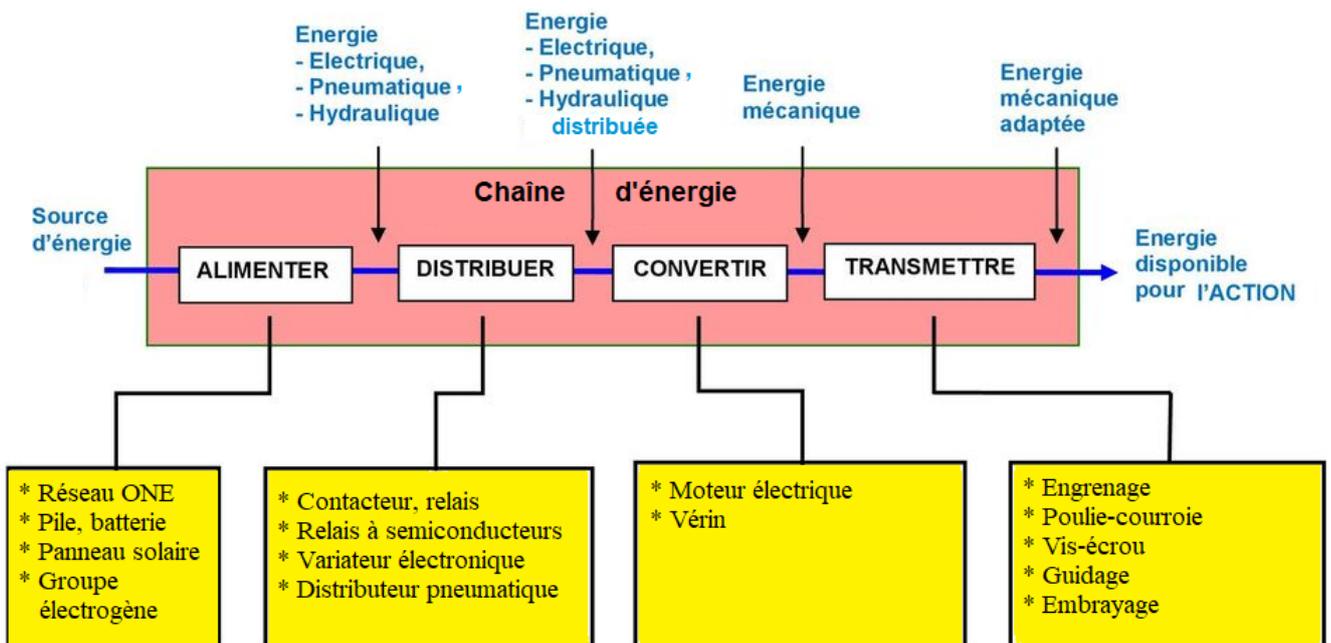
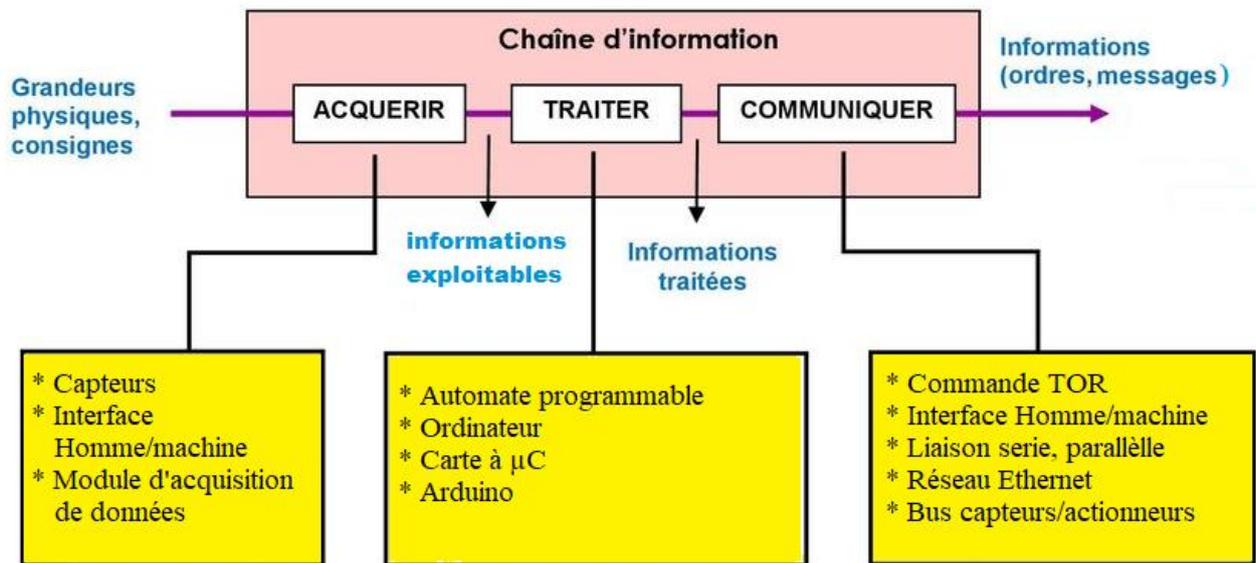
Un système automatisé est un système capable d'effectuer une ou plusieurs opérations sans intervention de l'homme. Un tel système permet principalement d'améliorer la compétitivité du produit.

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

- **Chaîne d'énergie** : *Transforme l'énergie (électrique, pneumatique, hydraulique...) qu'elle reçoit et agit sur la matière d'œuvre MO pour lui apporter la valeur ajoutée VA.*
- **Chaîne d'information** : *Capte et traite l'information pour décider des ordres à donner à la chaîne d'énergie.*



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



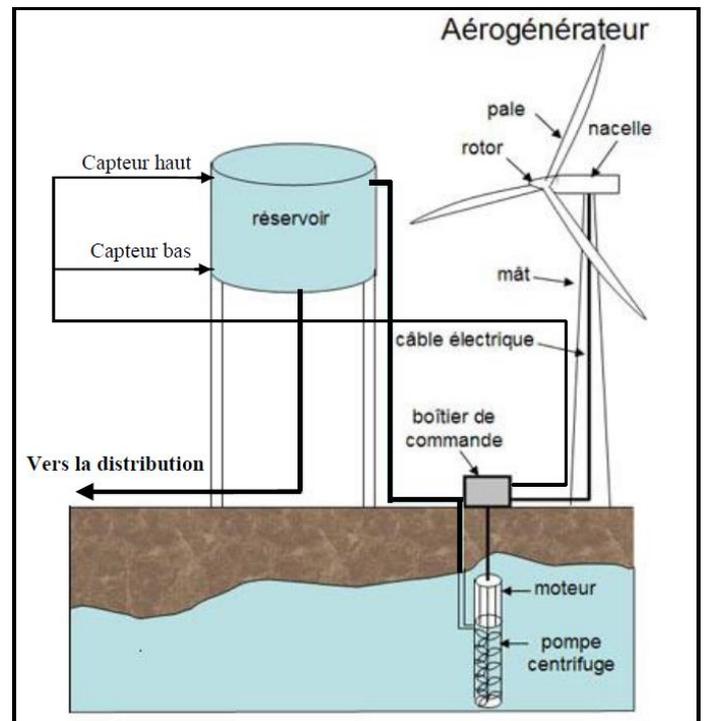
Exercice : pompage automatique d'eau

La chaîne énergie est composée de :

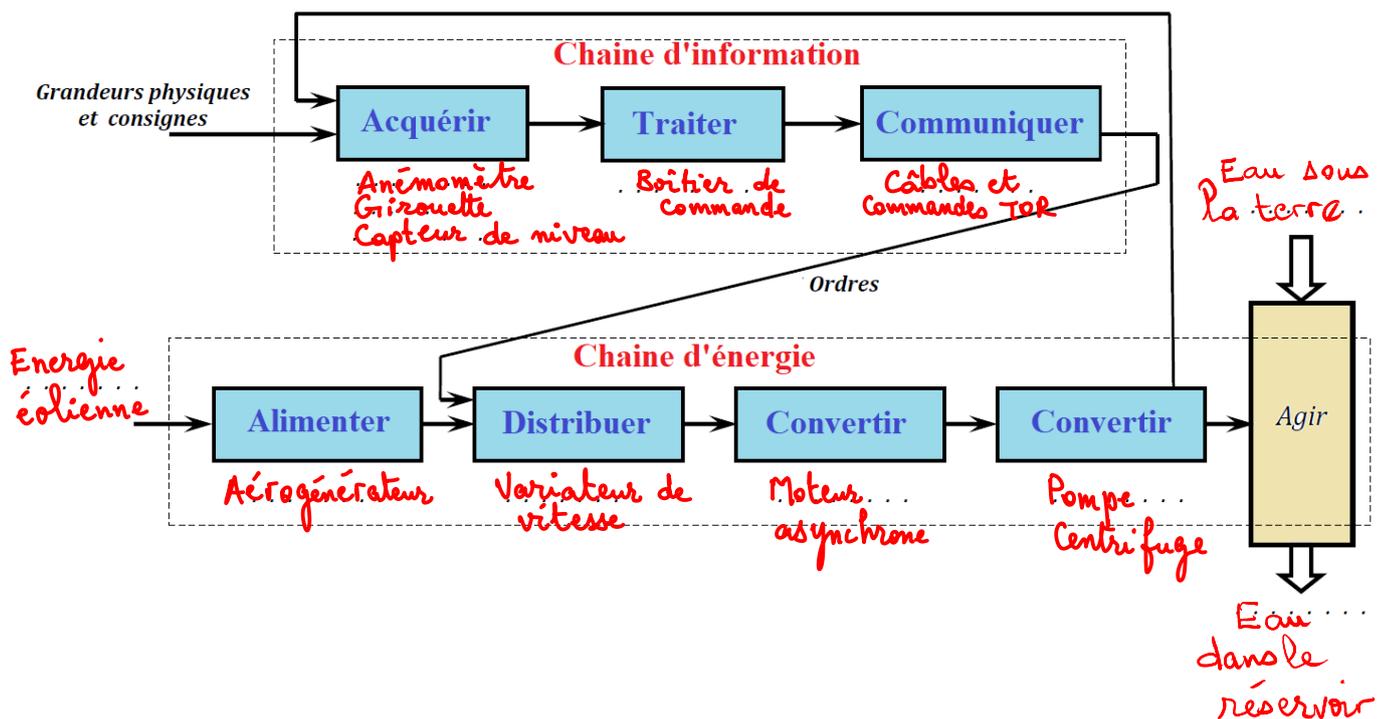
- Un aérogénérateur : fournit de l'énergie électrique à partir de l'énergie éolienne (du vent) ;
- Un moteur asynchrone : convertit l'énergie électrique en une énergie mécanique nécessaire à l'entraînement de la pompe ;
- Un variateur de vitesse : permet de commander la vitesse du moteur ;
- Une pompe 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) ;
- Capteurs de niveau (haut et bas).



Compléter la chaîne fonctionnelle de la pompe automatique d'eau.



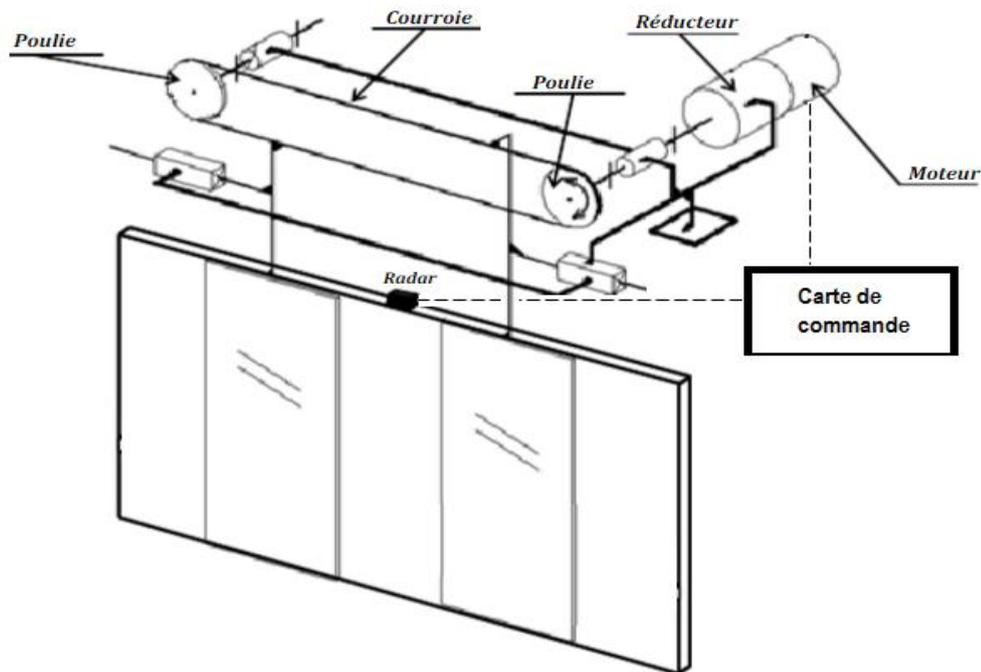
Exercices : analyse fonctionnelle de systèmes (Étude de cas)

⇒ OUVRE-PORTE

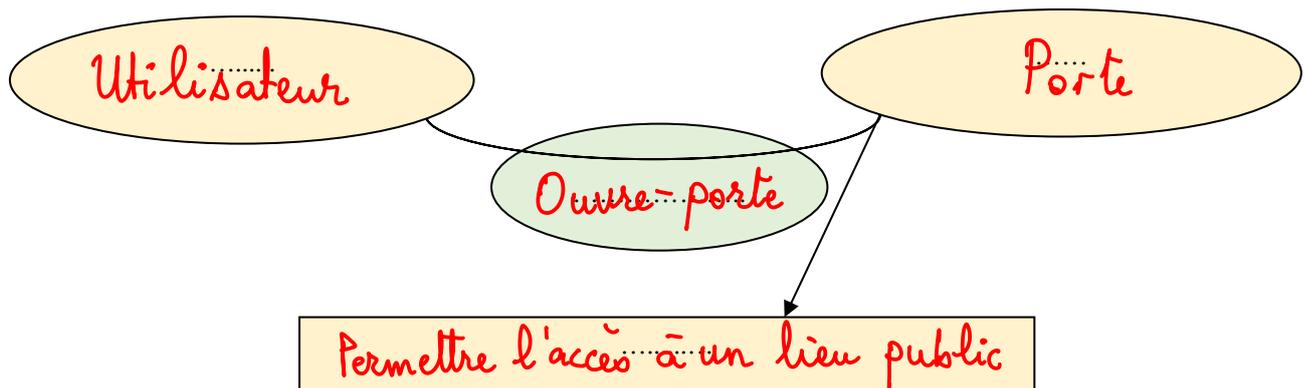
Mise en situation

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).

..... Matière (M.O.E. = porte)

⇒ Considérons le diagramme pieuvre ci-dessous

- Donnez une description littérale de la fonction principale FP

..... Permettre l'accès à un lieu public

- Tracez et repérez les fonctions FC1, FC2, FC3, FC4 et FC5.

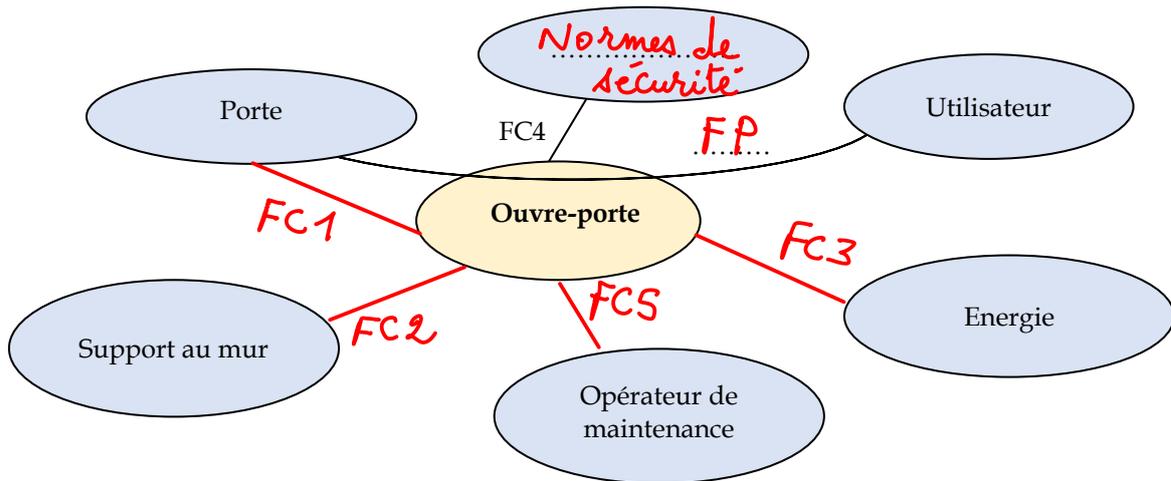
FC1 : Ouvrir les portes en cas de panne du réseau d'électricité.

FC2 : Se fixer à un support.

FC4 : Respecter les normes de sécurité.

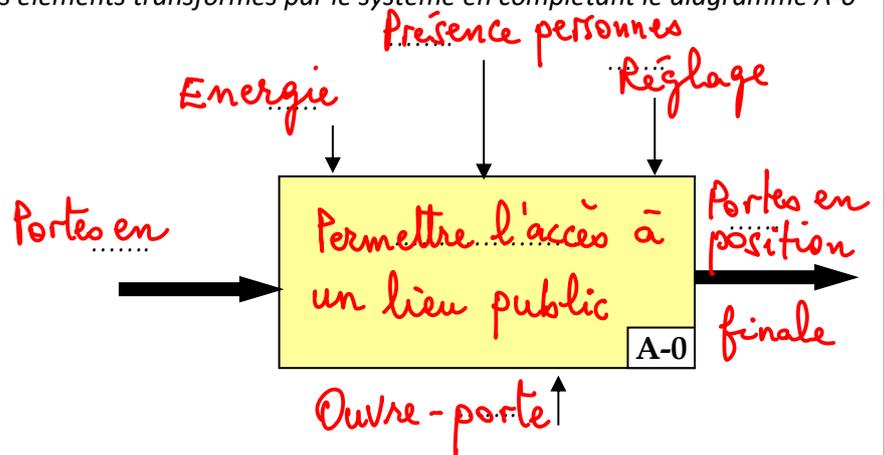
FC3 : S'adapter au réseau d'énergie.

FC5 : Permettre une intervention de maintenance.

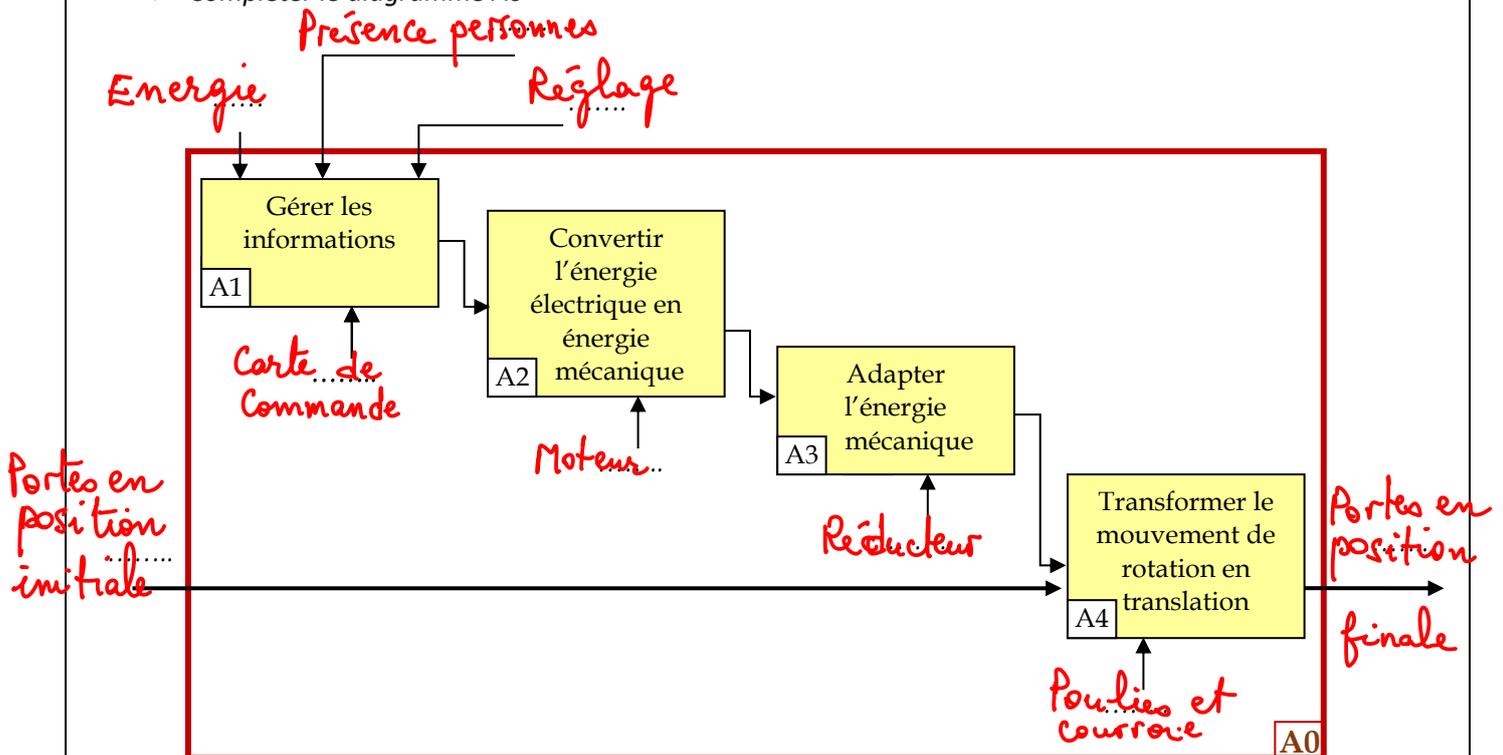


⇒ Identifier la fonction globale et les éléments transformés par le système en complétant le diagramme A-0

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



⇒ Compléter le diagramme A0



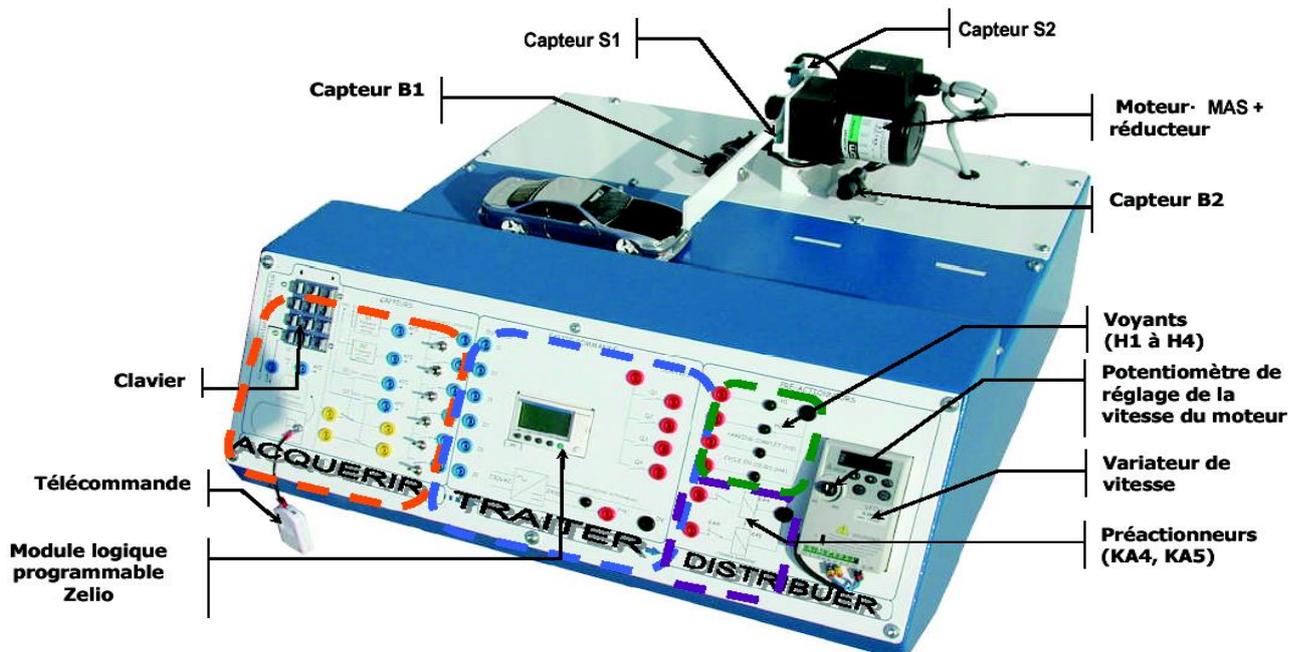
⇒ BARRIÈRE AUTOMATIQUE DE PARKING

Présentation du système

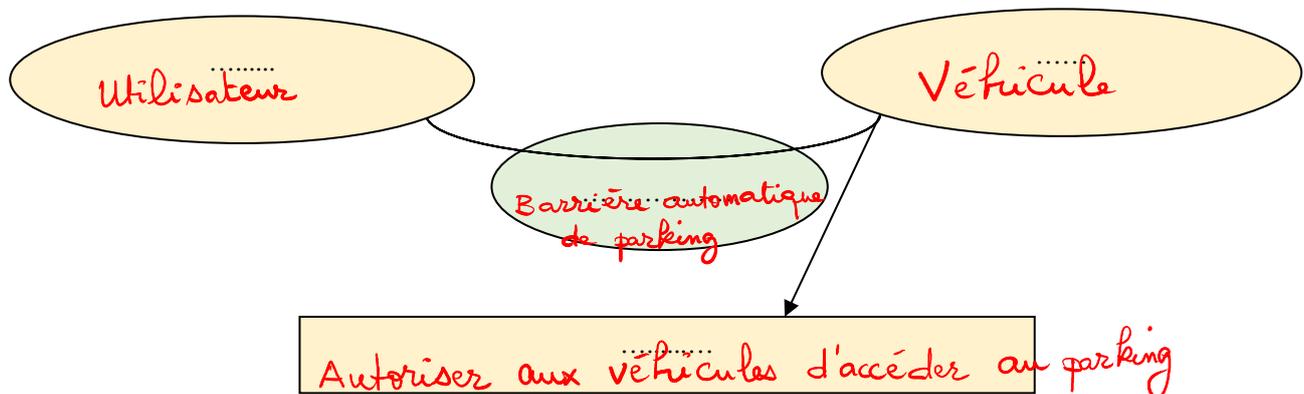
Le système, objet de l'étude, est une maquette à échelle réduite d'une barrière destinée à contrôler l'accès à un parking de stationnement de véhicules.

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

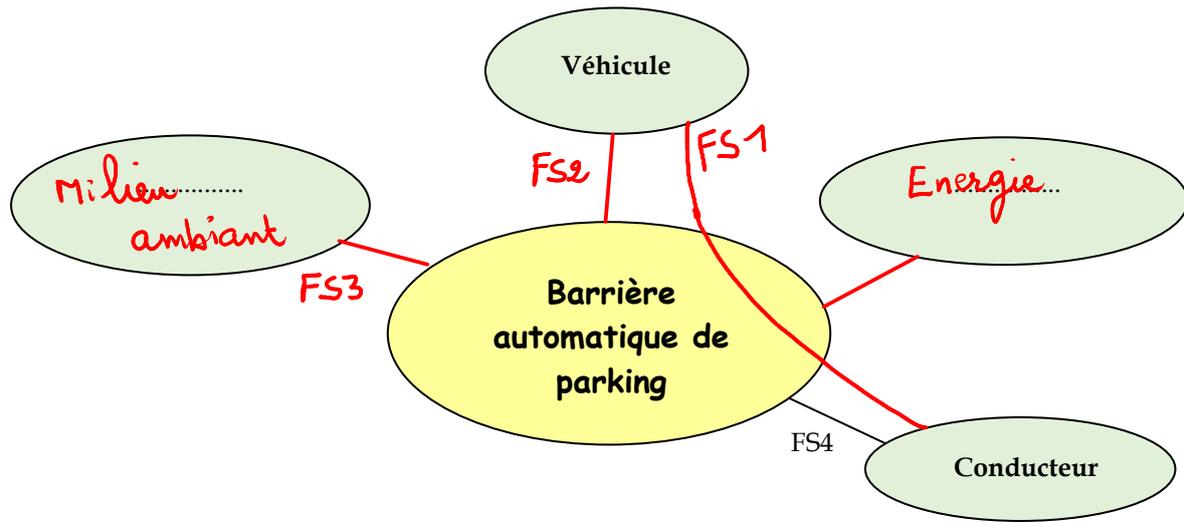
FS1 : Autoriser aux véhicules d'accéder au parking.

FS2 : Éviter les collisions entre véhicules.

FS3 : Résister aux effets du milieu ambiant.

FS4 : *A. assurer la sécurité du conducteur*

FS5 : S'adapter à la source d'énergie.



⇒ Compléter le tableau de classification des fonctions de service

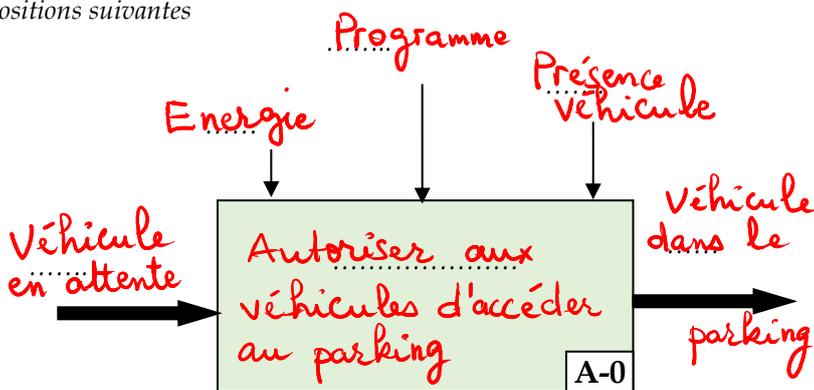
Fonction	Fonction principale ou de contrainte (FP/FC)	Fonction d'usage ou d'estime (FU/FE)
FS1 : Autoriser aux véhicules d'accéder au parking	...FP	...FU
FS2 : Éviter les collisions entre véhicules	...FC	...FU
FS3 : Résister aux effets du milieu ambiant	...FC	...FU
FS4 : <i>A. assurer la sécurité du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

⇒ Compléter ce tableau de caractérisation des fonctions de service

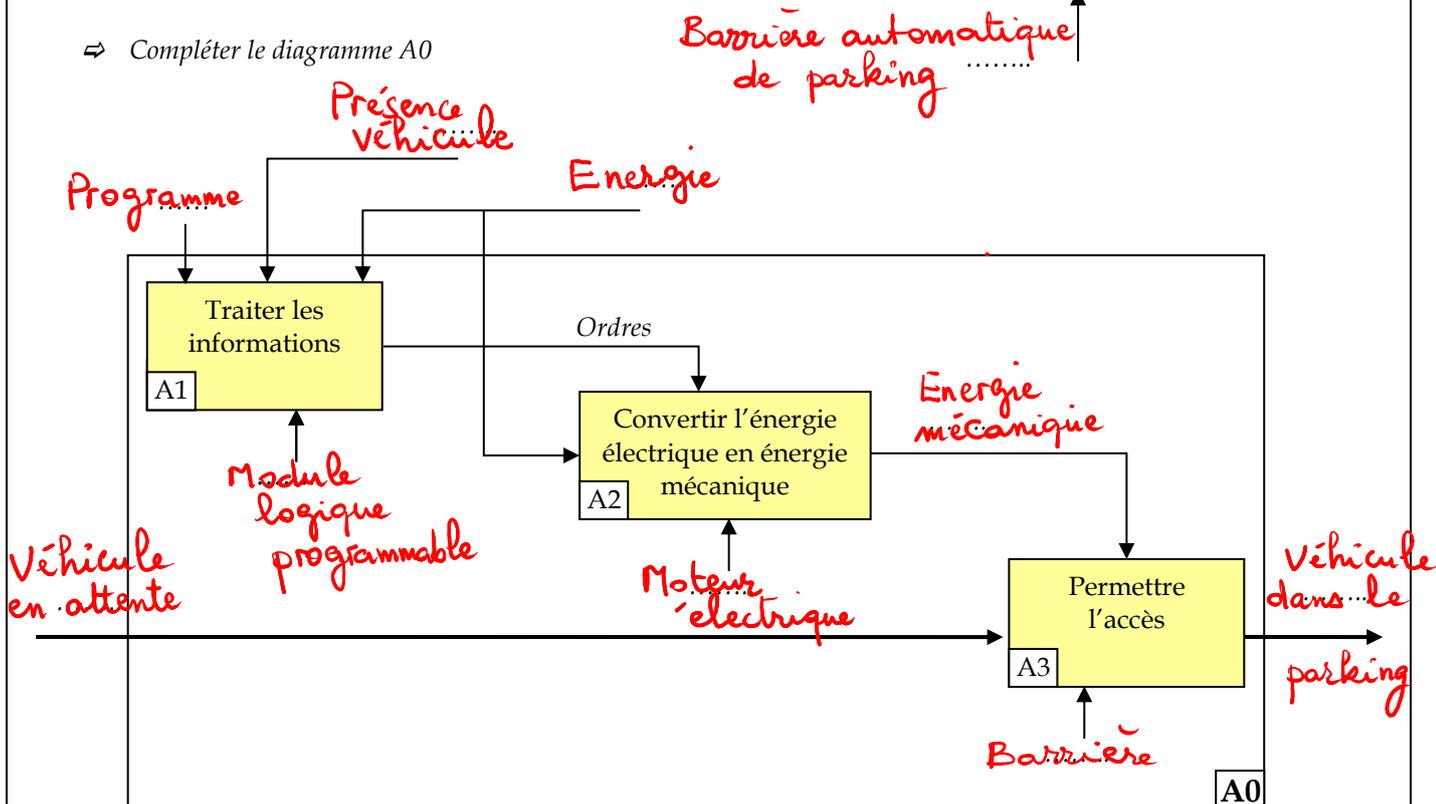
Fonction	Critère d'appréciation	Niveau
FS1	<ul style="list-style-type: none"> • Angle d'ouverture • Temps d'ouverture • Temps de fermeture 	<ul style="list-style-type: none"> • 90° maximum • De 2,8 à 4 s • De 2,8 à 4 s
FS3	<ul style="list-style-type: none"> • Température • Corrosion due à l'eau • Corrosion due à l'atmosphère, humidité 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De -20 à 50 °C • Aucune au bout de 2 ans • Aucune au bout de 2 ans
FS5	<ul style="list-style-type: none"> • Tension • Fréquence 	<ul style="list-style-type: none"> • Monophasée 230 V • 50 Hz

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

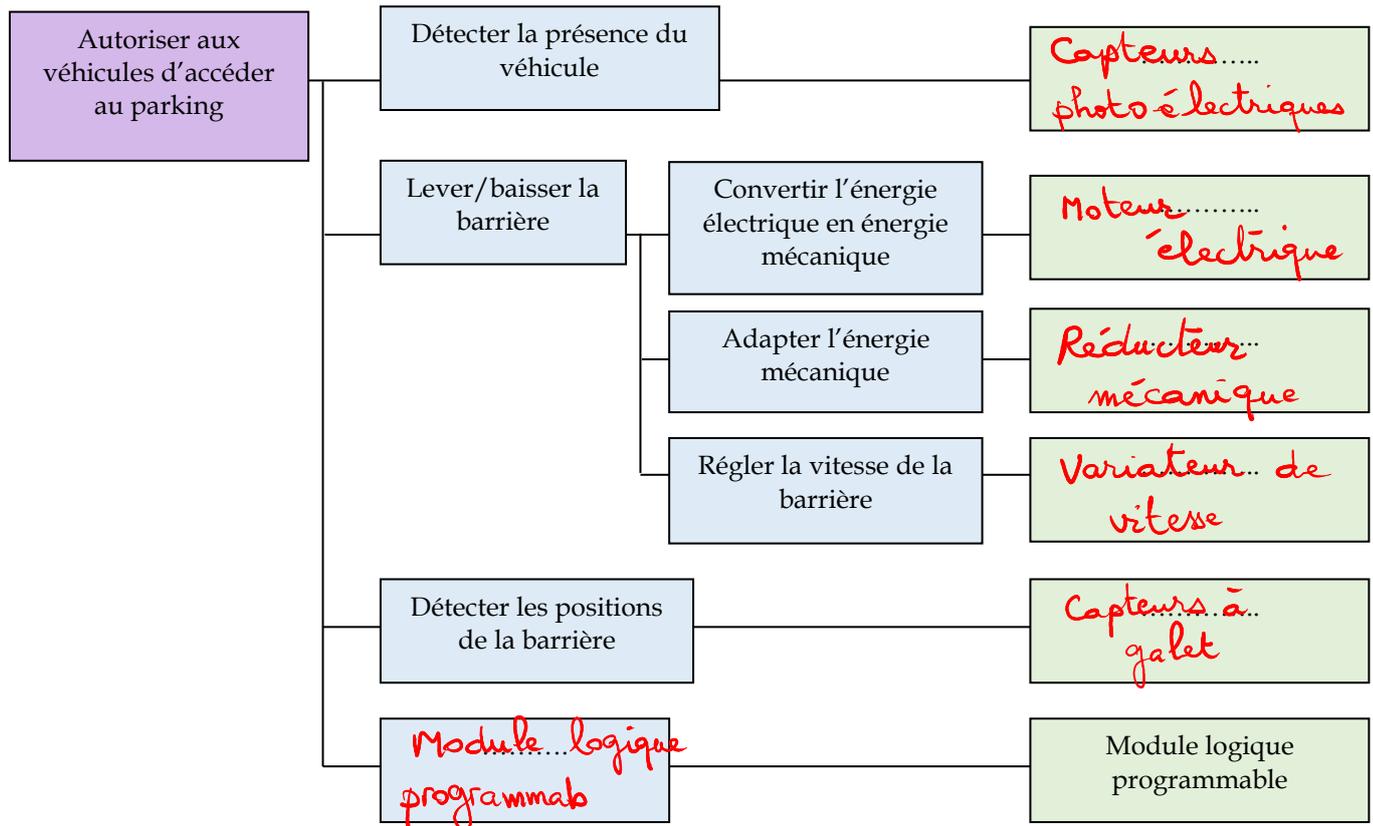
- Présence véhicule
- Véhicule en attente
- Energie
- Barrière automatique de parking
- Programme
- Autoriser aux véhicules d'accéder au parking
- Véhicule dans le parking



⇒ Compléter le diagramme A0



⇒ Compléter ce FAST

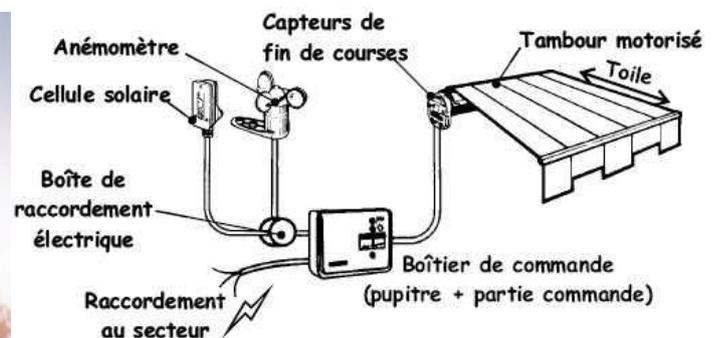


⇒ STORE AUTOMATISE

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 et de l'arrêt ;
- Visualise l'état de l'automatisme, par des LED.

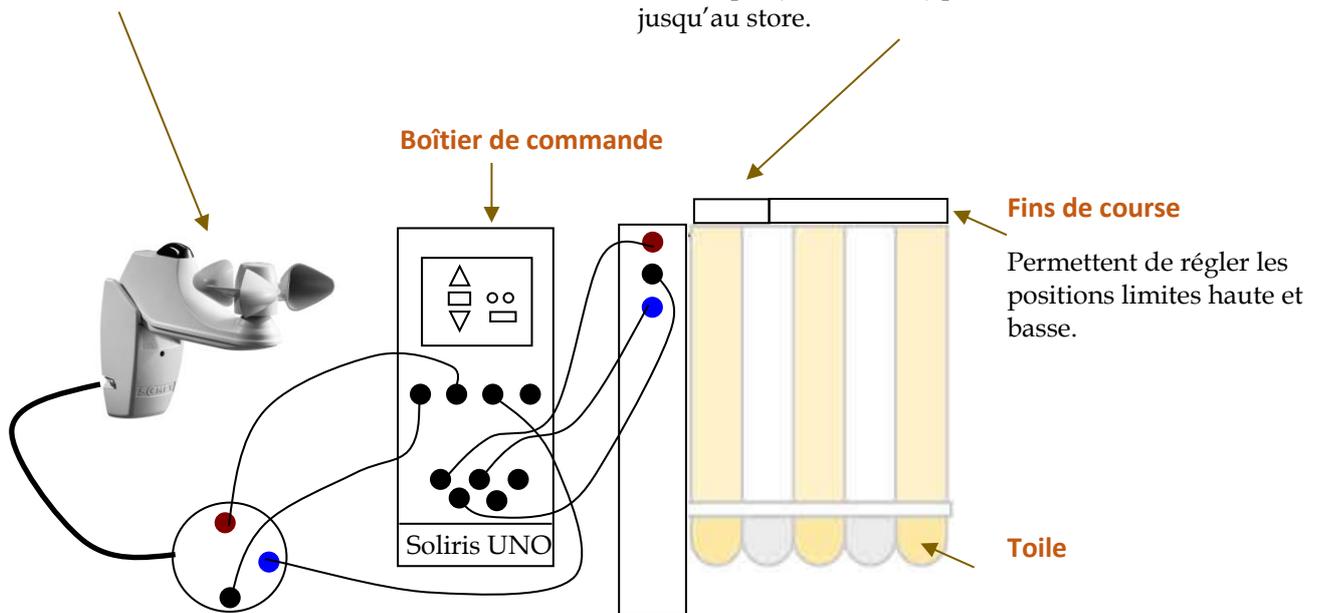
Capteur Soliris :

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

Tambour motorisé :

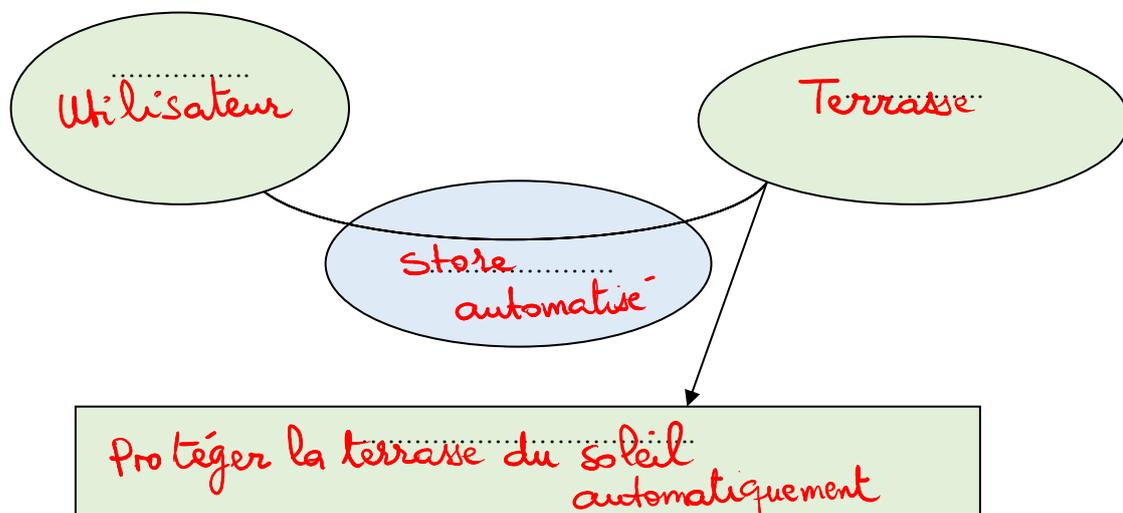
(moteur + réducteur + rouleau)

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

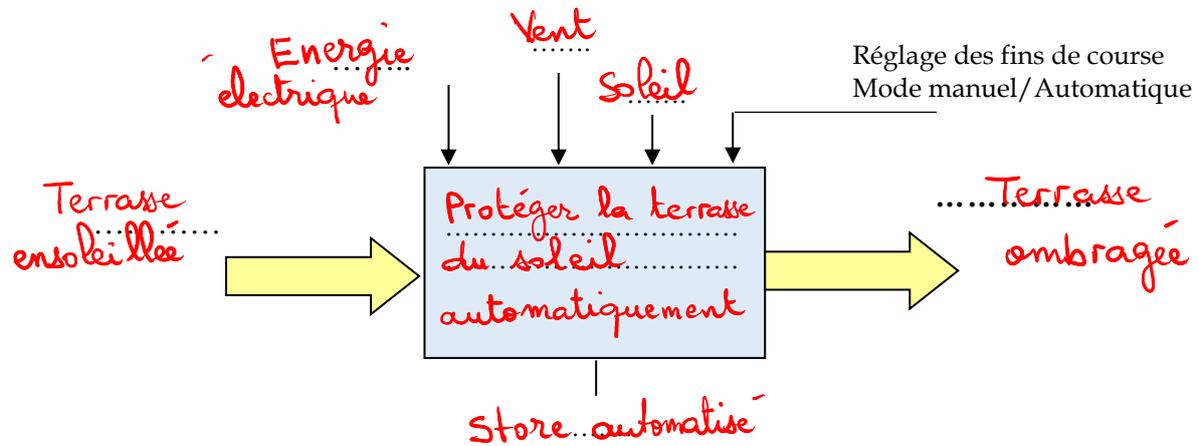


Après avoir mis en marche le système et découvert ses principales fonctionnalités, compléter ses outils d'analyse fonctionnelle.

⇒ Expression du besoin (bête à cornes)



⇒ Diagramme SADT (actigramme A-0)



⇒ Diagramme des interactions (pieuvre)

Les fonctions de service

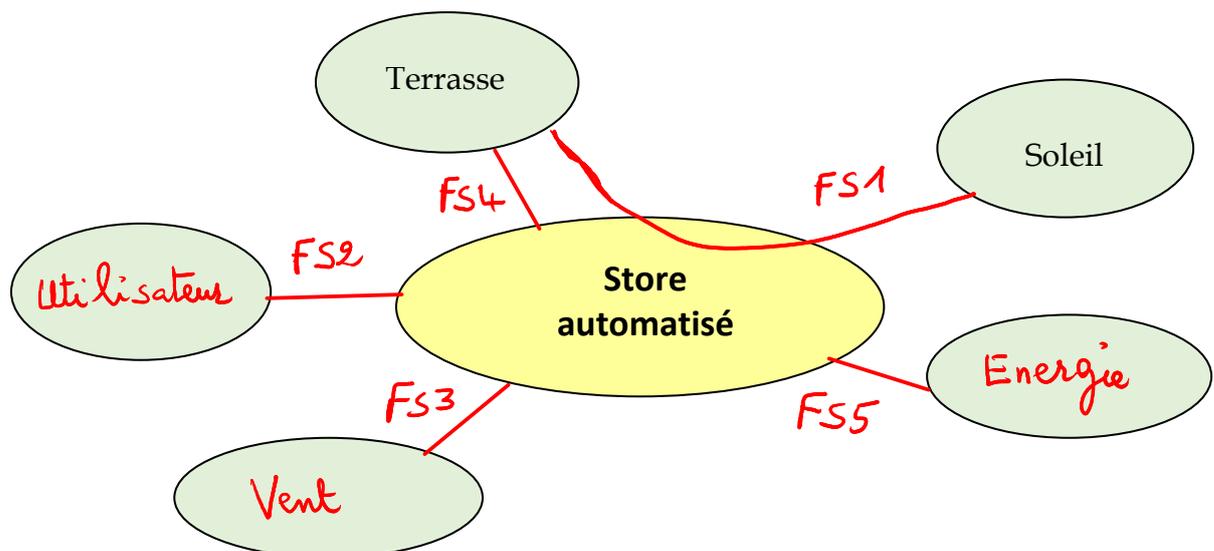
- FS1 : Protéger la terrasse du soleil automatiquement
- FS2 : Être configurable facilement par l'utilisateur
- FS3 : Protéger le store du vent automatiquement
- FS4 : Être intégré à la terrasse (esthétique)
- FS5 : S'adapter à la source d'énergie

Fonction FP/FC

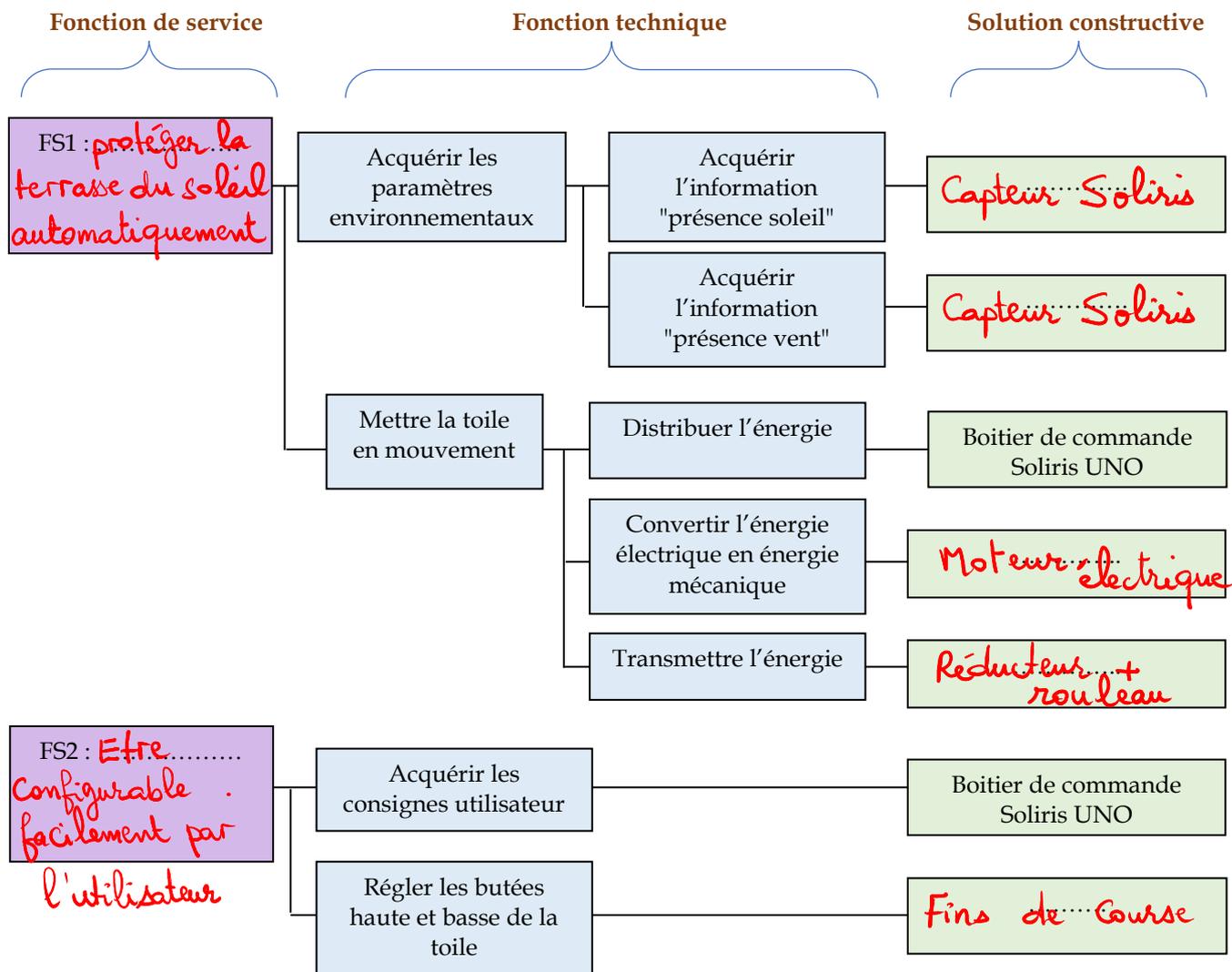
FP
 FC
 FC
 FC
 FC

Fonction FU/FE

FU
 FU
 FU
 FE
 FU



⇒ Diagramme FAST



PARTIE**2**

CHAÎNE D'ÉNERGIE



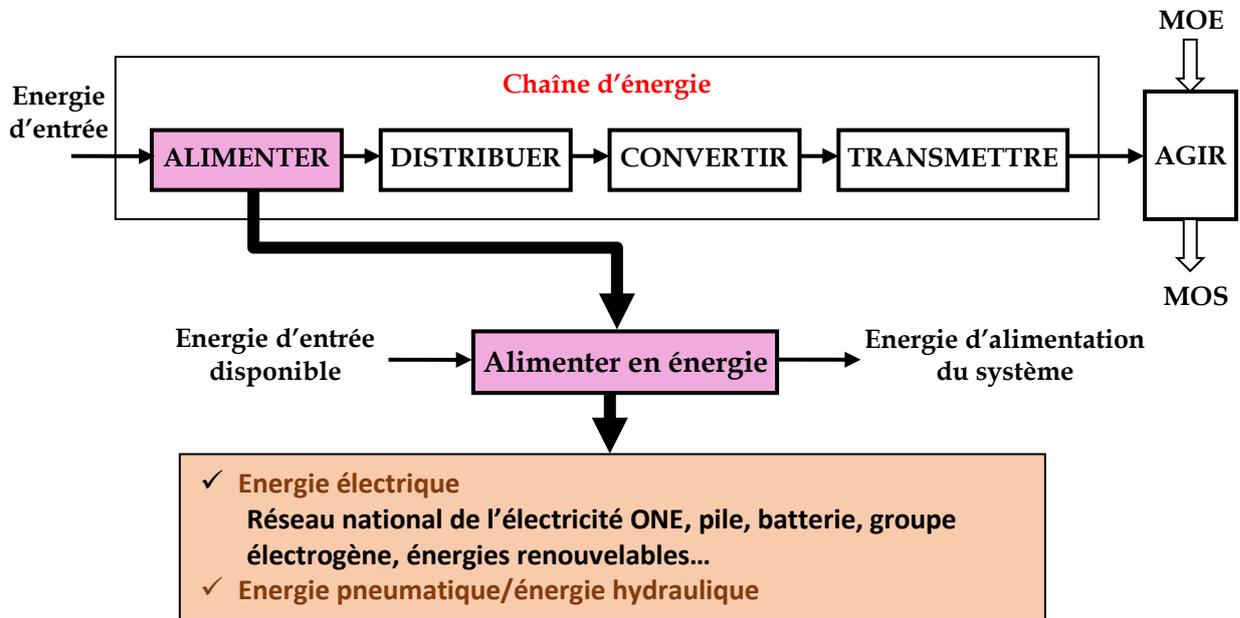
La chaîne d'énergie d'une voiture comprend, entre autres, le réservoir de carburant, les injecteurs, le moteur, la boîte de vitesse, le différentiel, l'arbre de transmission, les roues.

Chaîne d'énergie

Unité 1

Fonction ALIMENTER

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



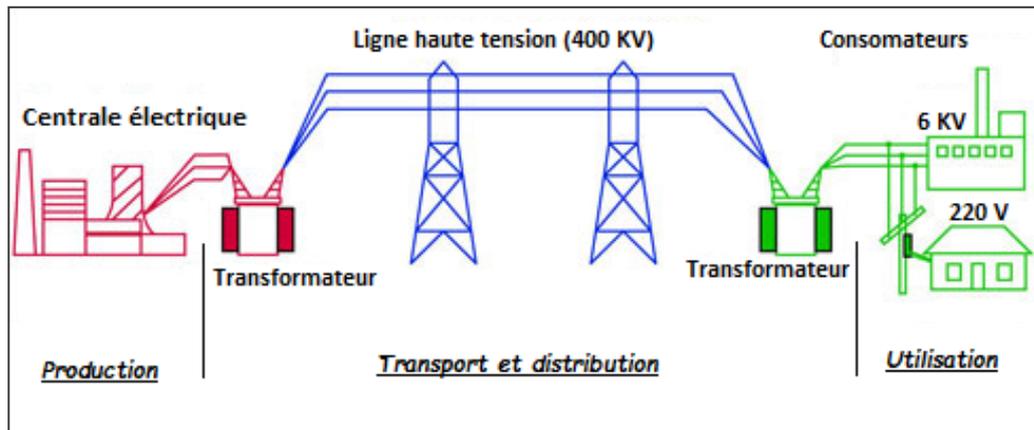
La fonction ALIMENTER fournit à l'objet technique l'énergie nécessaire à son fonctionnement. Les principales formes d'énergie dont font appel les systèmes sont : l'énergie électrique, pneumatique et hydraulique.

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 les réseaux de distribution.



Caractéristiques de l'énergie du réseau :

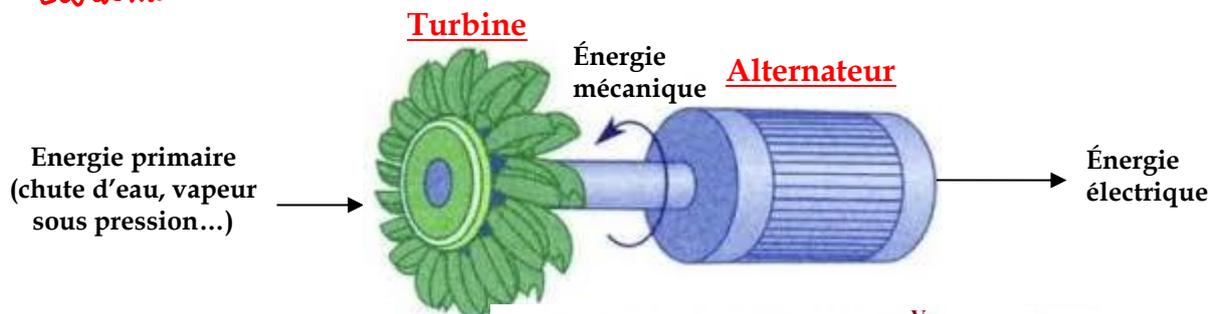
Courant alternatif

Fréquence 50 Hz

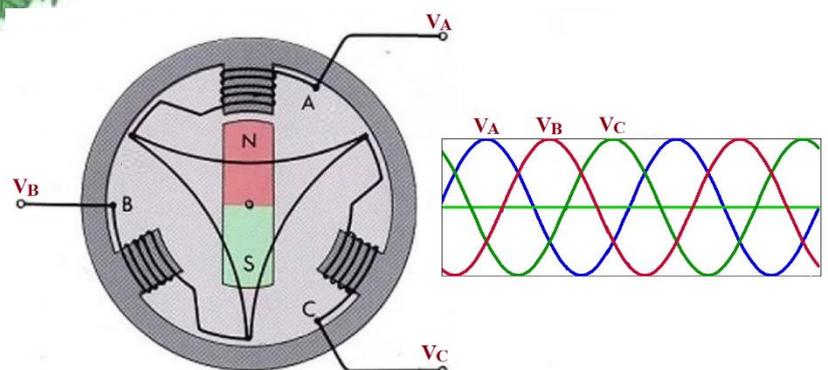
Tensions : 220V/380V (pour les utilisateurs basse tension)

Centrales de production

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



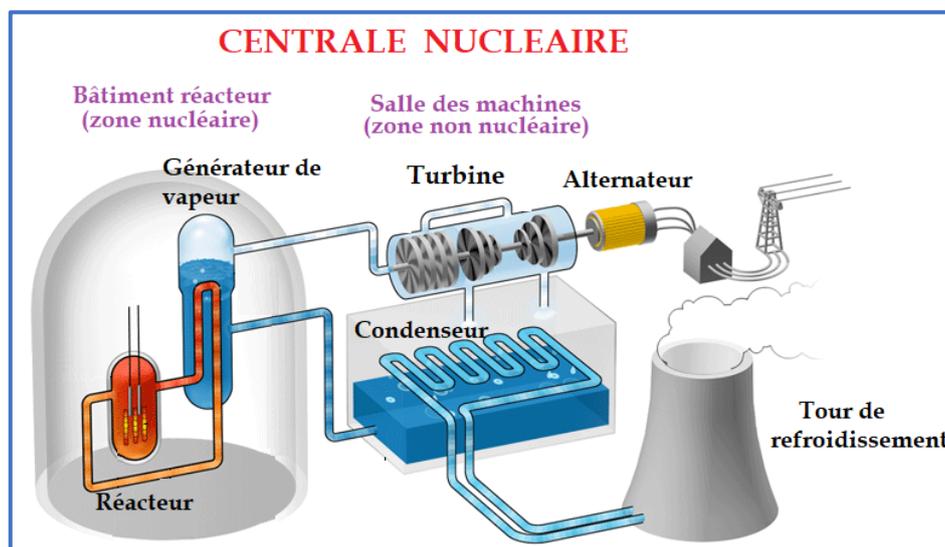
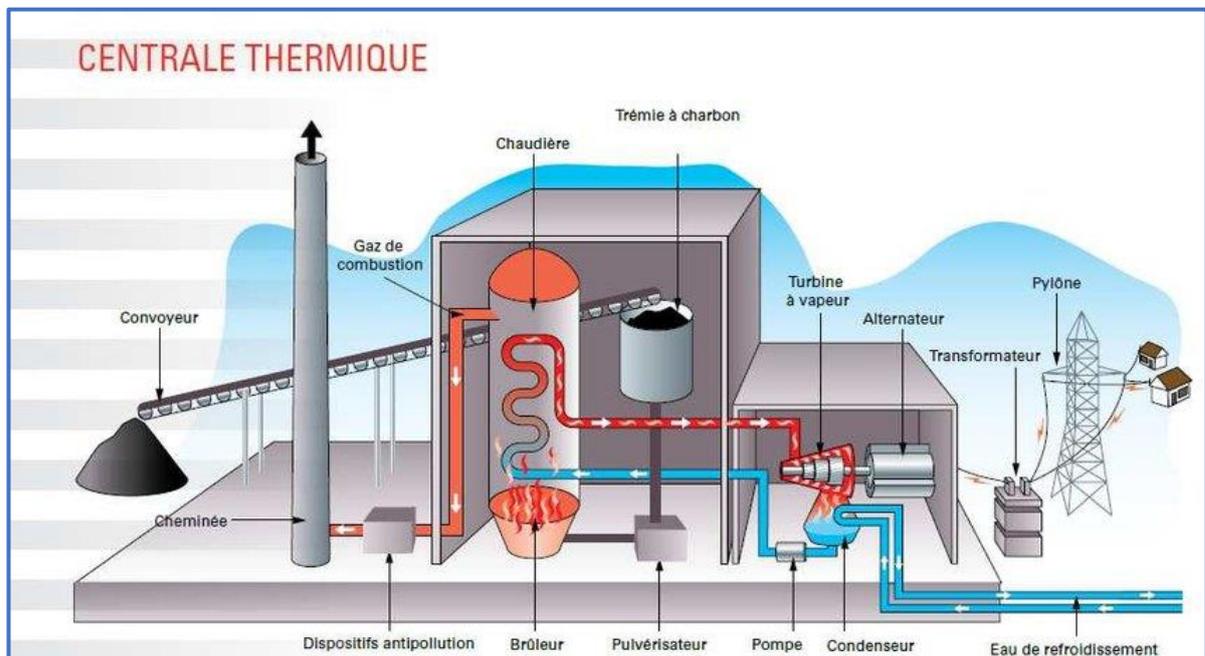
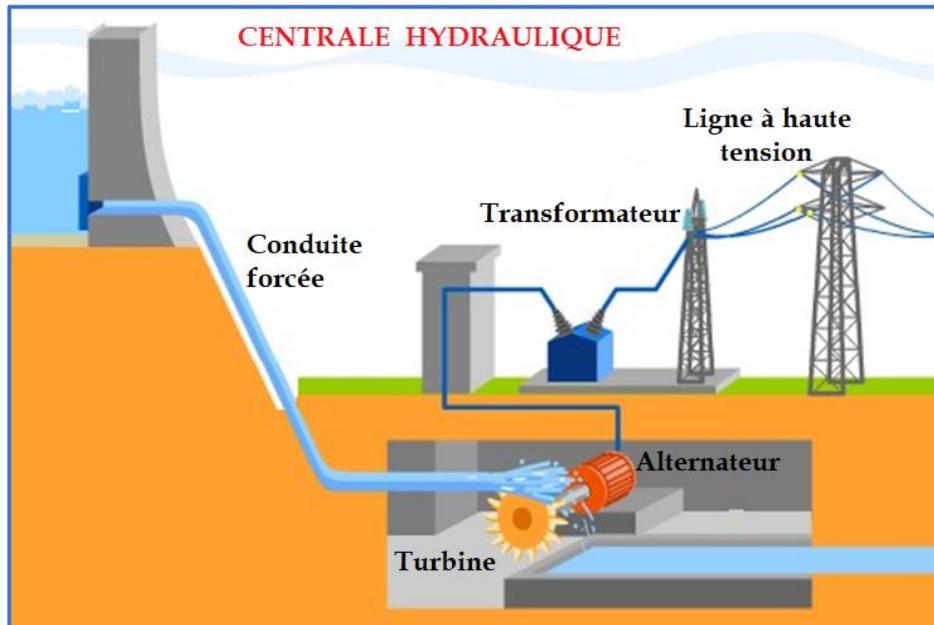
Principe d'un alternateur triphasé



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.

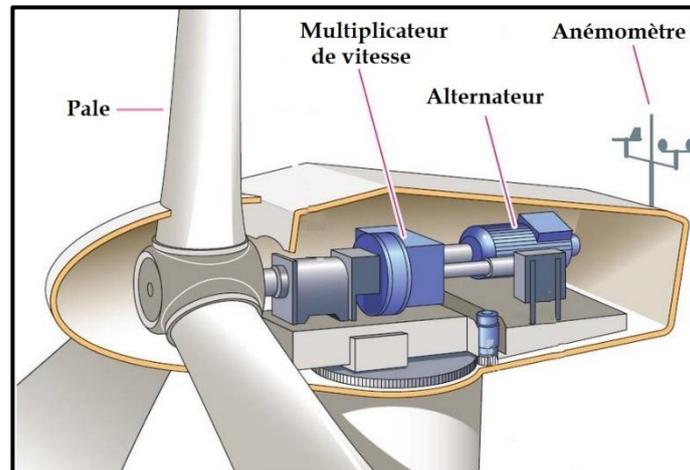


Sources autonomes

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



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

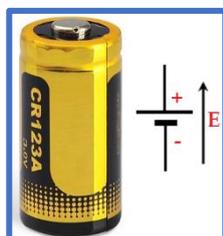


Groupe électrogène : ici, c'est un moteur thermique diesel qui entraîne un alternateur en rotation. Le groupe électrogène est généralement utilisé comme alimentation de secours (hôpitaux, centres informatiques...).



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

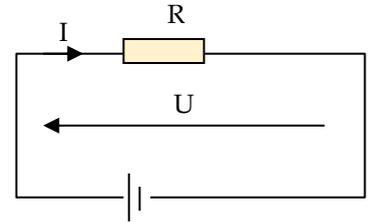
Courant continu

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 : $U = R \cdot I$

Puissance consommée par le récepteur : $P = U \cdot I$ en Watts (W)

Energie consommée par le récepteur pendant un temps t : $W = P \cdot t$

- 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

$$f = \frac{1}{T} \text{ en Hz}$$

Pulsation

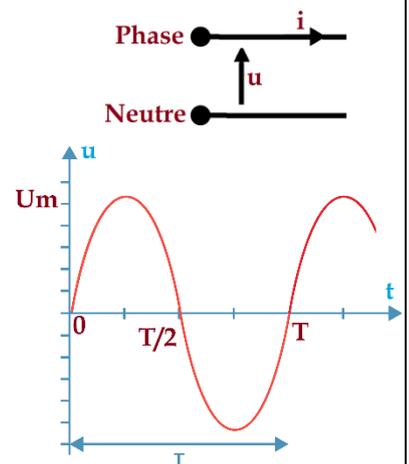
$$\omega = 2\pi f \text{ en rad/s}$$

Valeur efficace

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

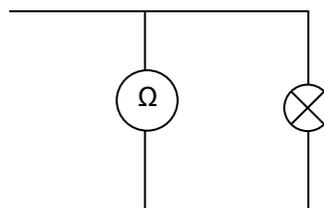
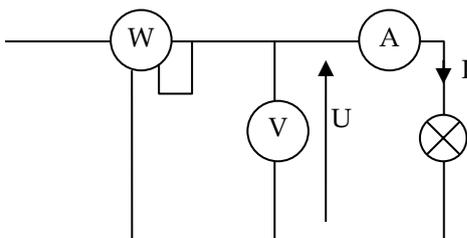
Expression de u

$$u(t) = U_m \cdot \sin(\omega t)$$



Mesure de grandeurs électriques

- La résistance d'un récepteur se mesure à l'aide d'un *ohmmètre*.....
- La tension aux bornes d'un récepteur se mesure à l'aide d'un *voltmètre*.....
- L'intensité du courant qui traverse un récepteur se mesure à l'aide d'un *ampèremètre*.....
- La puissance dissipée par un récepteur se mesure l'aide d'un *wattmètre*.....
- L'énergie consommée par un récepteur se mesure à l'aide d'un *Compteur d'énergie*.....

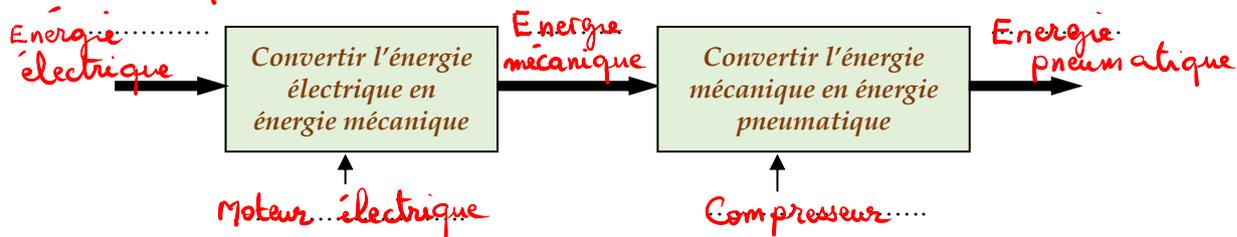


Multimètre numérique

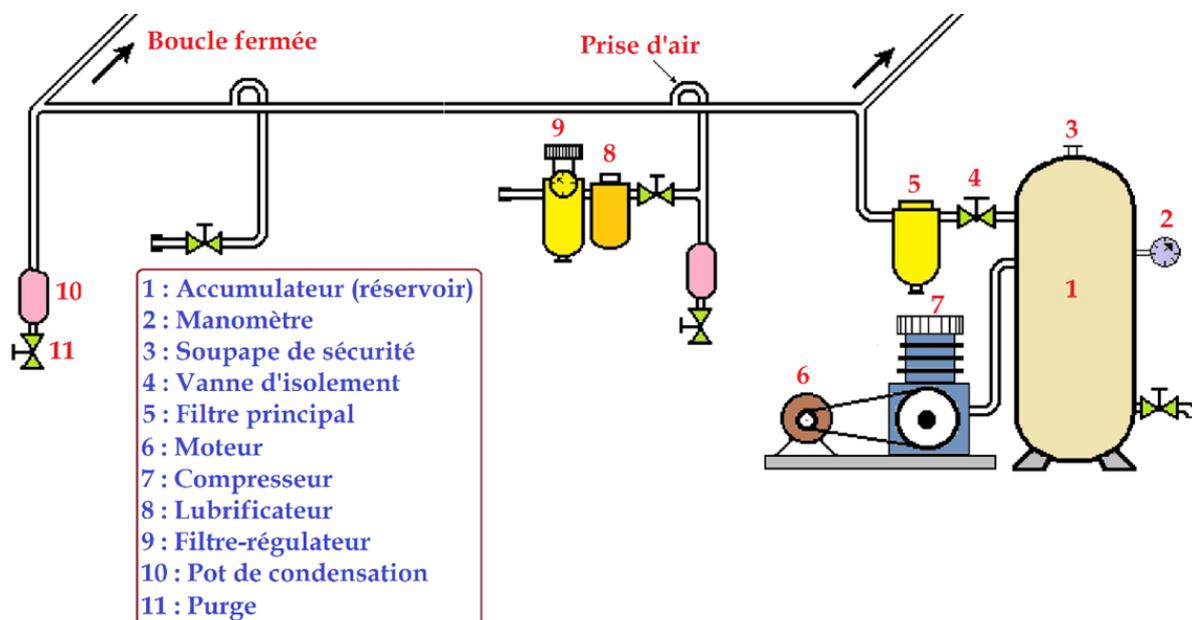
Energie pneumatique et hydraulique

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.



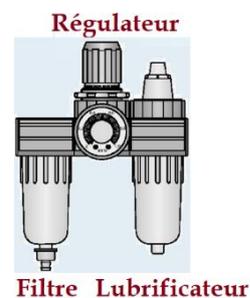
Installation pneumatique



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)

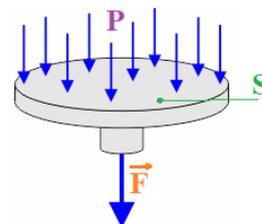


Grandeurs pneumatiques

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 *manomètre* pour les systèmes fermés (pneus de voiture par exemple) ou avec un *baromètre* pour la pression atmosphérique.



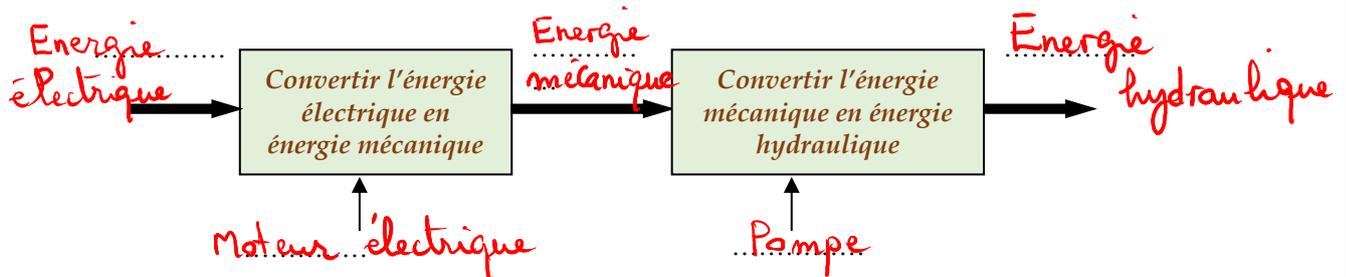
Manomètre



Baromètre

Alimentation hydraulique

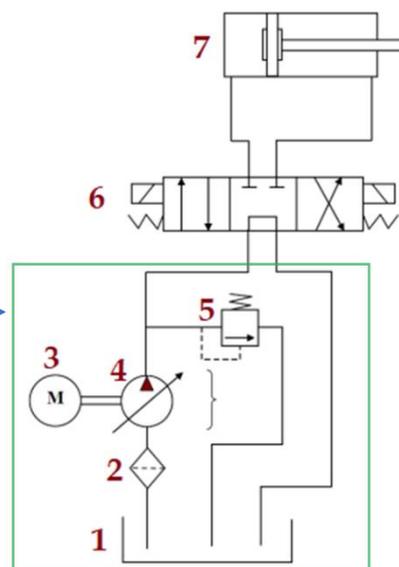
L'énergie hydraulique utilise l'huile sous pression. Elle est assurée par une pompe animée par un moteur électrique.



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

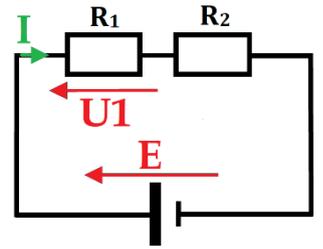
$$F = p \cdot S \quad (F : \text{force développée en N, } p : \text{pression en Pa et } S : \text{surface en m}^2)$$

$$Q_v = V \cdot S \quad (Q_v : \text{débit volumique en m}^3/\text{s, } V : \text{vitesse du fluide en m/s et } S : \text{section d'écoulement en m}^2)$$

Exercices

1. Soit le montage suivant :

- Exprimer la tension E en fonction de R_1 , R_2 et I ;
- Exprimer la tension U_1 en fonction de R_1 et I ;
- En déduire la tension U_1 en fonction de E ;
- Donner un nom à ce montage ?



a/ $E = (R_1 + R_2) \cdot I$ (Loi d'Ohm)

b/ $U_1 = R_1 \cdot I$ (Loi d'Ohm)

c/ $U_1 = R_1 \cdot I$ donc $U_1 = R_1 \cdot \frac{E}{R_1 + R_2} = E \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

d/ Diviseur de tension

2. Un grille-pain consomme 3 A sur 220 V.

- Calculer sa puissance et sa résistance ;
- Quelle énergie en KWh consomme-t-il pour faire des toasts en 5 minutes ?

a/ $P = UI = 220 \times 3 = 660 \text{ W}$

$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{3} = 73,33 \Omega$

b/ $P = 660 \text{ W} = 0,66 \text{ kW}$; $t = 5 \text{ min} = \frac{5}{60} \text{ h} = \frac{1}{12} \text{ h}$

et $W = P \cdot t = 0,66 \times \frac{1}{12} = 0,055 \text{ kWh}$

3. Un poste de télévision est utilisé 3 h par jour et consomme 120 W. Le reste du temps, il est en "stand-by" et consomme 7 W.

- Quelle énergie consomme-t-il en un mois ?
- Quel est le coût de cette consommation si 1KWh est facturé par 1,1 dh ?

a/ Hypothèse : il y a 30 jours par mois
 $120 \text{ W} = 0,12 \text{ kW}$ et $7 \text{ W} = 0,007 \text{ kW}$

L'énergie est $W = (P_1 \cdot t_1 + P_2 \cdot t_2) \times 30$

$W = (0,12 \times 3 + 0,007 \times 21) \cdot 30 = 15,21 \text{ kWh}$

b/ Coût = $W \times 1,1 = 15,21 \times 1,1 = 16,73 \text{ dh}$

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

$$U_{\max} = 3,2 \times 0,5 \text{ V} = 1,6 \text{ V}$$

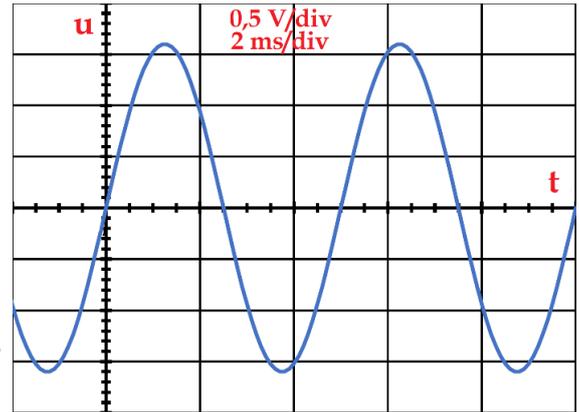
$$U_{\text{eff}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{1,6}{\sqrt{2}} = 1,13 \text{ V}$$

$$T = 25 \times 2 \text{ ms} = 5 \text{ ms}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,5 \times 10^{-3}} = 400 \text{ Hz}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 400 = 2513,27 \text{ rad/s}$$

$$u(t) = U_m \cdot \sin \omega t = 1,6 \cdot \sin(2513,27 \cdot t)$$



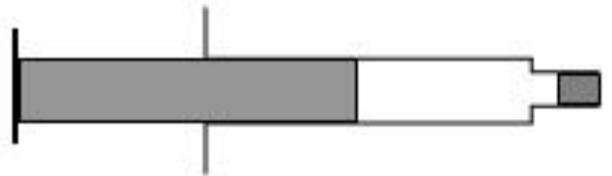
5. Lors d'un dosage, on utilise une burette graduée remplie d'un liquide. La pression à la surface du liquide est la pression atmosphérique $P_{\text{atm}} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. La surface du liquide vaut $S = 5 \times 10^{-5} \text{ m}^2$.

- 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.

$$a/ F = p \cdot S$$

$$b/ F = P_{\text{atm}} \cdot S = 1,013 \times 10^5 \times 5 \times 10^{-5} = 5,065 \text{ N}$$

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 ?

$$a/ p = 2 \text{ bars} = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$b/ F = p \cdot S = 2 \times 10^5 \times 2,5 \times 10^{-4} = 50 \text{ N}$$

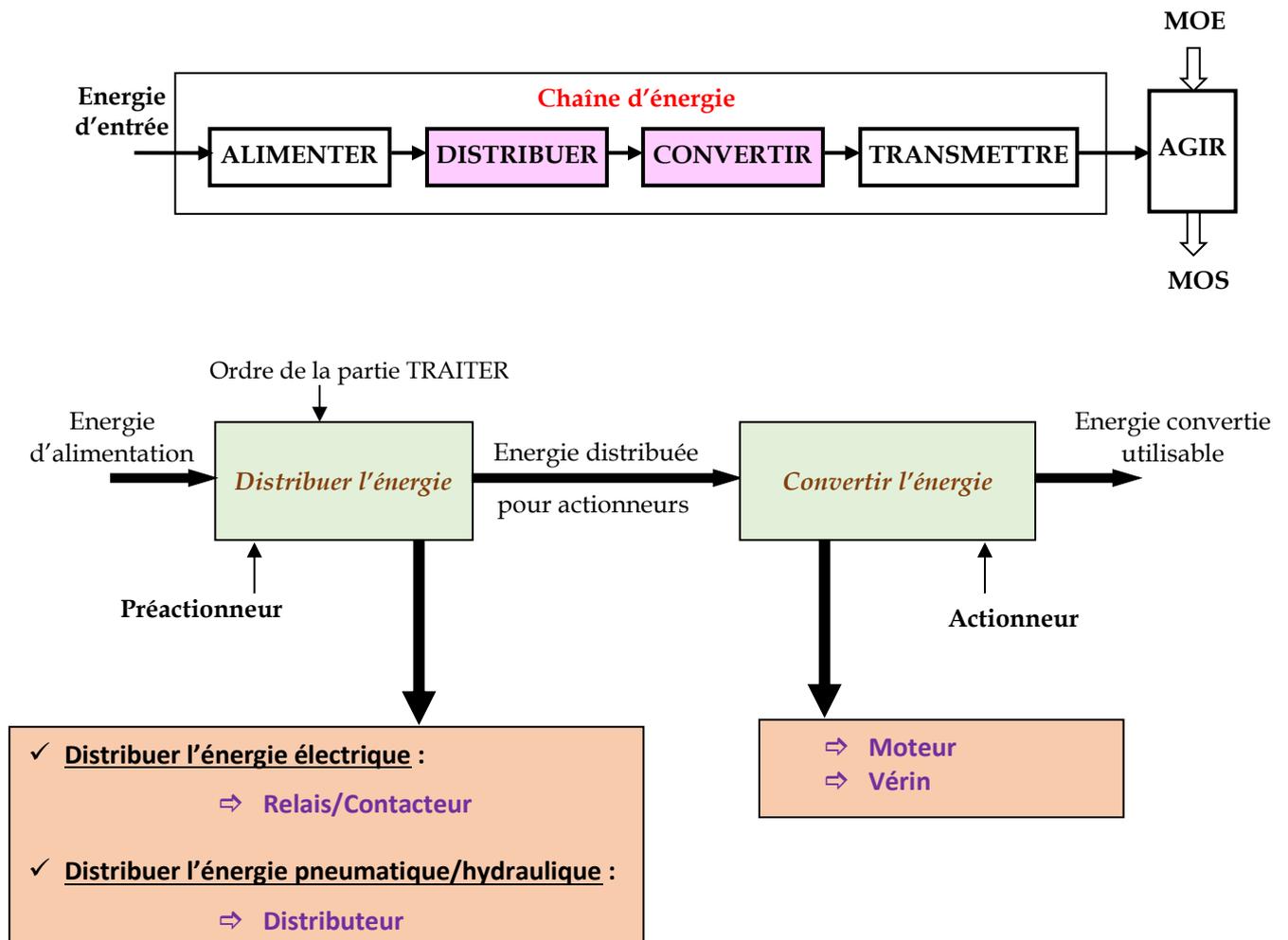
$$c/ F_1 = p_1 \cdot S = 2,5 \times 10^5 \times 2,5 \cdot 10^{-4} = 62,5 \text{ N}$$

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 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.

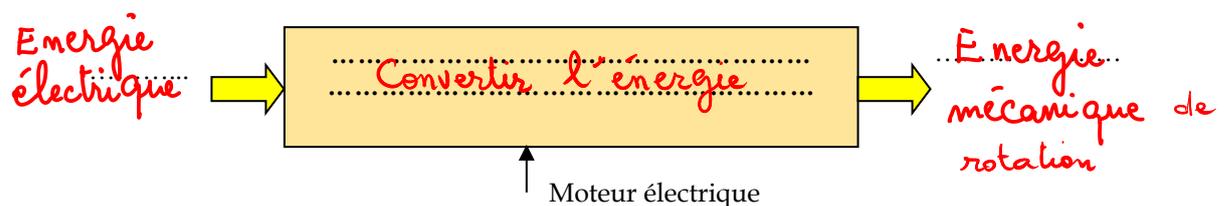
- **Moteur électrique** : convertit l'énergie électrique disponible en une énergie mécanique de rotation ;
- **Vérin pneumatique** : convertit l'énergie pneumatique de l'air comprimé en énergie mécanique de translation ;
- **Résistance chauffante** : convertit l'énergie électrique en énergie thermique de chauffage ;
- **Lampe** : convertit l'énergie électrique en énergie lumineuse ;
- **Sonnerie** : convertit l'énergie électrique en énergie sonore.

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

Exemples

Systeme	Actionneur	Effecteur
Perceuse	Moteur électrique	Foret
Positionneur de parabole	Moteur électrique	Support de la parabole
Système de serrage	Vérin	Mâchoires
Convoyeur d'objets	Moteur électrique	Tapis roulant

Moteur électrique



⇒ Moteur à courant continu

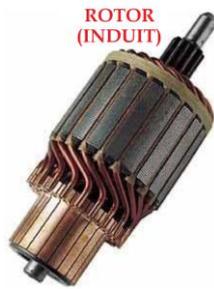
Principe

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.

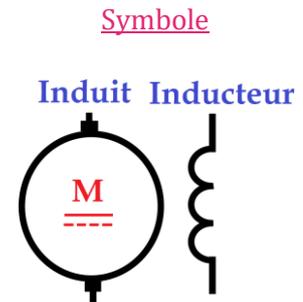
Les conducteurs du rotor, traversés par le courant et immergés dans le champ magnétique, sont soumis à la force de Laplace qui va faire tourner le rotor.



ROTOR
(INDUIT)



STATOR
(INDUCTEUR)



Puissance et rendement

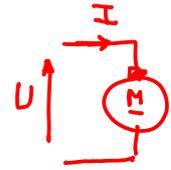
- P_a : Puissance absorbée au réseau
- P_u : Puissance utile sur l'arbre du moteur
- C_u : couple moteur sur l'arbre
- ω : vitesse angulaire de rotation
- N : fréquence de rotation

$$P_a = UI \quad (\text{en W})$$

$$P_u = C_u \cdot \omega \quad (\text{en W})$$

$$\omega = \frac{2\pi N}{60} \quad (\text{en rad/s})$$

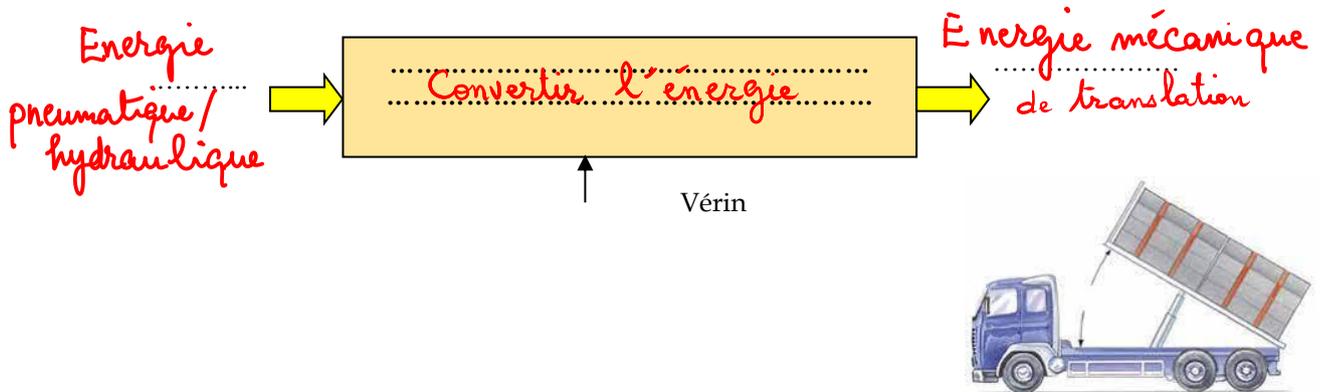
$$N \quad (\text{en tr/min})$$



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

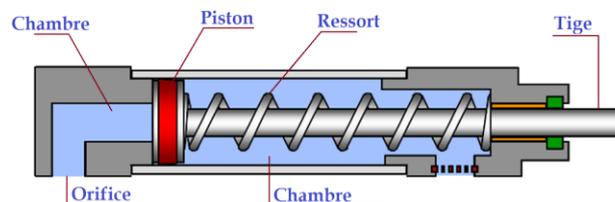
Le rendement est le rapport de la puissance utile sur la puissance absorbée $\eta = \frac{P_u}{P_a}$ (en %)

Vérin pneumatique/hydraulique

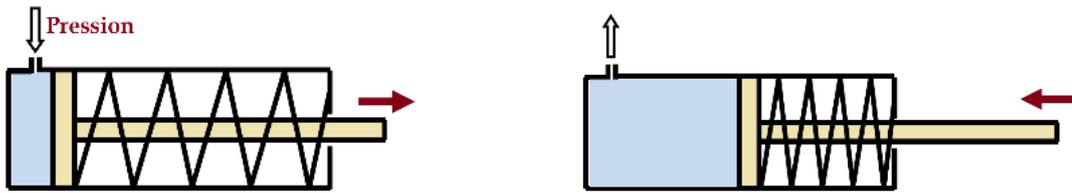


⇒ Vérin à simple effet

L'alimentation en pression est appliquée sur un seul orifice. Le retour à la position de repos se fait grâce à un ressort.

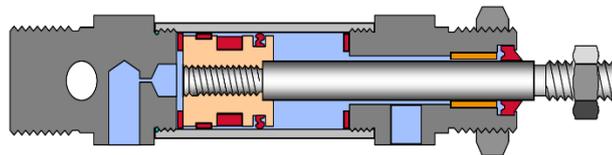


Positions de la tige du vérin (rentrée et sortie)

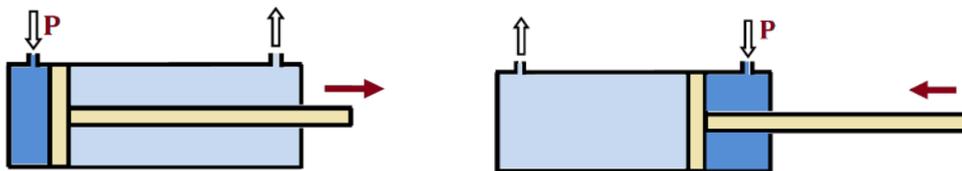


⇒ Vérin à double effet

Le piston se déplace dans les deux sens grâce à la pression de l'air comprimé. Un vérin double effet est alors doté de 2 orifices d'alimentation en pression.

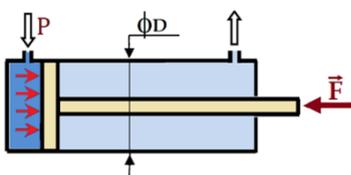


Positions de la tige du vérin



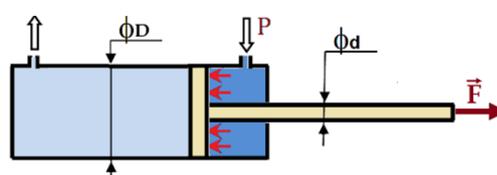
Caractéristiques d'un vérin

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



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

Puissance utile



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

$Pu = F \cdot V$

(Pu en W, F en N

et V vitesse en m/s)

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

Exercices

- La plaque signalétique d'un moteur à courant continu indique :
 $P_u = 26,3 \text{ KW}$, $n = 1150 \text{ tr/min}$, $U = 440 \text{ V}$ et $I = 68,5 \text{ A}$
 Calculer, en régime nominal, le couple utile C_u , la puissance absorbée P_a et le rendement η .
- On relève pour un moteur à courant continu une tension de 230 V et un courant absorbé de $9,5 \text{ A}$
 - Calculez sa puissance absorbée ;
 - Sachant que le moteur tourne à 1900 tr/min et exerce un couple de 10 N.m , calculer la puissance utile
 - En déduire le rendement en %.
- Un vérin hydraulique a pour caractéristiques :
 Course : $C = 560 \text{ mm}$; Temps de sortie : $t = 3,6 \text{ s}$;
 Diamètre de la tige : $d = 70 \text{ mm}$; Diamètre du piston : $D = 100 \text{ mm}$;
 Pression hydraulique : 300 bar
 - Calculer la vitesse V_s de sortie de la tige ;
 - Calculer la force F_s développée lors de la sortie de la tige du vérin ;
 - Calculer la force F_r développée lors de la rentrée de la tige ;
 - Calculer la puissance P_s développée lors de la sortie.

$$1/ \bullet P_u = C_u \cdot \omega = C_u \cdot \frac{2\pi \cdot n}{60} \Rightarrow C_u = \frac{60}{2\pi} \cdot \frac{P_u}{n} = \frac{60}{2\pi} \cdot \frac{26,3 \times 10^3}{1150} = 218,38 \text{ Nm}$$

$$\bullet P_a = UI = 440 \times 68,5 = 30140 \text{ W}$$

$$\bullet \eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{26,3 \times 10^3}{30140} = 0,872 = 87,2 \%$$

$$2/ a/ P_a = UI = 230 \times 9,5 = 2185 \text{ W}$$

$$b/ P_u = C_u \cdot \omega = C_u \cdot \frac{2\pi \cdot n}{60} = 10 \cdot \frac{2\pi}{60} \times 1900 = 1989,67 \text{ W}$$

$$c/ \eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{1989,67}{2185} = 0,91 = 91 \%$$

$$3/ a/ V_s = \frac{C}{t} = \frac{560 \times 10^{-3}}{3,6} = 0,155 \text{ m/s}$$

$$b/ \text{En sortie, la surface soumise à la pression est } S_s = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\text{donc } F_s = p \cdot S_s = p \cdot \frac{\pi D^2}{4} = 300 \times 10^5 \cdot \frac{\pi \cdot (100 \times 10^{-3})^2}{4} = 235619,45 \text{ N}$$

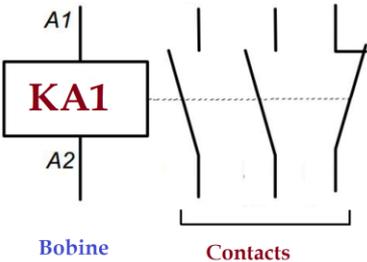
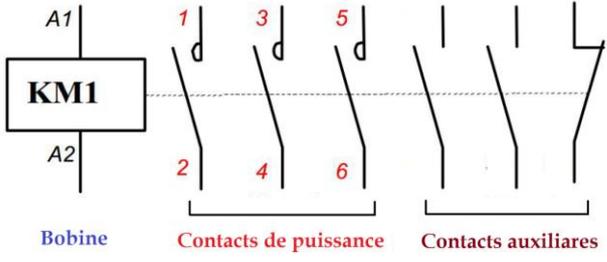
$$c/ F_r = p \cdot S_r = p \cdot \frac{\pi (D^2 - d^2)}{4} = 300 \times 10^5 \cdot \frac{\pi ((100 \times 10^{-3})^2 - (70 \times 10^{-3})^2)}{4} = 120165,92 \text{ N}$$

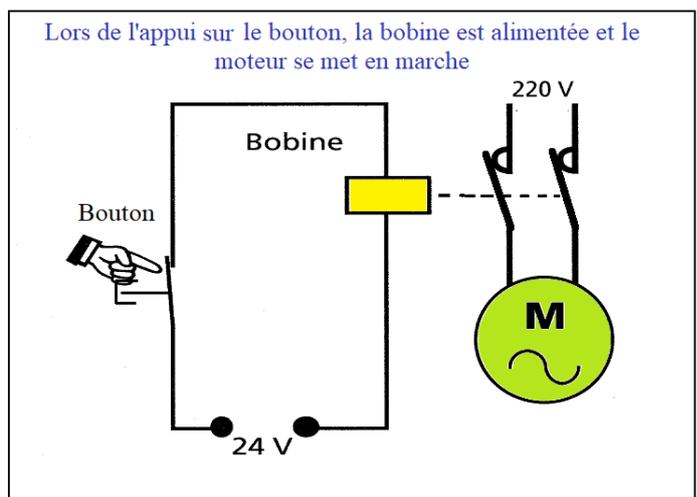
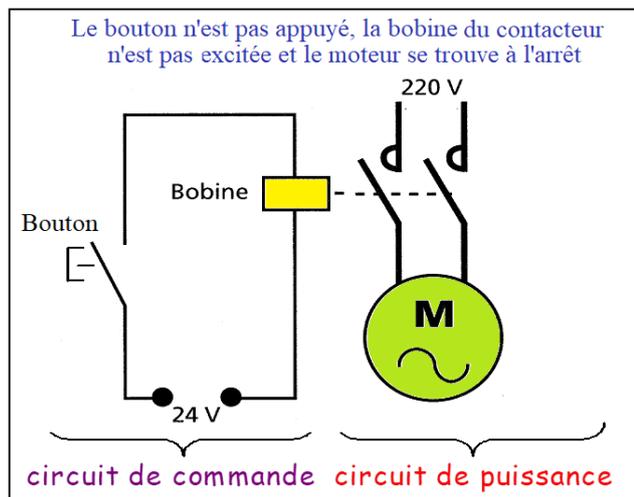
$$d/ P_s = F_s \cdot V_s = 235619,45 \times 0,155 = 36521 \text{ W}$$

Distribuer l'énergie

- Le distributeur est un pré-actionneur qui distribue l'énergie pneumatique ou hydraulique vers les vérins.
- Le contacteur est un pré-actionneur qui distribue l'énergie électrique vers les moteurs.

Distribuer l'énergie électrique

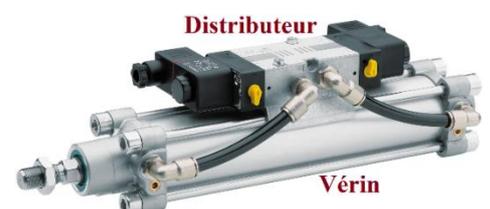
Relais	Contacteur
<p>Un relais est constitué d'une bobine qui, sous l'ordre la partie Traiter, s'excite et attire une armature ferromagnétique qui déplace un ou plusieurs contacts.</p>  <p><u>Symbole</u></p>  <p>Bobine Contacts</p>	<p>Le contacteur repose sur le même principe qu'un relais, mais le courant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

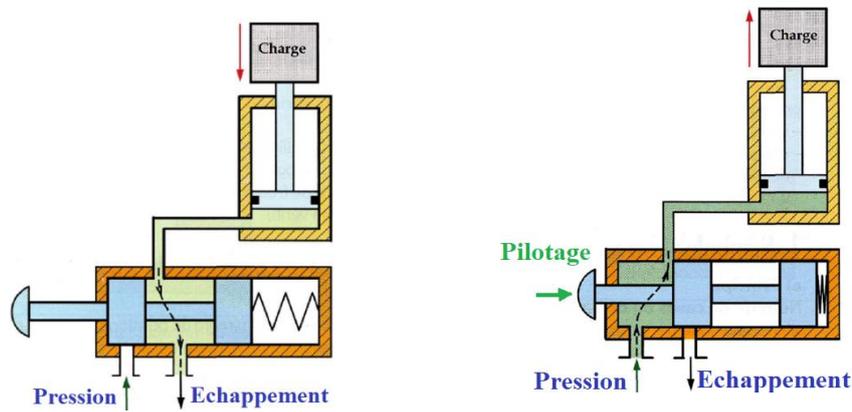


Distribuer l'énergie pneumatique/hydraulique

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.



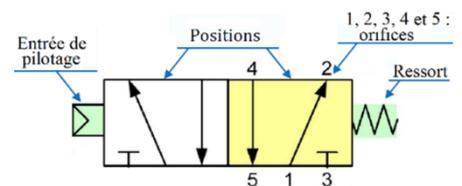


Désignation des distributeurs

Un distributeur est caractérisé par :

- Le nombre d'orifices (2, 3, 4, ou 5) ;
 - Le nombre de positions 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.

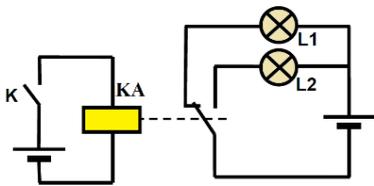
Exemple : ci-contre, un distributeur **5/2** (5 orifices / 2 positions)
monostable à pilotage pneumatique



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	
Électrique			
Pneumatique			
Hydraulique			
Électro-pneumatique			

Exercices

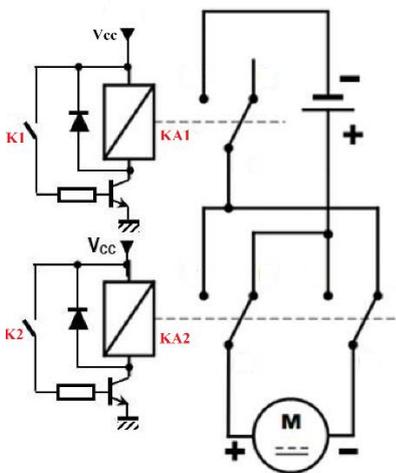
1. Compléter le tableau de fonctionnement du montage.



État du l'interrupteur k	État de la lampe L1 (allumée ou éteinte)	État de la lampe L2 (allumée ou éteinte)
Ouvert	... Allumée ...	Éteinte
Fermé	Éteinte	Allumée

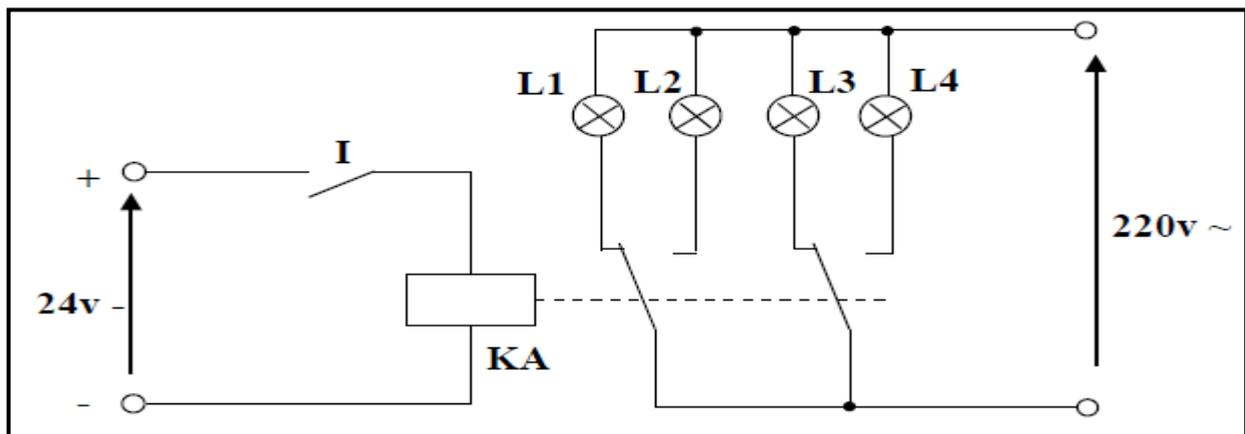
2. Inversion du sens de marche d'un MCC.

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	Désexcité	Désexcité	... Arrêt ...
O	F	Désexcité	Excité	Arrêt
F	O	Excité	Désexcité	Sens 1
F	F	Excité	Excité	... Sens 2 ...

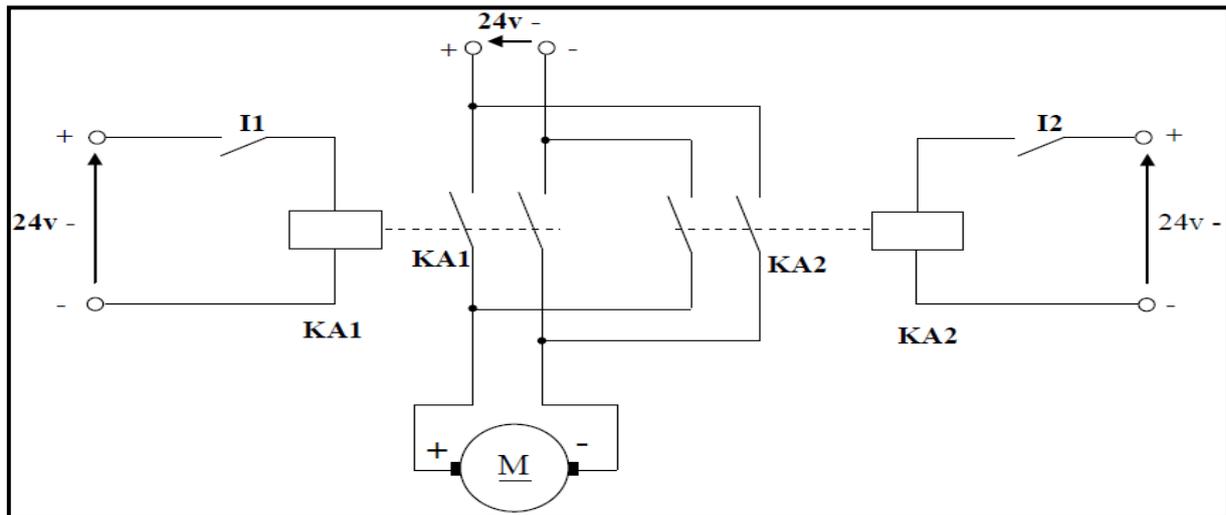
3. Indiquer les lampes allumées et les lampes éteintes pour les deux états de l'interrupteur I.



... Interrupteur I ouvert : L1 et L3 allumées
L2 et L4 éteintes

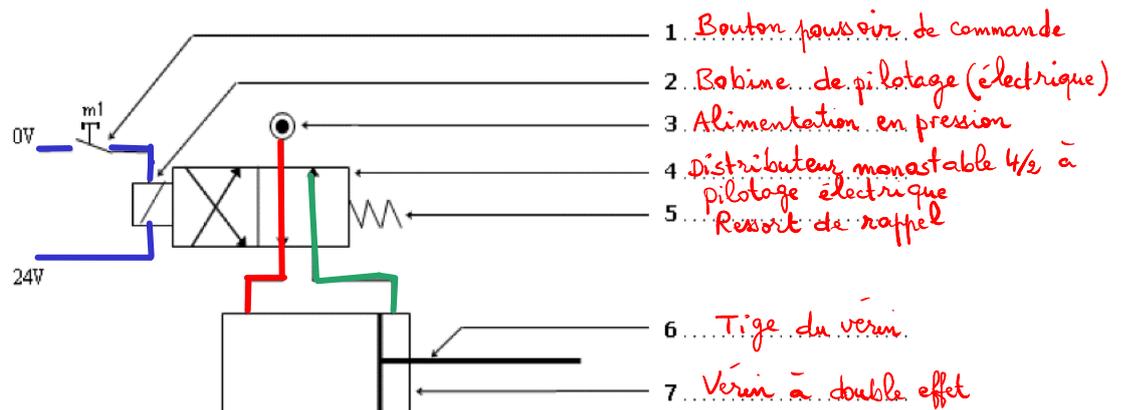
... Interrupteur I fermé : L1 et L3 éteintes
L2 et L4 allumées

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



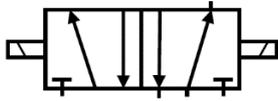
État de I1	État de I2	État du relais KA1 (Travail/Repos)	État du relais KA2 (Travail/Repos)	État du moteur (Arrêt/Sens normal/sens inverse)
O	O	Repos	Repos	Arrêt
O	F	Repos	Travail	Sens inverse
F	O	Travail	Repos	Sens normal
F	F	Travail	Travail	Cas inutilisé car cela provoque un court-circuit

5. Commande électrique d'un vérin pneumatique

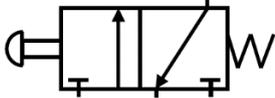


- Compléter la légende ;
- Le préactionneur est-il Monostable ou Bistable ?
- Repasser en rouge le circuit en pression, en vert le circuit à l'échappement et en bleu le circuit de commande.

6. Identifier les composants suivants :

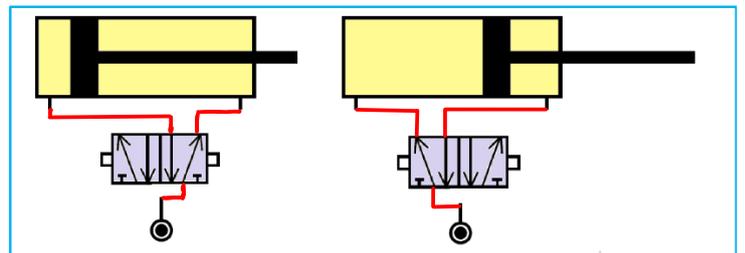
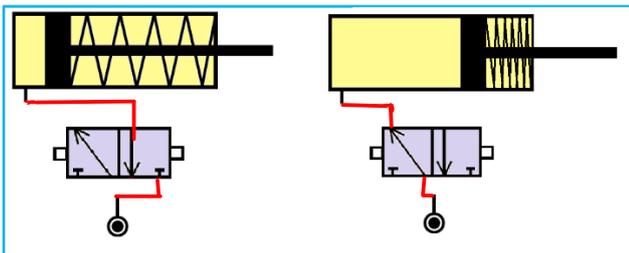


Distributeur 5/2, bistable à pilotage électrique



Distributeur 3/2 monostable à pilotage manuel par bouton poussoir

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.

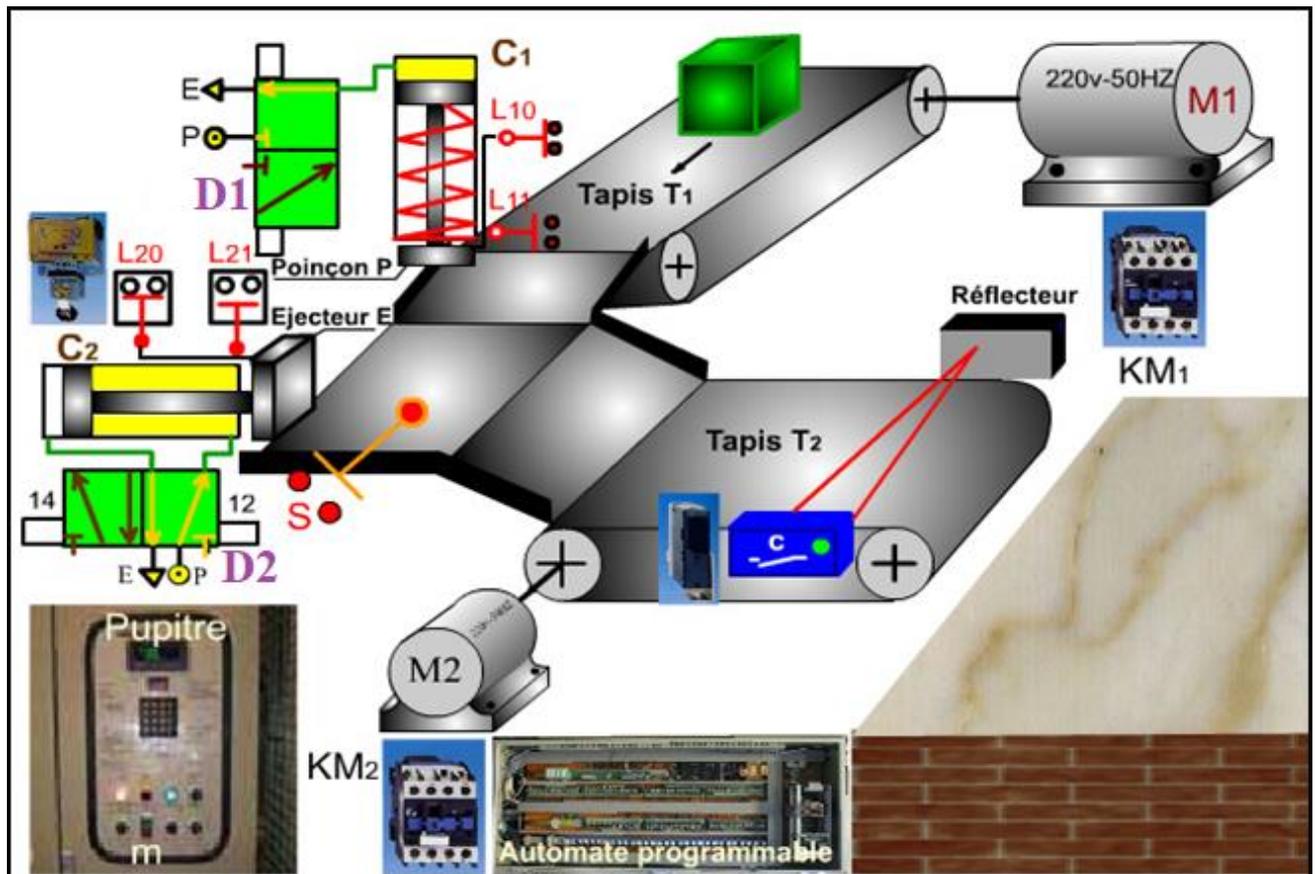


8. Barrière de parking didactisée

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

Alimenter	Distribuer	Convertir
Réseau électrique	* Contacteurs KA4 et KA5	Moteur électrique
	* Variateur de vitesse	

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 ;
- Évacuation 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

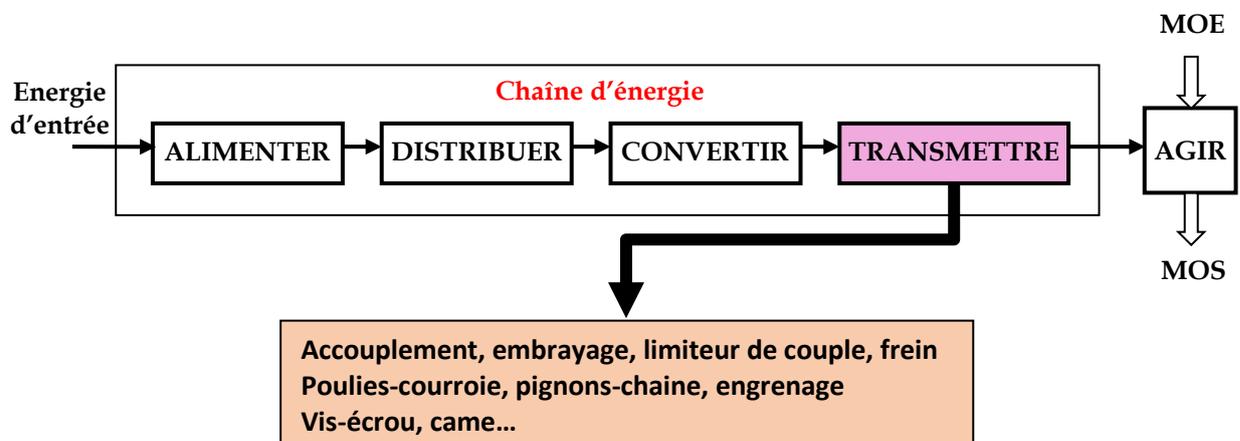
Alimenter	Distribuer/Convertir		
	Préactionneur	Actionneur	Effecteur
<ul style="list-style-type: none"> • Réseau électrique • Alimentation pneumatique 	<ul style="list-style-type: none"> • Contacteurs KM1 et KM2 • Distributeurs pneumatiques D1 et D2 	<ul style="list-style-type: none"> • Moteurs électriques M1 et M2 • Vérins pneumatiques C1 et C2 	<ul style="list-style-type: none"> • Tapis roulants T1 et T2 • Poinçon P et éjecteur E
.....
.....
.....
.....

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

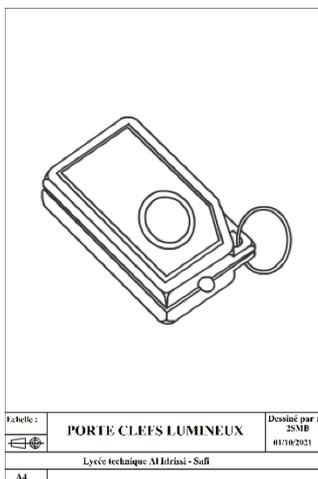
On distingue :

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

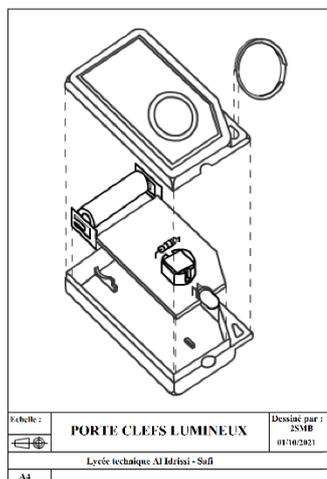
Dessin en vue éclatée : permet de situer les pièces les unes par rapport aux autres. Il facilite la compréhension de l'objet et son montage.

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.

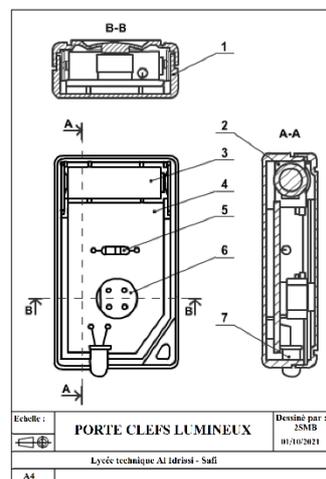
Dessin de définition : représente une pièce extraite du dessin d'ensemble. Il doit définir la pièce intégralement de la manière la plus complète possible.



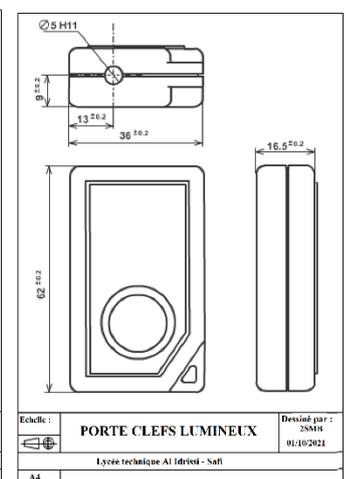
Perspective



Vue éclatée



Dessin d'ensemble



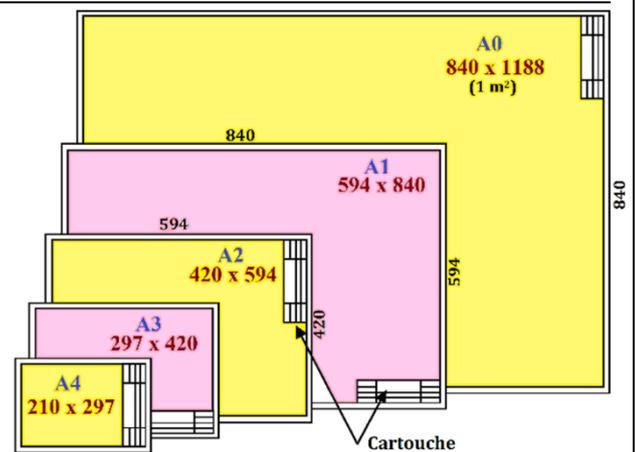
Dessin de définition

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



Échelle

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

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

- Échelle **1 : 1** → vraie grandeur
- Échelle **1 : x** → réduction
- Échelle **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 ;
- **NB** : 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

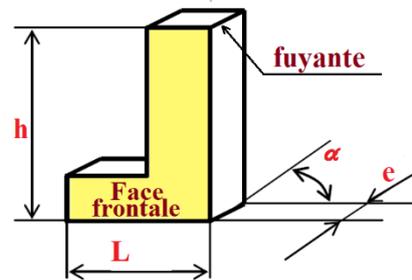
La vue en perspective cavalière est utilisée pour illustrer les objets dans leurs trois dimensions (dans l'espace). C'est une projection oblique suivant une direction donnée sur un plan parallèle à la surface principale de l'objet.

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"

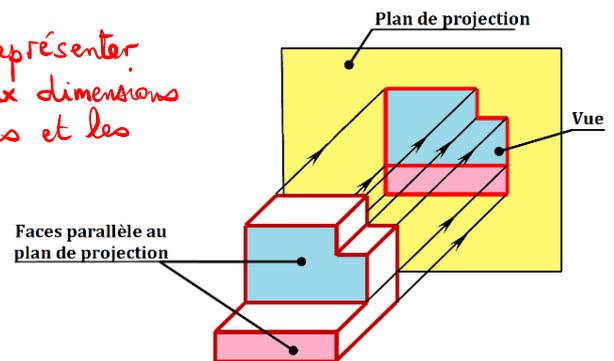
- $\alpha = 45^\circ$
- L = dimension réelle
- h = dimension réelle
- e = dimension réelle x 0,5



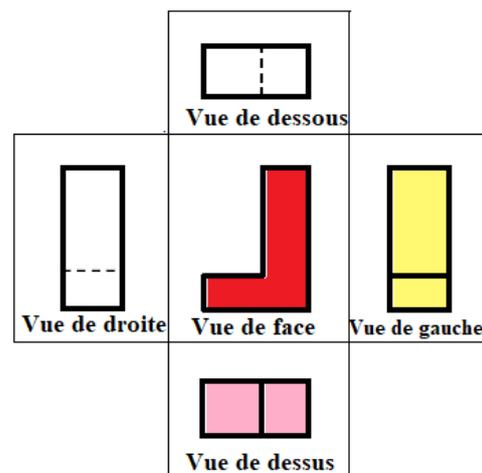
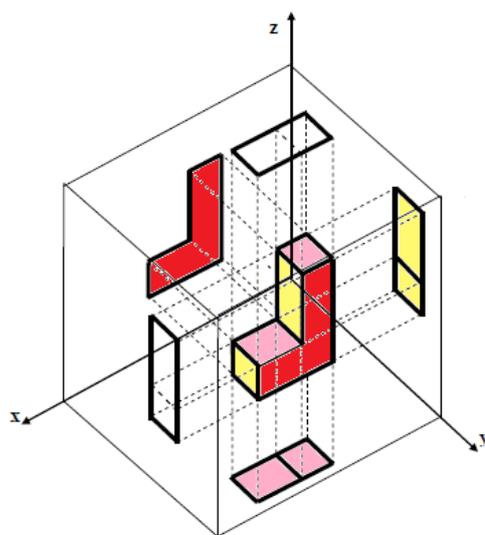
Projection orthogonale

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.



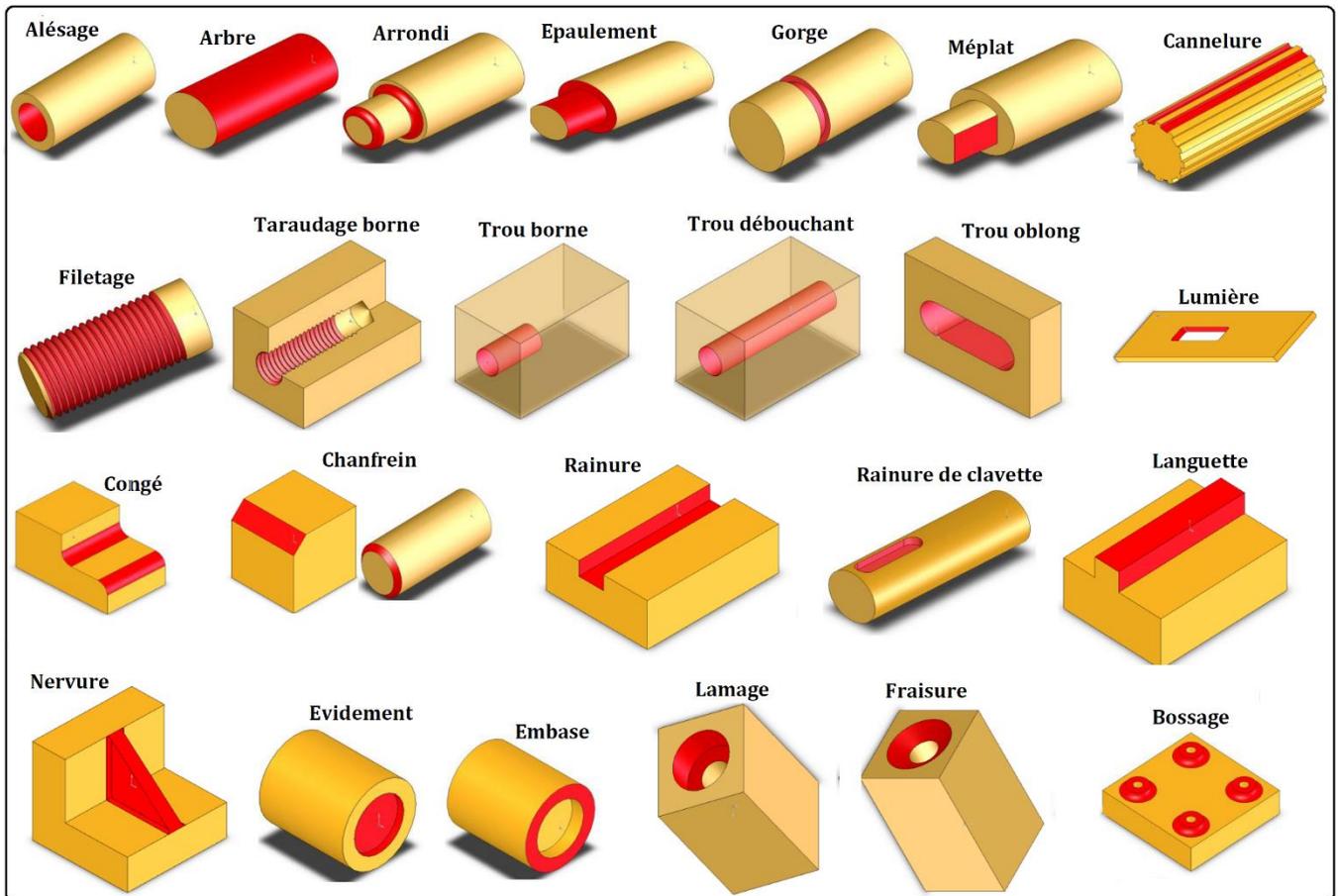
Exemple : pièce en "L"



Règles

- Les arêtes vues sont représentées en trait fort ;
- Les arêtes cachées sont représentées 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 intérieurs 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.



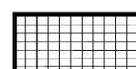
Tous métaux et alliages



**Matières plastiques
ou isolantes**



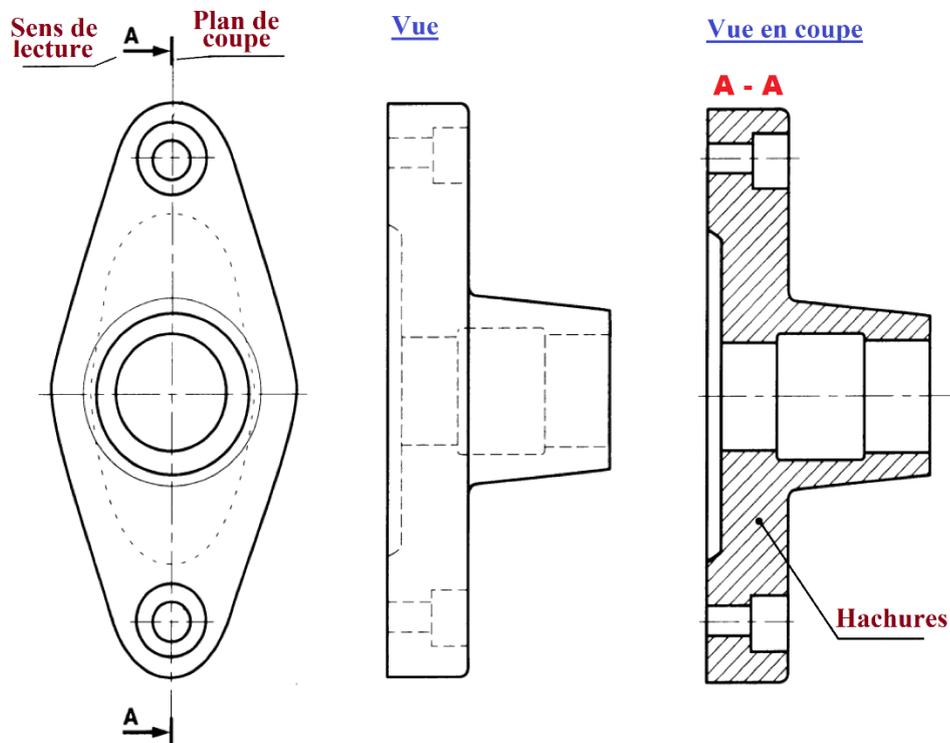
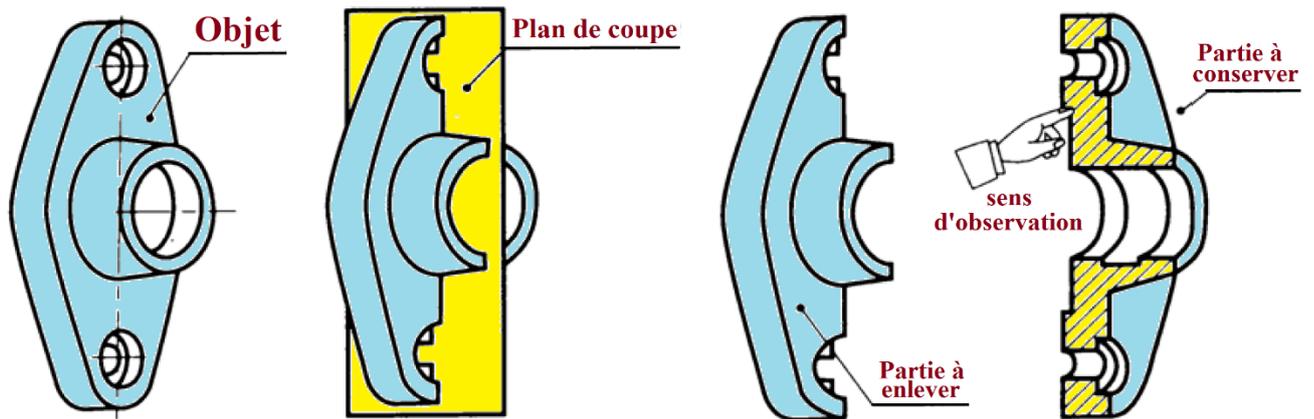
**Métaux et alliages légers
(Aluminium)**



**Bobinage
électroaimant**



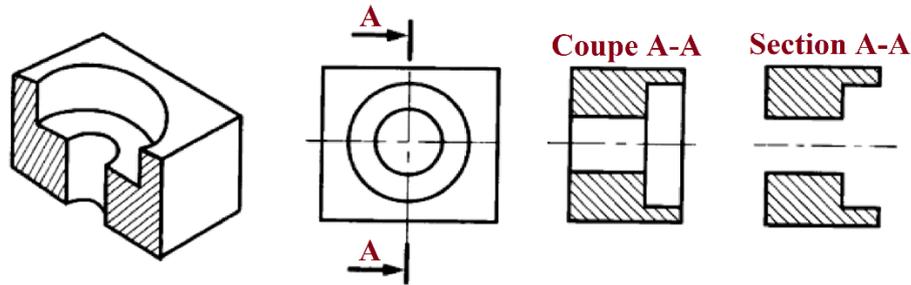
**Cuivre et ses alliages,
béton léger**

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.

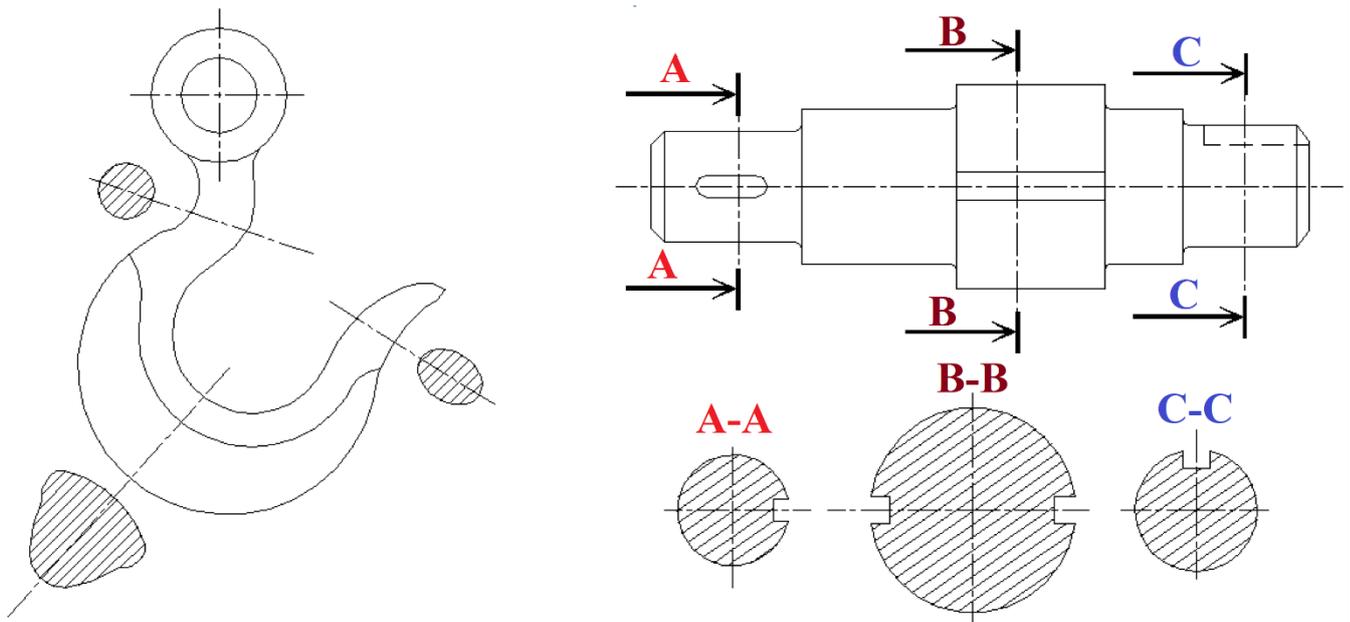
Sections

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.



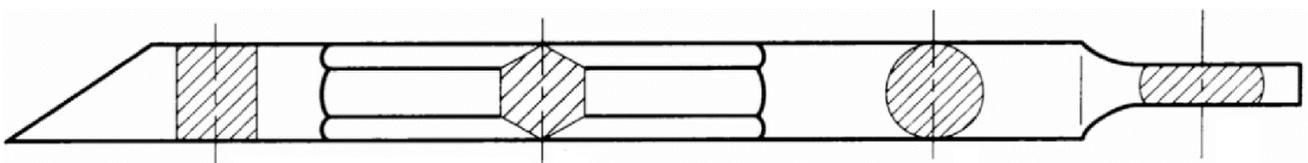
Section sortie

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.



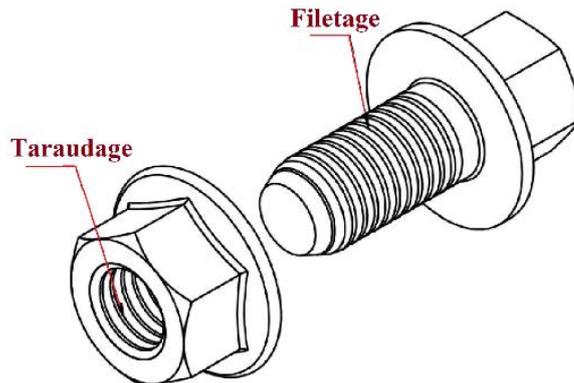
Section rabattue

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

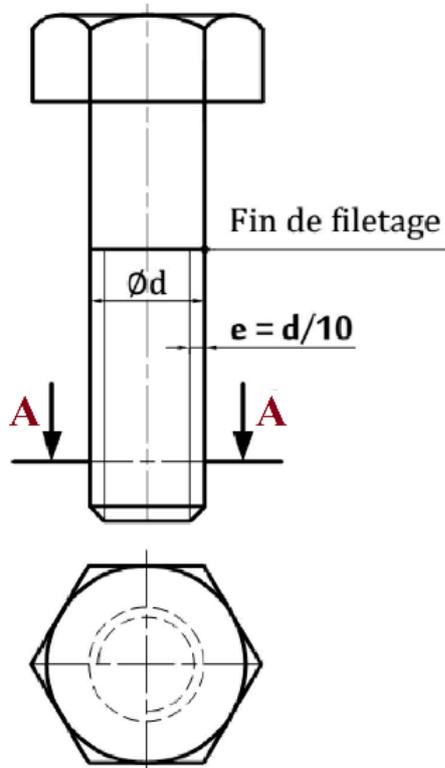


Filetage et taraudage

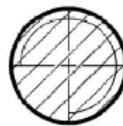
Un filetage est obtenu à partir d'un arbre ou d'un alésage sur lequel ont été réalisées une ou plusieurs rainures hélicoïdales. La partie pleine restante est appelée filet. On dit qu'une tige est filetée et qu'un trou est taraudé.



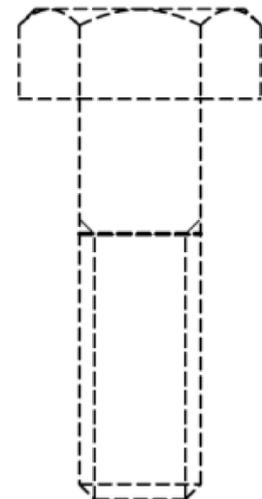
Représentation d'un filetage



Section A-A

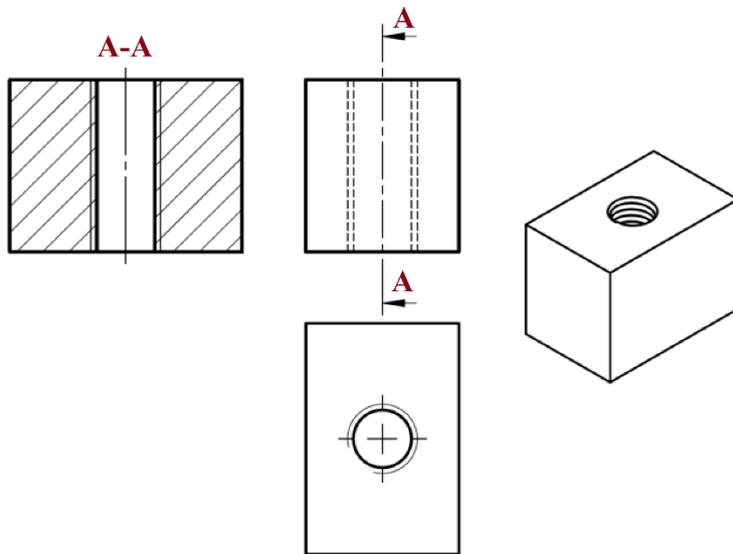


Vis cachée

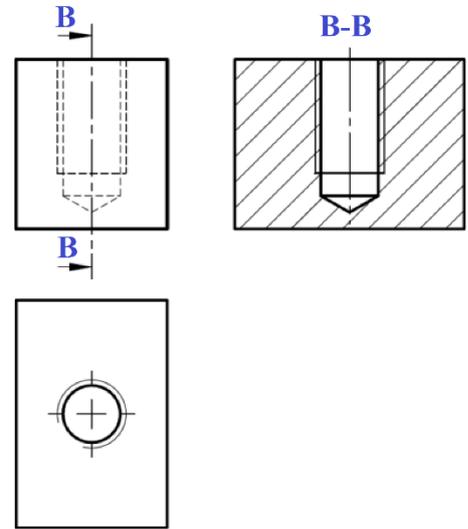


Représentation d'un taraudage

Taraudage débouchant

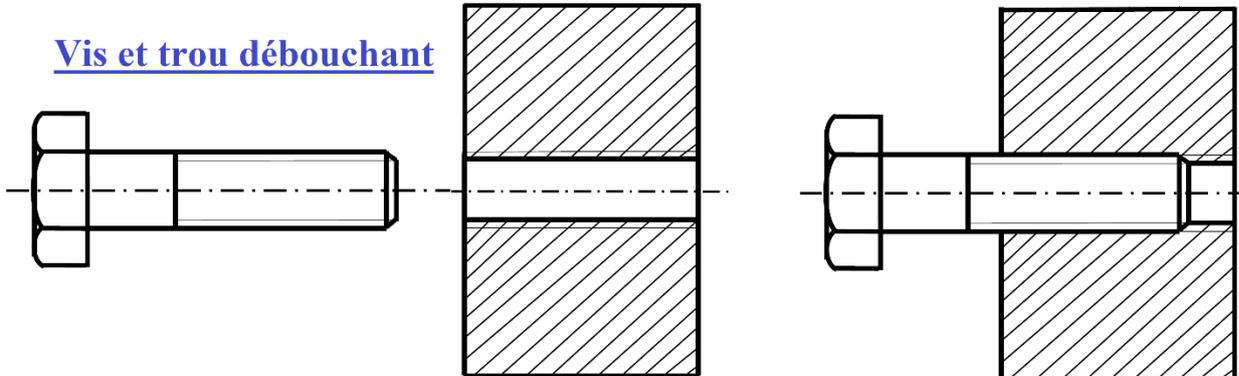


Taraudage borgne

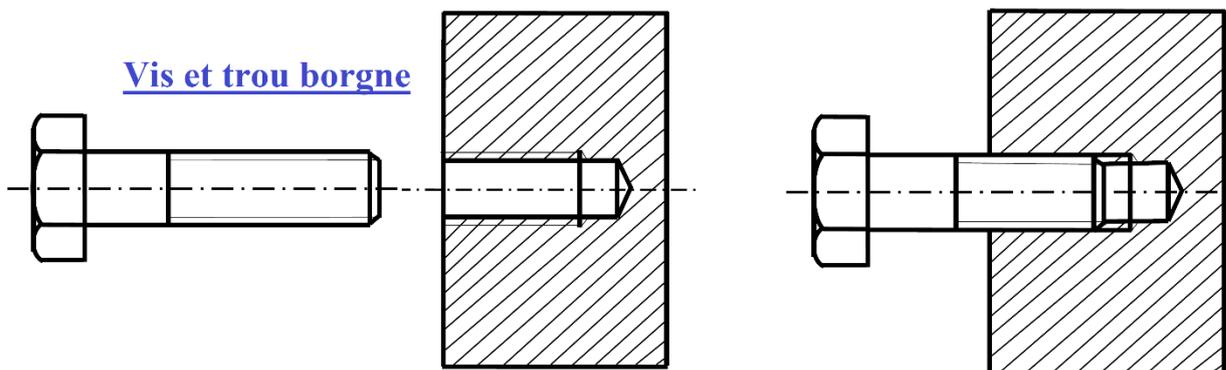


Assemblage filetage-taraudage

Vis et trou débouchant



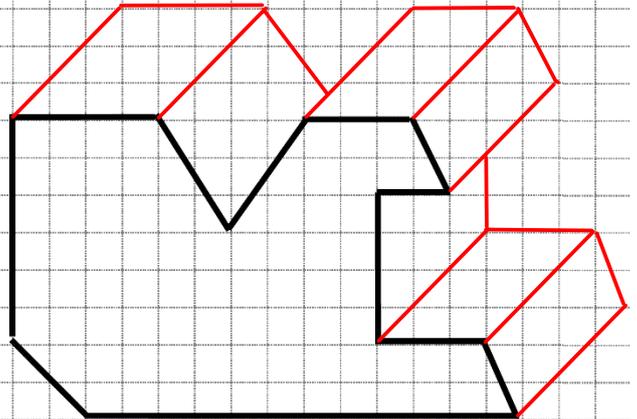
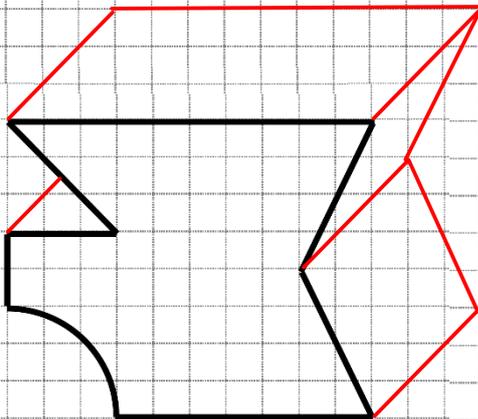
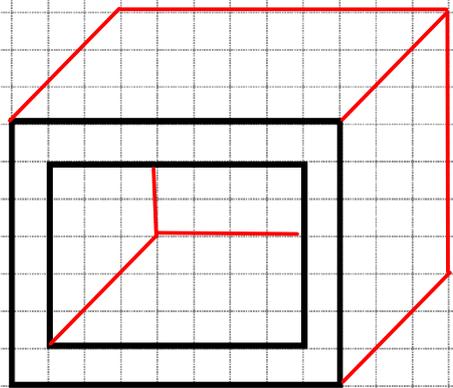
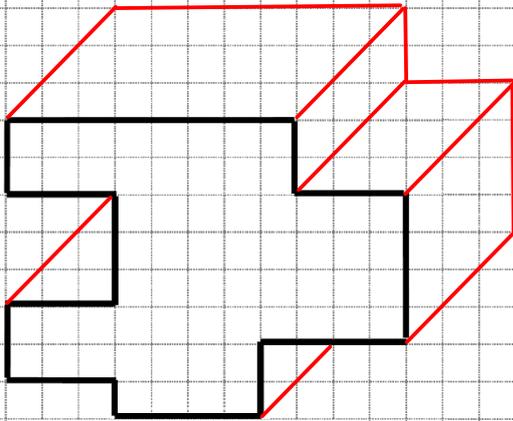
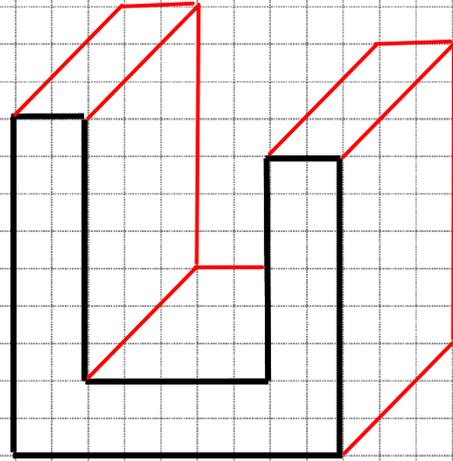
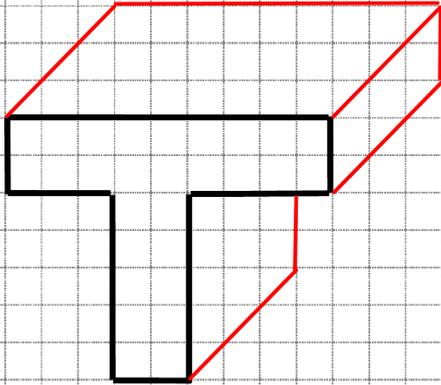
Vis et trou borgne



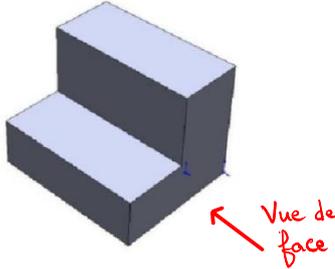
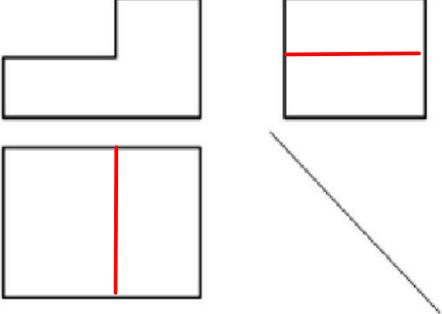
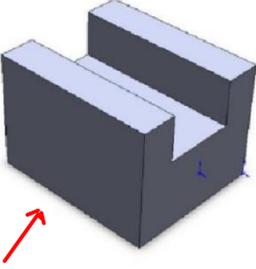
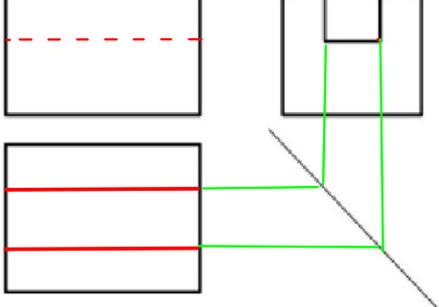
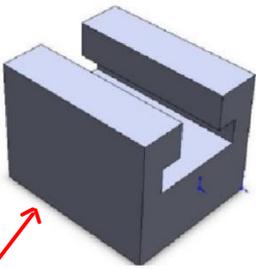
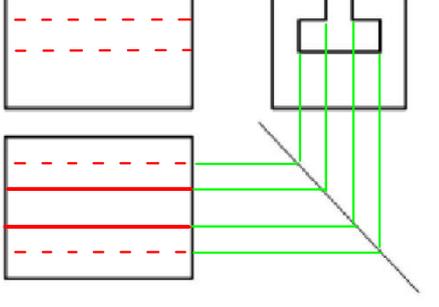
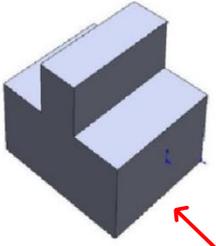
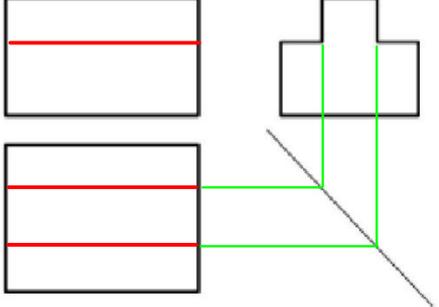
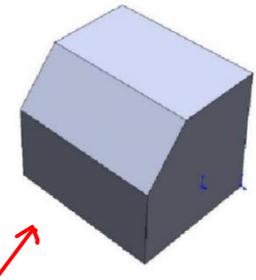
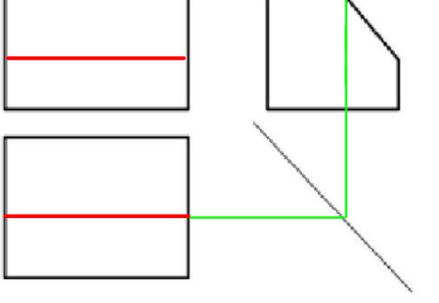
Exercices

1. Compléter la vue en perspective cavalière de ces pièces

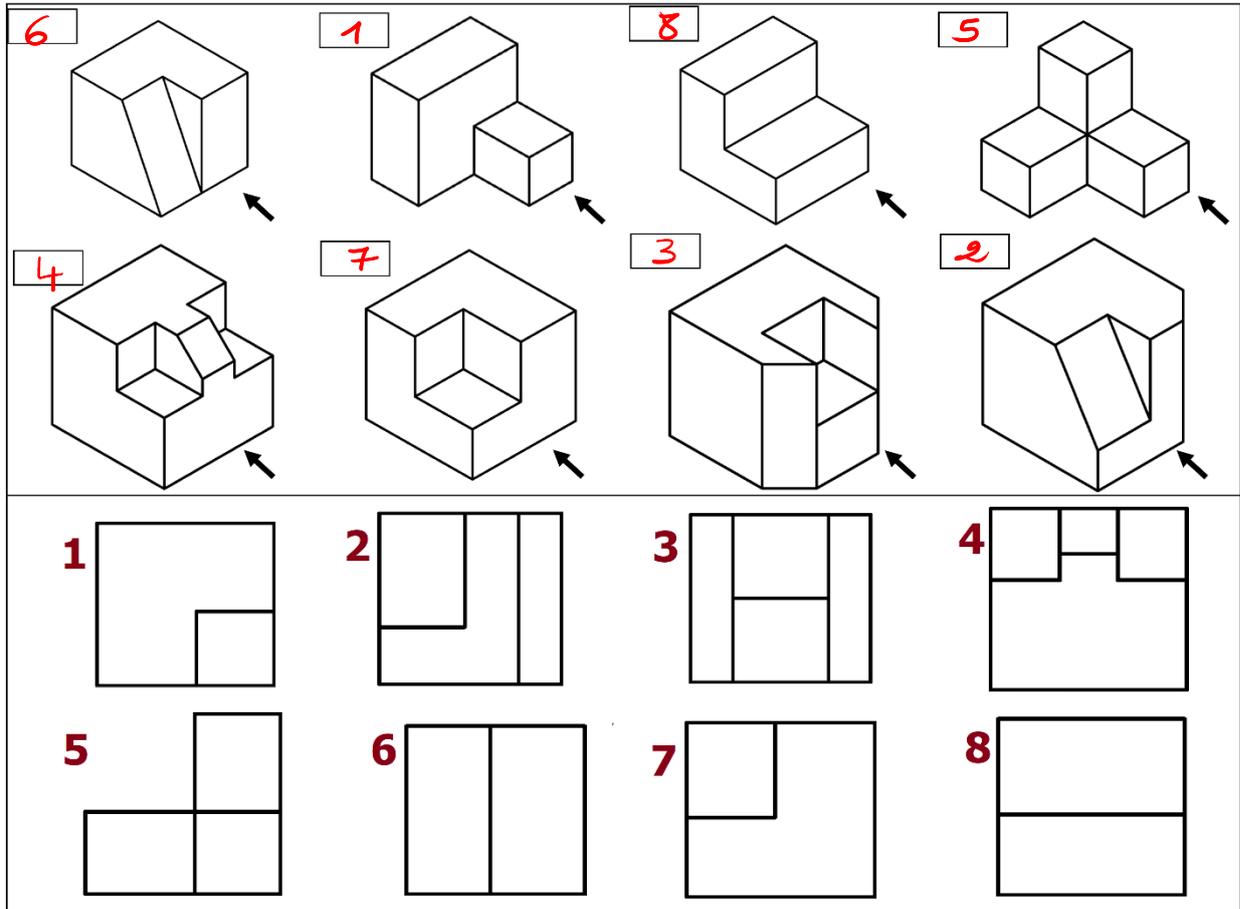
(sans les traits cachés)



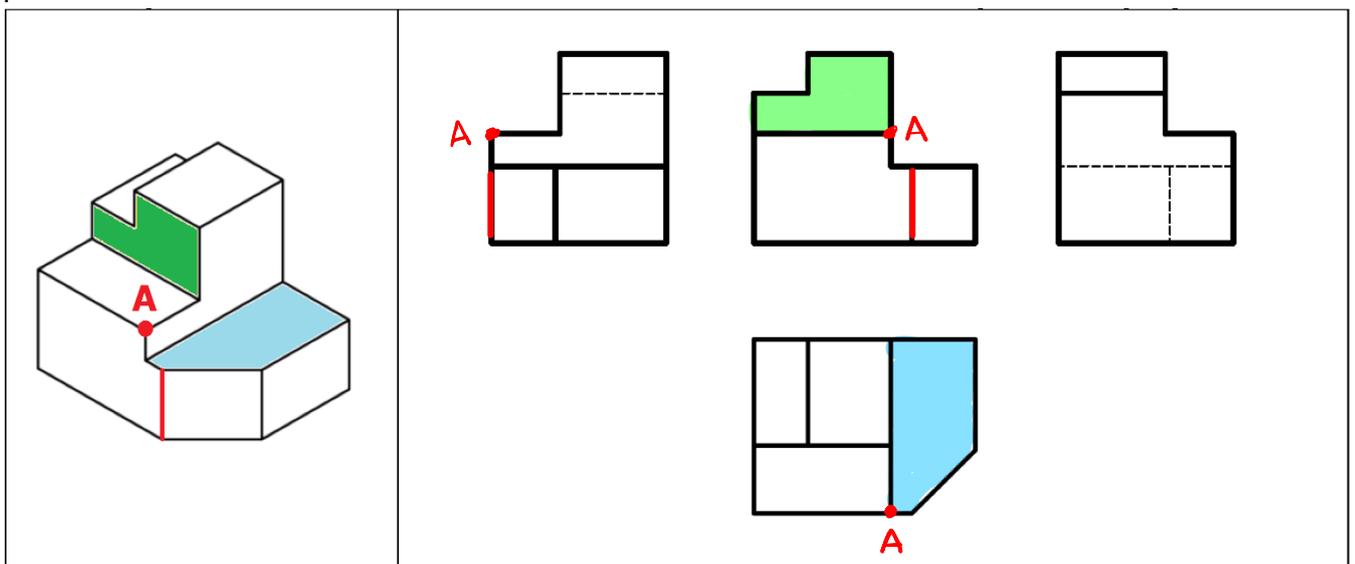
2. Compléter la projection orthogonale de ces formes usuelles

Entaille		
Rainure en U		
Rainure en T		
Tenon		
Chanfrein		

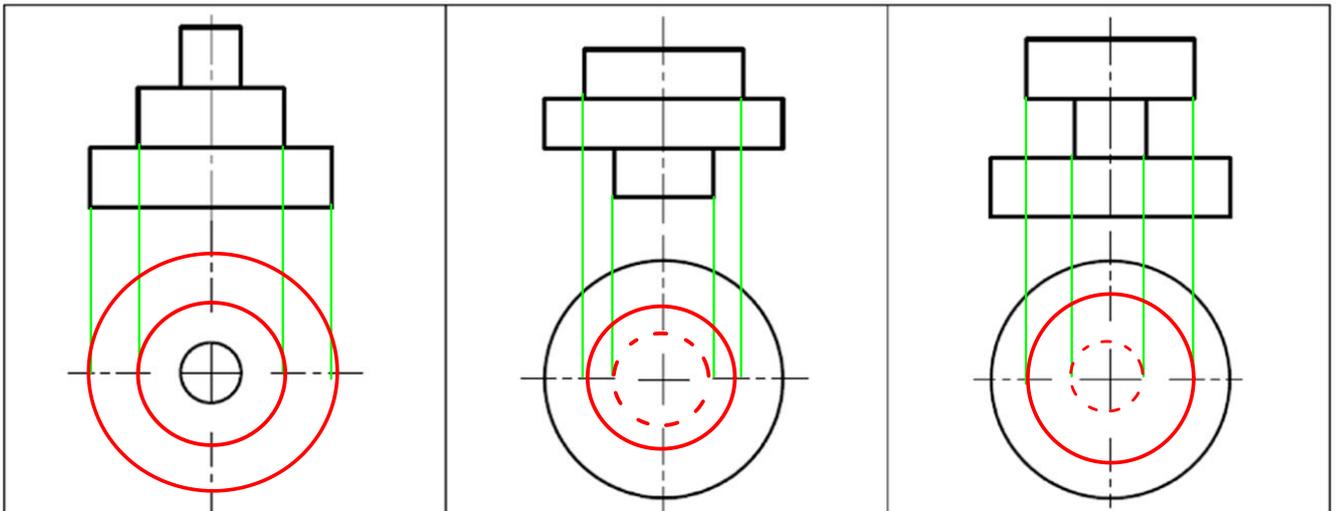
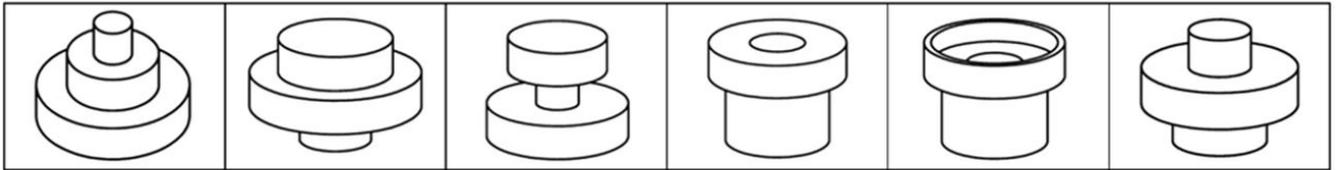
3. Associer le bon numéro



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



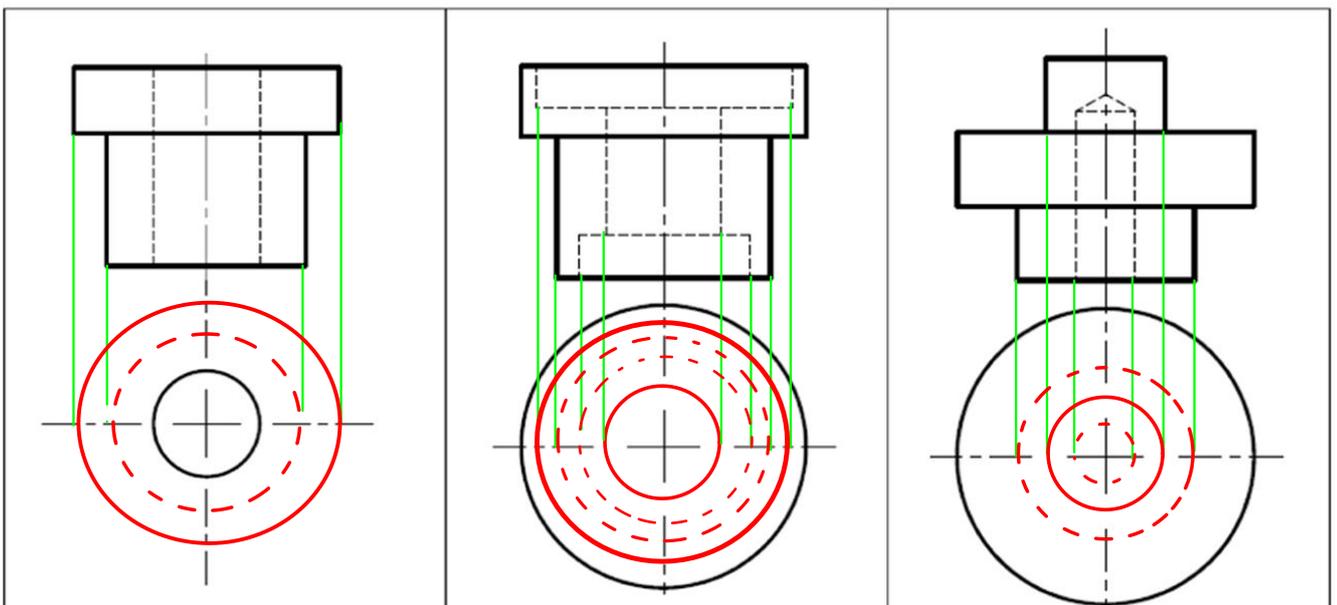
5. Pour chacune de ces pièces cylindriques, compléter la vue de dessus puis préciser le nombre de surfaces planes et le nombre de surfaces cylindriques



Nombre de surfaces planes = 4
Nombre de surfaces cylindriques = 3

Nombre de surfaces planes = 4
Nombre de surfaces cylindriques = 3

Nombre de surfaces planes = 4
Nombre de surfaces cylindriques = 3

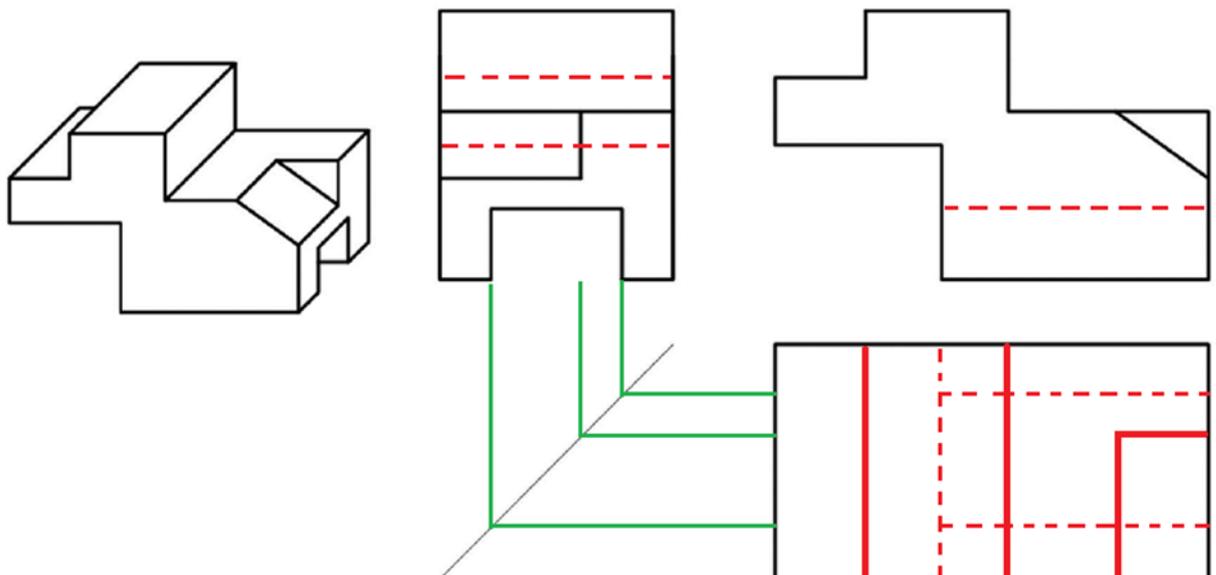
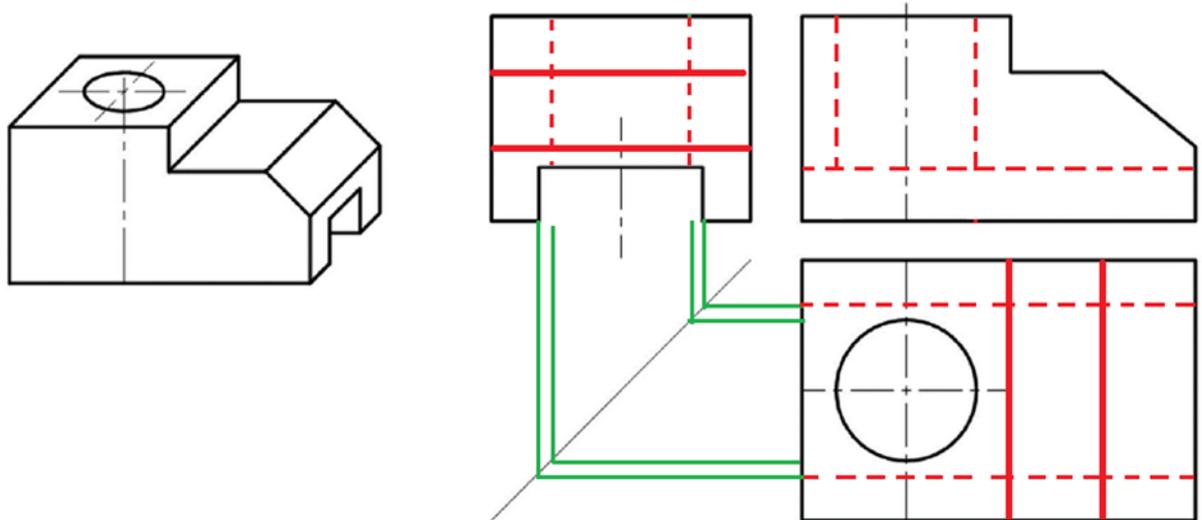
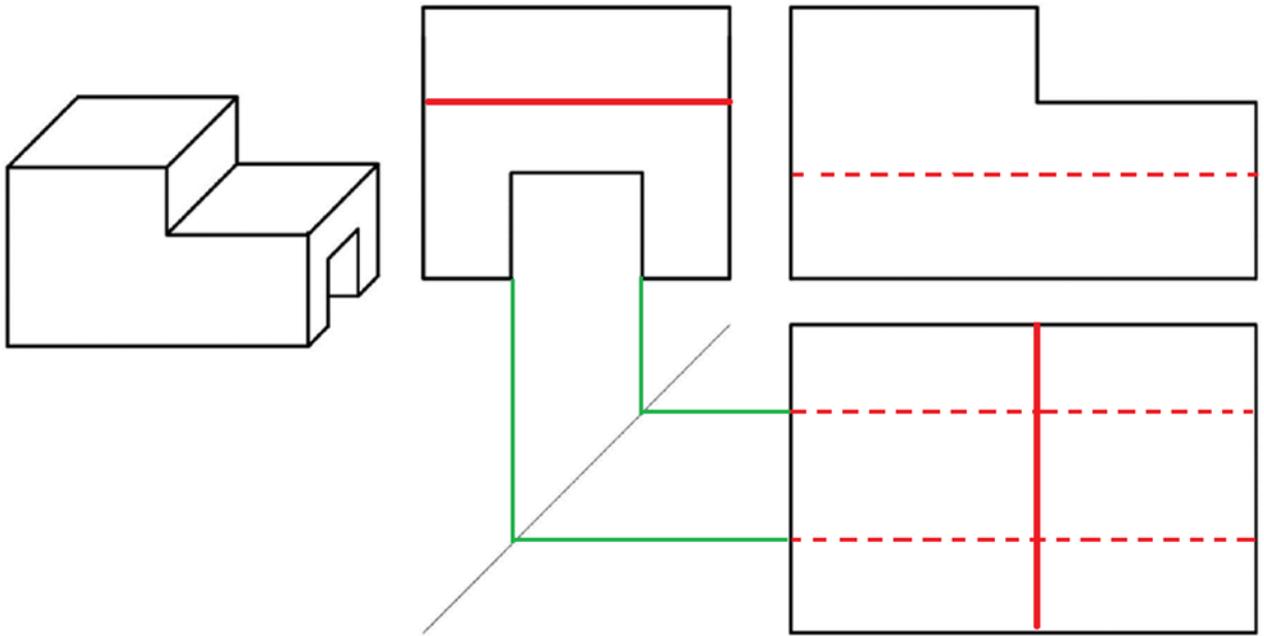


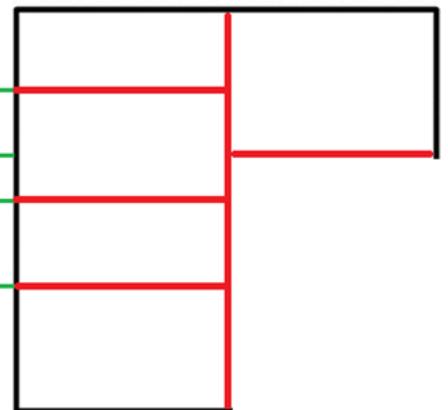
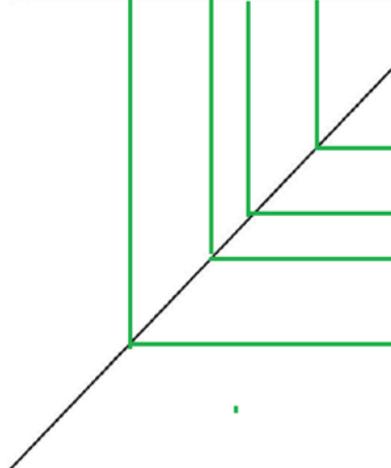
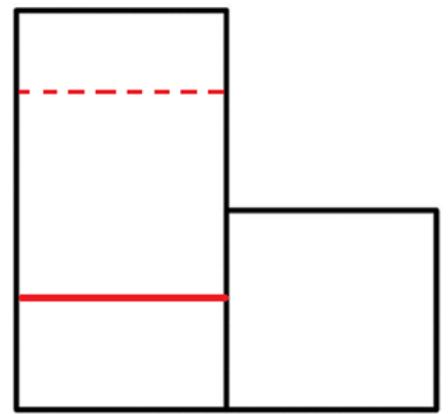
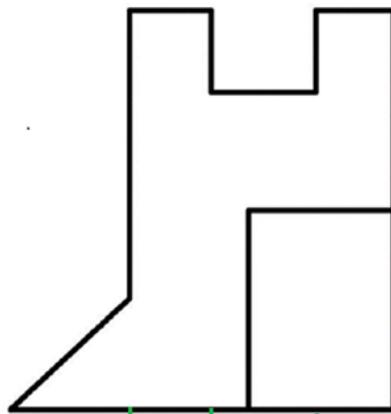
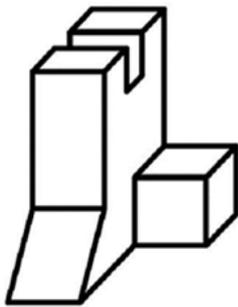
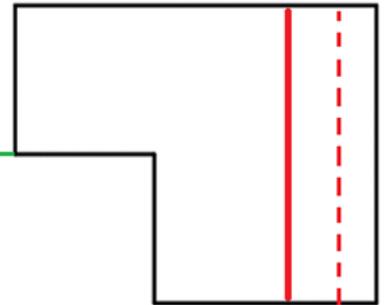
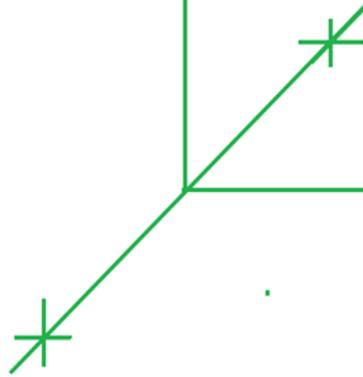
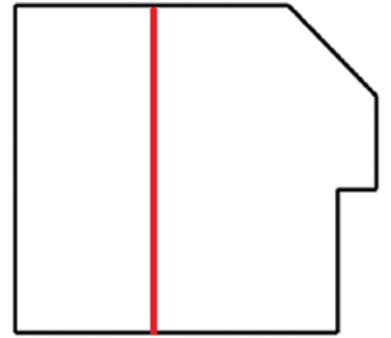
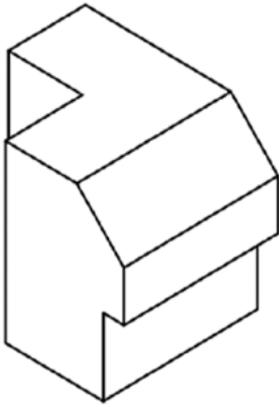
Nombre de surfaces planes = 3
Nombre de surfaces cylindriques = 3

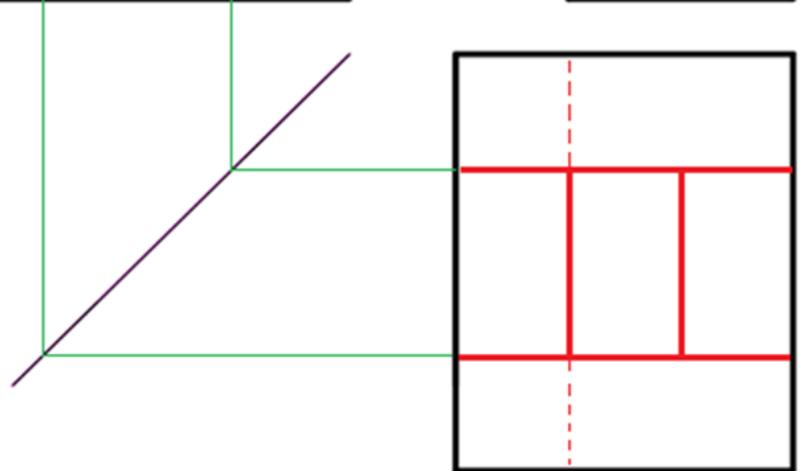
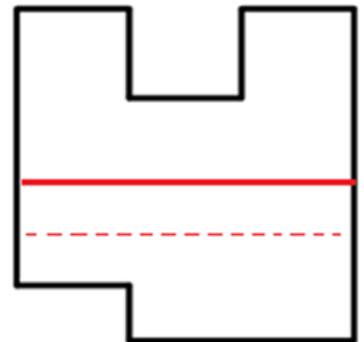
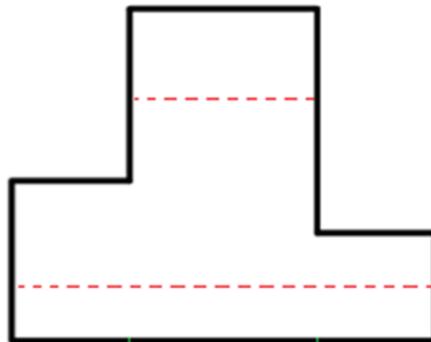
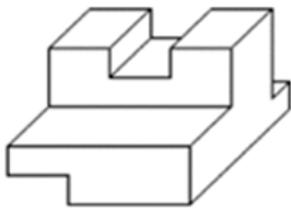
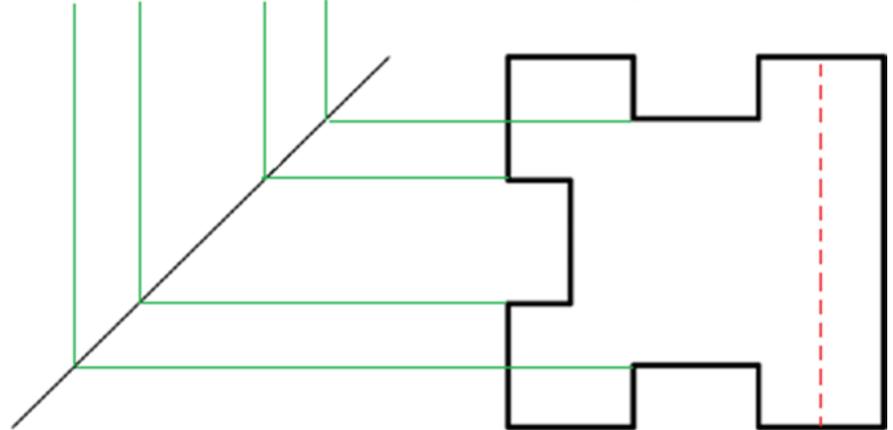
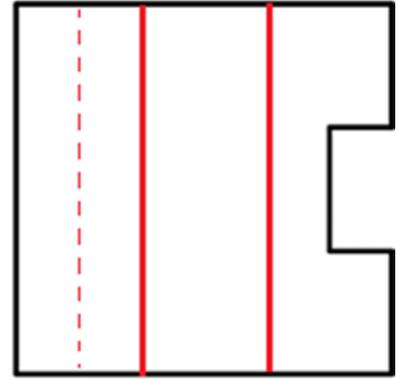
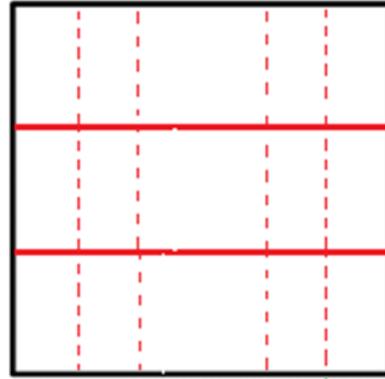
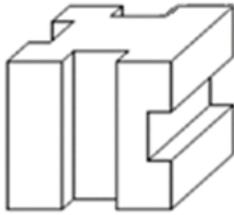
Nombre de surfaces planes = 5
Nombre de surfaces cylindriques = 5

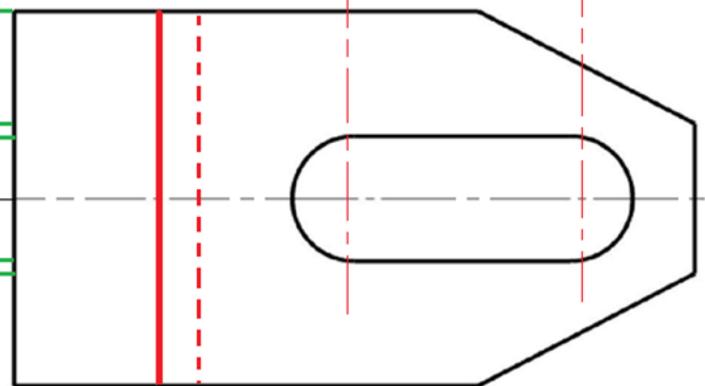
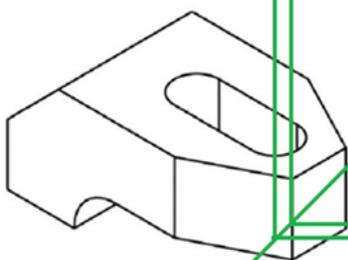
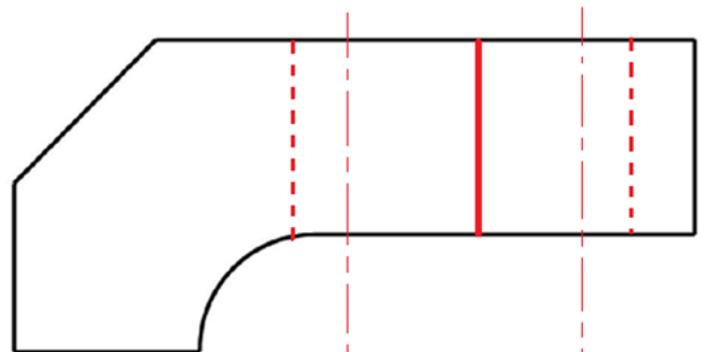
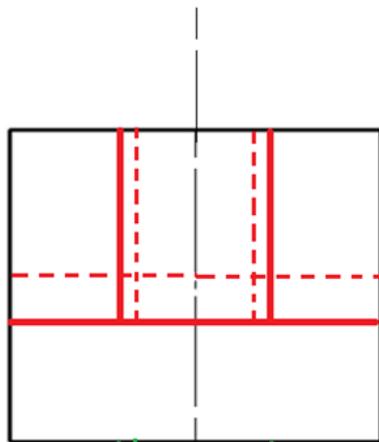
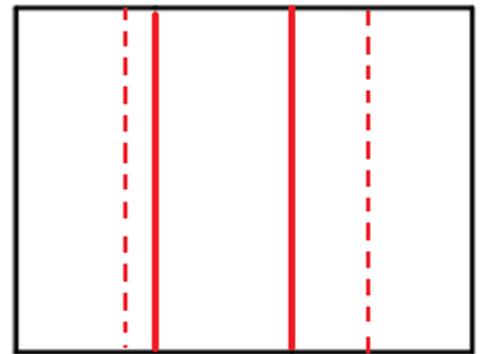
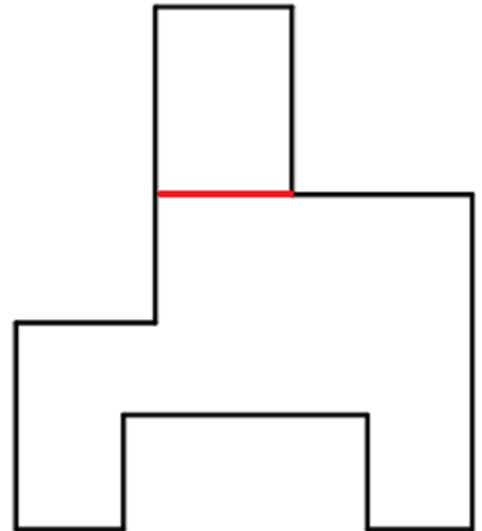
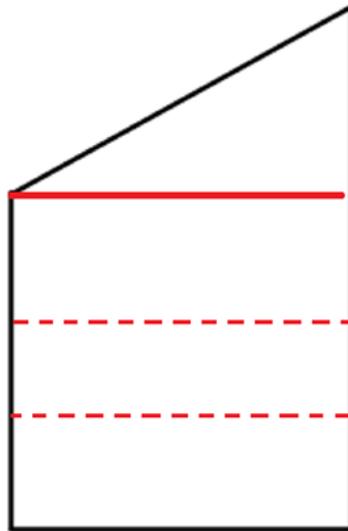
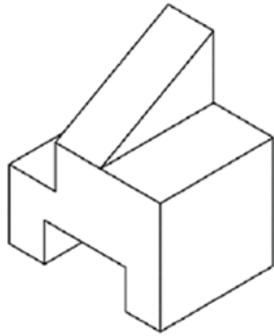
Nombre de surfaces planes = 4
Nombre de surfaces cylindriques = 4

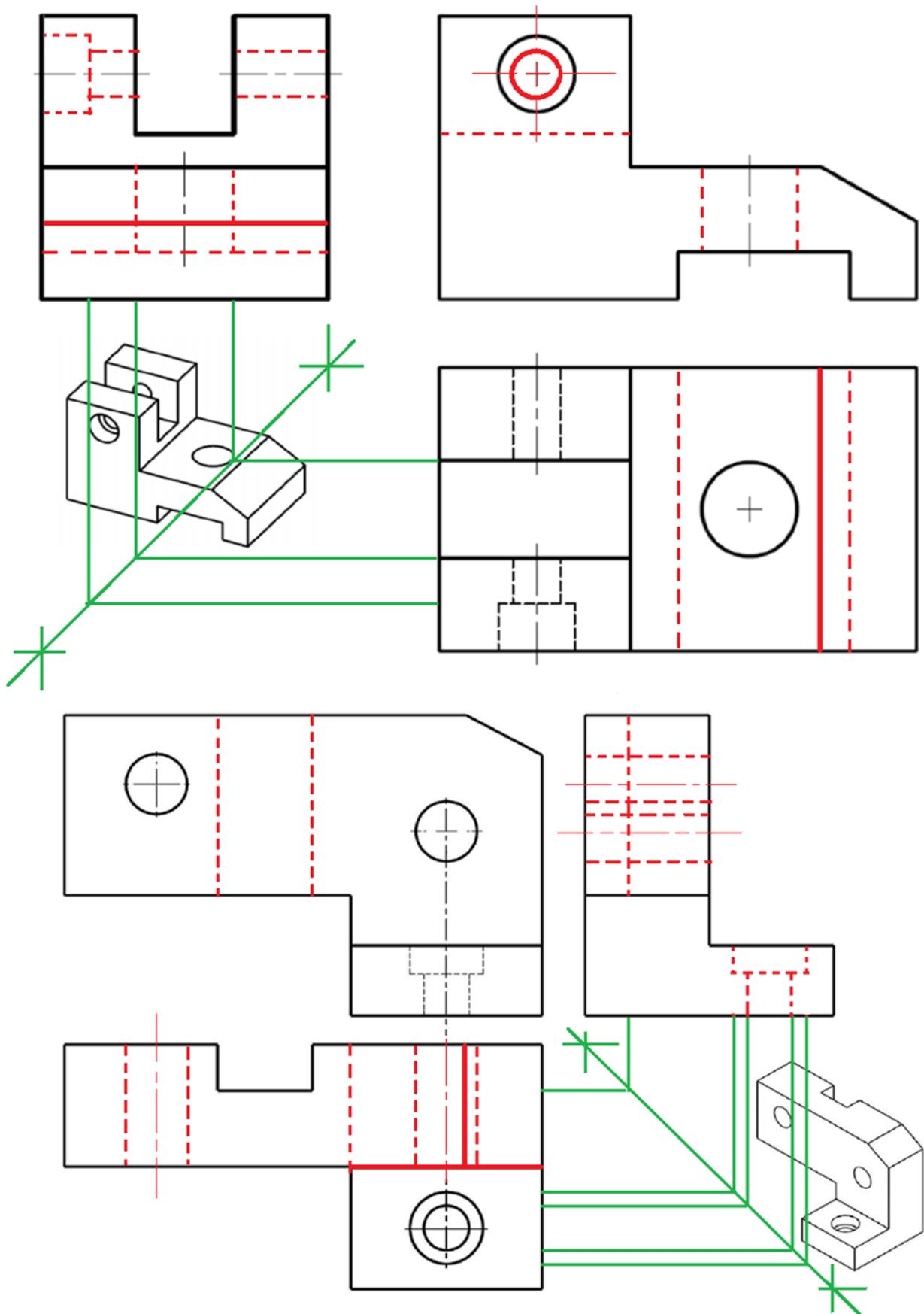
6. Compléter les vues de la projection orthogonale de ces pièces





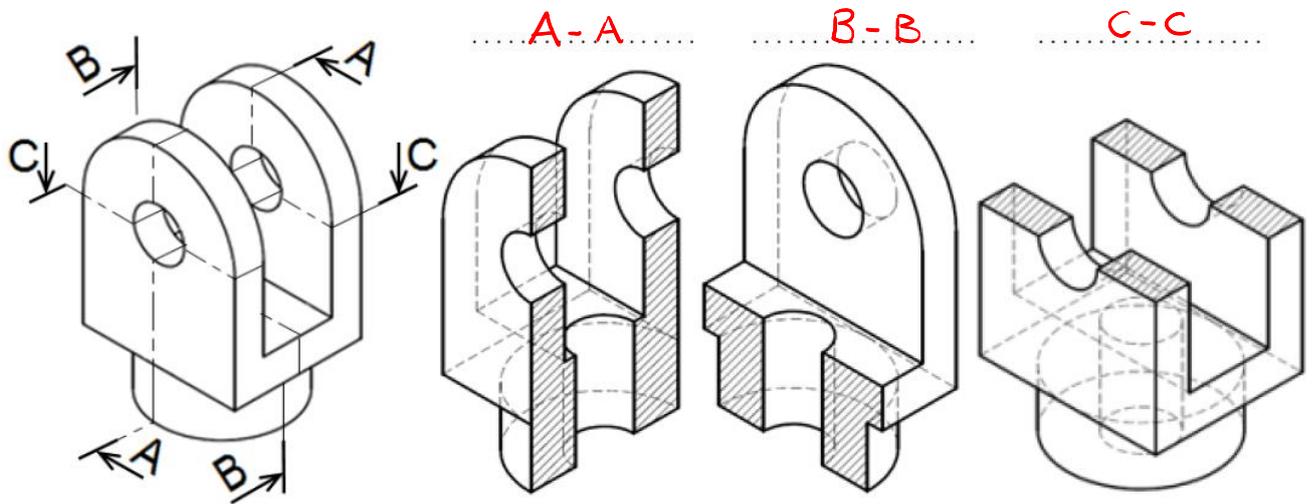




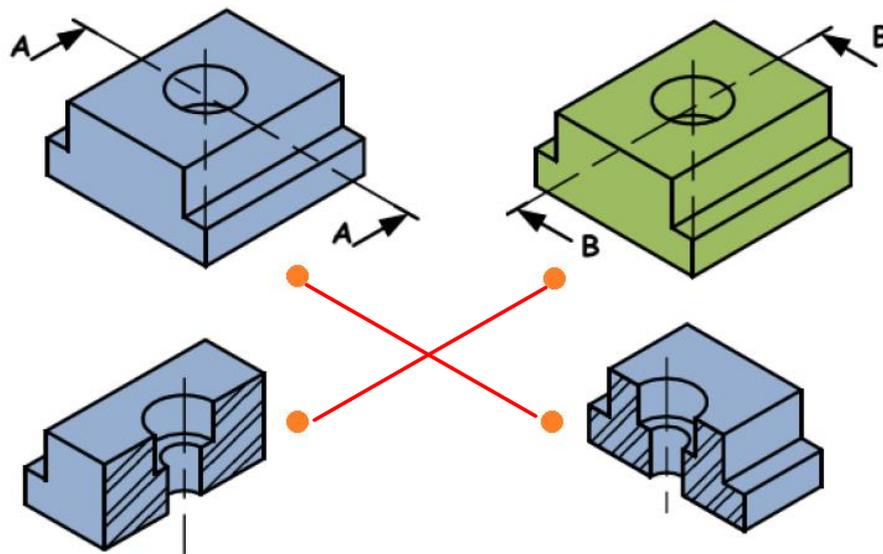


Exercices sur les coupes et sections

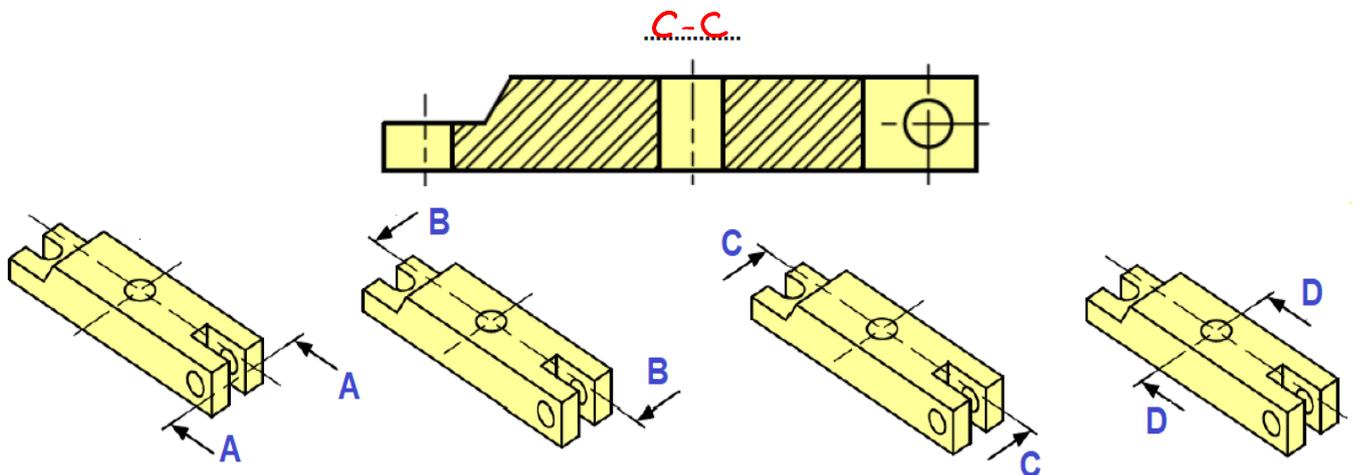
1. Identifier chacune des coupes de cette chape



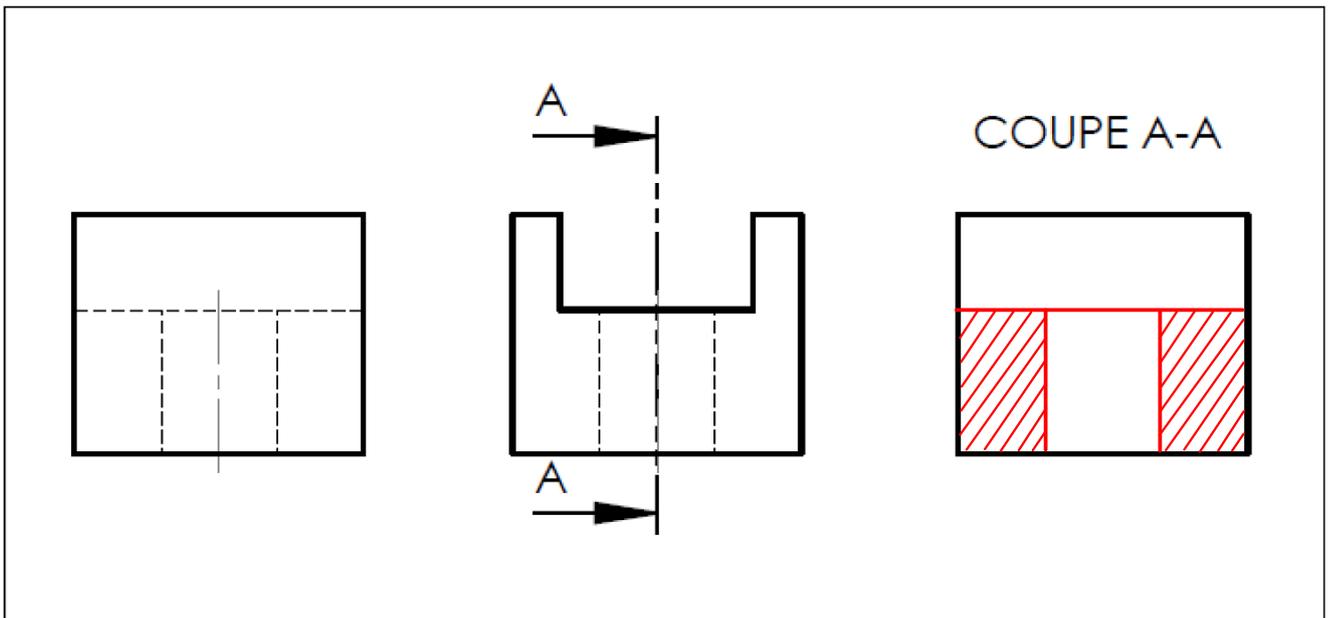
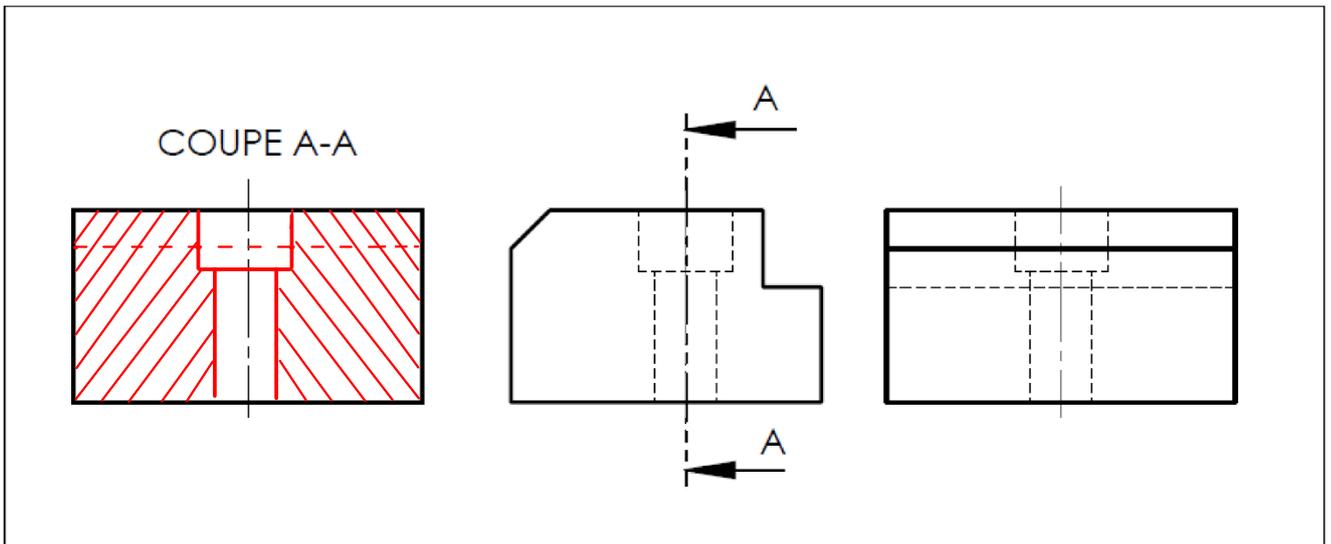
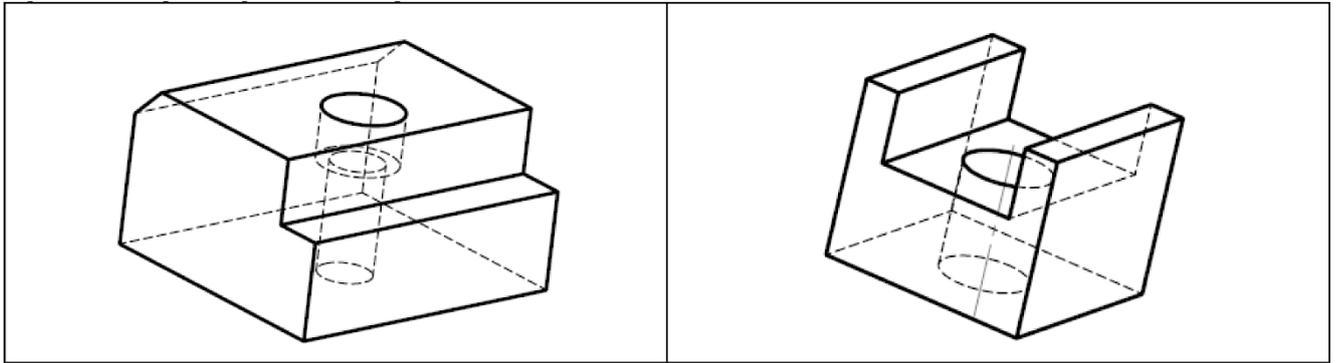
2. Indiquer, par des flèches, les correspondances

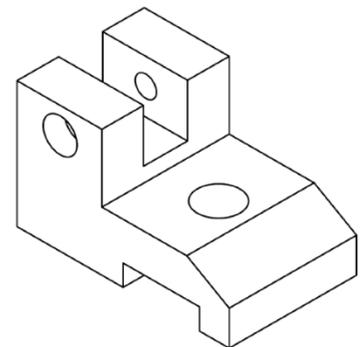
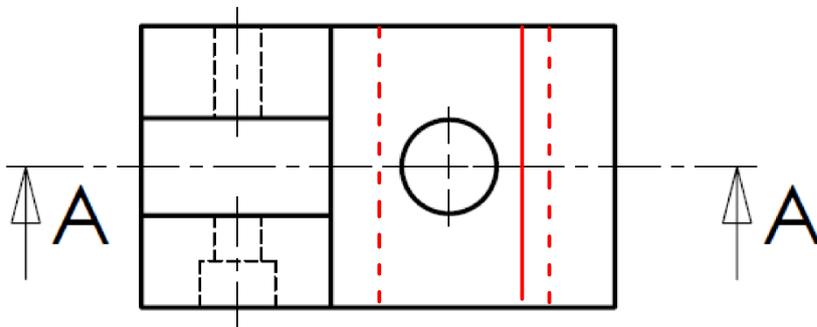
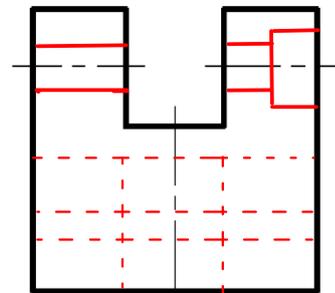
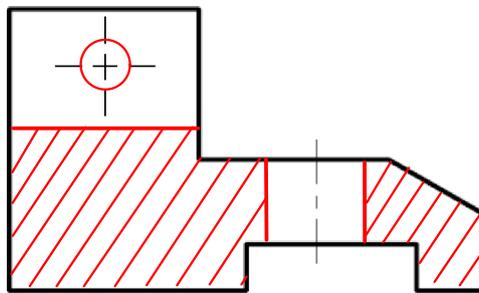
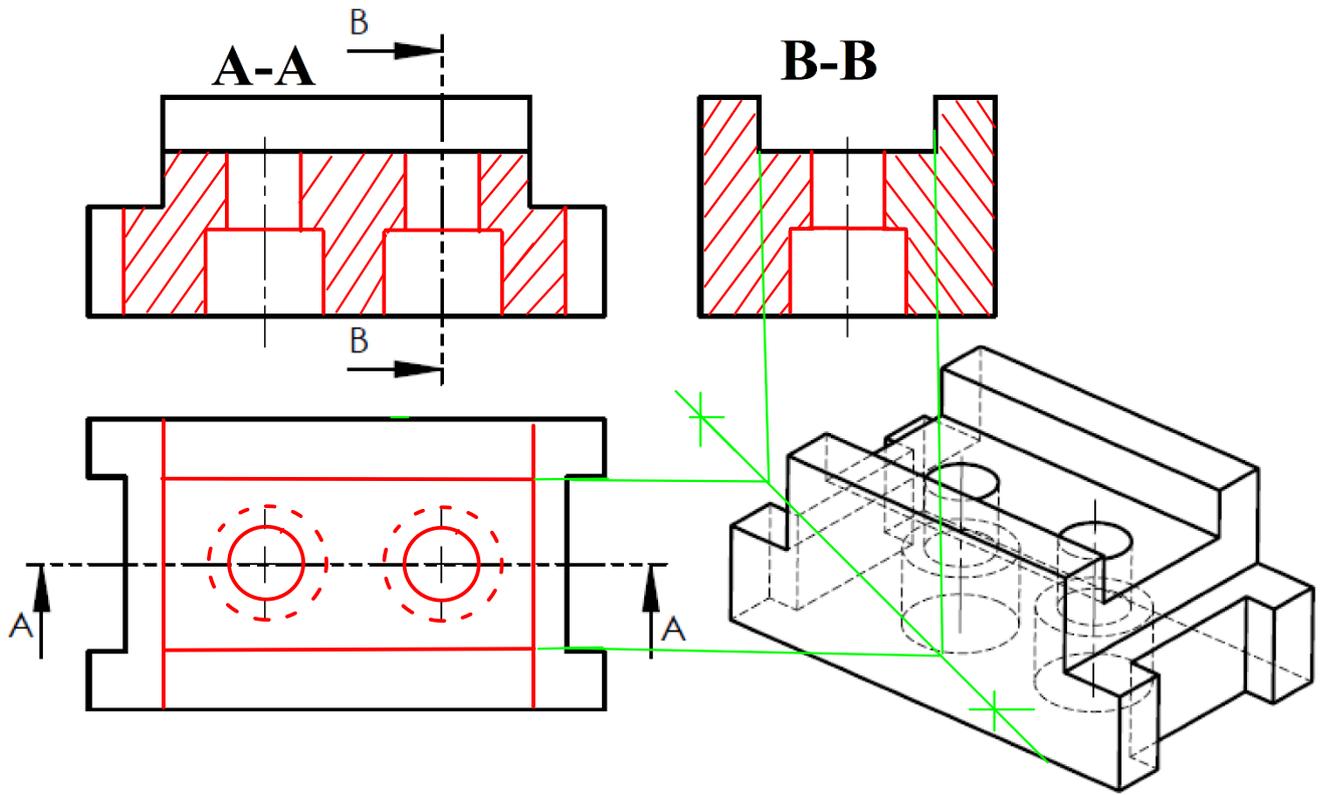


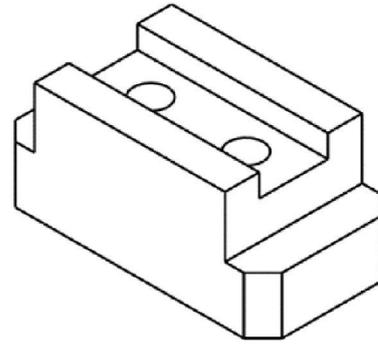
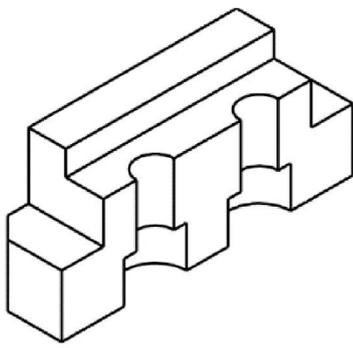
3. A quel plan de coupe correspond cette vue ?



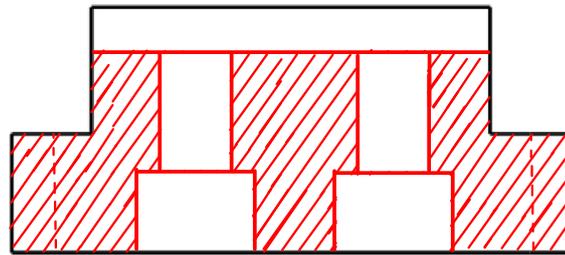
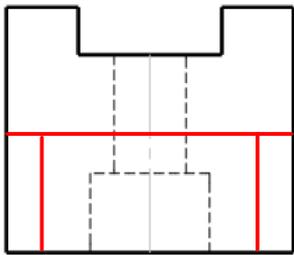
4. Compléter



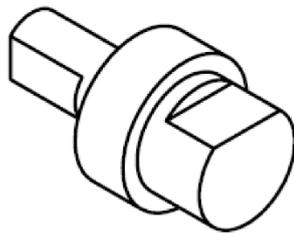
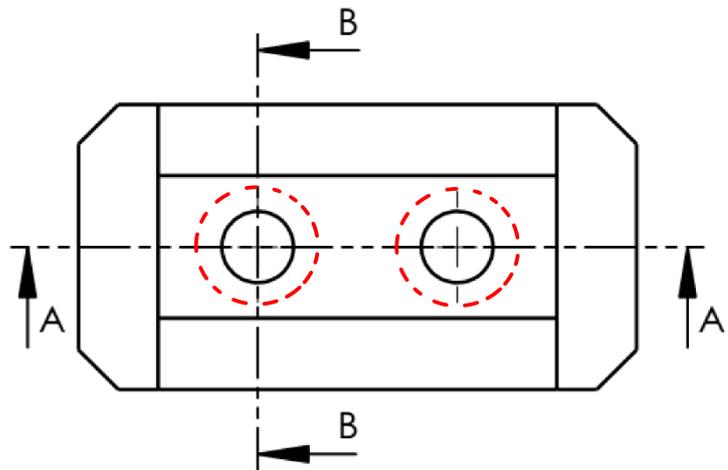




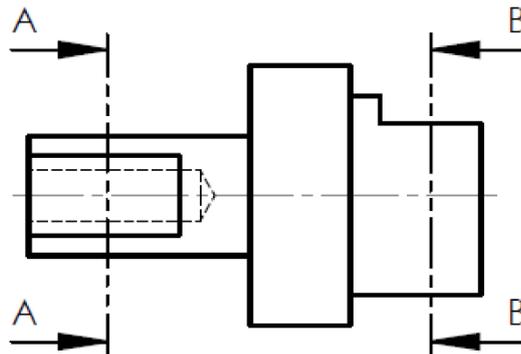
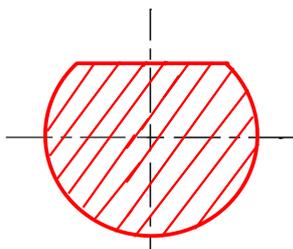
Coupe A-A



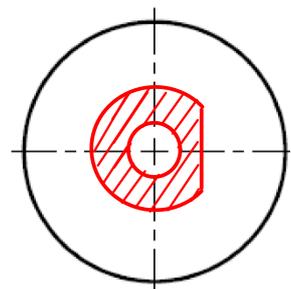
Section B-B



Section B-B

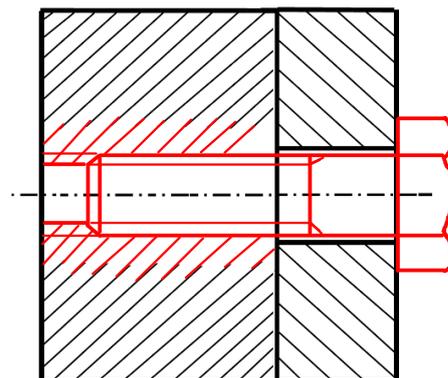
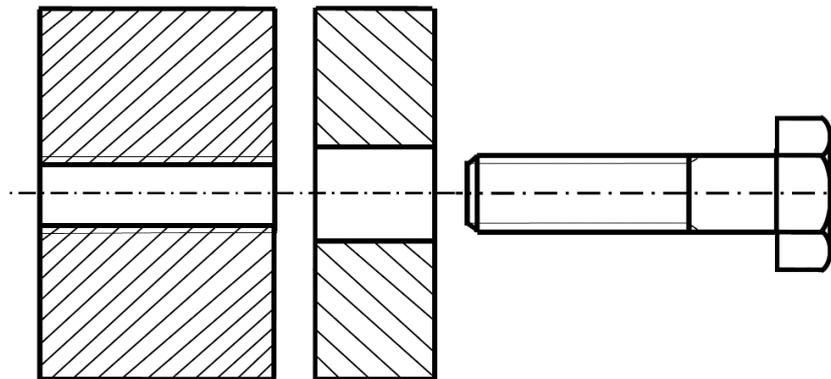
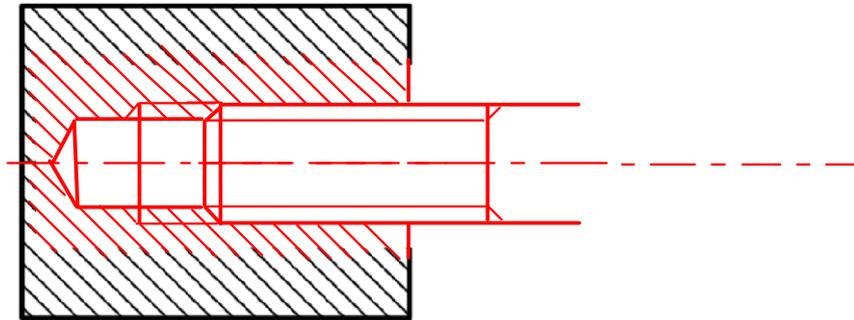
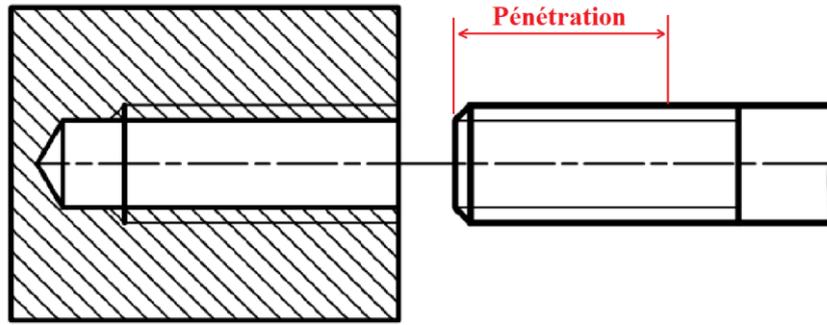


Coupe A-A



Exercices sur le filetage et taraudage

Compléter les assemblages



Liaisons mécaniques

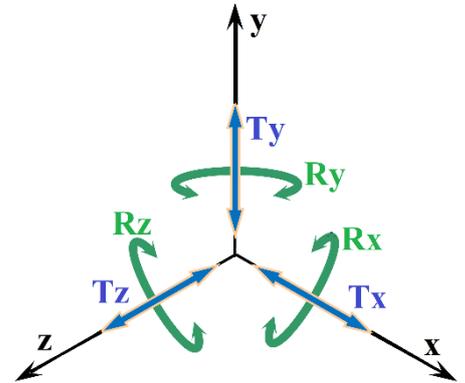
Degrés de liberté

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 des surfaces de contacts qui suppriment des degrés de liberté et imposent des mobilités entre ces deux solides.

Surfaces de contact

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

Liaisons mécaniques élémentaires

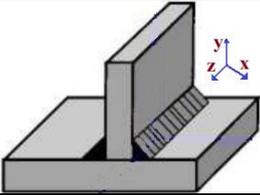
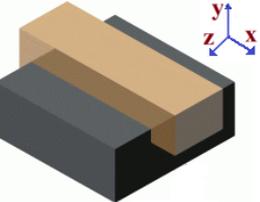
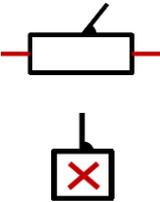
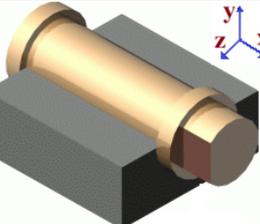
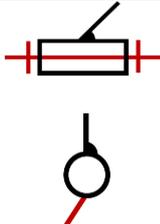
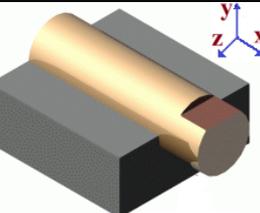
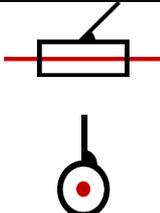
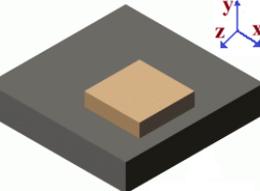
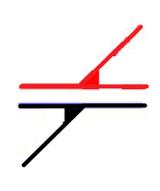
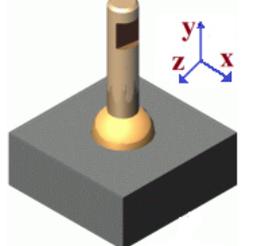
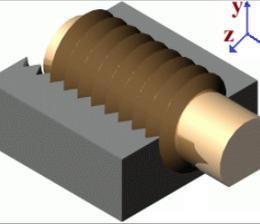
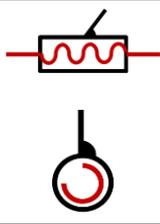
Nom de la liaison	Exemple de mécanisme	Représentation		Mobilité
		Plane 2D	Spatiale 3D	
Encastrement (ou fixe ou complète)				$T_x = \dots 0 \dots$ $R_x = \dots 0 \dots$ $T_y = \dots 0 \dots$ $R_y = \dots 0 \dots$ $T_z = \dots 0 \dots$ $R_z = \dots 0 \dots$ Degrés de liberté = $\dots 0 \dots$
Glissière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

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

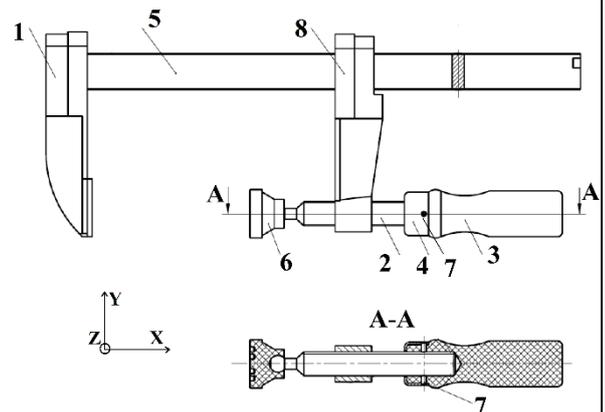
- Identifier les classes d'équivalence ;
- Établir le graphe des liaisons après avoir Identifié les types de contact entre les classes d'équivalence ;
- Établir le schéma cinématique.

Exercices

1. Étude cinématique d'un serre-joint

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

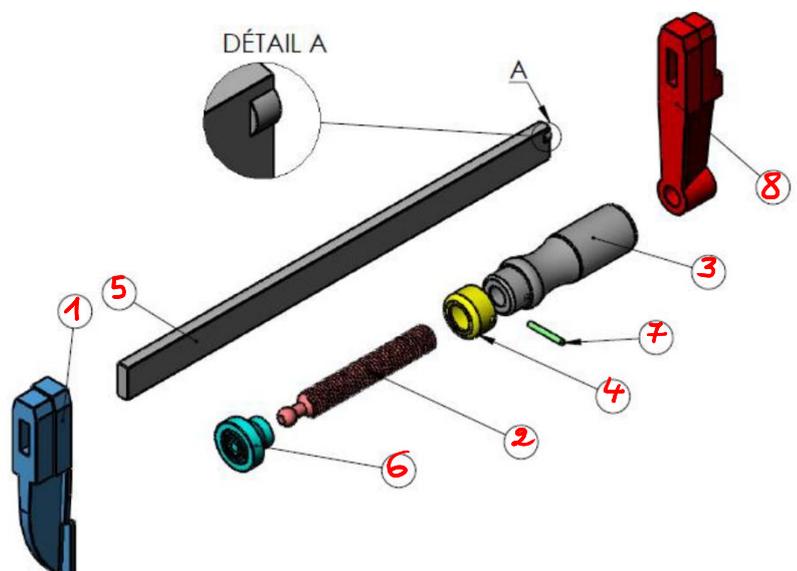
Pour maintenir serrée une pièce, il faut glisser le coulisseau (8) jusqu'à positionner la pièce entre la touche fixe (1) et la touche mobile (6). Ensuite, il faut manœuvrer la poignée (3) jusqu'à obtenir la pression souhaitée.



- 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	



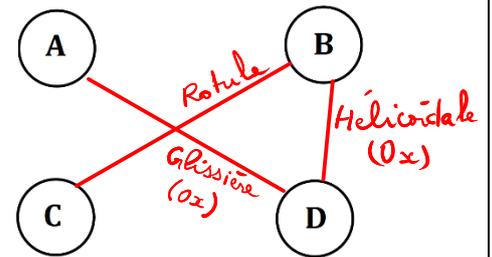
Classes d'équivalence

$$A = \{1, 5\}$$

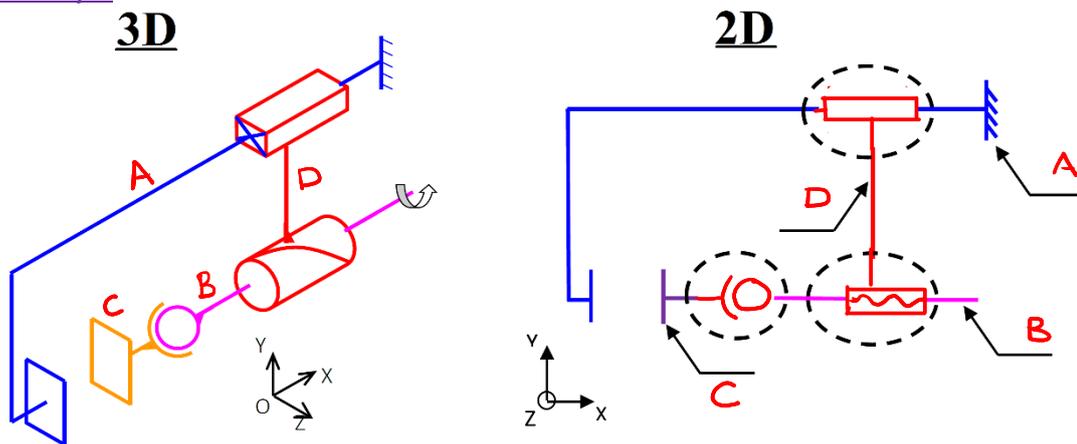
$$B = \{2, 3, 4, 7\}$$

$$C = \{6\}$$

$$D = \{8\}$$

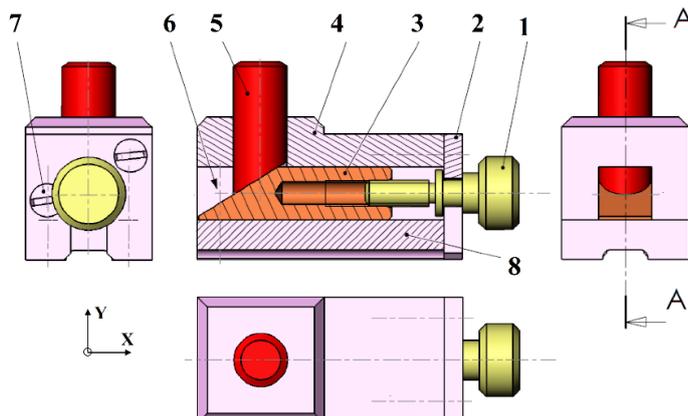
Graphe des liaisonsTableau des liaisons

Liaisons	Translation suivant l'axe			Rotation suivant l'axe			Type de liaison
	X	Y	Z	X	Y	Z	
A-D	1	0	0	0	0	0	Glissière
B-C	0	0	0	1	1	1	Rotule
B-D	1	0	0	1	0	0	Hélicoïdale

Schéma cinématique**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).



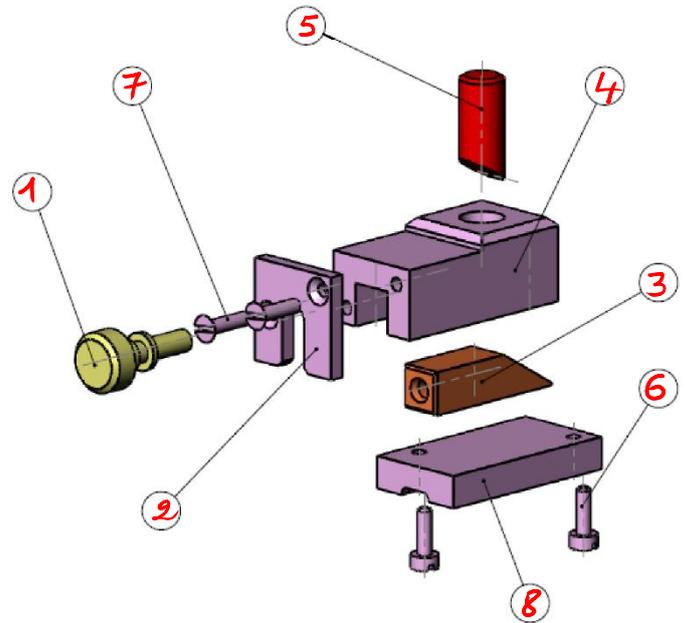
Repère	Désignation	Qté
1	Vis moletée	1
2	Plaquette d'arrêt	1
3	Cale pentue	1
4	Corps	1
5	Butée	1
6	Vis à tête cylindrique fendue	2
7	Vis à tête fraisée fendue	2
8	Semelle	1

- 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, 4, 6, 7, 8}
 C = {3}
 D = {5}

Vue éclatée



Graphe des liaisons

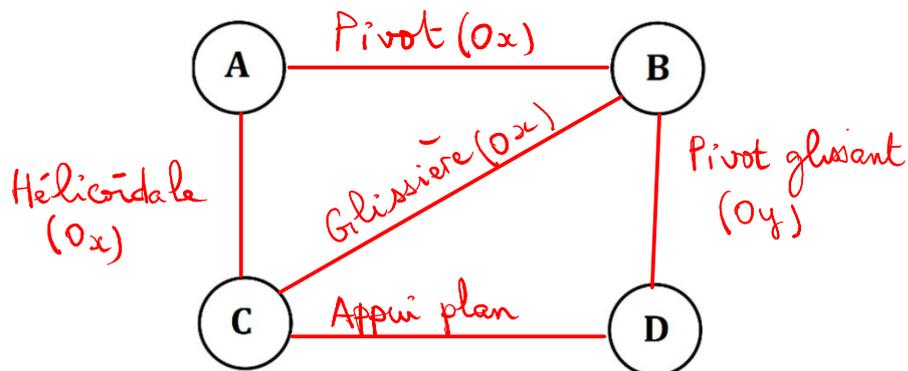
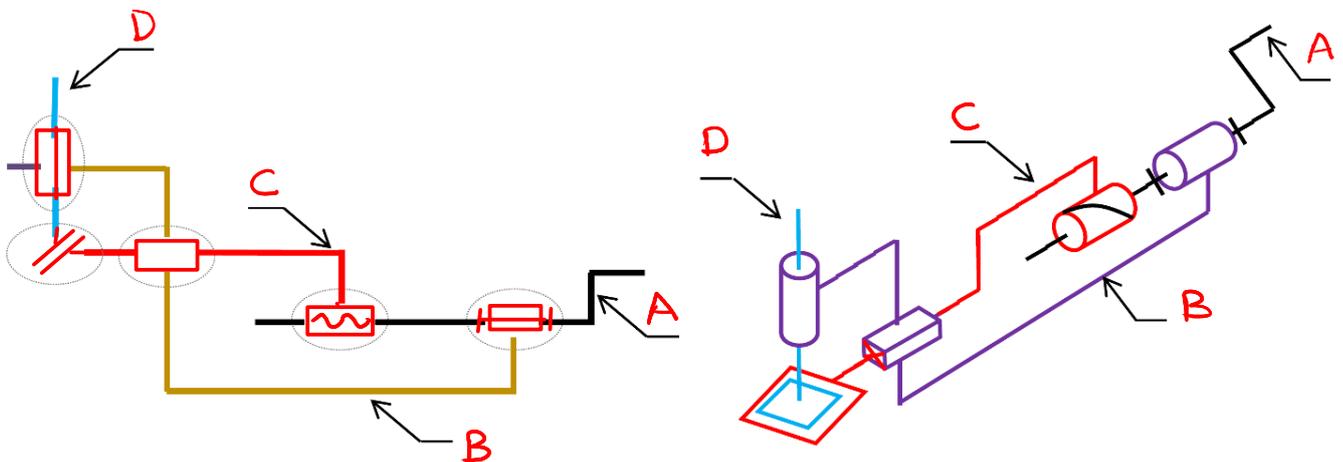


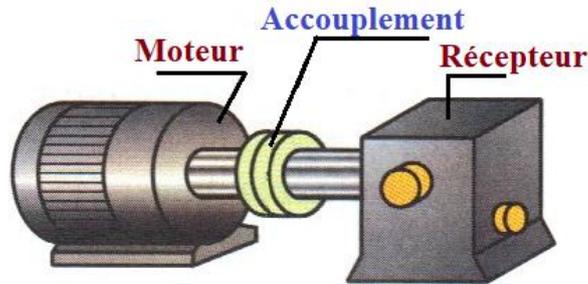
Schéma cinématique



Systèmes de transmission de puissance mécanique

Accouplements

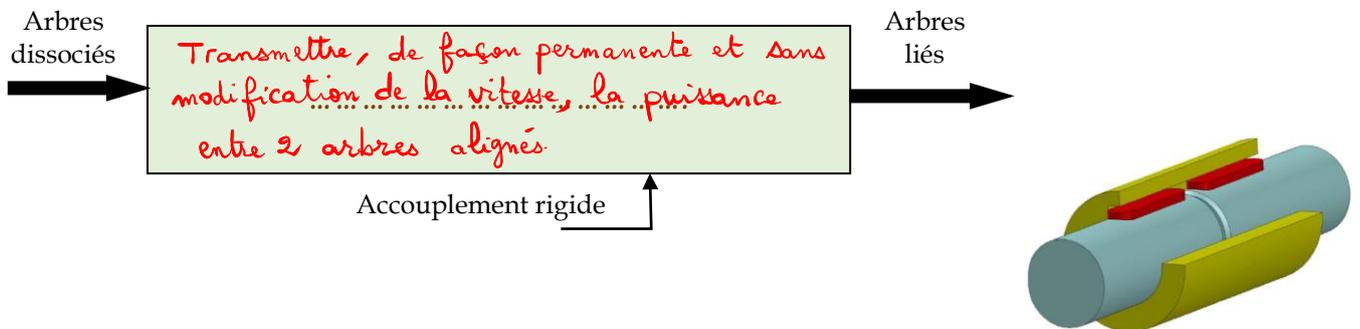
Un accouplement est un dispositif de liaison entre deux arbres en rotation, permettant la transmission du couple sans modification de la fréquence de rotation et d'une manière permanente.



Il existe 2 grands types d'accouplements :

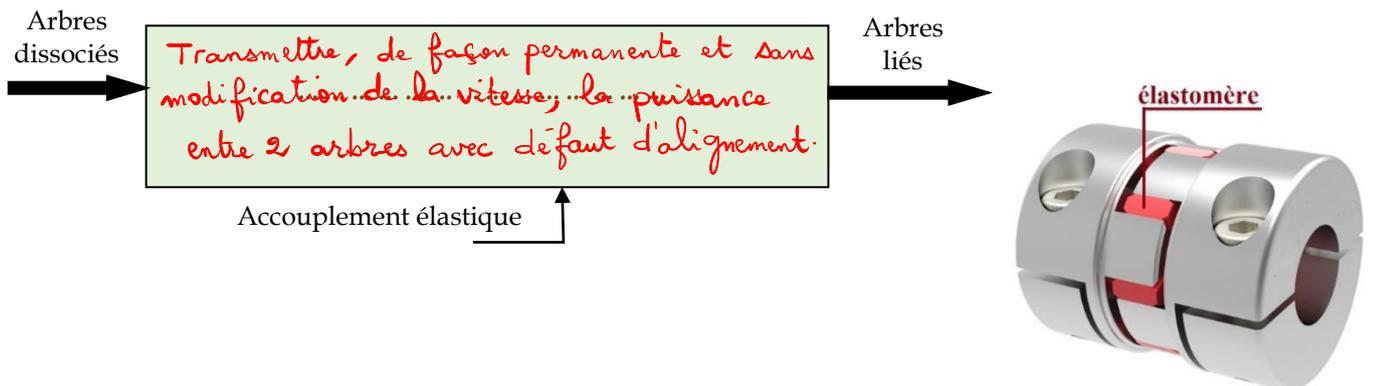
- Les **accouplements rigides** : Nécessitent un bon alignement des arbres et peu de vibrations.
- Les **accouplements élastiques** : Permettent de rattraper les défauts d'alignement et d'amortir les vibrations.

Accouplement rigide



Accouplement élastique

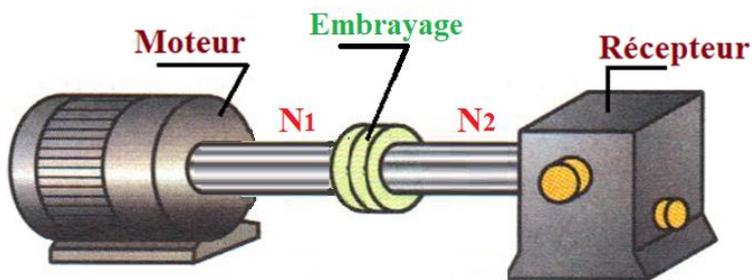
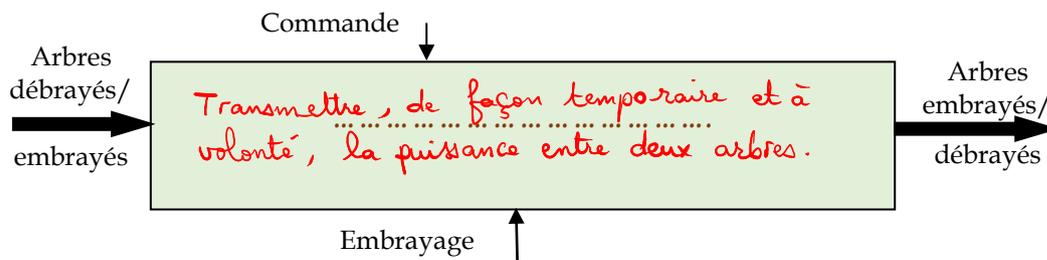
Cet accouplement comporte un élément intermédiaire élastique (élastomère ou métal).



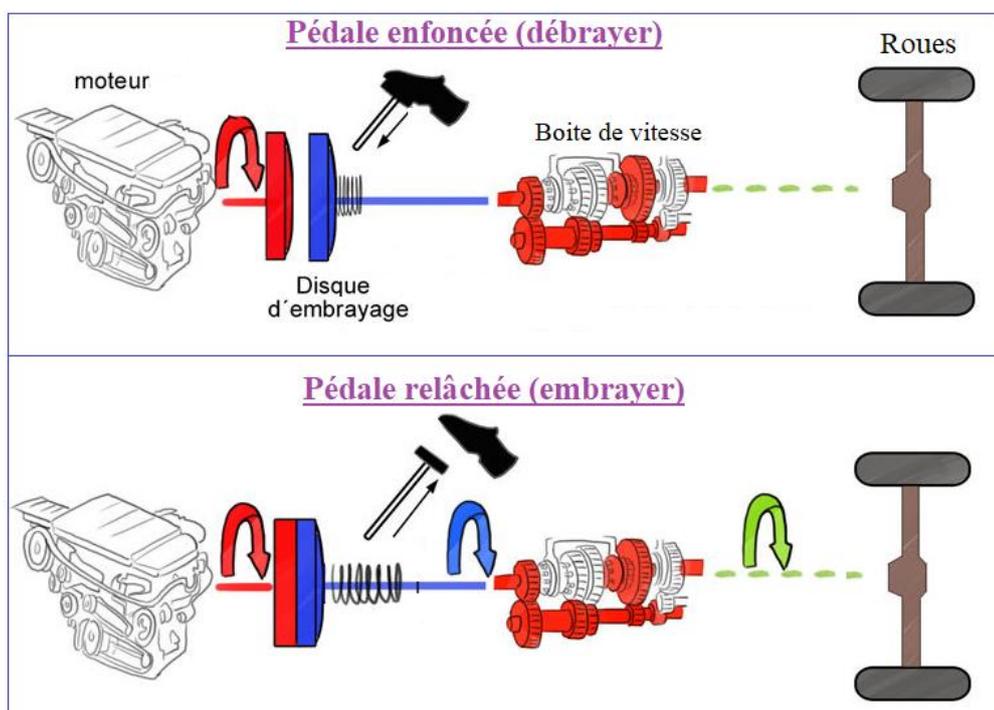
Embrayages

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

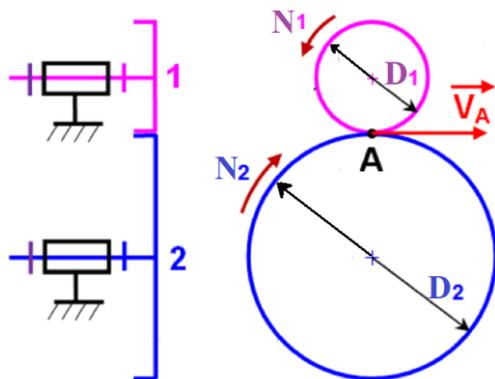
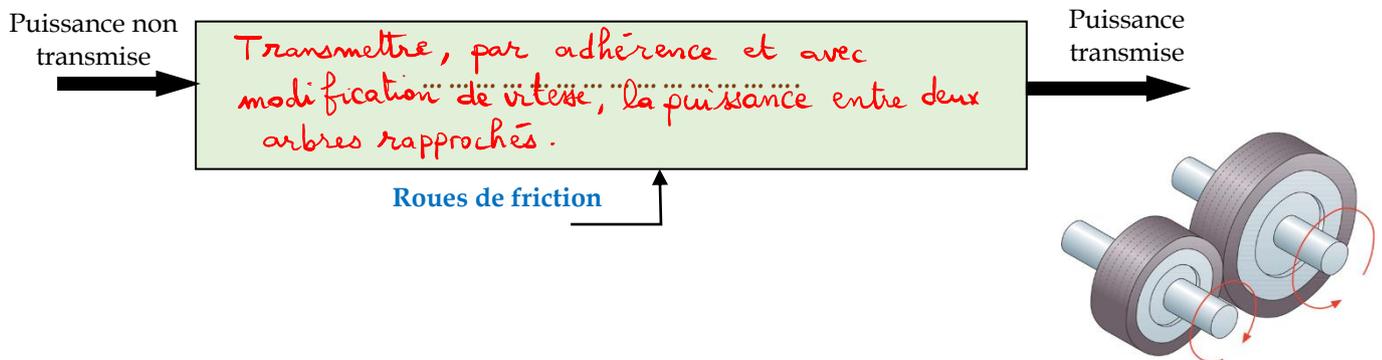


En cas d'embrayage, ... $N_2 = N_1$
En cas de débrayage, ... $N_2 = 0$..



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.



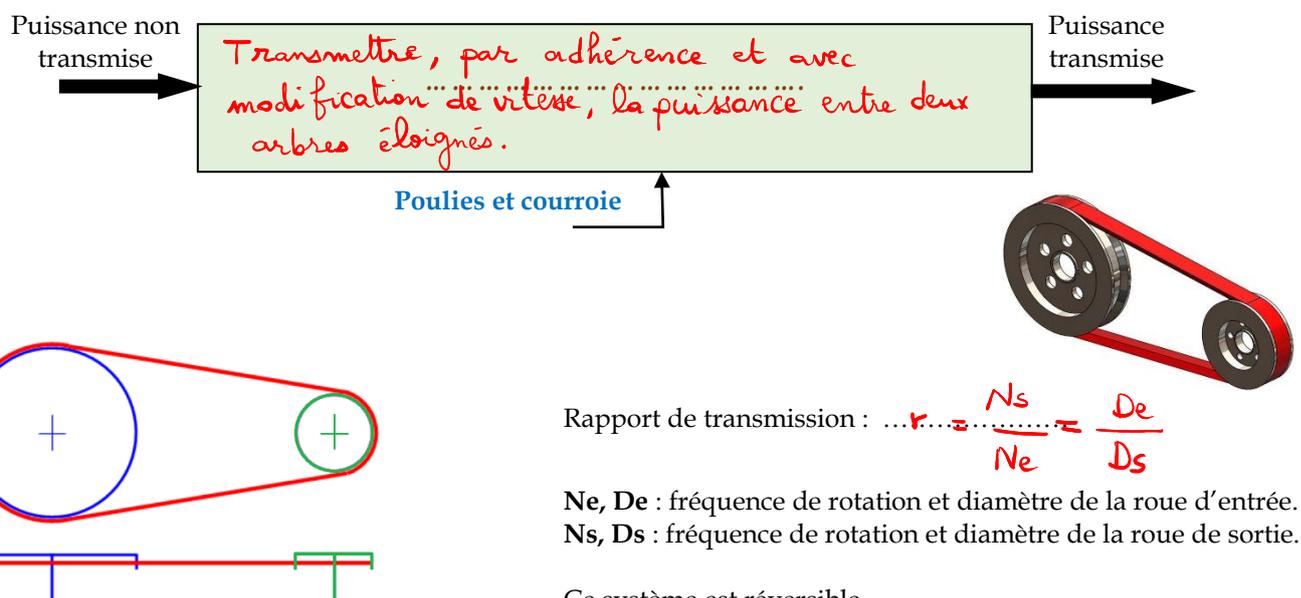
$$\text{Rapport de transmission : } \dots r \dots = \frac{N_s}{N_e} = \frac{D_e}{D_s}$$

N_e : fréquence de rotation de la roue d'entrée (menée).
 N_s : fréquence de rotation de la roue de sortie (menante).
 D_e, D_s : diamètres correspondants.

- Le sens de rotation est inversé d'une roue à l'autre ;
- Ce système est réversible.

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



$$\text{Rapport de transmission : } \dots r \dots = \frac{N_s}{N_e} = \frac{D_e}{D_s}$$

N_e, D_e : fréquence de rotation et diamètre de la roue d'entrée.
 N_s, D_s : fréquence de rotation et diamètre de la roue de sortie.

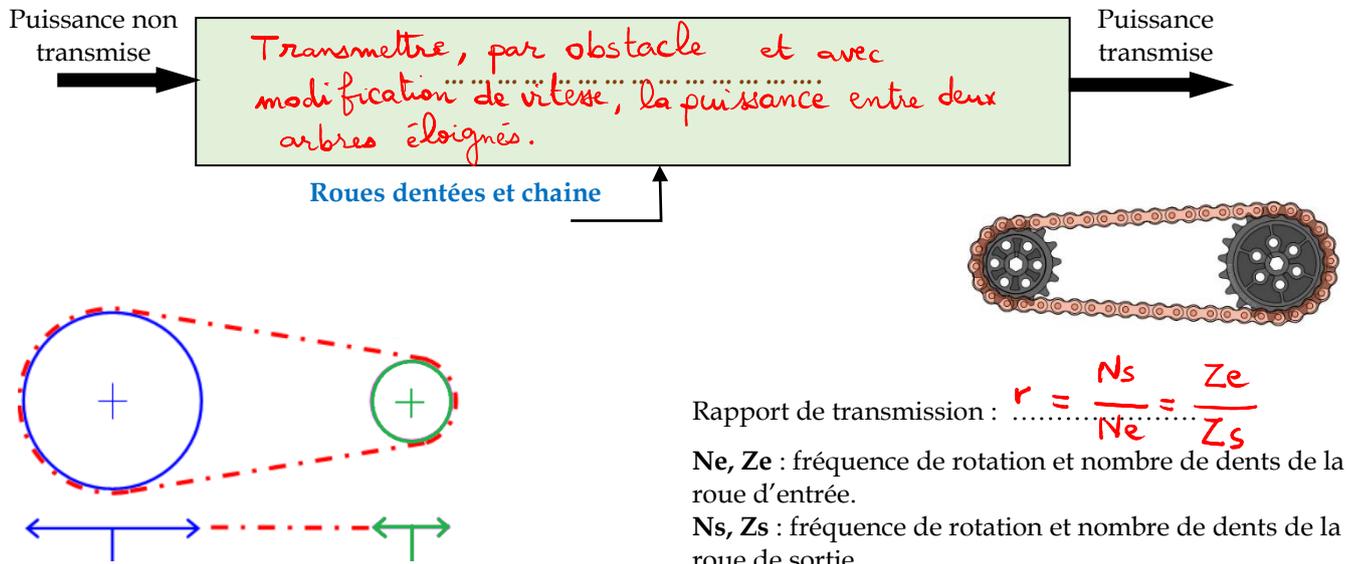
Ce système est réversible.

Pignons et chaîne

Un système de pignons 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

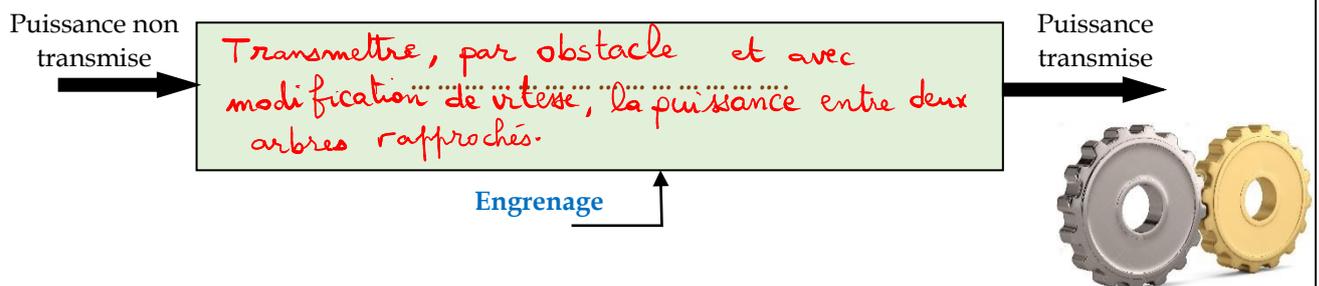
chaîne.



Ce système est réversible.

Engrenages

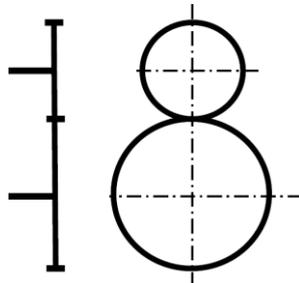
Un engrenage est composé de deux roues dentées. Les dents des roues viennent successivement en contact les unes avec les autres; on dit alors qu'elles s'engrenent.



Denture extérieure

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

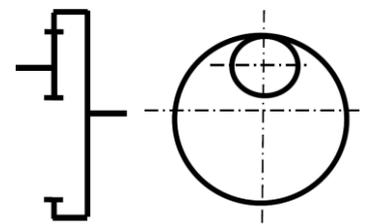
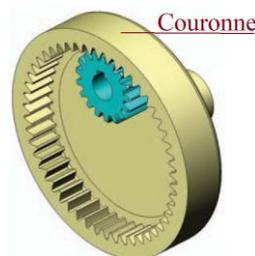
Schéma



Denture intérieure

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

Schéma



Rapport de transmission : $r = \frac{N_s}{N_e} = \frac{d_e}{d_s} = \frac{Z_e}{Z_s}$

d_e et d_s sont les diamètres primitifs des roues.
 Z_e et Z_s sont les nombres de dents des roues.

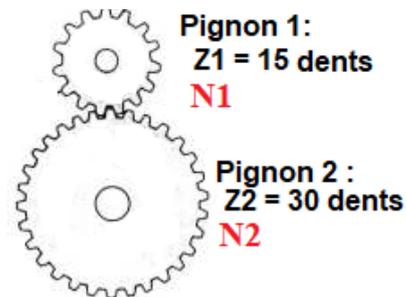
Exemple

On considère que le pignon 1 est menant

Rapport de transmission $r = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{15}{30} = \frac{1}{2}$

Si le pignon menant tourne à 100 tr/mn,

$N_2 = r \cdot N_1 = \frac{1}{2} \times 100 = 50 \text{ tr/min}$ ($r = \frac{N_2}{N_1}$)



Train d'engrenages

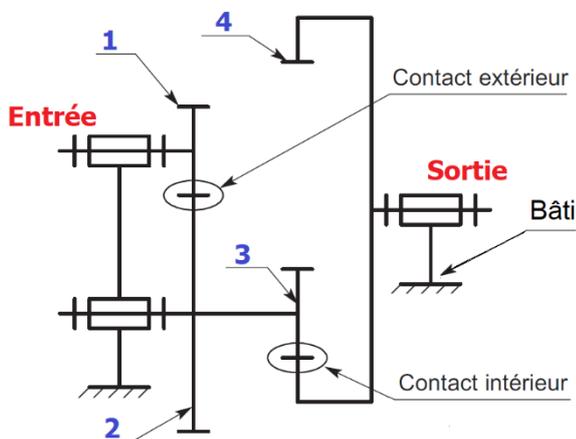
Pour augmenter le rapport de réduction dans un réducteur, on peut associer plusieurs engrenages en série : on parle de train d'engrenages.

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

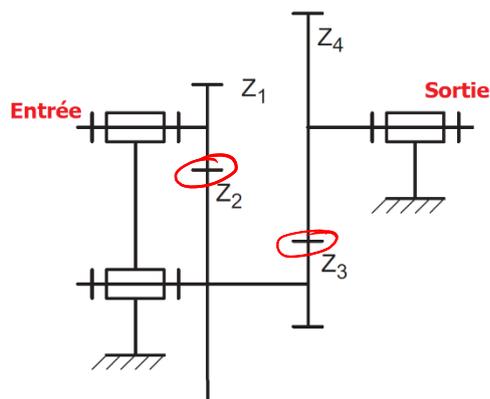


(1) et (3) sont des roues menantes (motrices)

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

$$r = (-1)^1 \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4} = - \frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4}$$

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



$$r = (-1)^2 \frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4} = \frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4}$$

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

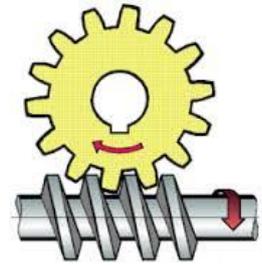
Autres mécanismes de transmission



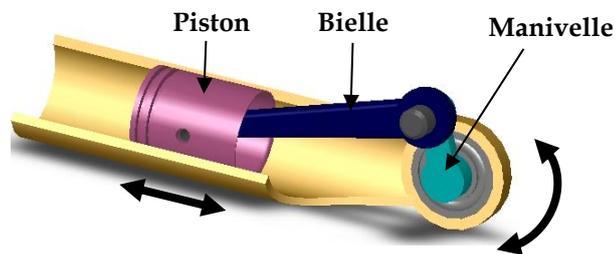
Pignon-crémaillère



Vis-écrou



Roue et vis sans fin

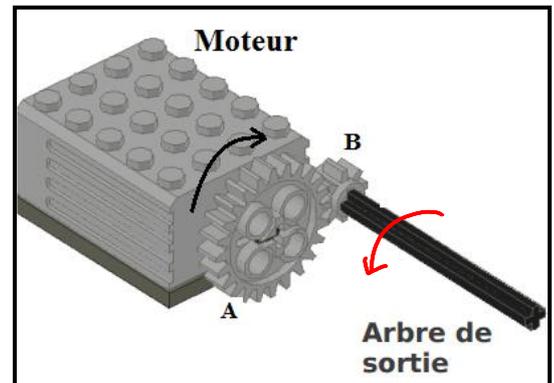


Bielle-manivelle

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.



a - Le système augmente la vitesse puisque $Z_B < Z_A \rightarrow$ c'est un multiplicateur de vitesse.

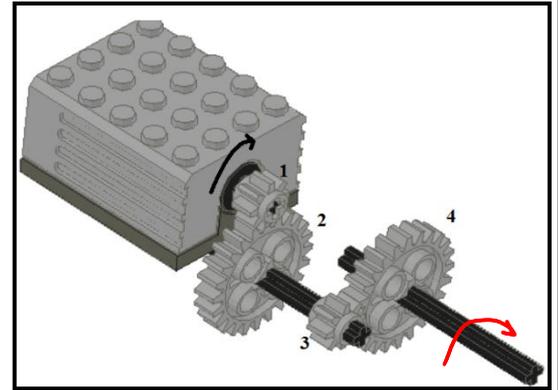
$$b - r = \frac{N_B}{N_A} = \frac{Z_A}{Z_B} \Rightarrow N_B = \frac{Z_A}{Z_B} \cdot N_A = \frac{21}{7} \cdot 600 = 1800 \text{ tr/min}$$

c - voir la figure

2.

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

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

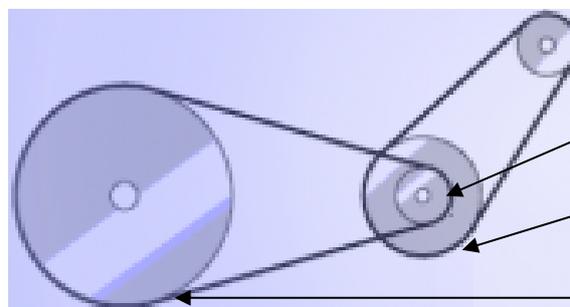


$$a) r = \frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4} = \frac{10 \times 10}{40 \times 40} = \frac{1}{16}$$

b) $r < 1$ (réducteur de vitesse) \rightarrow Le moteur tourne plus vite que l'arbre de sortie.

c) Le nombre de contacts extérieurs est 2 \rightarrow l'arbre de sortie a le même sens que l'arbre du moteur (figure).

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 $d_A = 40$ mm

Poulie C
Diamètre $d_C = 40$ mm

Poulie B
Diamètre $d_B = 80$ mm

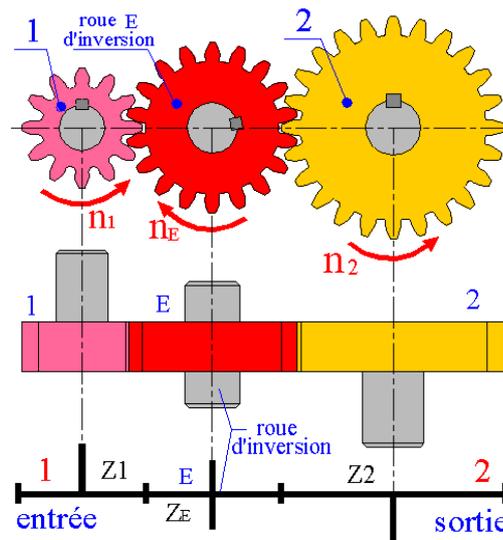
Poulie D
Diamètre $d_D = 160$ mm

$$\cdot r_{AB} = \frac{N_B}{N_A} = \frac{d_A}{d_B} \Rightarrow N_B = N_A \cdot \frac{d_A}{d_B} = 400 \cdot \frac{40}{80} = 200 \text{ tr/min}$$

• Les poulies B et C sont solidaires (liaison encastrement) donc
 $N_C = N_B = 200 \text{ tr/min}$

$$\cdot r_{CD} = \frac{N_D}{N_C} = \frac{d_C}{d_D} \Rightarrow N_D = N_C \cdot \frac{d_C}{d_D} = 200 \cdot \frac{40}{160} = 50 \text{ tr/min}$$

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



$$r = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1 \cdot Z_E}{Z_E \cdot Z_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

La roue E n'intervient pas dans le calcul de r ; son rôle est d'inverser le sens de rotation.

5. Motorréducteur

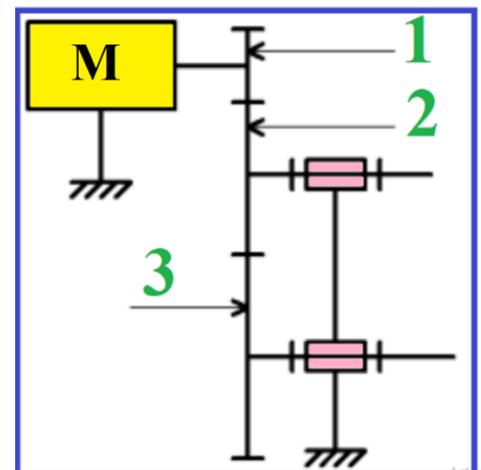
Le motoréducteur est composé d'un moteur électrique M et d'un réducteur de vitesse à base de train d'engrenages.

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 ?



$$a./ \quad r = \frac{\prod (Z \text{ des roues menantes})}{\prod (Z \text{ des roues menées})} = \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_2 \cdot Z_3} = \frac{Z_1}{Z_3} = \frac{15}{55} = \frac{3}{11}$$

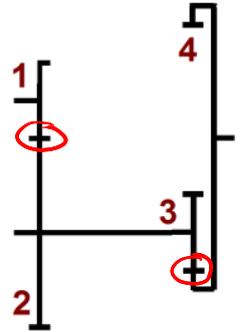
b./ Non (la roue 2 est intercalée pour l'inversion du sens de rotation.)

$$c./ \quad r = \frac{N_3}{N_1} \Rightarrow N_3 = r \cdot N_1 = \frac{3}{11} \cdot 4500 = 1227,27 \text{ tr/min}$$

$$d/ \omega_3 = \frac{2\pi}{60} N_3 = \frac{2\pi}{60} \times 1227,27 = 128,52 \text{ rad/s}$$

e/ oui, grâce à la roue 2.

6. Données : $Z_1 = 16$; $Z_2 = 34$; $Z_3 = 18$; $Z_4 = 122$; $N_1 = 1200 \text{ tr/min}$.
- Le pignon 1 étant menant, calculer le rapport de réduction r ;
 - En déduire N_4 puis ω_4 .



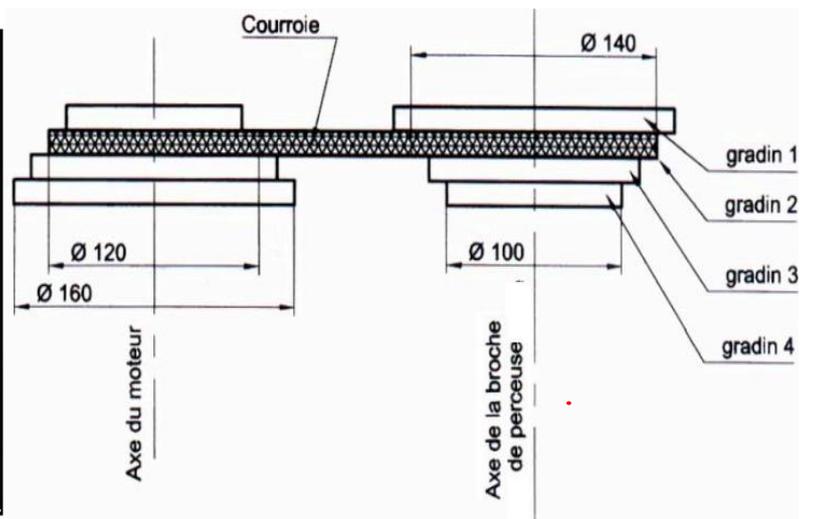
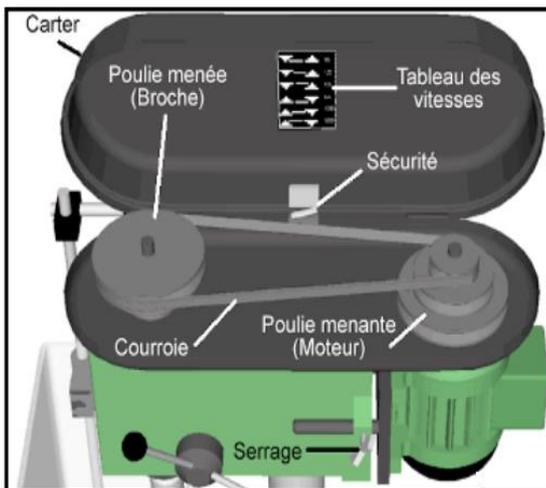
$$a/ r = \frac{\prod (Z \text{ des roues menantes})}{\prod (Z \text{ des roues menées})} = \frac{Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4} = \frac{16 \times 18}{34 \times 122} = 0,07$$

$$b/ r = \frac{N_4}{N_1} \Rightarrow N_4 = r \cdot N_1 = 0,07 \times 1200 = 84 \text{ tr/min}$$

$$\omega_4 = \frac{2\pi}{60} \cdot N_4 = \frac{2\pi}{60} \times 84 = 8,79 \text{ rad/s}$$

(nombre de contacts extérieurs = 1, les roues 1 et 4 ont des sens opposés)

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.

Le réglage de la vitesse de rotation de la broche se fait en plaçant la courroie sur le gradin souhaité. On obtient ainsi quatre rapports de transmission : r_1, r_2, r_3 et r_4 avec $r = \frac{N_{Broche}}{N_{Moteur}}$.

En réglant la position de la courroie sur le deuxième gradin, la broche de la perceuse tourne à une vitesse de rotation $N_{b2} = 600$ tr/min.

a. Préciser :

L'actionneur :

..... moteur

L'adaptateur de puissance :

..... poulies étagées - courroie

L'effecteur :

..... broche

b. Calculer les rapports de réduction r_1, r_2, r_3 et r_4 ;

c. Calculer la fréquence de rotation du moteur ;

d. Calculer les différentes fréquences de rotation de la broche ;

e. On suppose que le moteur tourne à 700 tr/min et que sa puissance est de 2 Cv.

Calculer sa vitesse angulaire ;

Calculer le couple qu'il fournit.

$$b/. \text{ Pour le gradin 1, } r_1 = \frac{N_{b1}}{N_M} = \frac{d_{M1}}{d_{b1}} = \frac{100}{160} = \frac{5}{8} \text{ (réducteur de vitesse)}$$

avec d_{M1} : diamètre de la poulie du côté du moteur.

d_{b1} : " " " " de la broche

$$\bullet r_2 = \frac{N_{b2}}{N_M} = \frac{d_{M2}}{d_{b2}} = \frac{120}{140} = \frac{6}{7} \text{ (réducteur de vitesse)}$$

$$\bullet r_3 = \frac{N_{b3}}{N_M} = \frac{d_{M3}}{d_{b3}} = \frac{140}{120} = \frac{7}{6} \text{ (multiplicateur de vitesse)}$$

$$\bullet r_4 = \frac{N_{b4}}{N_M} = \frac{d_{M4}}{d_{b4}} = \frac{160}{100} = \frac{8}{5} \text{ (multiplicateur de vitesse)}$$

$$c/. r_2 = \frac{N_{b2}}{N_M} \Rightarrow N_M = \frac{N_{b2}}{r_2} = 600 \times \frac{7}{6} = 700 \text{ tr/min}$$

$$d/. r_1 = \frac{N_{b1}}{N_M} \Rightarrow N_{b1} = r_1 \cdot N_M = \frac{5}{8} \times 700 = 437,5 \text{ tr/min}$$

$$\text{De même, } N_{b3} = r_3 \cdot N_M = \frac{7}{6} \cdot 700 = 816,66 \text{ tr/min}$$

$$\text{et } N_{b4} = r_4 \cdot N_M = \frac{8}{5} \cdot 700 = 1120 \text{ tr/min}$$

$$e/. \text{ Puissance } P_M = 2 \text{ CV} = 2 \times 735,5 \text{ W} = 1471 \text{ W}$$

$$\bullet \omega_M = \frac{2\pi N_M}{60} = \frac{2\pi}{60} \times 700 = 73,3 \text{ rad/s}$$

$$\bullet C_M = \frac{P_M}{\omega_M} = \frac{1471}{73,3} = 20 \text{ Nm}$$

PARTIE**3**

CHAÎNE D'INFORMATION

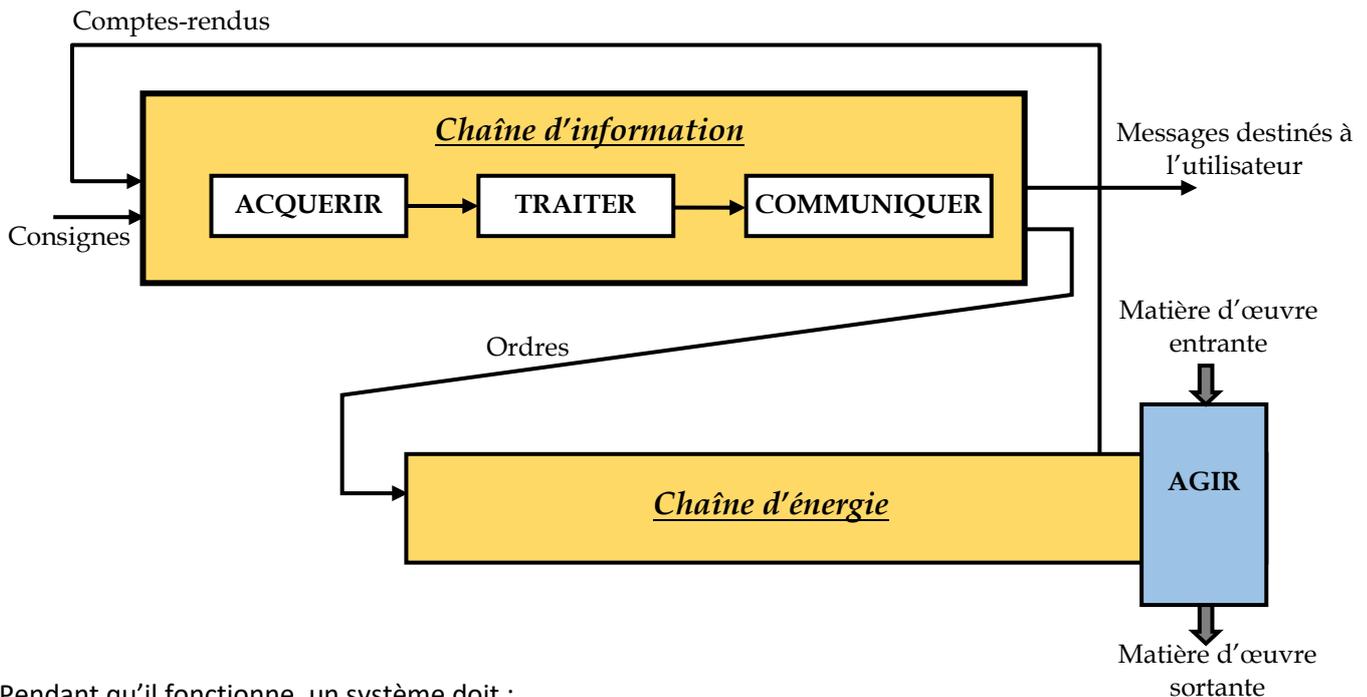


La chaîne d'information d'une voiture comprend, entre autres, les capteurs (de température, de vitesse, d'accélération, de pluie...), les calculateurs (injection, ABS, airbag, clim..), le calculateur central.

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 *les comptes-rendus issus des capteurs.*
- Recevoir de l'utilisateur des informations d'exploitation par l'intermédiaire de boutons, télécommande... : ce sont les *les consignes de l'utilisateur.*

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 *ordres*.....
- L'utilisateur par l'intermédiaire de voyants, afficheurs... : ce sont les *messages*.....

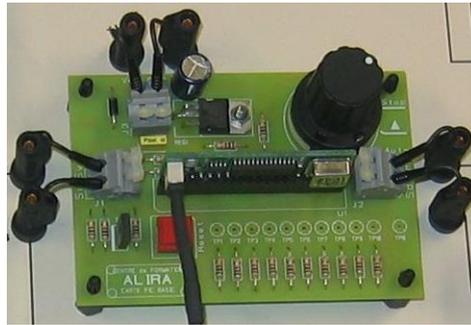
Cas du store automatique

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



Comptes-rendus

Carte de traitement à microcontrôleur



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

Messages



Consignes

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.

Chaîne d'information

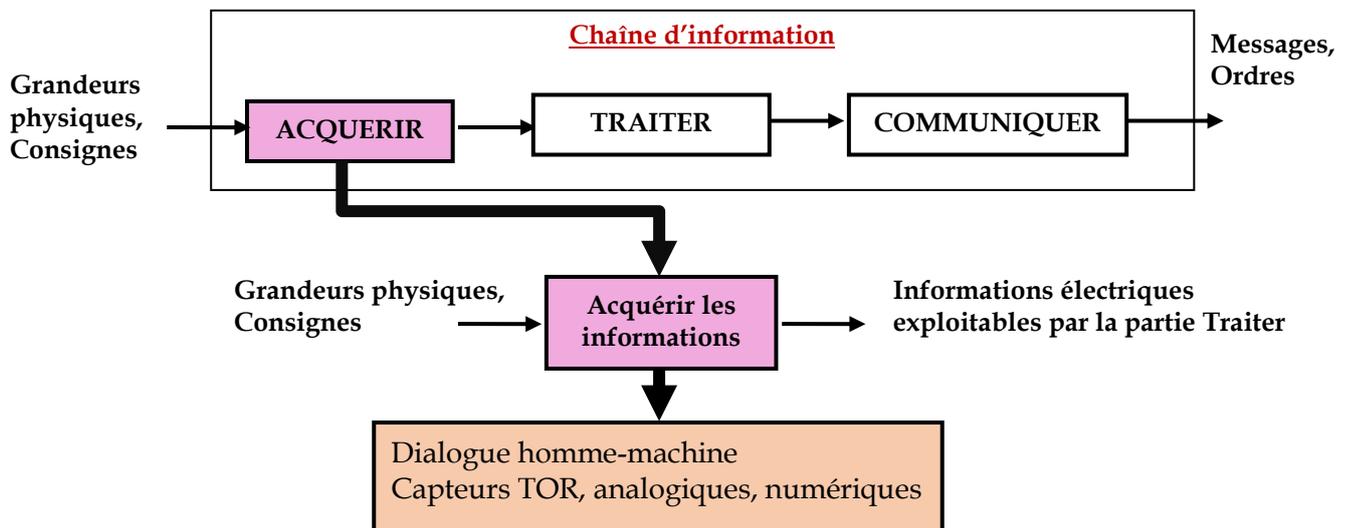
Unité 1

Fonction ACQUERIR

Un système doit acquérir deux types d'information :

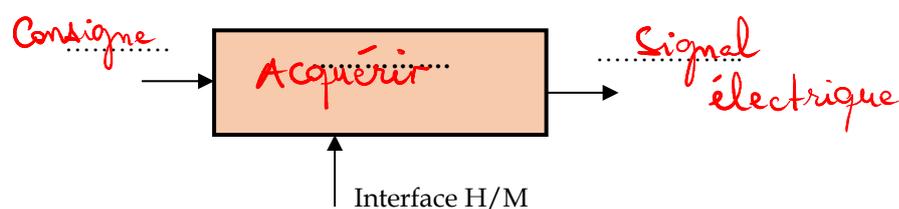
- Les **consignes** qui concernent les interventions de l'utilisateur (données d'exploitation, réglage, programmation...);
- Les **grandeurs physiques** qui concernent l'état de la partie opérative (présence, vitesse, position...) et l'état de l'environnement (température, vent, éclairage...).

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

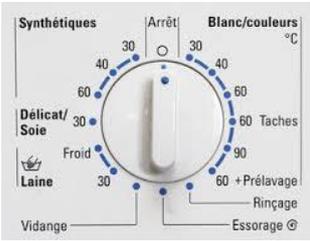
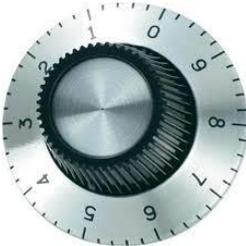


A. Les interfaces homme/machine (les consignes)

Ce sont des éléments qui prélèvent les consignes et les convertissent en signal électrique destiné à la partie Traiter.



Exemples

	Composant	Exemples de consignes
	Bouton poussoir	Marche, arrêt
	Bouton Coup de poing	Arrêt d'urgence
	Commutateur à plusieurs positions	Sélection du programme de lavage sur une machine à laver
	Potentiomètre	Réglage d'une vitesse
	Clavier	Limitation d'accès par mot de passe
	Télécommande	Verrouillage, déverrouillage des portes d'une voiture
	Ecran tactile	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...

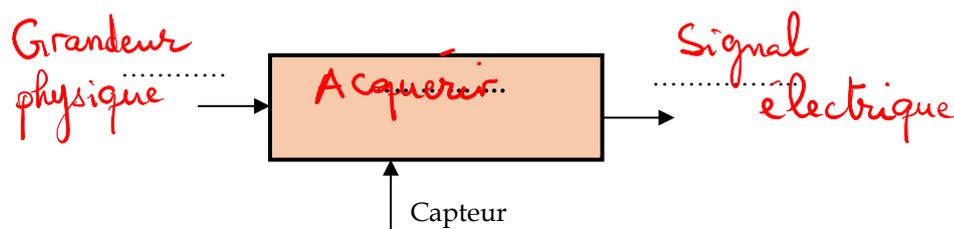
Tout cela est géré par des calculateurs à base de microprocesseur.

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...)

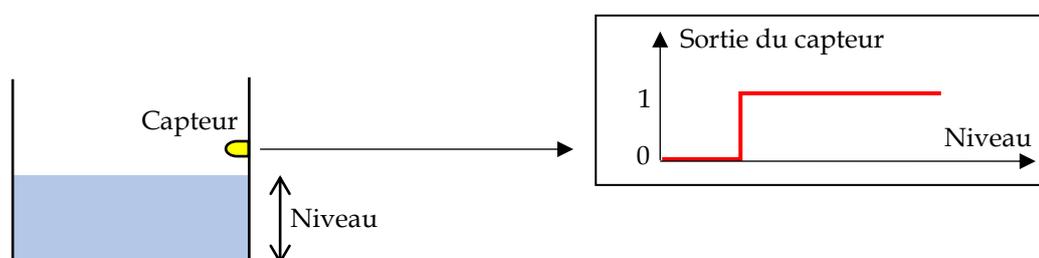


Nature de l'information de sortie d'un capteur

L'information électrique issue du capteur peut être logique, analogique ou numérique.

Capteur logique (Détecteur)

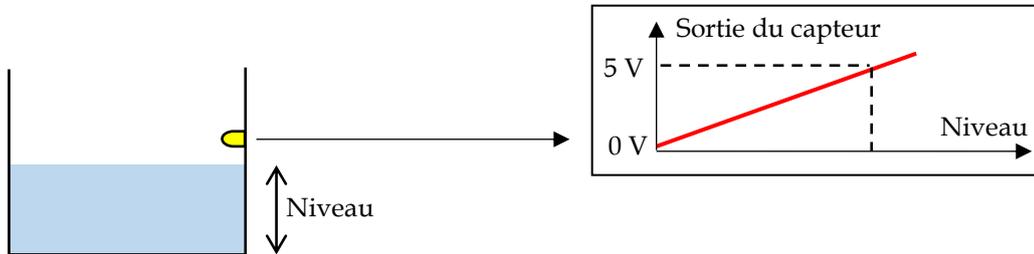
Le signal de sortie du capteur varie de manière **binnaire**, il ne peut prendre que deux valeurs **1** ou **0**. Le capteur est appelé capteur tout ou rien (T.O.R) ou capteur logique.



Capteur analogique

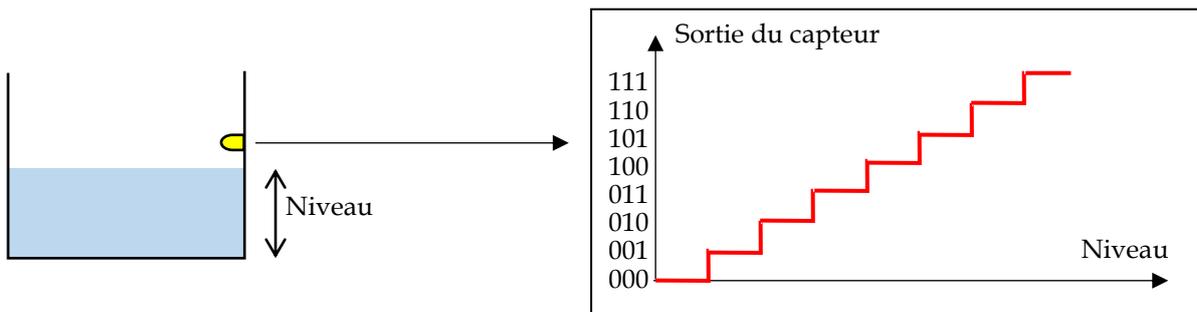
Le signal de sortie varie de façon progressive ; ce signal est une **tension** image du phénomène physique d'entrée.

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 : <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 boutons (montée, arrêt et descente du store) ; ▪ Un commutateur à deux positions (vent / vent + soleil) ; ▪ 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



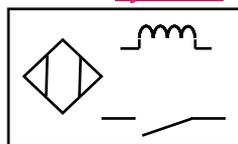
- ⇒ **Les détecteurs sans contact**

- **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.

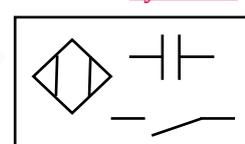
Exemples d'utilisation

- 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. par le détecteur

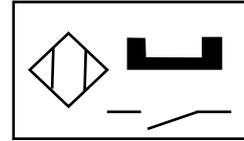
Exemples d'utilisation

- 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)

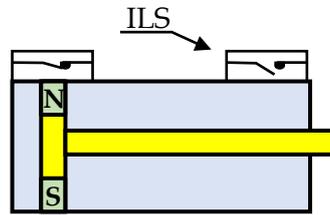
Permet de détecter tous les métaux magnétiques. En présence d'un champ magnétique, le contact est fermé ; en son absence, le contact est ouvert.

Symbole



Exemples d'utilisation

Contrôler les positions d'un vérin



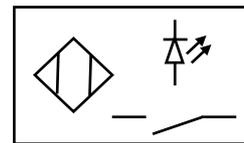
Autres types de détecteurs de proximité : à ultrasons, à effet Hall, magnétique....

- **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.

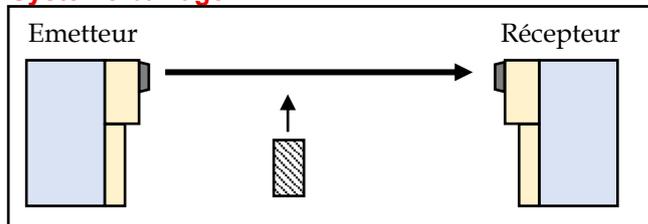
Exemples d'utilisation

- 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

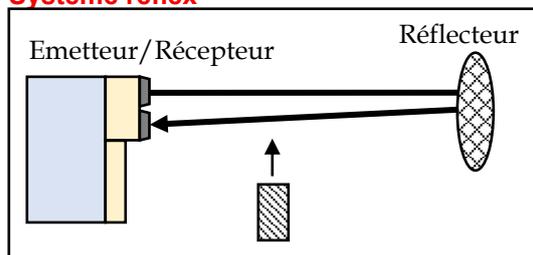


Système barrage



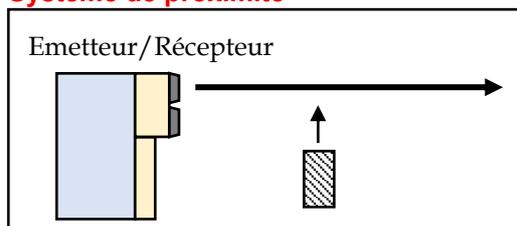
- 2 boîtiers ;
- Portée : 30 m ;
- Pour les objets non transparents.

Système reflex



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

Système de proximité



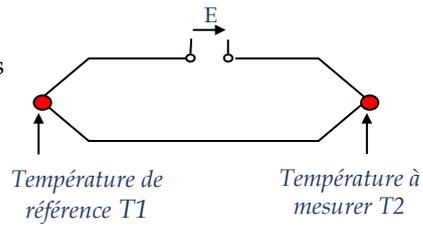
- 1 boîtier :
- Portée : dépend de la couleur de l'objet :
- Pour les objets non transparents.

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 $T1$ et $T2$, apparaît entre ces deux points.

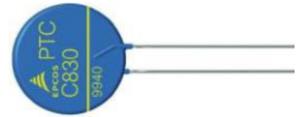


⇒ Mesure de température par thermistance

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°C et $138,5 \Omega$ à 100°C . La sensibilité étant $a = 0,385 \Omega/^\circ\text{C}$

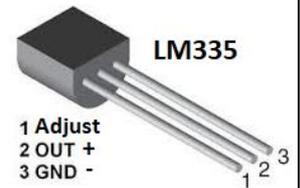
$$R_{pt} = R_0.(1 + a.T)$$



⇒ 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.

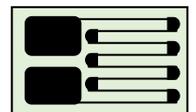
$$v_s = 10^{-2} \cdot T_K \quad (\text{Sensibilité} = 10 \text{ mV}/^\circ\text{K})$$



⇒ Capteurs à jauges de contraintes (extensométriques)

La jauge extensométrique 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....

Jauge



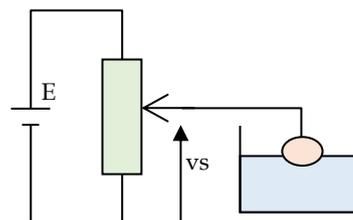
⇒ Dynamo tachymétrique

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



⇒ 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 v_s et le déplacement.



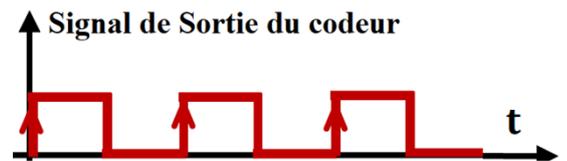
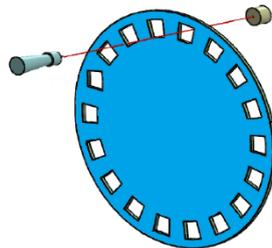
Capteur numérique (Codeur)

⇒ 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.

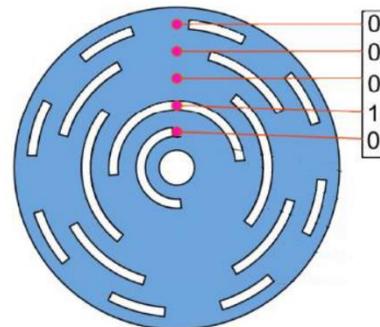
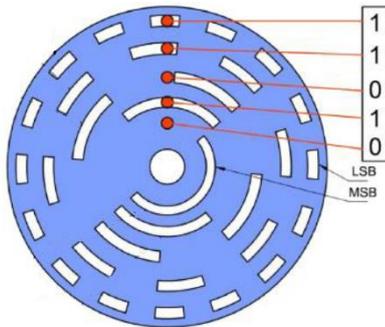
Ce capteur délivre une information électrique sous la forme d'un train d'impulsions. Ces impulsions peuvent renseigner sur la **position**, sur la **vitesse de rotation** et sur le **sens de rotation**.



⇒ 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 :

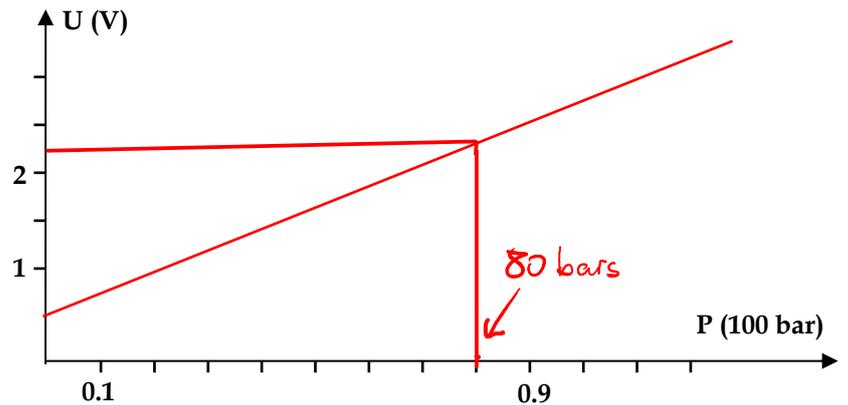
$$R = 2^n \text{ positions/tour}$$

Précision angulaire :

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

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

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



a/ Grandeur d'entrée : pression P
 Grandeur de sortie : tension U

b/ Sortie analogique

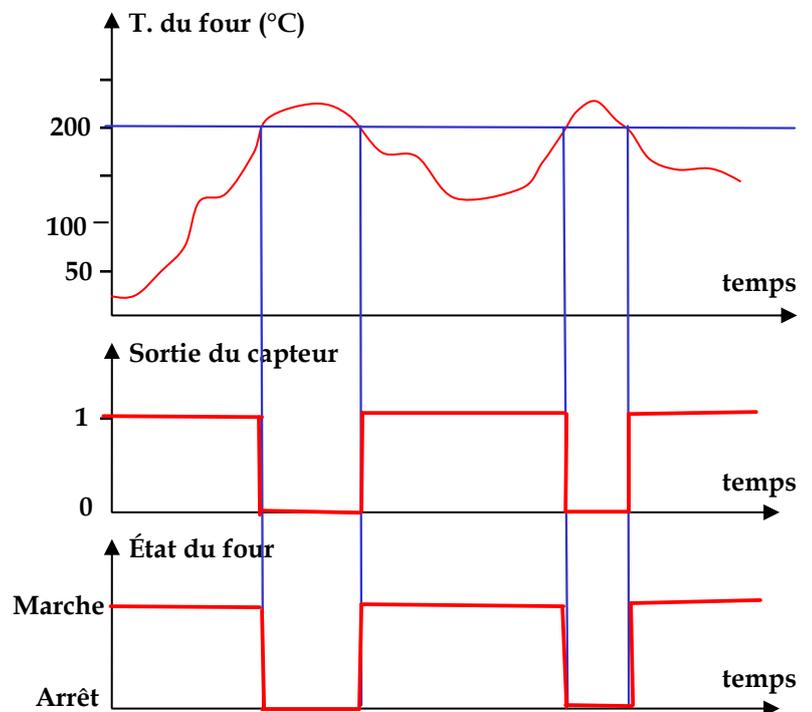
c/ On relève graphiquement $U = 2,5V$ pour $P = 80$ bars.

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

- si la température est inférieure à la consigne de réglage ;
- 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.

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



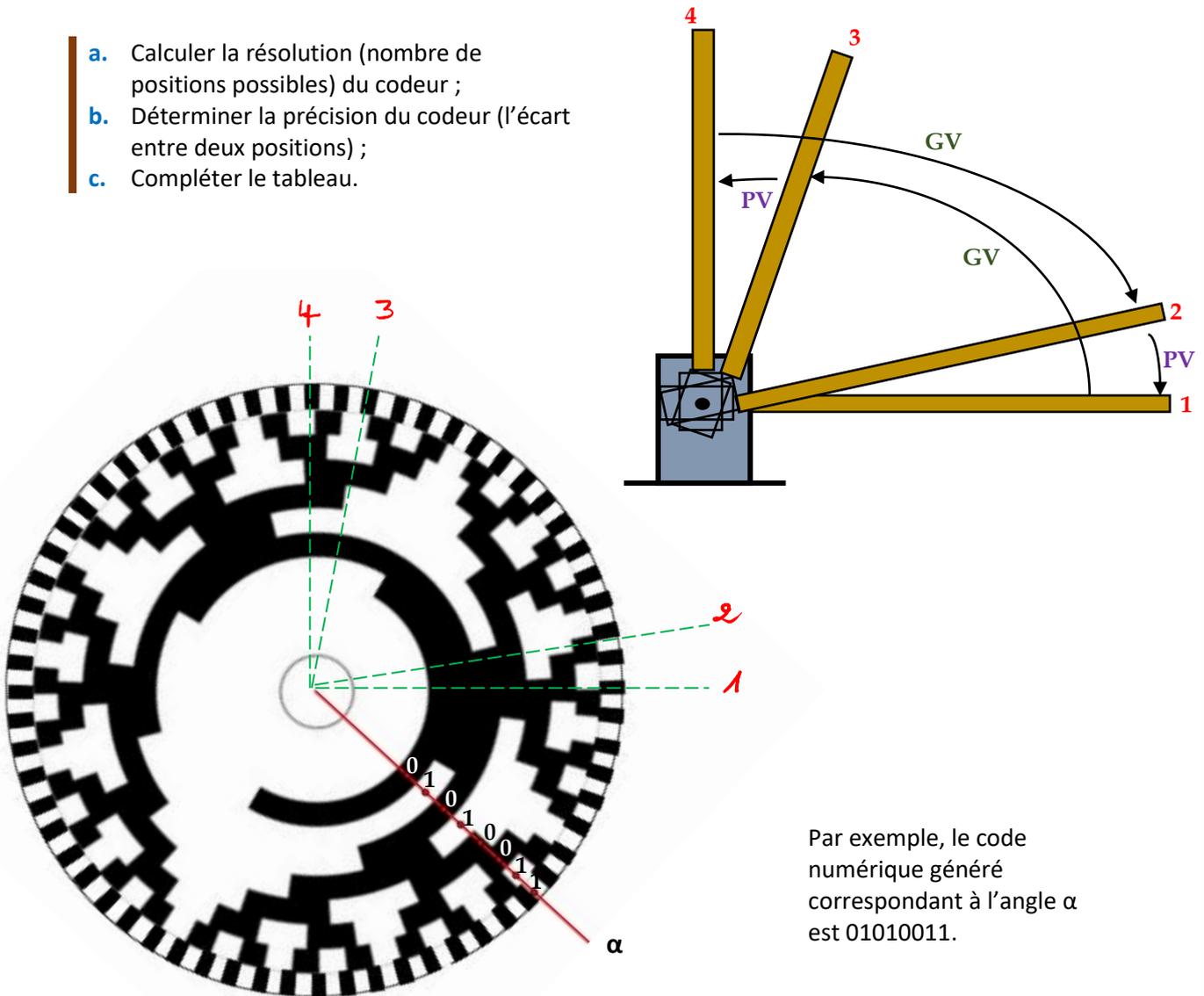
a - Capteur à sortie TOR (logique)

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.



a- Résolution $R = 2^n$
où $n = 8$, nombre de bits

$$R = 2^8 = 256 \text{ points/tour}$$

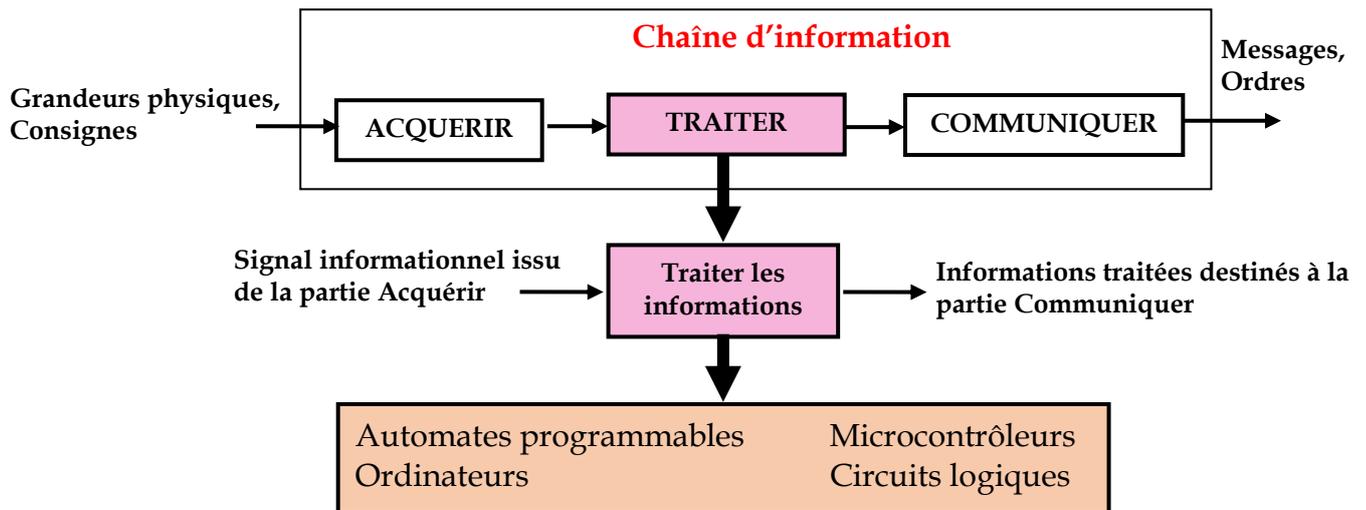
b- Précision $\theta = \frac{360}{R} = \frac{360}{256} = 1,4^\circ$

Position de la lisse de la barrière	Code numérique délivré par le capteur
1 (0°)	0000...0000
2	0000...1101
3	1011...0110
4 (90°)	1010...0010

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

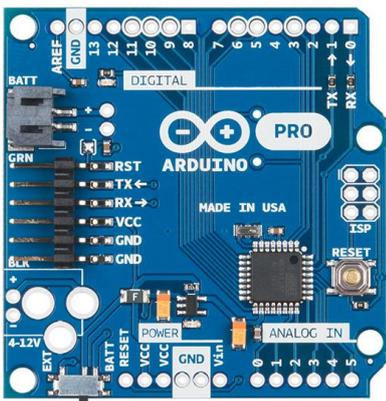
Unité de traitement câblée

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
Carte à traitement combinatoire (préinstallée).....	Câblé.....
Carte à microcontrôleur PIC (supplémentaire).....	Programmé.....
Automate Zélio (supplémentaire).....	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.

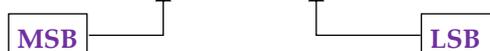
Dans une base B, il y a B symboles différents, appelés **DIGITS**.

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.

Conversion entre bases

Conversion des bases 2 et 16 à la base 10

On utilise la forme polynomiale des nombres à convertir.

$$\text{Si } N = (a_n a_{n-1} a_{n-2} \dots a_2 a_1 a_0)_B$$

$$\text{Alors, en décimal, } N = a_n \cdot B^n + a_{n-1} \cdot B^{n-1} + \dots + a_1 \cdot B^1 + a_0 \cdot B^0$$

Exemples $(100110)_2$ $(A3C5)_{16}$

$$\begin{aligned} * (100110)_2 &= 0 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^5 \\ &= 2^1 + 2^2 + 2^5 \\ &= 2 + 4 + 32 = (38)_{10} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * (A3C5)_{16} &= 5 \times 16^0 + 12 \times 16^1 + 3 \times 16^2 + 10 \times 16^3 \\ &= (41925)_{10} \end{aligned}$$

Conversion de la base 10 aux bases 2 et 16

La méthode consiste en des divisions successives du nombre $(N)_{10}$ par 2 ou par 16, jusqu'à obtenir un quotient nul. Les restes des divisions successives, écrits dans l'ordre inverse, constituent le nombre recherché.

Exemples $(35)_{10}$ $(950)_{10}$

$$\begin{array}{r} 35 \overline{) 2} \\ 1 \quad 17 \\ \underline{1} \quad \quad \\ \quad 0 \quad 8 \\ \quad \quad 0 \quad 4 \\ \quad \quad \quad 0 \quad 2 \\ \quad \quad \quad \quad 0 \quad 1 \\ \quad \quad \quad \quad \quad 0 \quad 1 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad 0 \end{array}$$

$$\text{donc } (35)_{10} = (100011)_2$$

$$\begin{array}{r} 35 \overline{) 16} \\ 3 \quad 7 \\ \underline{3} \quad \quad \\ \quad 0 \quad 16 \\ \quad \quad 0 \end{array}$$

$$(35)_{10} = (23)_{16}$$

$$\begin{array}{r} 950 \overline{) 2} \\ 0 \quad 475 \\ \quad 1 \quad 237 \\ \quad \quad 1 \quad 118 \\ \quad \quad \quad 0 \quad 59 \\ \quad \quad \quad \quad 1 \quad 29 \\ \quad \quad \quad \quad \quad 1 \quad 14 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad 0 \quad 7 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 1 \quad 3 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 1 \quad 1 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 0 \end{array}$$

$$(950)_{10} = (1110110110)_2$$

$$\begin{array}{r} 950 \overline{) 16} \\ 6 \quad 59 \\ \quad 11 \quad 3 \\ \quad \quad 3 \quad 0 \\ \quad \quad \quad 3 \end{array}$$

$$(950)_{10} = (386)_{16}$$

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

$$\cdot (\overbrace{1110} \overbrace{0110})_2 = (E6)_{16}$$

$$\cdot (\overbrace{1000} \overbrace{1101} \overbrace{1010})_2 = (236)_{16}$$

$$\cdot (C85)_{16} = (1100 \ 1000 \ 0101)_2$$

$$\cdot (3A07)_{16} = (0011 \ 1010 \ 0000 \ 0111)_2$$

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.

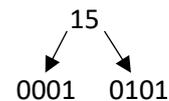
Table de codage jusqu'à l'entier 15

Nombre décimal	Binaire naturel				Gray				BCD				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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					
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

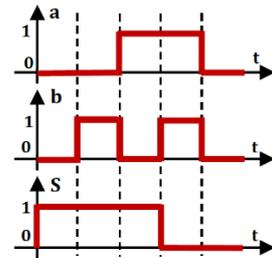
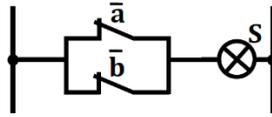
Une fonction logique est l'expression de la sortie d'un circuit logique en fonction de ses entrées ; elle peut être représenté par :

- Une expression booléenne.
- Une table de vérité.
- Un schéma électronique à portes logique (logigramme) ou un schéma électrique à contacts.
- Des chronogrammes.

Opérateur et table de vérité	Symbole électronique européen	Symbole électronique américain	Schéma électrique	Chronogramme															
OUI $S = a$ <table border="1"> <tr><td>a</td><td>S</td></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 border="1"> <tr><td>a</td><td>S</td></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 border="1"> <tr><td>a</td><td>b</td><td>S</td></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 border="1"> <tr><td>a</td><td>b</td><td>S</td></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 border="1"> <tr><td>a</td><td>b</td><td>S</td></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																	

NAND (Not AND)

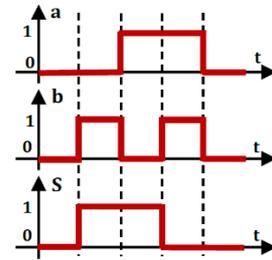
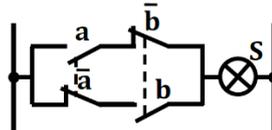
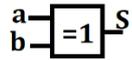
a	b	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



XOR (OU Exclusif)

$S = a \oplus b$
 $= \bar{a} \cdot b + a \cdot \bar{b}$

a	b	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



⇒ Exercice

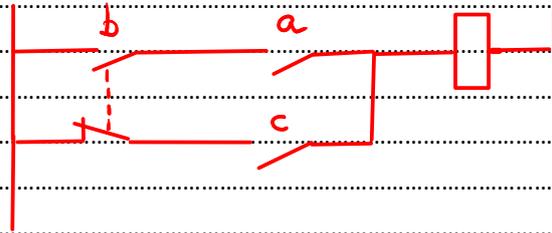
Soit la fonction logique $f = ab + \bar{b}c$.

Donner sa TV, son logigramme (schéma à portes logiques) et son schéma électrique à contacts.

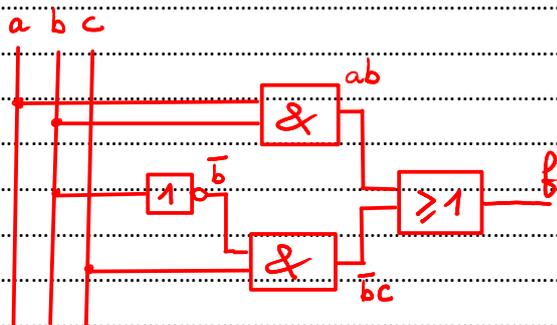
• Table de vérité

a	b	c	\bar{b}	ab	$\bar{b}c$	f
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	1	0	1	1
1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	0	1	0	1

• Schéma à contact



• Logigramme



Lois de l'algèbre binaire

Propriété	Relation logique	
Éléments neutres et éléments absorbants	$A.0 = 0$ $A.1 = A$	$A+0 = A$ $A+1 = 1$
Idempotence	$A. \bar{A} = 0$	$A + \bar{A} = 1$
Commutativité	$A.B = B.A$	$A+B = B+A$
Distributivité de ET et de OU	$A.(B+C) = A.B + A.C$	$A+B.C = (A+B).(A+C)$
Théorème de De Morgan	$\overline{A.B} = \bar{A} + \bar{B}$	$\overline{A+B} = \bar{A} . \bar{B}$
Absorption	$A + AB = A$	$A + \bar{A}B = A + B$

⇒ Exercices

- Tirer l'équation logique et la simplifier.

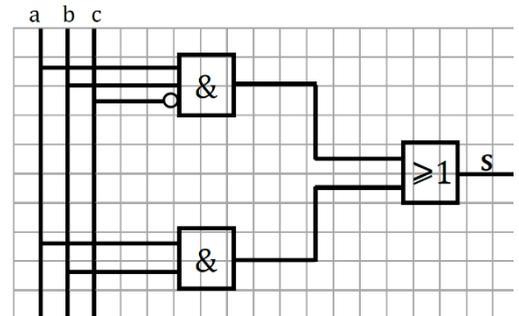
$$* S = ab\bar{c} + ab$$

$$* S = ab\bar{c} + ab.1$$

$$= ab.(\bar{c} + 1)$$

$$= ab.1$$

$$= ab$$



- Démontrer les lois de l'absorption ;
- Complémenter $a + \bar{b}c$ et $\bar{a} + b(\bar{c} + d)$

$$* \rightarrow a + ab = a(1 + b) = a.1 = a$$

$$\rightarrow a + \bar{a}b = (a + \bar{a}).(a + b) \quad (\text{Par distributivité})$$

$$= 1.(a + b) = a + b$$

$$* \rightarrow \overline{a + \bar{b}c} = \bar{a} . \overline{\bar{b}c} = (\bar{a} + d) . (b + \bar{c})$$

$$\rightarrow \overline{\bar{a} + b(\bar{c} + d)} = a . \overline{b(\bar{c} + d)}$$

$$= a . (\bar{b} + \overline{\bar{c} + d})$$

$$= a (\bar{b} + cd)$$

Simplification des fonctions logiques

Le but de la simplification est de parvenir à une écriture abrégée de la fonction. La réalisation matérielle est alors économique puisque le nombre de portes logiques est réduit.

Méthode algébrique

Cette méthode utilise les lois de l'algèbre binaire.

⇒ Exercices

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

$$f_1 = a + \bar{a}b + \bar{a}\bar{b} = a + \bar{a}(b + \bar{b}) = a + \bar{a} \cdot 1 = a + \bar{a} = 1$$

$$f_2 = a + b\bar{c} + \bar{a} \cdot \overline{(b\bar{c})} \cdot (ad + b)$$

$$= a + b\bar{c} + \bar{a}(ad + b) \quad (\text{absorption du terme } \overline{(b\bar{c})})$$

$$= a + b\bar{c} + (ad + b) \quad (\text{absorption du terme } \bar{a})$$

$$= \underline{a + ad} + \underline{b\bar{c} + b}$$

$$= a(1 + d) + b(\bar{c} + 1)$$

$$= a + b$$

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.

$$M = \bar{a}\bar{b}\bar{c}\bar{d} + \bar{a}\bar{b}c\bar{d} + \bar{a}b\bar{c}d + \bar{a}b\bar{c}\bar{d} + \bar{a}b\bar{c}d + \bar{a}b\bar{c}\bar{d} + \bar{a}bc\bar{d} + \bar{a}bc\bar{d} + \bar{a}bcd + \bar{a}bc\bar{d} + \bar{a}bcd$$

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	1	0	1	1
	01	1	1	0	1
	11	1	1	0	0
	10	0	0	1	1

$$M = a\bar{c} + \bar{a}\bar{d} + \bar{b}c$$

⇒ Exercices

Simplifier graphiquement :

$$T1 = xyz + xy\bar{z} + \bar{x}y\bar{z} + \bar{x}yz$$

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

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

→ représenté par 2 cases

$T1$ yz

	00	01	11	10
x	0	0	1	1
x	1	0	1	1

$$T1 = y$$

$T2$ yz

	00	01	11	10
x	0	0	0	0
x	1	1	0	1

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

F cd

	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	1	0	0	1
11	1	1	1	1
10	0	0	0	1

$$F = ab + b\bar{d} + \bar{a}\bar{b}d + ac\bar{d}$$

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 :

À 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 ;
- Établir la TV, les équations simplifiées des sorties et le logigramme.

a. Entrées : Capteurs Ss et Sv

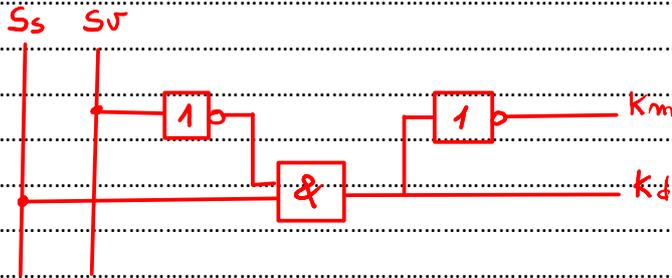
Sorties : Kd et Km

b.

Ss	Sv	Kd	Km
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1

$$Kd = Ss \cdot \overline{Sv}$$

$$Km = \overline{Kd}$$



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).

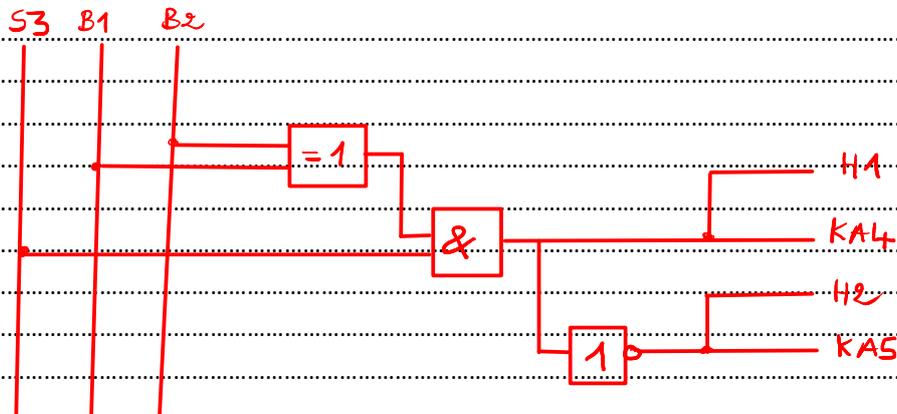
Établir la TV, les équations simplifiées des sorties et le logigramme.

S3	B1	B2	KA4	KA5	H1	H2
0	0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	0	1	0	1
0	1	1	0	1	0	1
1	0	0	0	1	0	1
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	1	0	1	0
1	1	1	0	1	0	1

$$KA4 = S3 \cdot B1 \cdot \bar{B2} + S3 \cdot \bar{B1} \cdot B2 = S3 (B1 \oplus B2)$$

$$H1 = KA4$$

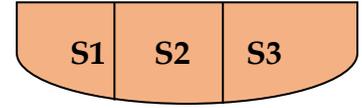
$$H2 = KA5 = KA4$$



3. Soutes d'un navire

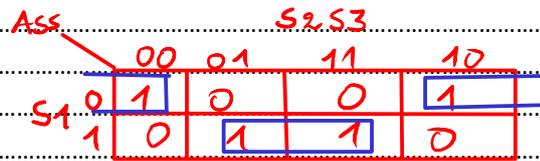
Un navire, destiné au transport d'éléments liquides, comporte dans sa cale trois soutes **S1**, **S2** et **S3**. Le voyant **ASS** s'allume quand l'assiette est correcte, c'est-à-dire quand les charges sont bien réparties.

- 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.

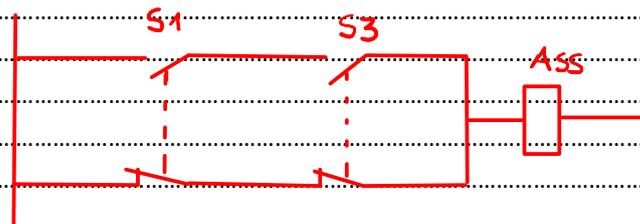
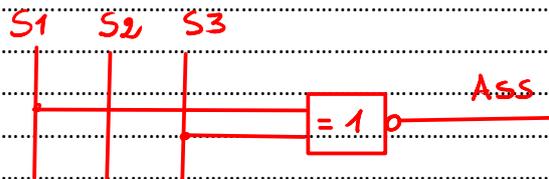


Établir la TV, les équations simplifiées des sorties et le logigramme/schéma à contacts.

S1	S2	S3	ASS
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



$$\begin{aligned}
 \text{ASS} &= \bar{S}_1 \bar{S}_3 + S_1 S_3 \\
 &= \overline{S_1 \oplus S_3}
 \end{aligned}$$



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.

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

C	A	B	S
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

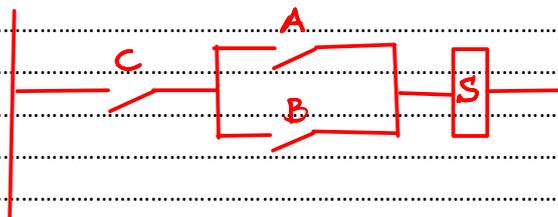
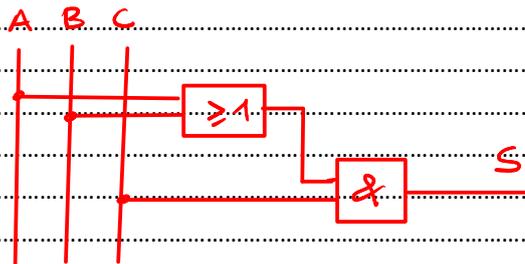
C	AB			
	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	0	1	1	1

$$S = CB + CA = C(A+B)$$

Algèbreiquement, $S = \bar{C}\bar{A}B + \underline{C\bar{A}B} + C\bar{A}\bar{B} = \bar{C}\bar{A}B + CA(\bar{B} + B)$

$$= \bar{C}\bar{A}B + CA = C(A + \bar{A}B)$$

$$= C(A+B) \quad (\text{par absorption})$$

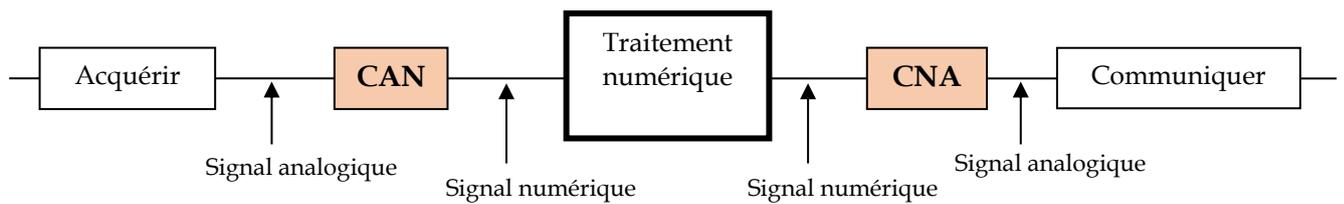


D. Conversion de données

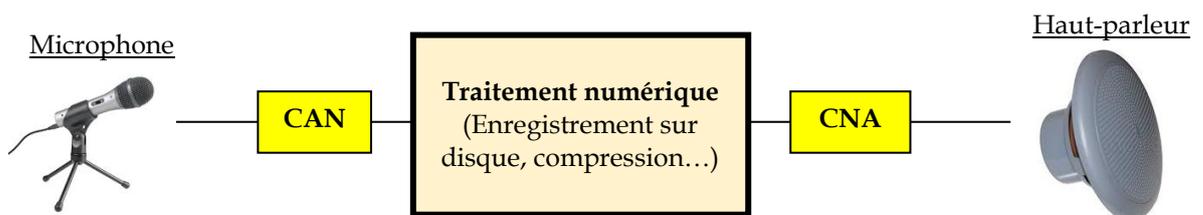
Introduction

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 aux bruits...

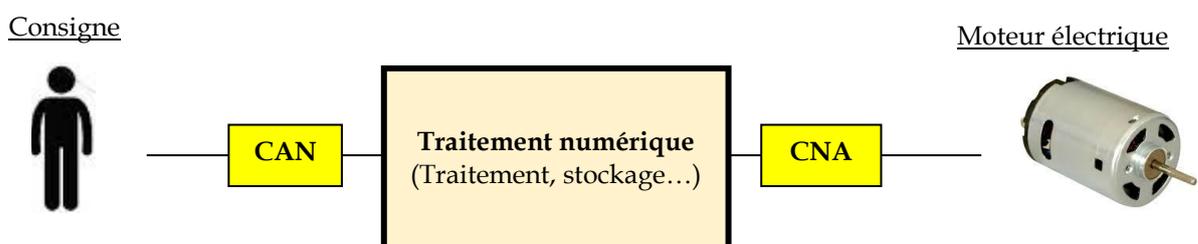
Le plus souvent, les informations issues des capteurs et celles qui commandent les actionneurs sont de nature analogique : pour adapter un module de traitement numérique à son environnement analogique, il est nécessaire de procéder à des conversions de données (analogique-numérique et numérique-analogique)



Exemple : traitement de son



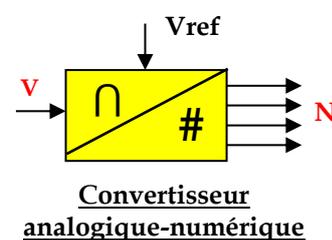
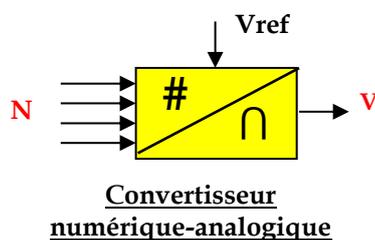
Exemple : variation de la vitesse d'un moteur



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 .

$$q = \frac{V_{ref}}{2^n} \quad ; \quad V_{pe} = V_{ref}$$

L'entrée et la sortie sont reliées par la relation $v = q \cdot N$

Exemple :

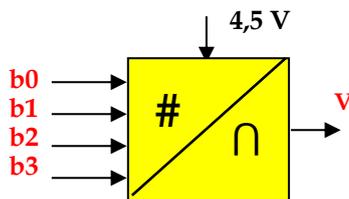
Soit un CNA 8 bits avec $V_{ref} = 5V$

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

La sortie qui correspond à l'entrée $N = 1000010$ est $v = q \cdot N = 19,5 \cdot 10^{-3} \cdot 130 = 2,53 V$

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

- a. C'est un convertisseur *numérique-analogique CNA*
- b. Sa résolution est de *4* bits
- c. Le bit de poids fort est *b3*, alors que celui de poids faible est *b0*.
- d. Le quantum est de *0,3* V
- e. La tension pleine échelle est de *4,5* V

2. Un CNA 8 bits possède une sortie pleine échelle de 12,8 V ($V_{ref} = 12,8V$)

- a. Calculer son quantum ;
- b. Calculer, en Volts, la sortie qui correspond à l'entrée $N = 00010100$.

$$a - q = \frac{V_{ref}}{2^n} = \frac{12,8}{2^8} = 0,5 V$$

$$b - N = (00010100)_2 = 4 + 16 = (20)_{10}$$

$$\text{et } v = q \cdot N = 0,5 \cdot 20 = 10 V$$

3. Un CAN 8 bits, a un quantum de 0,04 V.

- Calculer sa tension pleine échelle ;
- Calculer, en décimal puis en binaire, la sortie N obtenue pour une entrée $V = 8,25V$.

$$a. - q = \frac{V_{ref}}{2^n} \Rightarrow V_{ref} = q \cdot 2^n = 0,04 \cdot 2^8 = 10,24V = V_{pe}$$

$$b. - v = q \cdot N \Rightarrow N = \frac{v}{q} = \frac{8,25}{0,04} = 206,25 \approx 206$$

$$N = (206)_{10} = \overset{128}{1} \overset{64}{1} \overset{32}{0} \overset{16}{0} \overset{8}{1} \overset{4}{1} \overset{2}{1} \overset{1}{0} = (11001110)_2$$

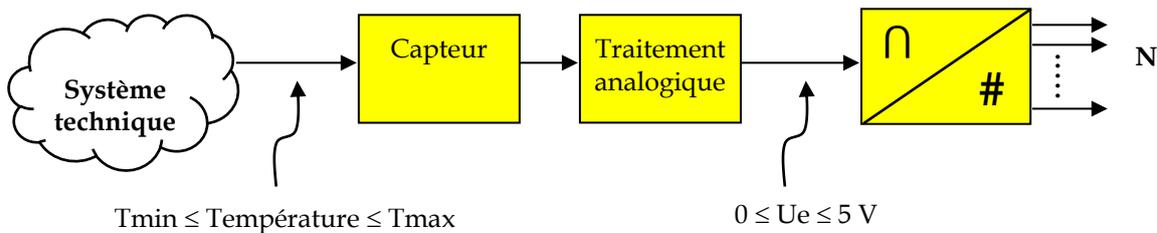
4. Système de mesure de température

Caractéristiques du convertisseur analogique / numérique :

- Résolution : 10 bits
- Plage de tension d'entrée U_e : 0 à 5V.

La tension U_e (en V) dépend de la température T (en °C) selon la relation : $U_e = 0,07 \cdot T + 1,4$

- Déterminer la plage de variation de la température, c'est-à-dire T_{min} et T_{max} ;
- Calculer le quantum du convertisseur ;
- On lit, à la sortie du convertisseur $N = (1B7)_{16}$. Quelle est la température mesurée ?
- Quelle est la valeur de N (exprimée en décimal et en hexadécimal) lorsque la température du capteur est de 25° C ?



$$a/. \text{ on a } U_e = 0,07 \cdot T + 1,4$$

$$\Rightarrow T = \frac{U_e - 1,4}{0,07}$$

$$\cdot T_{min} = \frac{U_{emin} - 1,4}{0,07} = \frac{0 - 1,4}{0,07} = -20^\circ C$$

$$\cdot T_{max} = \frac{U_{emax} - 1,4}{0,07} = \frac{5 - 1,4}{0,07} = 51,43^\circ C$$

$$b/. q = \frac{V_{ref}}{2^n} \text{ avec } V_{ref} = V_{pe} = U_{emax}$$

$$q = \frac{5}{2^{10}} = \frac{5}{1024} V$$

$$c/. N = (1B7)_{16} = 7 \times 16^0 + 11 \times 16^1 + 1 \times 16^2$$

$$N = (439)_{10}$$

$$\cdot U_e = q \cdot N = \frac{5}{1024} \times 439 = 2,143V$$

$$\cdot T = \frac{U_e - 1,4}{0,07} = \frac{2,143 - 1,4}{0,07} = 10,6^\circ C$$

$$d/. U_e = 0,07 \cdot T + 1,4 = 0,07 \times 25 + 1,4 = 2,4V$$

$$\cdot U_e = q \cdot N \Rightarrow N = \frac{U_e}{q} = \frac{2,4 \times 1024}{5}$$

$$N = 491,52 \approx (491)_{10}$$

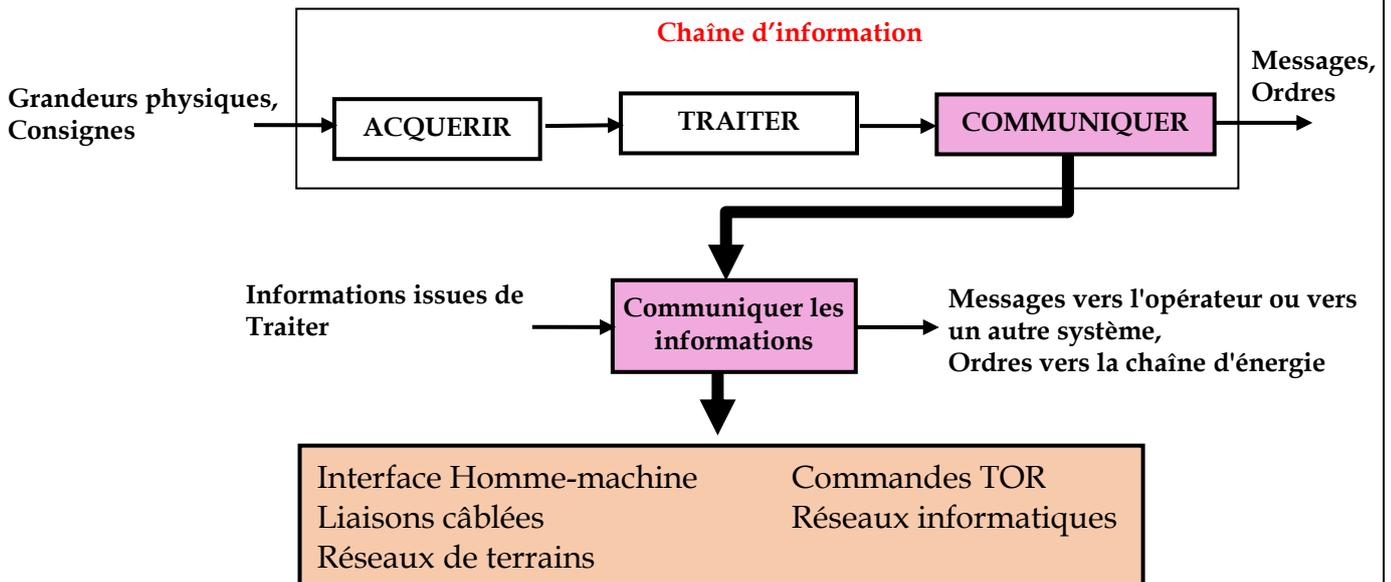
$$\cdot 491 \begin{array}{r} | 16 \\ 30 \quad | 16 \\ 11 \quad | 1 \quad | 16 \\ \hline 14 \quad | 1 \quad | 0 \end{array} \quad N = (491)_{10} = (1EB)_{16}$$

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
	<i>Voyant</i>	Mise sous tension, mouvement en cours		<i>Afficheur numérique</i>	Température, nombre de voitures au parking
	<i>Alarme sonore</i>	Défaut, fin de tâche		<i>Ecran tactile</i>	Tâche en cours, fin de tâche, défaut

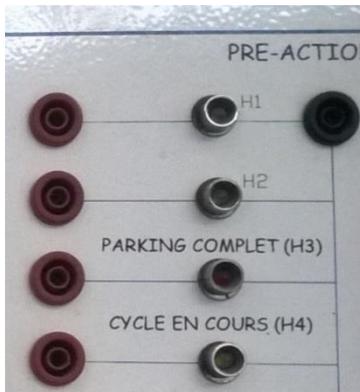
Cas du système "store automatique"

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.



Quatre voyants lumineux?

H1, H2, H3 et H4.

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).

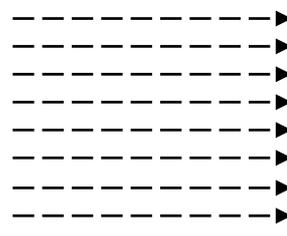
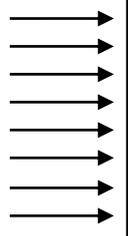
B. Liaison électrique

Liaison parallèle

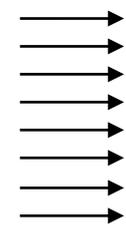
Dans une communication parallèle, plusieurs lignes sont utilisées pour transmettre simultanément des données.



Machine 1

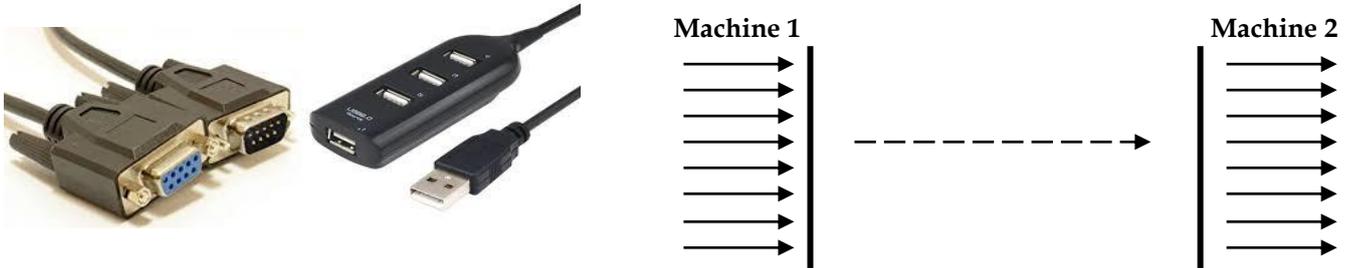


Machine 2



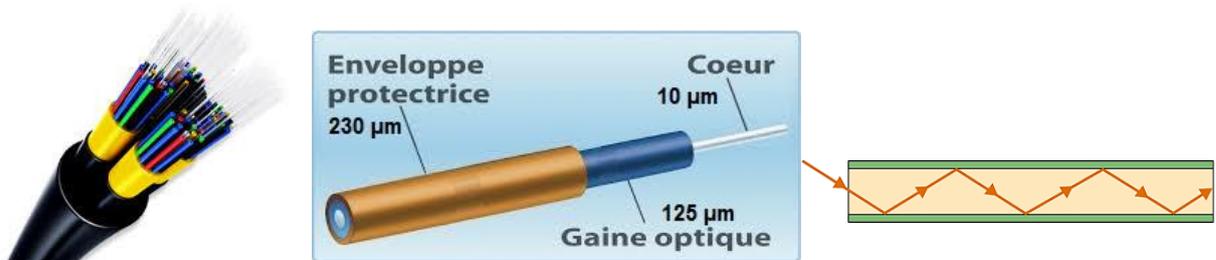
Liaison série

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)

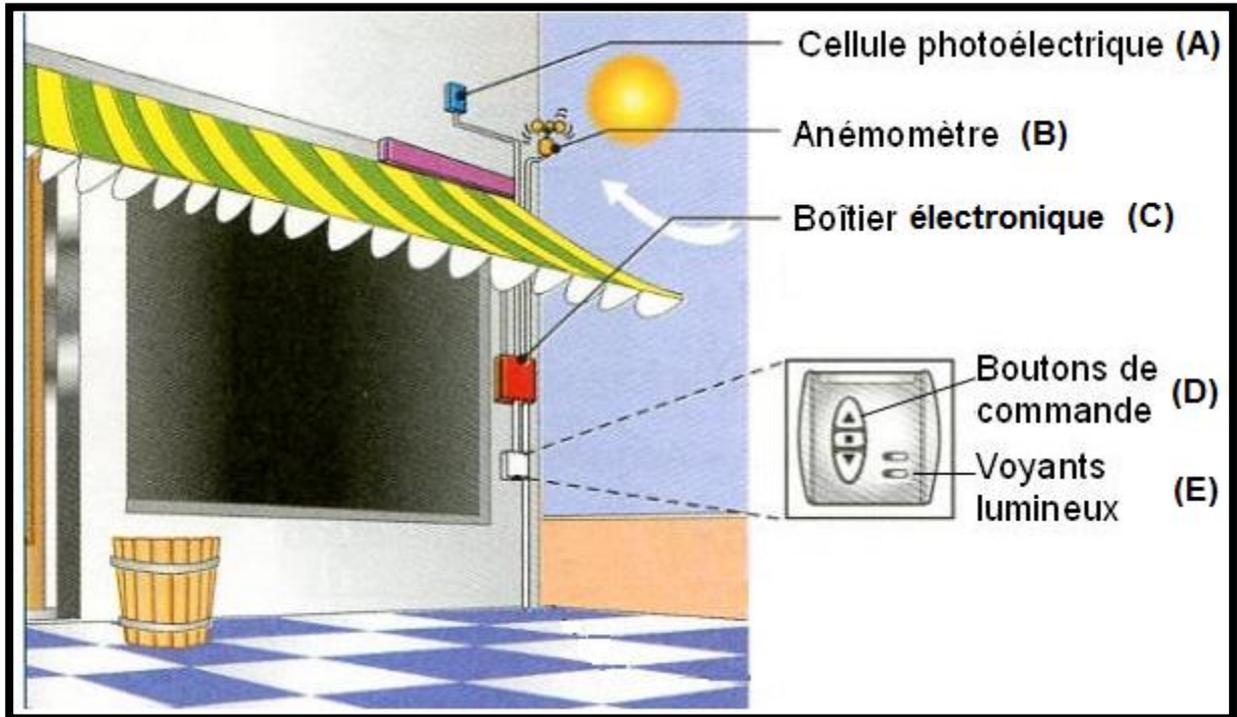
Communication utilisant la lumière infrarouge sur une courte distance (10 m environ) sans obstacle.



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.



Acquérir : A, B, D

Traiter : C

Communiquer : E

- 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)

P1 → 3

P2 → 6

P3 → 4

P4 → 5

P5 → 1

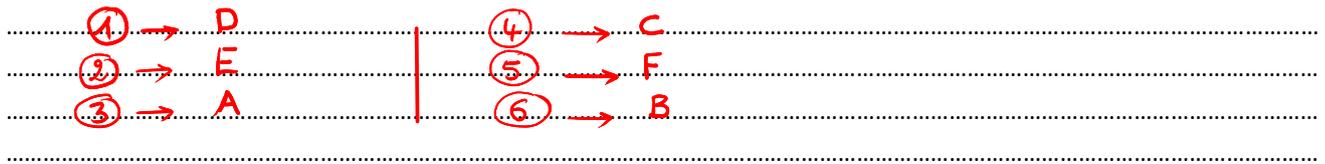
P6 → 2

2. Système d'alarme anti-incendie

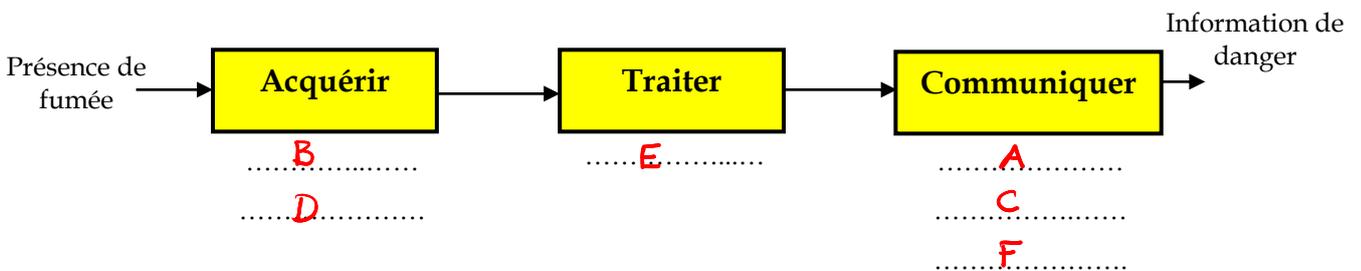
- ① Avertir manuellement de la présence de fumée
- ② Traiter l'information comme étant source de danger
- ③ Avertir les personnes du danger par alarme sonore
- ④ Avertir également les personnes par signaux lumineux
- ⑤ Contacter le centre de lutte anti-incendie le plus proche
- ⑥ Avertir automatiquement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

 Sirène (A)	 Détecteur de fumée (B)	 Avertisseur lumineux (C)
 Déclencheur manuel (D)	 Centre de contrôle programmable (E)	 Carte pour transmission téléphonique (F)

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.

Acquérir		Traiter
Éléments de consignes	Capteurs	
<ul style="list-style-type: none"> • Bouton m du pupitre 	<ul style="list-style-type: none"> • Capteur de présence S • Capteur optique C • Fins de course: L10, L11, L20 et L21 	<ul style="list-style-type: none"> • Automate programmable