

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'EDUCATION

TECHNOLOGIE

2^{ème} *année de l'enseignement secondaire*

Sciences

Manuel de cours

Les auteurs

Robéi BENSEIF
Inspecteur principal

M^{ed} Sadok JEBABI
Inspecteur principal

Salem SENKEZ
Professeur principal

Anouar CHERIF
Professeur principal

Moncef ABDOU
Professeur principal

Faouzi Ben ABDALLAH
Professeur principal

Les évaluateurs

Fredj JAZI
Inspecteur général

Abdelwaheb DOUGUI
Professeur universitaire

Mohamed Ben HAMIDA
Inspecteur principal

Ali KHOUAJA
Inspecteur principal

PRÉFACE

Dans le prolongement de la technologie du tronc commun, la technologie des systèmes automatisés propose aux élèves de deuxième année de la voie scientifique un enseignement ouvert sur les réalisations industrielles d'aujourd'hui.

L'enseignement de la technologie permet aux élèves de comprendre l'environnement technologique dans lequel ils évoluent et de prendre conscience de l'importance de l'utilisation des techniques dans l'activité économique et sociale.

Le programme accorde l'intérêt qui se doit à l'entraînement des apprenants à l'utilisation des technologies de l'information et de la communication comme moyen d'accès au savoir et outil d'auto formation. Il présente les bases d'une formation technologique moderne.

L'acquisition des connaissances du programme se fait non seulement par des cours théoriques mais également à partir d'activités pratiques.

Les élèves doivent pouvoir rechercher les connaissances abordées en cours et en activités pratiques afin de les assimiler et de les mobiliser pour résoudre de nouveaux problèmes formulés dans d'autres contextes ou situations significatives en rapport avec l'environnement de l'élève.

Parmi les moyens mis à disposition, le manuel scolaire occupe une place privilégiée. Il permet au professeur de mener à bien une pédagogie active et aux élèves d'assimiler les nouvelles connaissances et de travailler avec une certaine autonomie. Il se compose de deux volumes :

> Le manuel de cours : Ce manuel répond aux exigences didactiques et pédagogiques du programme officiel de technologie.

> Le manuel d'activités pratiques : Ce manuel propose des activités pour l'élève conformément au programme officiel et en concordance avec le manuel de cours. Ces activités prennent en considération les équipements disponibles. Elles sont de différents types :

- Les activités de découverte au début des nouveaux chapitres permettent à l'élève de faire des recherches préalables pour mieux aborder la phase d'apprentissage.
- Les activités de travaux pratiques permettent à l'élève de mieux assimiler le contenu de l'apprentissage en exerçant ses acquis sur différents systèmes techniques.
- Les activités de recherche relatives à la sécurité de l'utilisateur, du système et de l'environnement permettent de sensibiliser l'élève à cette dimension de mieux le préparer à affronter le monde industrialisé.

Les auteurs qui ont conçu ces manuels espèrent qu'ils ont répondu aux attentes des enseignants et aux besoins des élèves. Ils comptent beaucoup sur les remarques et les suggestions des utilisateurs de ces manuels pour des éventuelles améliorations.

Les auteurs

Comment utiliser le manuel de cours de technologie ?

En classe

- Utilise ton manuel quand le professeur le demande.

Sur ton manuel :

1- Exemple introductif

Proposition des activités intégratives d'apprentissage.

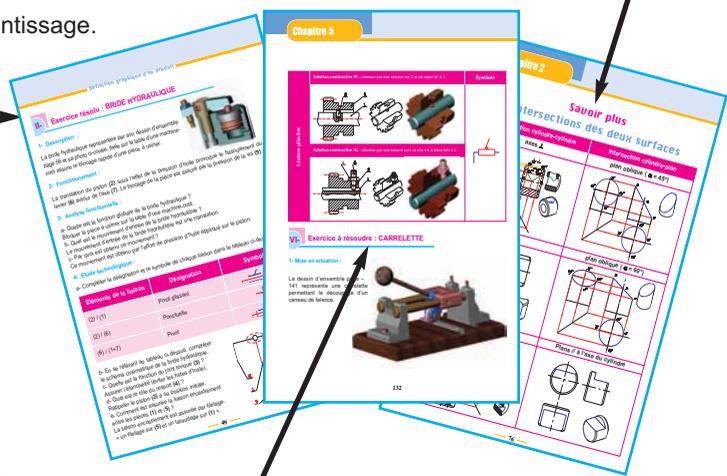
2- Exercice résolu

Les exercices résolus sont une simple application des nouvelles connaissances.

3- Exercices à résoudre

Les exercices à résoudre me permettent de voir si je maîtrise ma leçon.

4- Savoir plus



A la maison

- Ouvre ton manuel, il est fait pour être utilisé (il n'aime pas rester fermé).

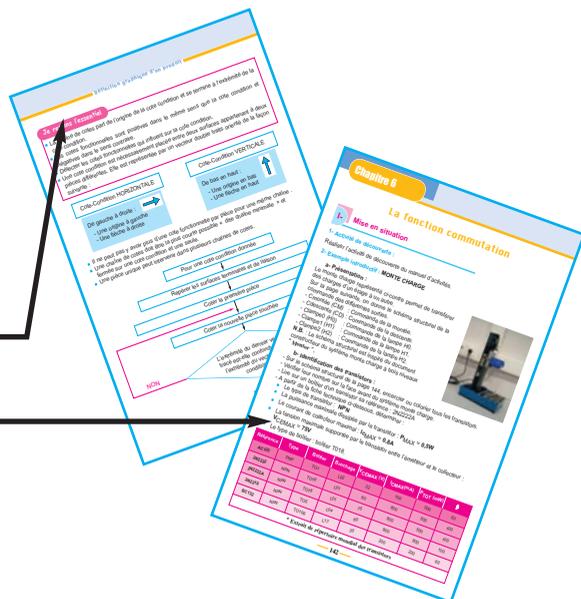
- 1- Tu dois vérifier si tu es capable d'atteindre les objectifs fixés en début de chapitre.

EX : Identifier la fonction globale d'un système technique

- 2- Relis et apprends ce que tu as écrit dans ton cahier. Ouvre ton manuel et n'oublie pas de consulter le résumé « je retiens l'essentiel ».

Prépare à l'avance l'activité de découverte ; elle te permet d'utiliser les pré-requis.

- 3- Afin de traiter convenablement les exercices commence par comprendre ta leçon puis applique les directives suivantes :



J'apprends à faire un exercice

Exercice

1

Je lis le texte.
J'observe les photographies, les schémas, les dessins et les tableaux.

2

Je cherche à en comprendre le sens. Dans cet exercice, Je cherche la définition des mots difficiles à comprendre.

3

Je repère dans le texte toutes les informations qui me sont données
(par exemple en les soulignant ou en les coloriant ou en les recopiant sur le brouillon).
Ici les informations sont coloriées en jaune.

4

Je repère dans le texte tout ce qui m'est demandé (par exemple en le soulignant ou en le recopiant sur le brouillon).
Ici ce qui m'est demandé est souligné en rouge.

5

A partir de ce que je sais, je cherche à faire le lien entre ce que l'on me donne et ce que l'on me demande.

6

Je rédige l'exercice au propre. J'utilise les instruments de dessin au besoin.

7

Je vérifie que mes résultats, mes réponses :
- répondent bien à la question posée,
- ont bien l'unité convenable,
- sont conformes à la norme en vigueur.

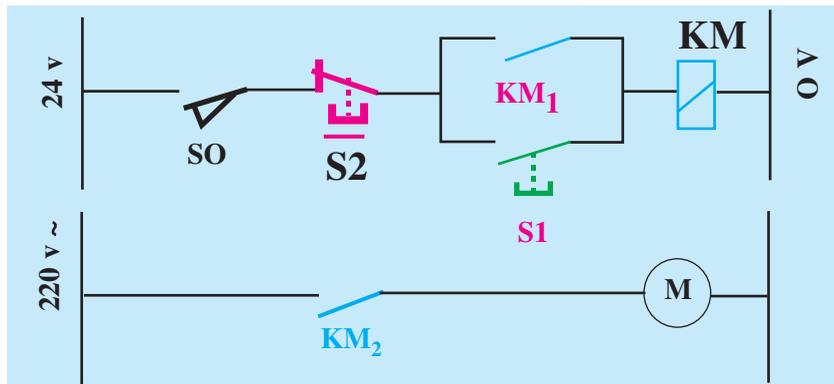
Systeme : **Coupe-pain**

Description :

Ce système permet de couper le pain en tranches. Il est utilisé dans les unités de restauration à forte capacité d'accueil, aussi bien en restauration social qu'en restauration commerciale.

Fonctionnement :

- * La présence du pain dans la goulotte détectée par un capteur **S0** et l'action sur un bouton poussoir **S1** entraîne la mise en marche du système (la coupe du pain en tranches **M = 1**).
- * L'action sur un bouton poussoir **S2** arrête le système.



a) A partir du schéma électrique, déterminer l'équation logique de KM.

b) Représenter le logigramme de l'équation logique de KM avec des opérateurs logiques NI à deux entrées.

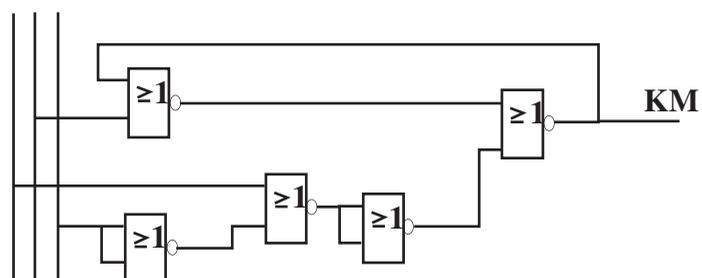
$$KM = S0 \cdot S2 \cdot (\overline{S1} + KM)$$

$$KM = S0 \cdot \overline{S2} \cdot (S1 + KM) = S0 \cdot \overline{S2} \cdot (S1 + KM)$$

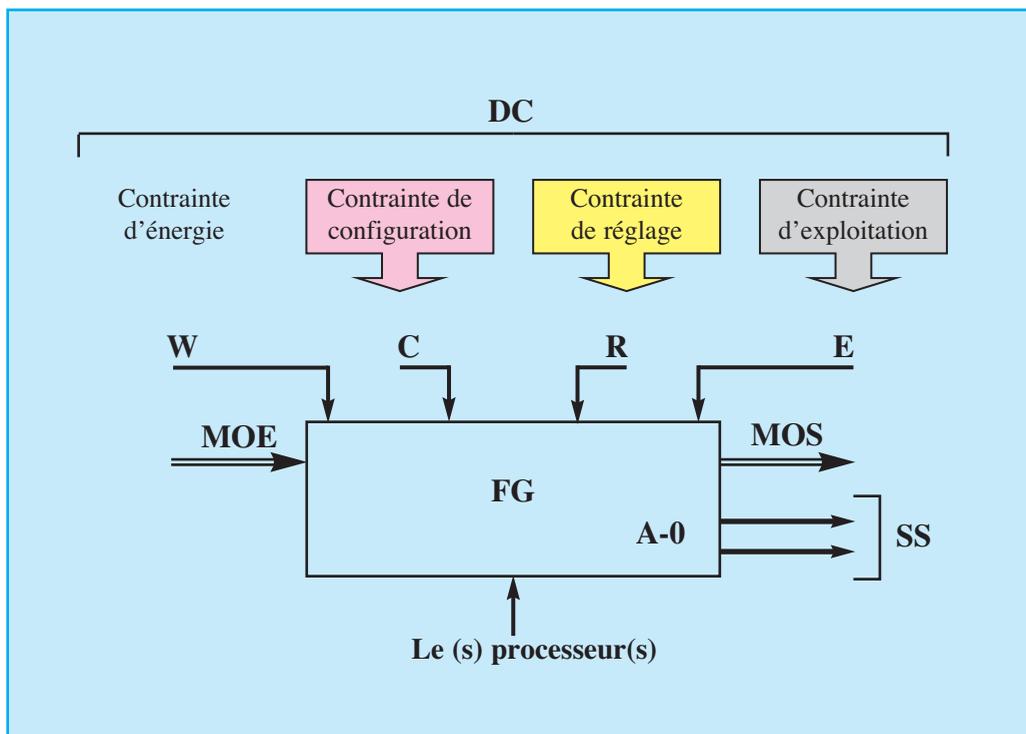
$$S0 \cdot \overline{S2} \cdot (S1 + KM)$$

$$= S0 \cdot \overline{S2} + (S1 + KM) = \{ \{ (S0 \downarrow 0) \downarrow (S2) \} \downarrow [S1 \downarrow KM]$$

S2 S1 S0



Leçon n°1 : La modélisation d'un système technique (Rappels)



Objectifs :

- Identifier la fonction globale d'un système technique.
- Identifier les fonctions de service qui contribuent à la satisfaction de la fonction globale.

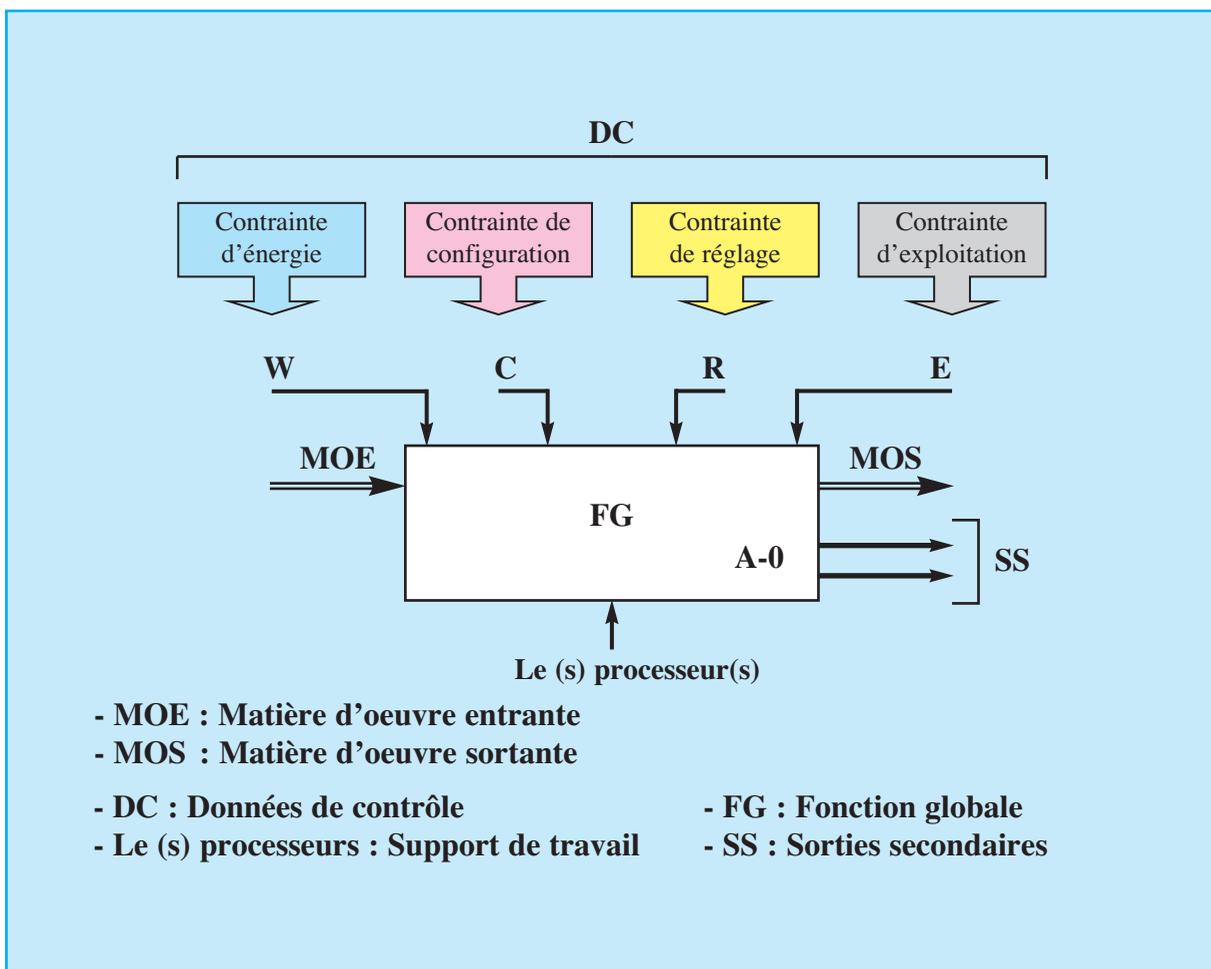
Selon le point de vue concepteur, un système est défini par un modèle fonctionnel.

La modélisation d'un système technique

I Rappel

Modéliser un système technique consiste à lui donner une représentation graphique qui énumère les quatre ensembles d'éléments ci-dessous en les distinguant les uns des autres et en montrant les relations entre elles :

- La fonction globale, qui apporte la valeur ajoutée à la matière d'œuvre.
- Les éléments constitutifs (le ou les processeurs) qui sont inclus dans la frontière et qui supportent la fonction globale.
- La matière d'œuvre sur laquelle s'exerce son action.
- Les données de contrôle, qui provoquent ou modifient la mise en œuvre de la fonction.



II Exercices résolus

Exercice 1 : Machine à laver

1- Description :

Le système " machine à laver " présenté ci-contre permet à l'utilisateur d'obtenir du linge propre à partir du linge sale.

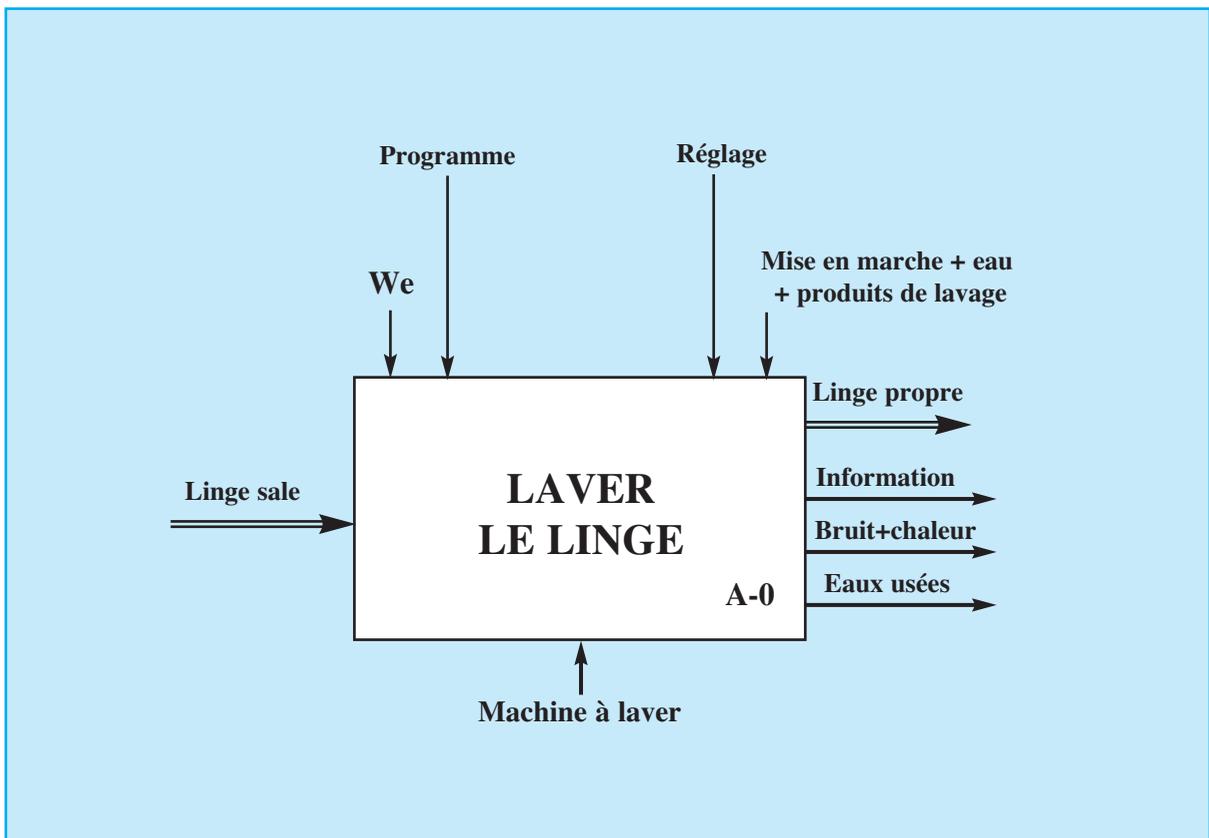
Elle est constituée d' :

- un moteur électrique ;
- un tambour ;
- un automate programmable

2- Travail demandé :

Modéliser le système " machine à laver "

3- Modélisation de la machine à laver :



Chapitre 1

Exercice 2 : Store automatique

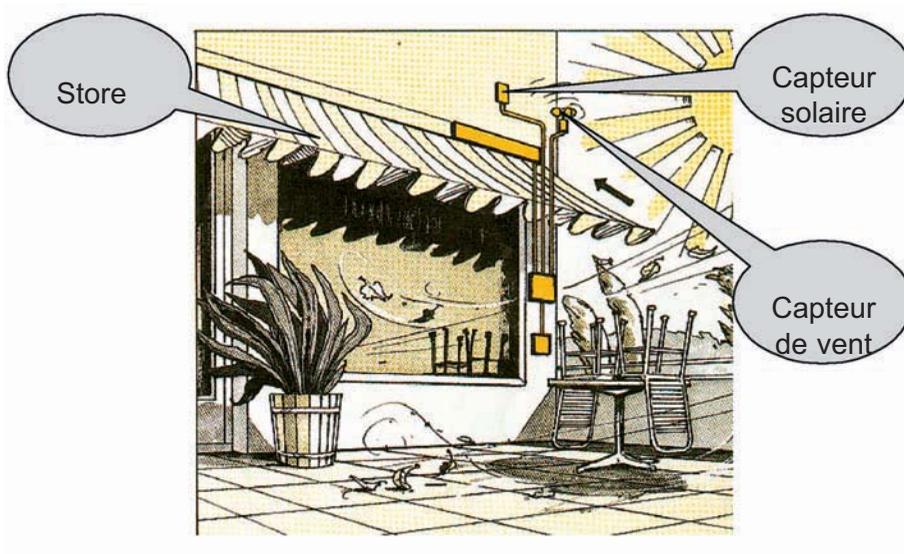
1- Description :

Le système présenté ci-dessous permet de commander automatiquement un store de protection solaire en tenant compte de l'intensité du vent et de la luminosité.

Il est équipé de deux capteurs de détection de la lumière solaire et du vent.

Si la lumière solaire dépasse un certain seuil d'intensité, le store descend. Si l'intensité lumineuse diminue en dessous d'un autre seuil, le store remonte.

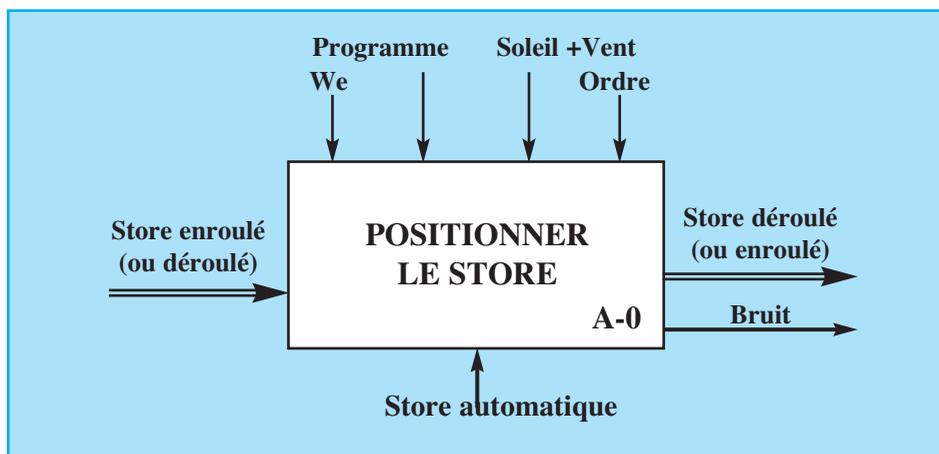
L'installation est protégée contre les vents intenses grâce à une mesure de son intensité qui provoque la remontée du store à partir d'un seuil fixé par l'opérateur.



2- Travail demandé :

Modéliser le système store automatique.

3- Modélisation du store automatique :

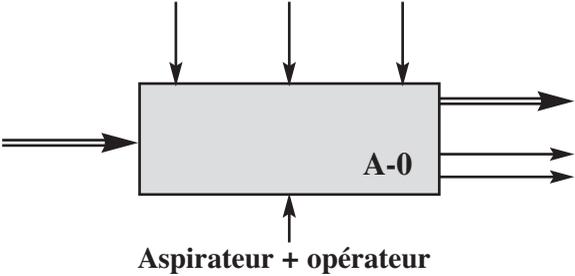
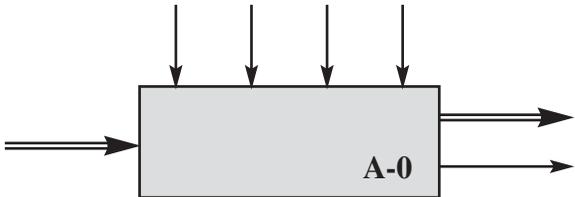
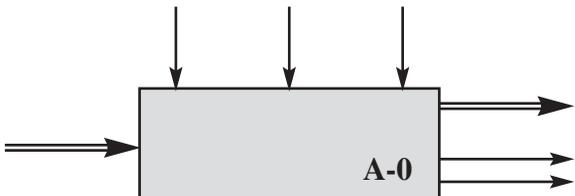
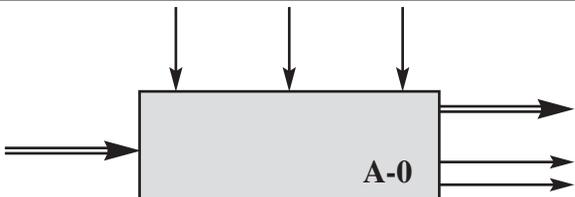


III Activités de travaux pratiques

Réaliser les activités de travaux pratiques du manuel d'activités (activités : 1, 2 et 3).

IV Exercice à résoudre

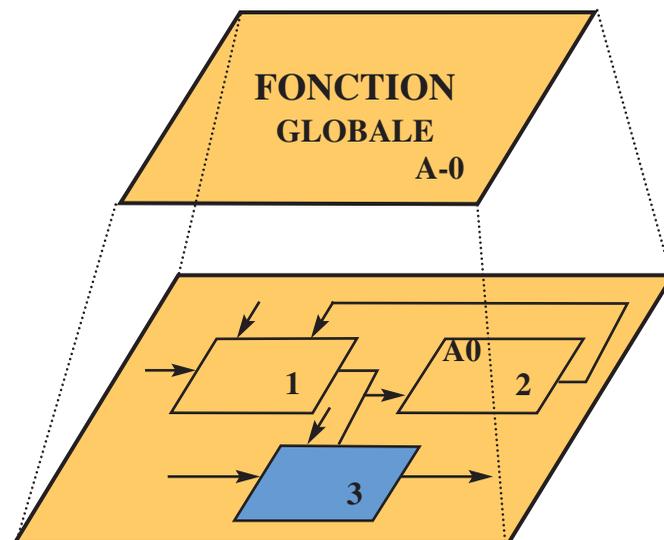
Compléter la modélisation des systèmes suivants.

Système	Modèle fonctionnel
	 <p style="text-align: center;">Aspirateur + opérateur</p>
	 <p style="text-align: center;">Stérilisateur de biberons à vapeur</p>
	 <p style="text-align: center;">Grille - pain</p>
	 <p style="text-align: center;">Yaourtière</p>

Je retiens l'essentiel

- La modélisation d'un système technique **dresse** l'inventaire de ses relations externes
- Pour l'établir :
 - **Définir** sa fonction globale par une **expression comportant un infinitif**.
 - Seule la matière d'œuvre qui doit être représentée par une **flèche à double traits**.
- La modélisation ne donne pas **l'agencement des sous systèmes** réalisant les fonctions.

Leçon n°2 : L'analyse descendante (SADT)



Objectifs :

- Identifier la fonction globale d'un système technique.
- Identifier les fonctions de service qui contribuent à la satisfaction de la fonction globale

S.A.D.T signifie : **S**ystem **A**nalysis and **D**esign **T**echnic. Cette méthode a été mise au point par la société **Softech** aux Etats Unis.

Elle peut être appliquée à la gestion des entreprises et aux systèmes techniques automatisés.

L'analyse descendante

I Mise en situation

1 - Activité de découverte

Réaliser l'activité de découverte du manuel d'activités.

2 - Exemple introductif :

Sous station de réception par satellite des programmes TV.

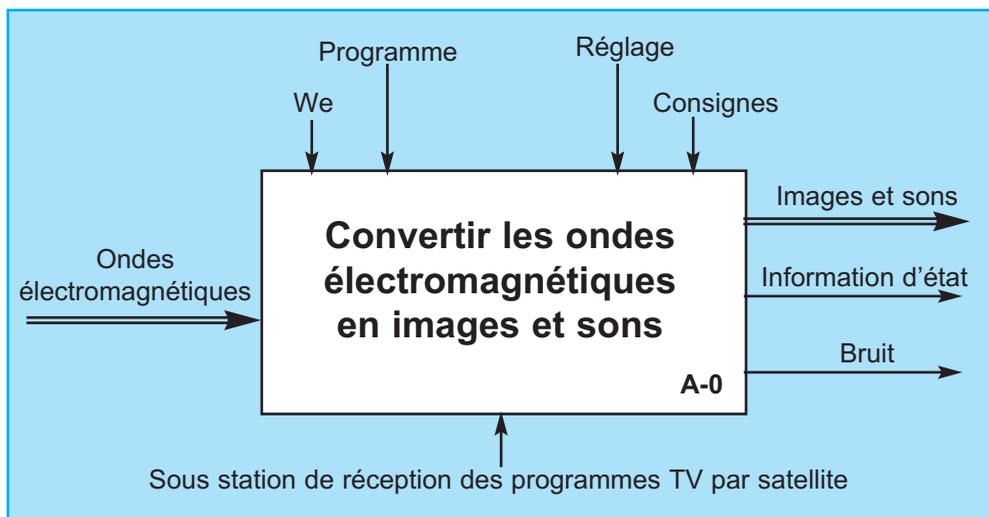
a) Présentation

La sous station de réception par satellite des programmes TV est constituée principalement par :

- Un téléviseur
- Un récepteur-positionneur
- Une antenne parabolique

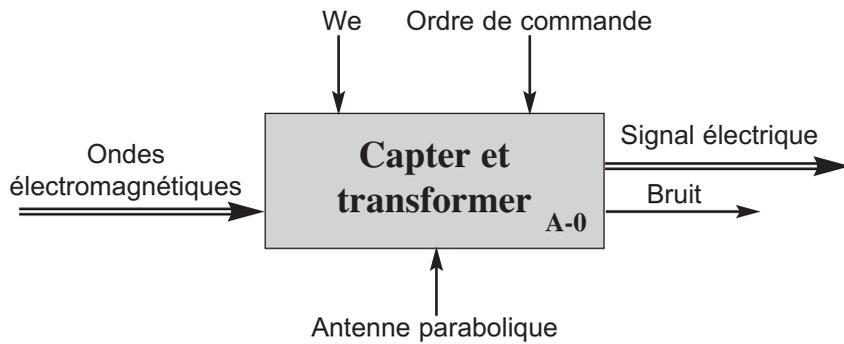
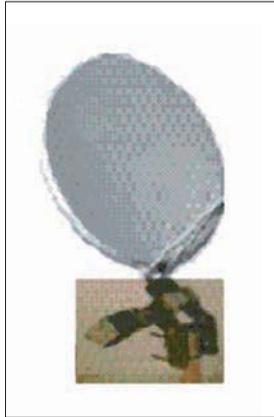


b) Modélisation du système

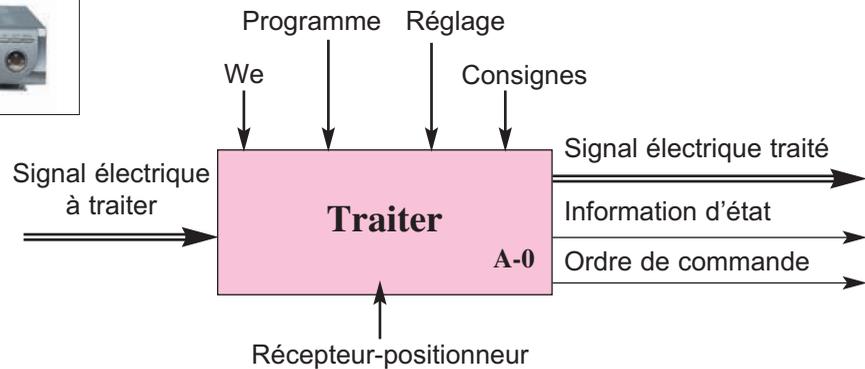


c) Modélisation des sous-systèmes

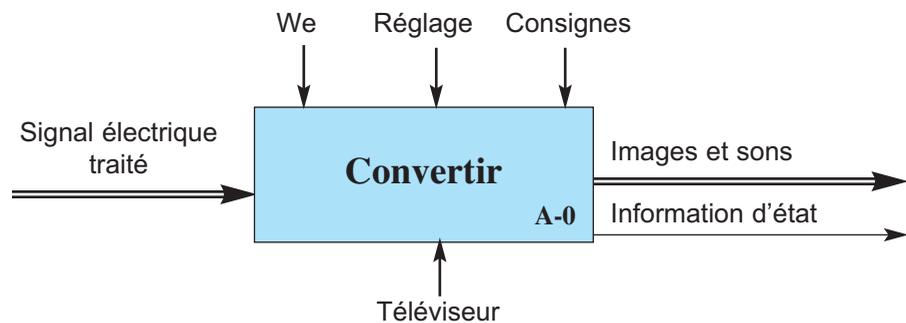
- Capturer et Transformer :



- Traiter :



- Convertir :



II Analyse descendante

1 - Définition :

L'analyse descendante permet de modéliser et de décrire graphiquement des systèmes notamment les flux de matière d'œuvre en allant du plus général au plus détaillé.

2 - Description de la méthode utilisée " SADT " :

Le modèle SADT est constitué de boîtes et de flèches étiquetées. Les boîtes représentent la décomposition du problème en parties. Les flèches relient et codifient les interfaces et (ou) les contraintes entre les boîtes.

Le modèle d'analyse est constitué d'une suite cohérente de diagrammes.

Le diagramme de plus haut niveau représente la fonction globale du système.

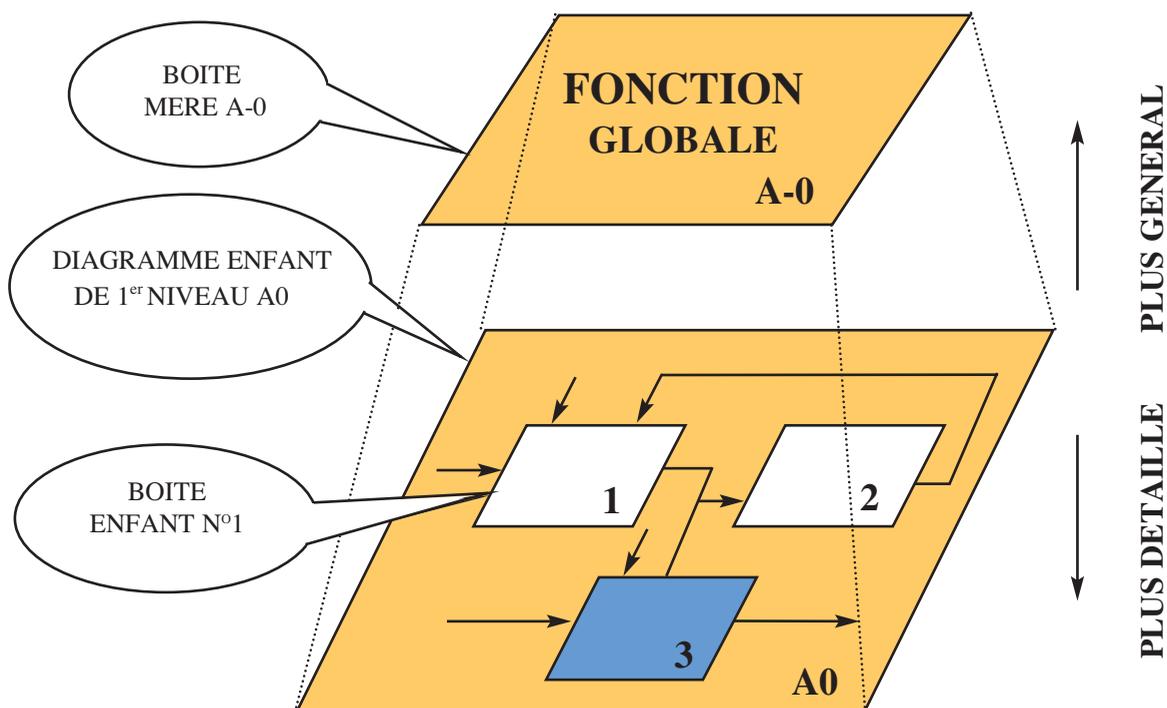
Chaque diagramme de niveau inférieur ne montre qu'une fonction partielle qui s'intègre dans le diagramme de niveau supérieur.

3 - Convention de représentation :

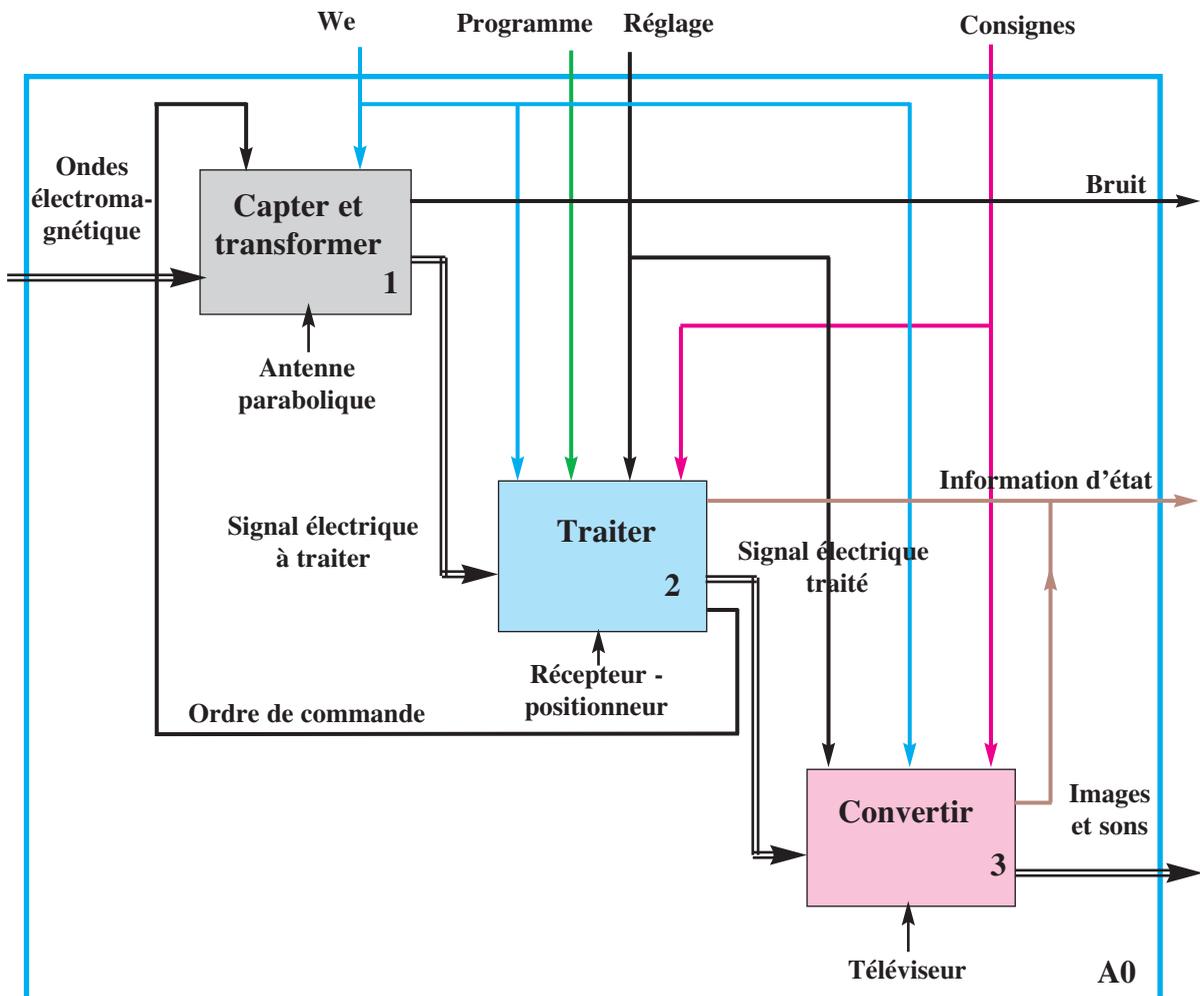
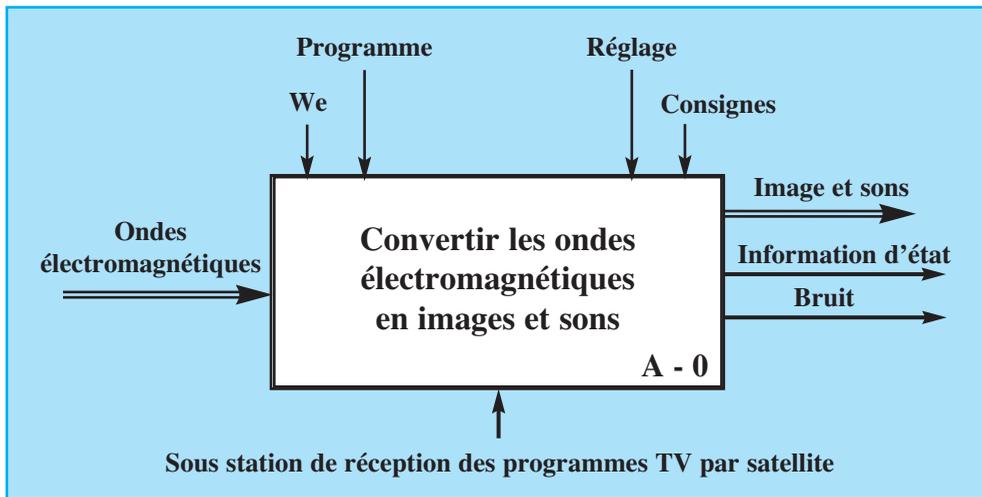
Le système global et son environnement sont représentés par une seule boîte appelée "boîte-mère" qui porte le numéro de nœud A-0 (lire a moins zéro).

La décomposition de cette boîte fait apparaître l'actigramme de plus haut niveau qui porte le numéro de nœud A0 (lire a zéro) et qui comporte n boîtes appelées "boîtes-enfants".

Chaque boîte-enfant porte un numéro (de 1 à n) dans le coin inférieur droit.



Dans le cas du système "Sous station de réception des programmes TV par satellite", l'analyse descendante de niveaux A-0 et A0 en employant la méthode SADT est la suivante :



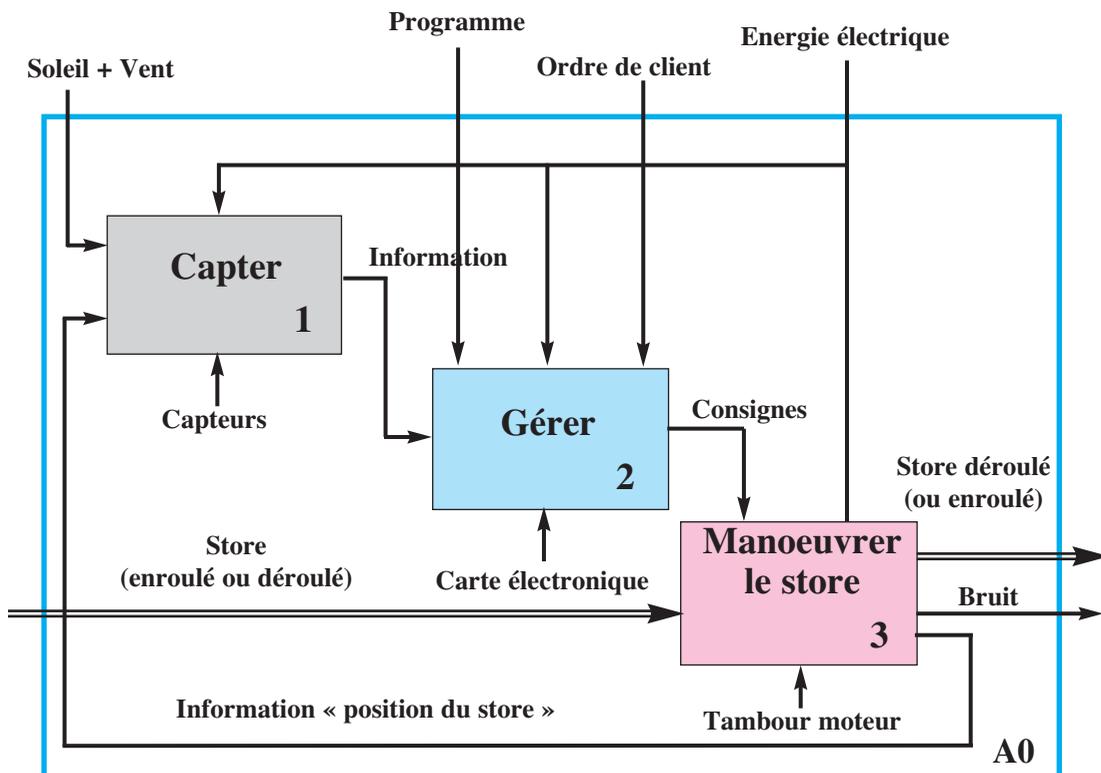
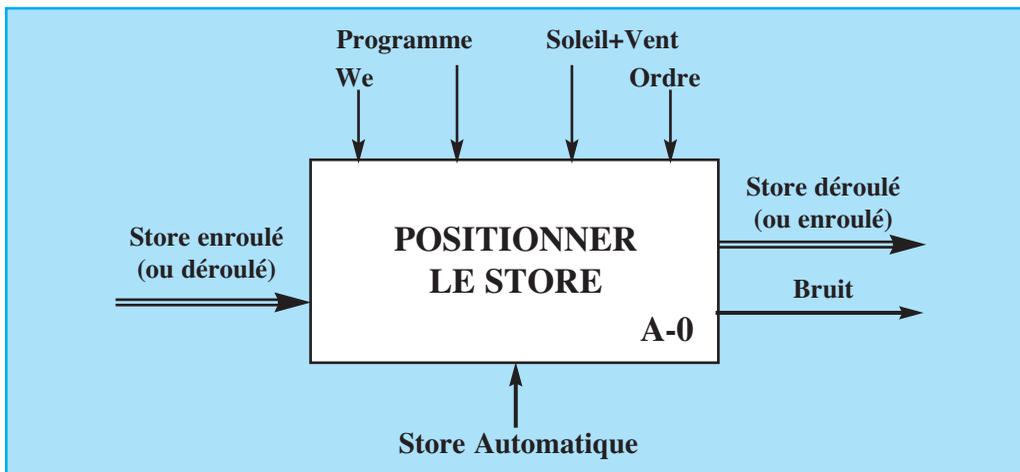
III Exercice résolu

Systeme : Store automatique

Le système de manœuvre de store automatique est constitué par :

- Des capteurs pour capter le vent et le soleil.
- Une carte électronique pour traiter les informations venant des capteurs et gérer le système.
- Un tambour moteur permettant de dérouler ou enrouler le store.

En se référant au modèle fonctionnel A-0 du store, représenter l'actigramme de niveau A0.



IV Activités de travaux pratiques

Réaliser les activités de travaux pratiques du manuel d'activités (activités : 1, 2, 3 et 4)..

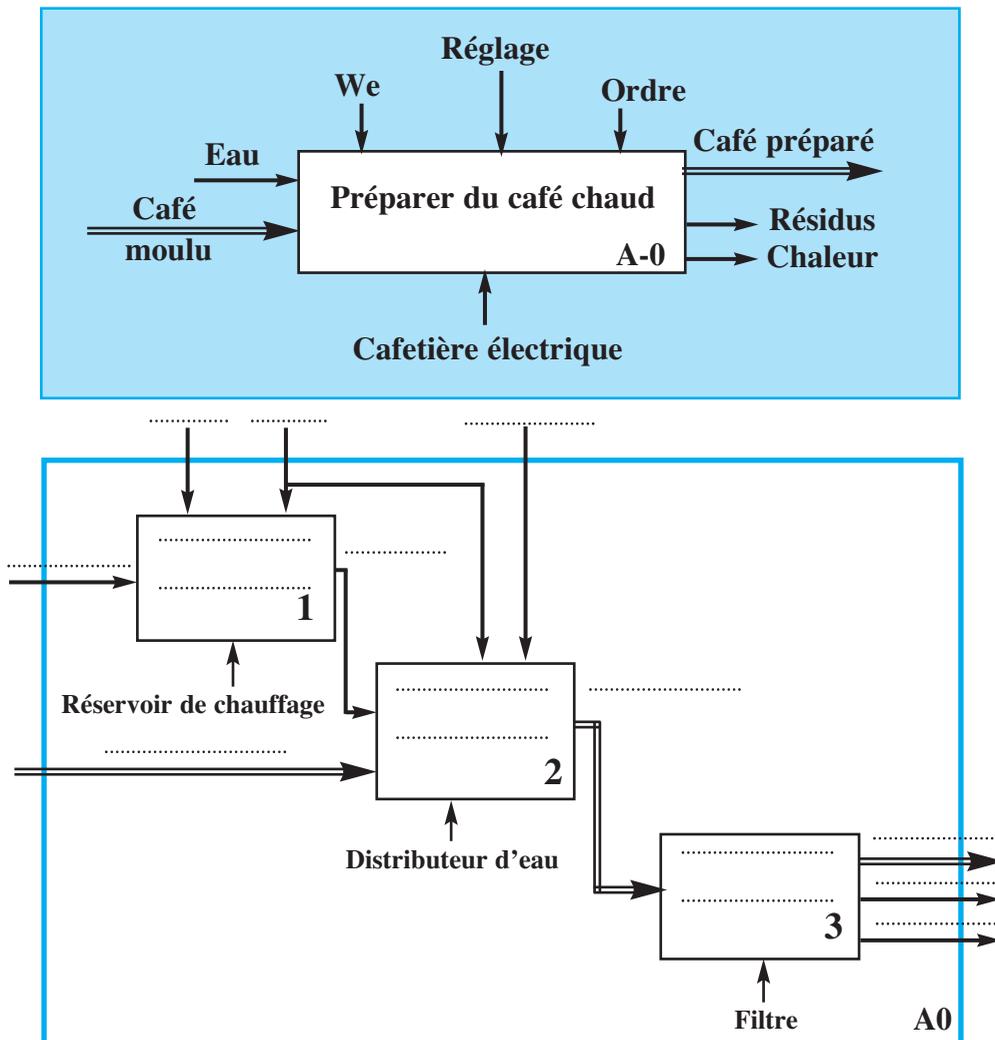
V Exercice à résoudre

1 - Cafetière électrique

La cafetière électrique permet de préparer du café à partir de l'eau et de la mouture (café moulu). Elle est constituée essentiellement par :

- Un réservoir de chauffage qui permet de chauffer l'eau.
- Un distributeur d'eau permettant de mettre en contact l'eau et le café moulu.
- Un filtre permettant de séparer le café du résidu.

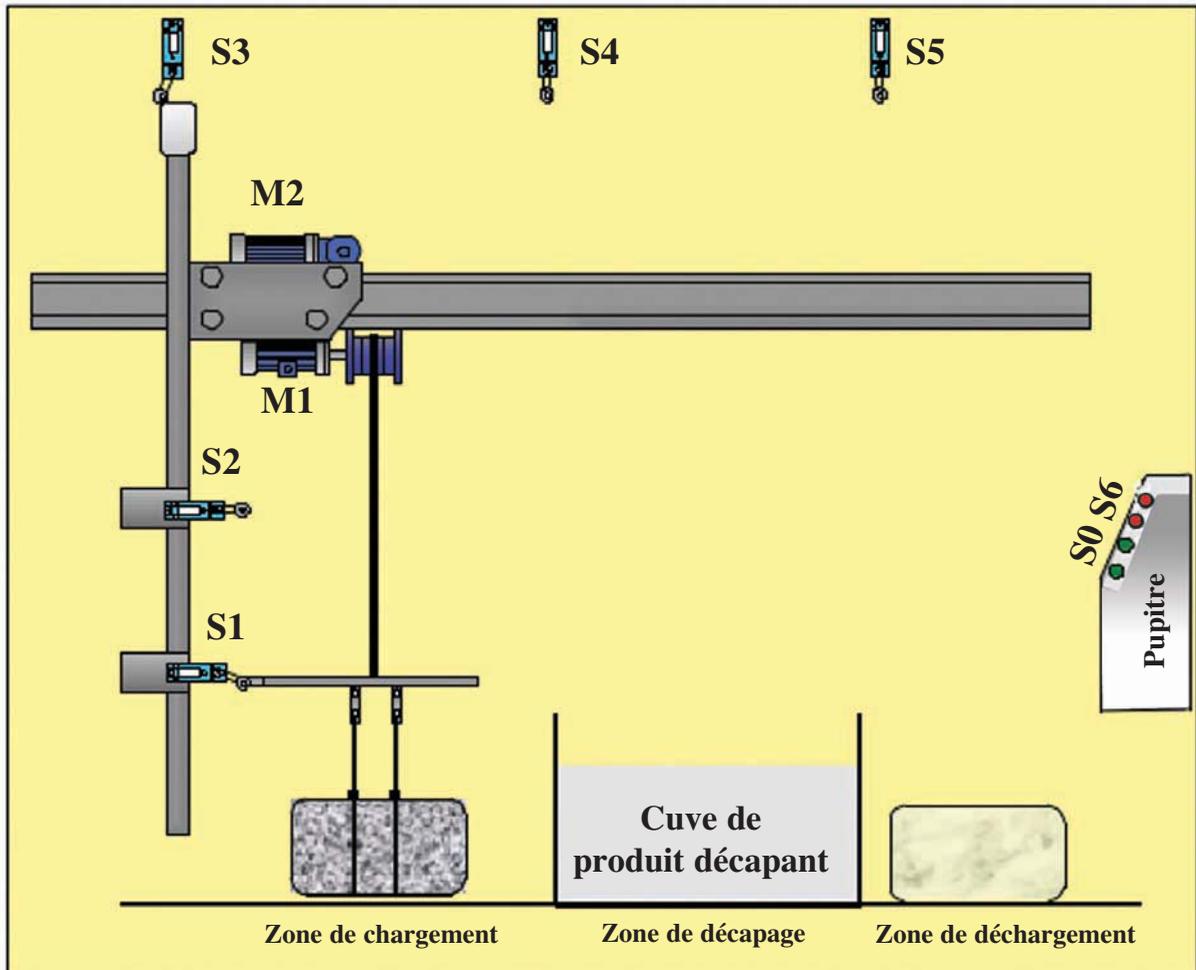
On donne le modèle A-0 de la cafetière et on demande de compléter l'actigramme de niveau A0.



2 - Système de décapage par immersion

a) Mise en situation :

Le système présenté ci-dessous sert à nettoyer des pièces métalliques pour les préparer à la peinture. Cette opération est effectuée par immersion de ces pièces dans un produit décapant.



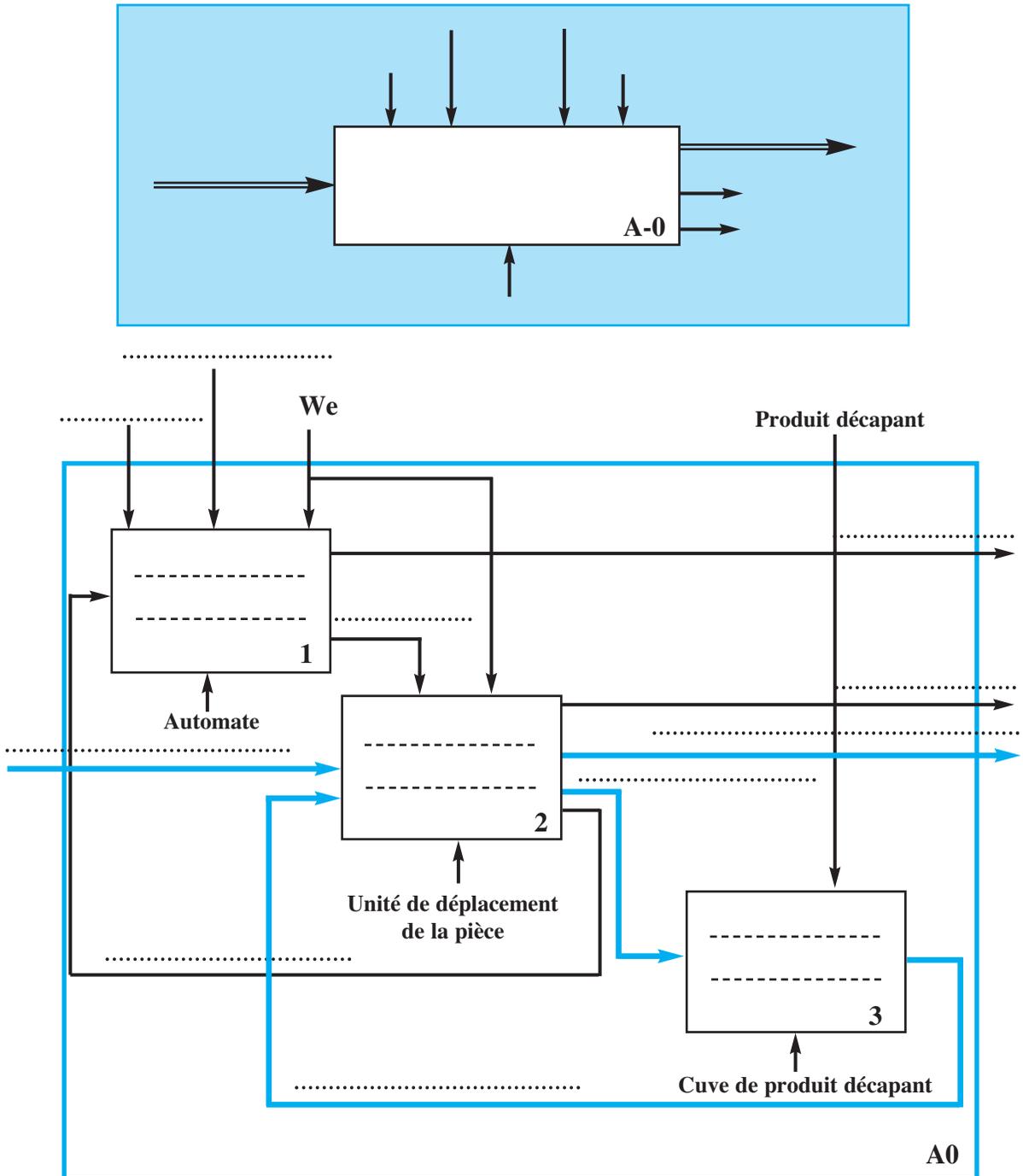
b) Constitution du système :

Le système de décapage par immersion est constitué d' :

- Un automate programmable et un pupitre de commande.
- Une unité de déplacement vertical et horizontal de la pièce métallique.
- Une cuve contenant un produit décapant.

c) Travail demandé :

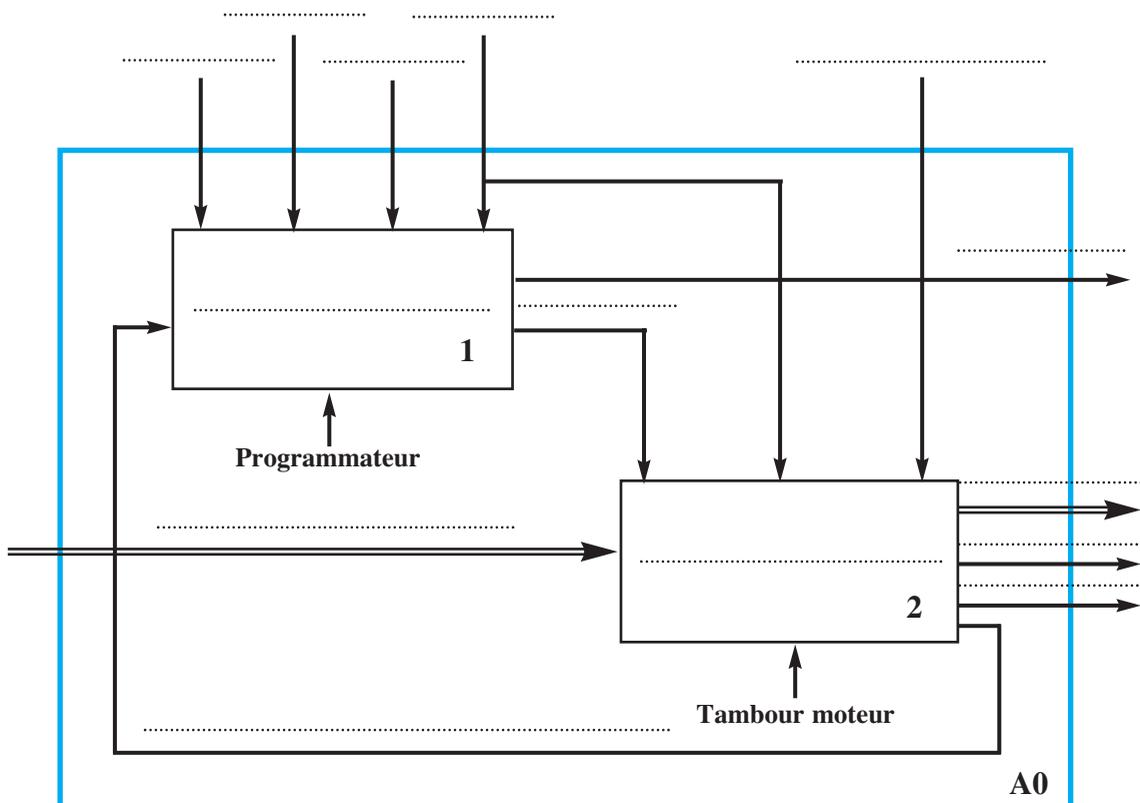
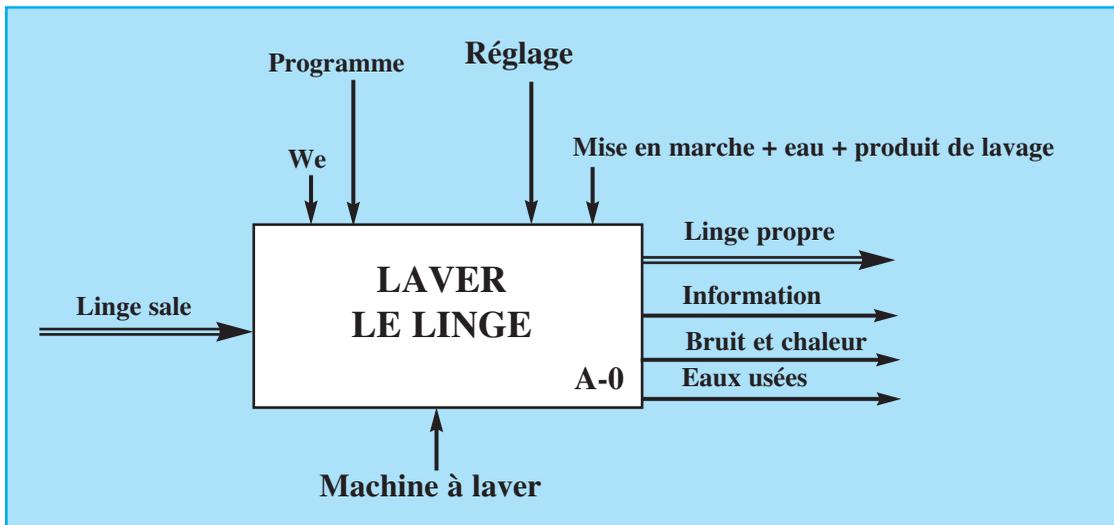
Compléter l'actigramme de niveau A-0 et de niveau A0 du système.



3 - Machine à laver :

En se référant à l'actigramme de niveau A-0 de la machine à laver, compléter l'actigramme de niveau A0.

Chapitre 1



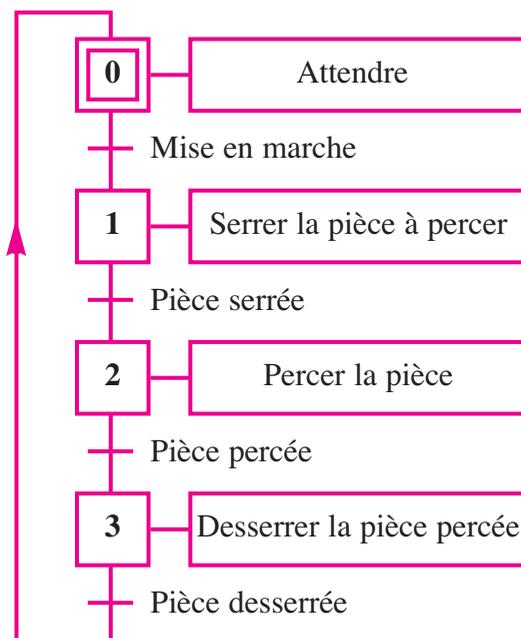
Je retiens l'essentiel

S.A.D.T est une méthode d'analyse par niveaux successifs d'approche descriptive d'un système quelconque.

Les principales règles de **S.A.D.T** sont les suivantes :

- Chaque flèche entrante ou sortante de la boîte-mère doit se trouver sur le diagramme enfant.
- Les flèches sont affectées d'un label (étiquette) indiquant leur nature.

Leçon n°3 : GRAFCET d'un point de vue du système



Objectifs :

- Décrire le fonctionnement d'un système technique à l'aide d'un GRAFCET d'un point de vue de la P.O. et / ou de la P.C

Pour éviter les risques de malentendus entre le rédacteur du cahier des charges et le concepteur de l'automatisme, l'**AFCET*** a créé le **GRAFCET** (Graphe de Commande Étape Transition) qui formalise la représentation d'un cycle de système automatique.

* **AFCET** : Association Française pour la Cybernétique Économique et Technique.

Grafcet d'un point de vue du système

I Activité de découverte

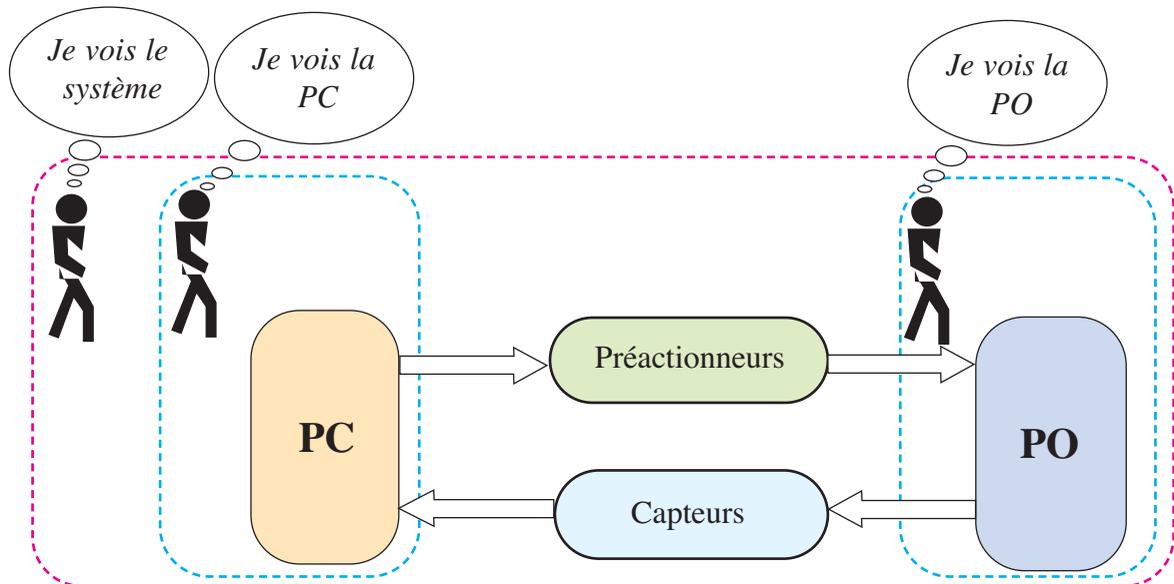
Réaliser l'activité de découverte du manuel d'activités.

II Rappel

Le **GRAF CET** (Graphe de **C**ommande **E**tape/**T**ransition) est le plus utilisé des outils de description du fonctionnement des systèmes automatisés séquentiels.

La description par l'outil GRAFCET est fonction du point de vue selon lequel un observateur s'implique dans le fonctionnement du système. On distingue trois points de vues :

- GRAFCET d'un point de vue du système.
- GRAFCET d'un point de vue de la partie opérative PO.
- GRAFCET d'un point de vue de la partie commande PC.



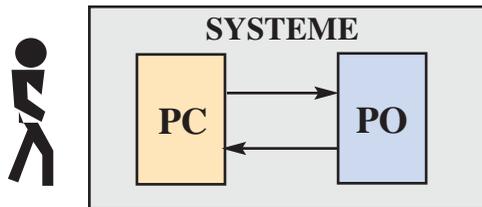
GRAF CET D'UN POINT DE VUE DU SYSTÈME :

Première approche d'un système automatisé, c'est un graphe de coordination des tâches opératives et qui ne précise pas la technologie utilisée.

Les actions sont définies par un verbe à l'infinif.

Les réceptivités sont définies par une expression avec participe passé.

SITUATION DE L'OBSERVATEUR



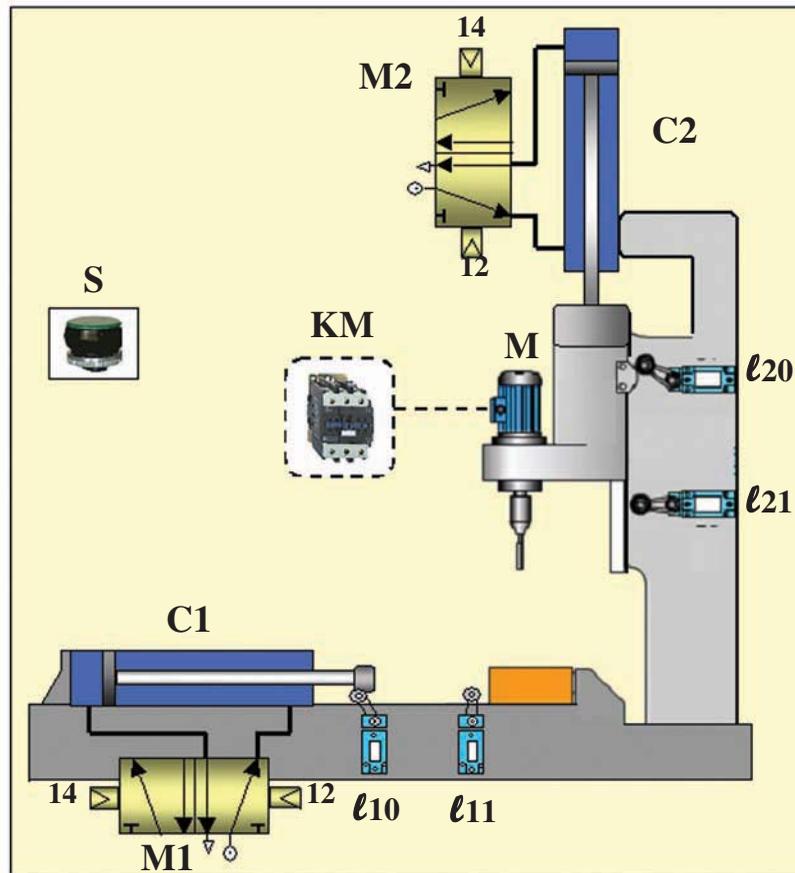
L'observateur est extérieur au système. Le système peut très bien ne pas avoir d'existence physique : La description reste très abstraite et porte essentiellement sur l'évolution de la matière d'œuvre (MO).

III Exemple introductif : Poste automatique de perçage

a) Présentation

Le poste de perçage automatique est constitué :

- d'un étau à commande automatique ;
- d'une unité de perçage.



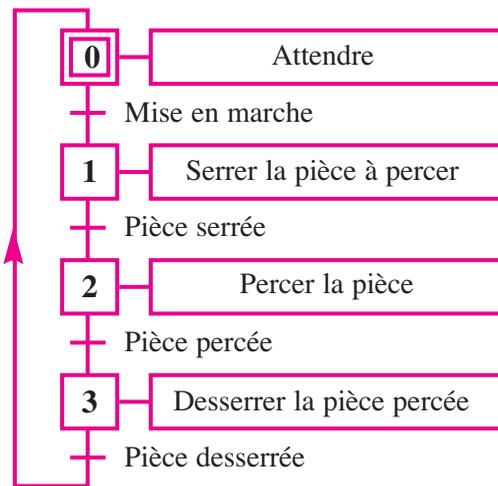
b) Description du fonctionnement

L'opérateur place la pièce à percer sur l'étau de serrage. L'action sur un bouton poussoir de mise en marche provoque le cycle de fonctionnement suivant :

- Serrage de la pièce à percer
- Perçage de la pièce
- Desserrage de la pièce percée

Chapitre 1

Dans le cas du système " Poste automatique de perçage ", le GRAFCET d'un point de vue du système est :

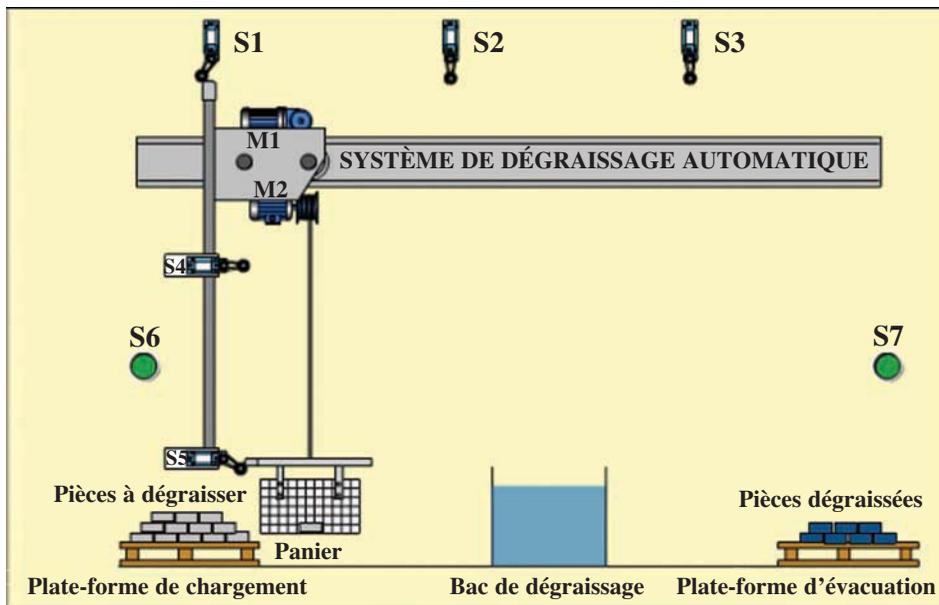


Le GRAFCET représente la description du processus du poste automatique de perçage. Son écriture en langage clair permet sa compréhension par tous : du client demandeur du poste à son futur utilisateur.

IV Exemple : Système de dégraissage automatique (exercice résolu)

a) Présentation

Le système représenté ci-dessous sert à dégraisser les pièces métalliques par immersion dans un bac contenant un produit dégraissant.



b) Fonctionnement

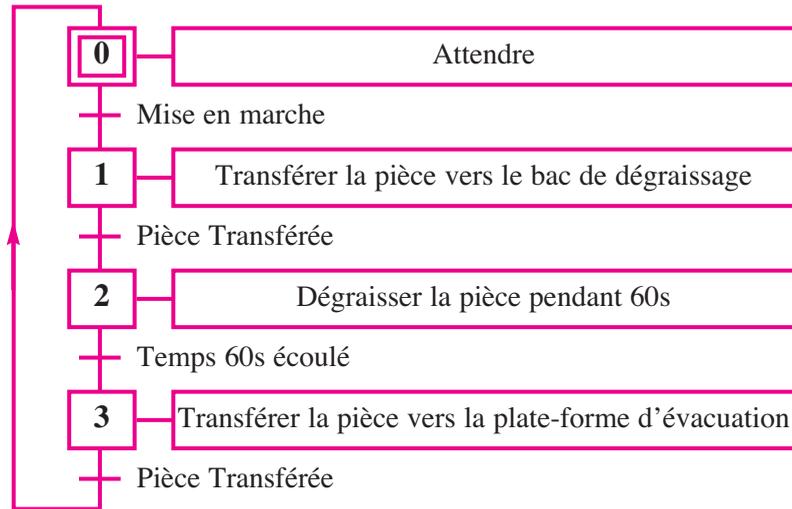
L'action sur un bouton poussoir de mise en marche provoque le cycle de fonctionnement suivant :

- Transfert de la pièce vers le bac de dégraissage.
- Dégraissage de la pièce pendant 60 s.
- Transfert de la pièce vers la plate-forme d'évacuation.

Remarque : Le chargement et le déchargement d'une pièce dans le panier s'effectue manuellement.

c) Travail demandé : Etablir le GRAFCET d'un point de vue du système.

d) Solution :



V Activités pratiques

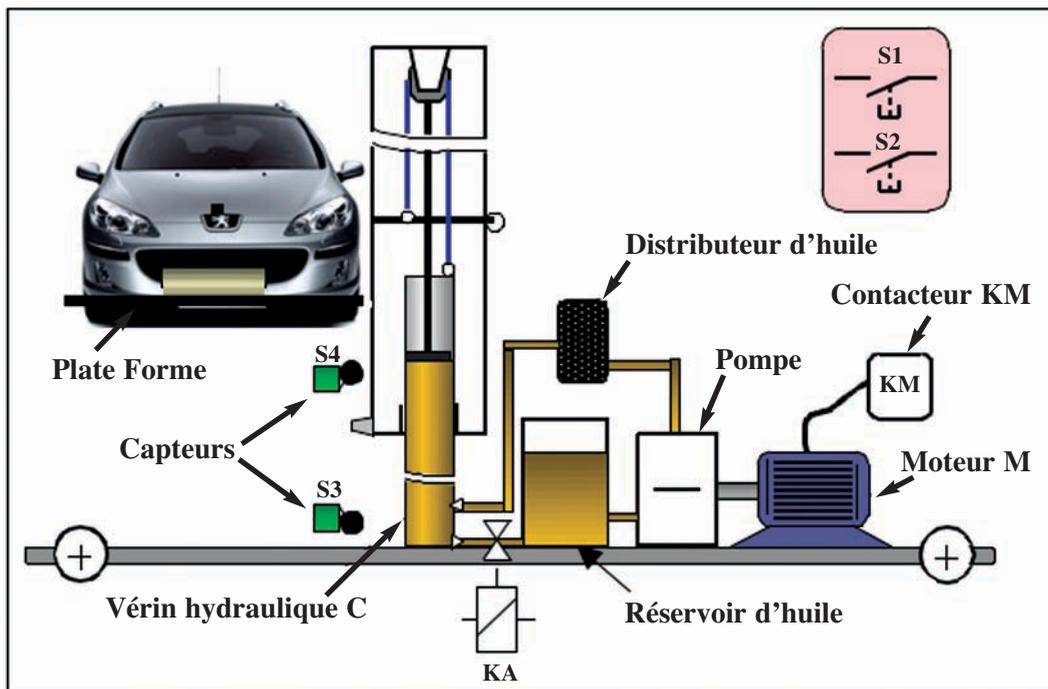
Réaliser les activités pratiques du manuel d'activités (activités : 1, 2, 3 et 4).

VI Exercices d'applications

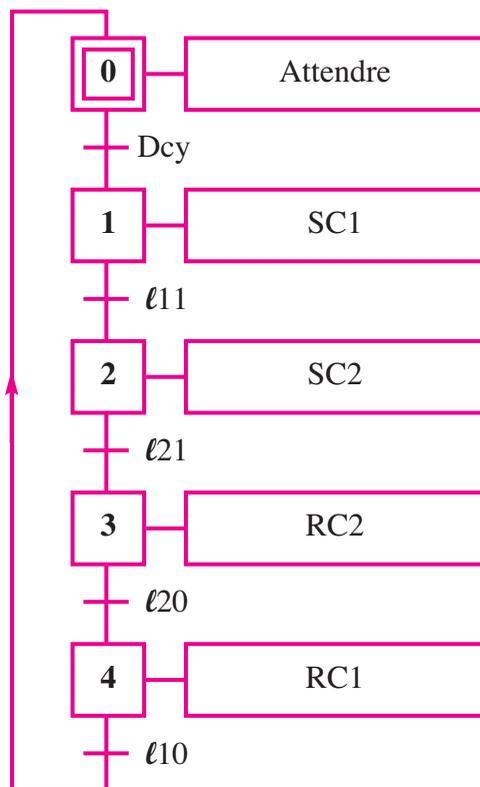
Exercice à résoudre : [Système de levage de voitures](#)

a) Présentation :

Le système de levage de voitures est utilisé dans les stations de service ou de réparation, pour lever des voitures à une hauteur permettant l'intervention (vidange, réparation,...) aisée de l'entretien ou de la maintenance.



Leçon n°4 : GRAFCET d'un point de vue de la partie opérative



Objectifs :

- Décrire le fonctionnement d'un système technique à l'aide d'un GRAFCET d'un point de vue de la P.O. et / ou de la P.C.

Grafset d'un point de vue de la partie opérative

I Mise en situation

1 - Activité de découverte

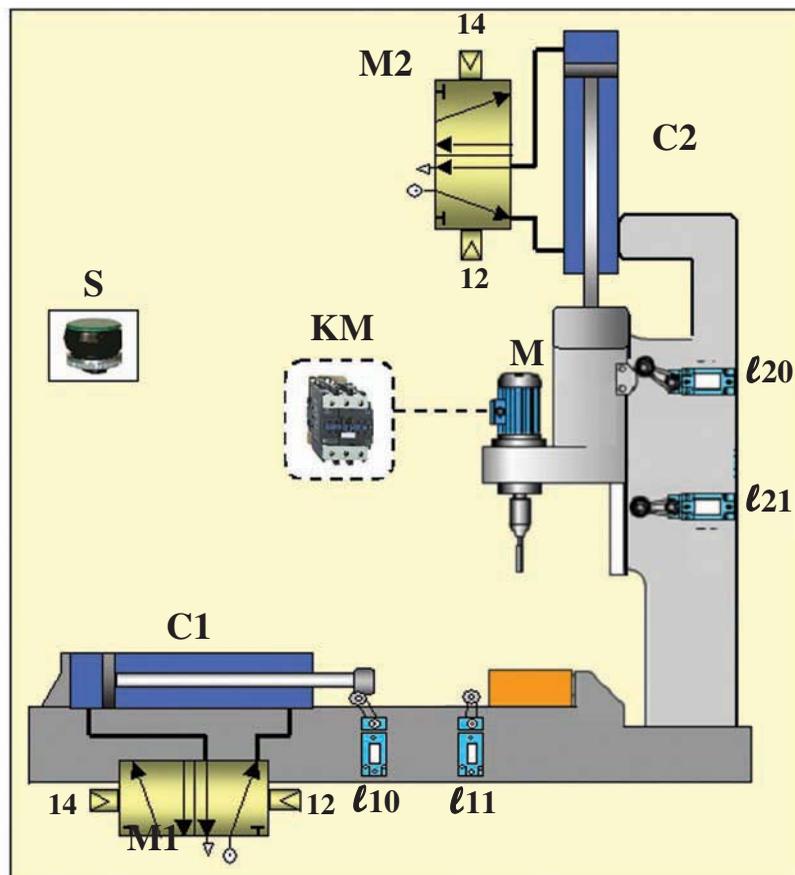
Réaliser l'activité de découverte du manuel d'activités.

2 - Exemple introductif : Poste automatique de perçage

a) Présentation du système

Le poste de perçage automatique est constitué :

- d'un étai de serrage à commande automatique ;
- d'une unité de perçage.



b) Description du fonctionnement

L'opérateur place la pièce à percer sur l'étai de serrage. L'action sur un bouton poussoir de mise en marche S provoque le cycle de fonctionnement suivant :

- Serrage de la pièce à percer, assuré par la sortie de la tige du vérin C1 commandé par le distributeur M1 et contrôlé par le capteur l11.

– Perçage de la pièce par la rotation du moteur M, commandé par le contacteur KM et la descente suivie par la montée de la tête de perçage.

* La descente est assurée par la sortie de la tige du vérin C2, commandé par le distributeur M2 et contrôlé par le capteur l_{21} .

* La montée est assurée par le retour de la tige du vérin C2, commandé par le distributeur M2 et contrôlé par le capteur l_{20} .

– Desserrage de la pièce percée par le retour de la tige du vérin C1 commandé par le distributeur M1 et contrôlé par le capteur l_{10} .

c) Les actions données par les effets des actionneurs et les événements correspondants

N°	Désignation de la tâche	Action donnée par les effets des actionneurs	Evènement à la fin de l'action
0	Attendre		Mise en marche (S)
1	Serrer la pièce à percer	Faire avancer le mors de serrage : sortie du vérin C1 → SC1	Mors de serrage avancé (l_{11})
2	Percer la pièce	Faire descendre le foret : sortie du vérin C2 → SC2 Faire tourner le foret : rotation du moteur M → M	Fin de la descente du foret (l_{21})
		Faire monter le foret : rentrée du vérin C2 → RC2 Faire tourner le foret : rotation du moteur M → M	Fin de la montée du foret (l_{20})
3	Desserrer la pièce percée	Faire reculer le mors de serrage : rentrée du vérin C1 → RC1	Mors de serrage reculé (l_{10})

II Le GRAFCET d'un point de vue de la partie opérative

1 - Introduction :

- Pour ce deuxième niveau de représentation, on connaît dans le détail toutes les actions à réaliser.
- Les choix technologiques concernant les actionneurs sont précisés.
- Ce GRAFCET décrit l'évolution des actionneurs et des éléments de dialogue avec le milieu extérieur.
- Les actions sont définies par les effets des actionneurs.
- Les réceptivités sont des combinaisons logiques des événements.

Chapitre 1

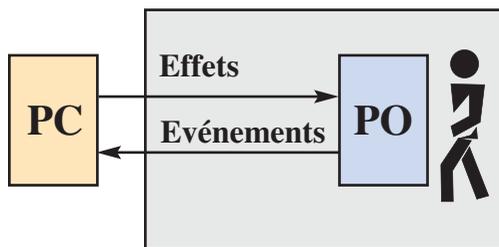
La construction de ce GRAFCET va de pair avec le choix :

- des actionneurs,
- des types de signaux de capteurs à la fin de chaque action.

2 - Définition :

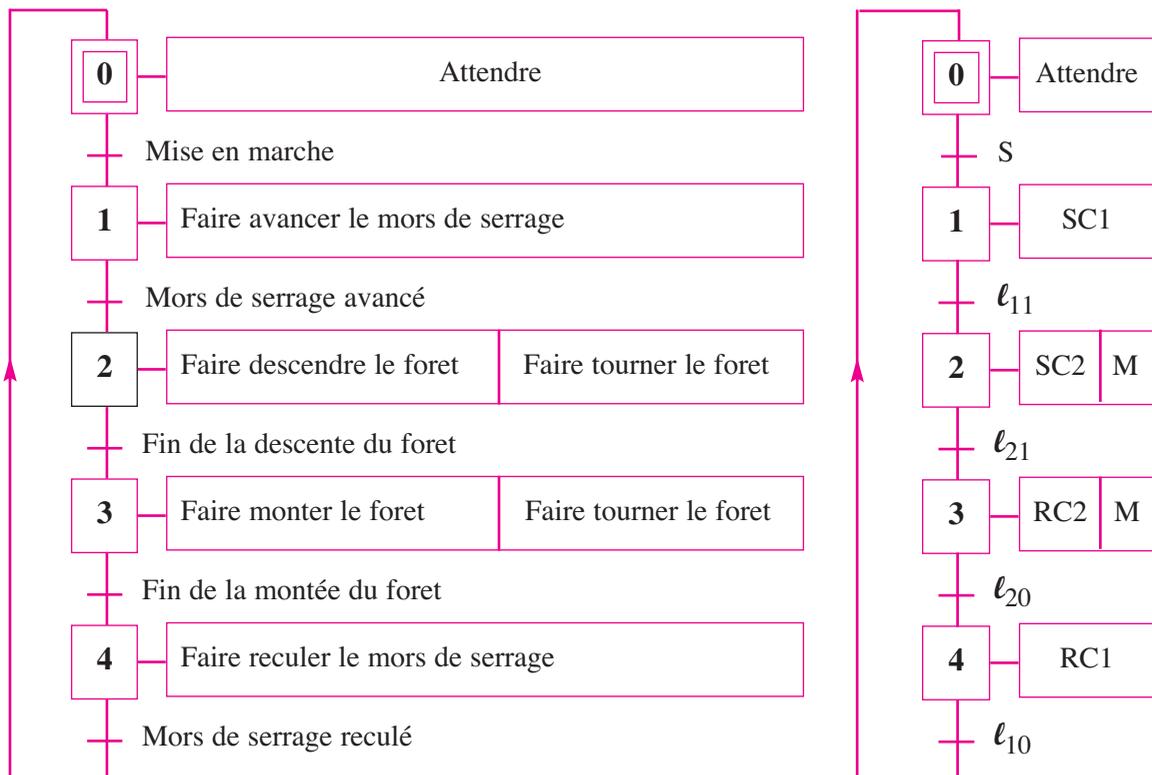
Le GRAFCET d'un point de vue de la partie opérative PO décrit en terme clair ou par symbole les actions et les réceptivités en tenant compte de la technologie choisie pour les éléments de la partie opérative (Actionneurs et effecteurs).

3 - Situation de l'observateur :



L'observateur, pour ce point de vue, s'implique dans le fonctionnement de la PO. Son objectif est de décrire le comportement attendu de la PO pour obtenir les effets souhaités.

Dans le cas du système " Poste automatique de perçage ", le GRAFCET d'un point de vue de la partie opérative peut être écrit de deux manières :



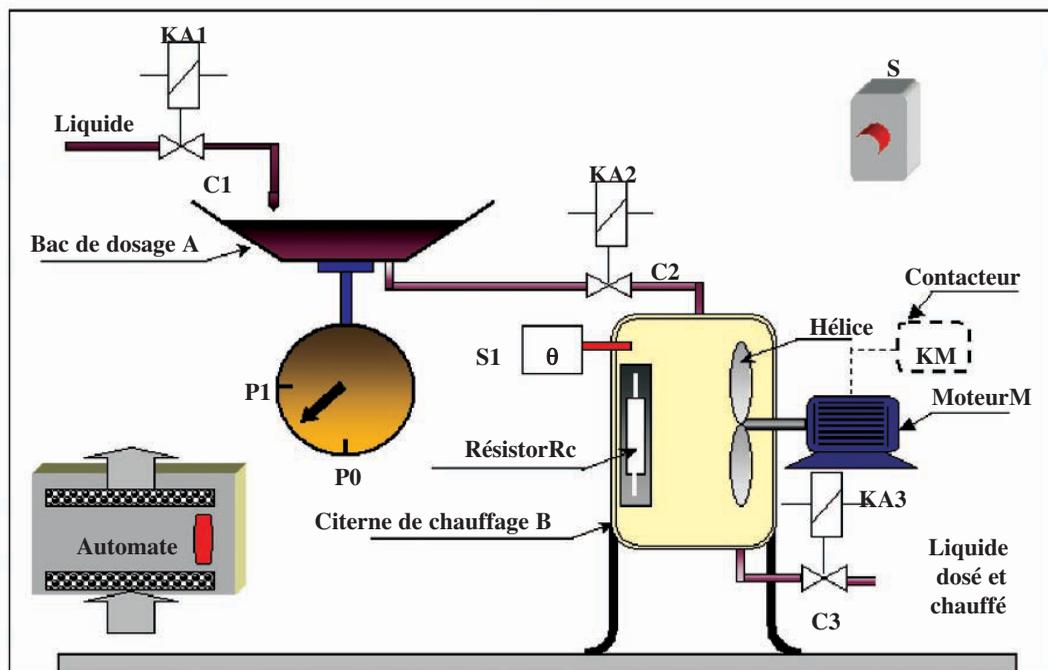
4 - Exercice résolu

Système : Système automatique de dosage et de chauffage d'un liquide.

a) Présentation

Dans une usine de produits agro-alimentaires une partie du processus de traitement d'un produit consiste à doser une quantité d'un liquide visqueux pour la porter à une température de 100°C. Ce système comporte :

- Un bac de dosage A.
- Une citerne de chauffage B.



b) Fonctionnement

Suite à une action sur le bouton poussoir de mise en marche S, le cycle commence comme suit :

- Dosage du liquide : L'électrovanne KA1 autorise le remplissage du bac doseur A jusqu'à la détection de la quantité souhaitée par le capteur P1.

Lorsque P1 est actionné, KA1 interrompt le remplissage et autorise :

- Écoulement du liquide du bac doseur A vers la citerne de chauffage B par l'électrovanne KA2.

La fin de l'écoulement détectée par le capteur P0 entraîne à la fois :

- Le chauffage du liquide par le résistor Rc.
- Le brassage du liquide par la rotation des hélices entraînées par le moteur M commandé par le contacteur KM.

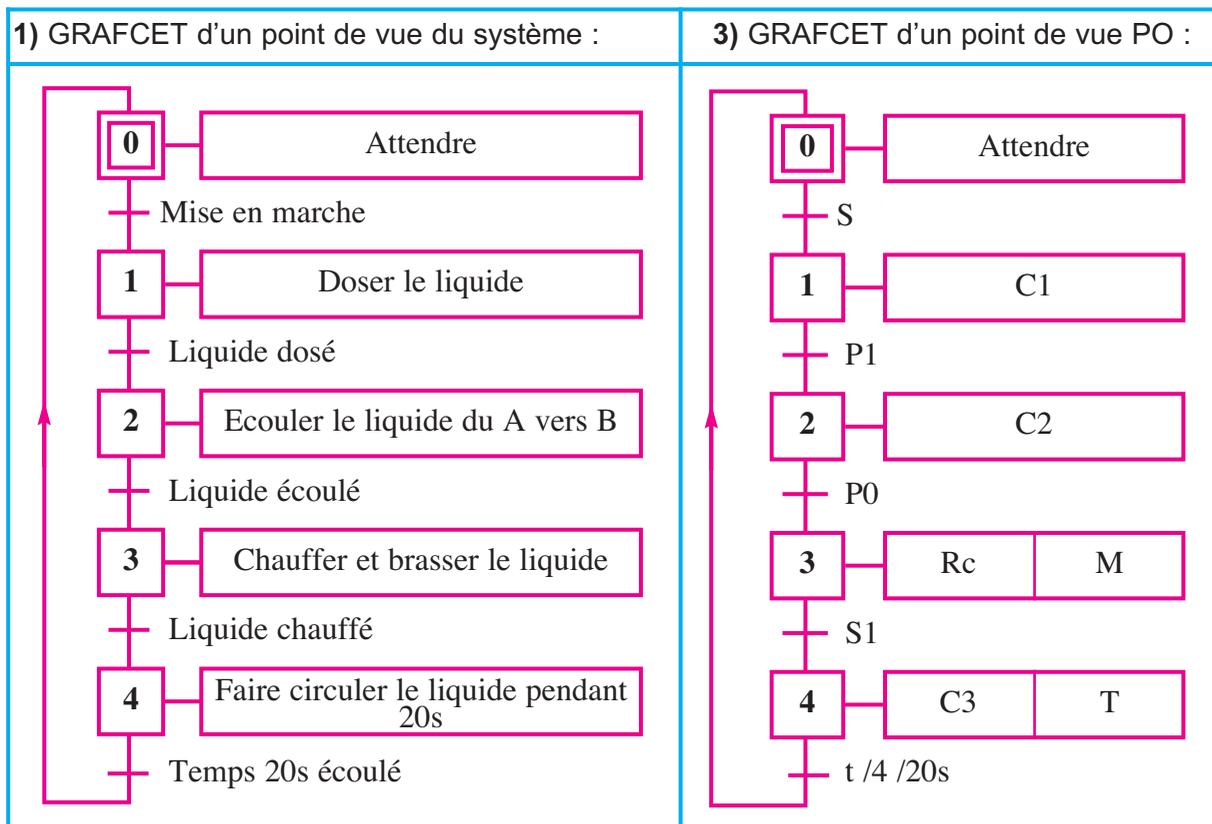
La température de chauffage est contrôlée par le capteur S1. Lorsque la température de 100°C est atteinte, le chauffage et le brassage sont arrêtés. La circulation du liquide vers la suite du processus est autorisée par KA3 pendant un temps de 20s, contrôlé par un temporisateur T.

Chapitre 1

Travail demandé :

- 1) Compléter le GRAFCET d'un point de vue du système.
- 2) Analyser le fonctionnement et donner les actionneurs et les évènements correspondants pour chaque tâche.
- 3) Compléter le GRAFCET d'un point de vue de la partie opérative PO.

c) Solution :



2) Actions données par les effets des actionneurs et les évènements correspondants :

N°	Désignation de la tâche	Action donnée par les effets des actionneurs		Evènement à la fin de l'action
0	Attendre			Mise en marche (S)
1	Doser le liquide	C1		Bac doseur rempli (P1)
2	Ecouler le liquide du A vers B	C2		Bac doseur vide (P0)
3	Chauffer le liquide	Rc		Température atteinte (S1)
	Brasser le liquide	M		
4	Circuler le liquide pendant 20s vers la suite de processeur	C3	T	Temps 20s écoulé

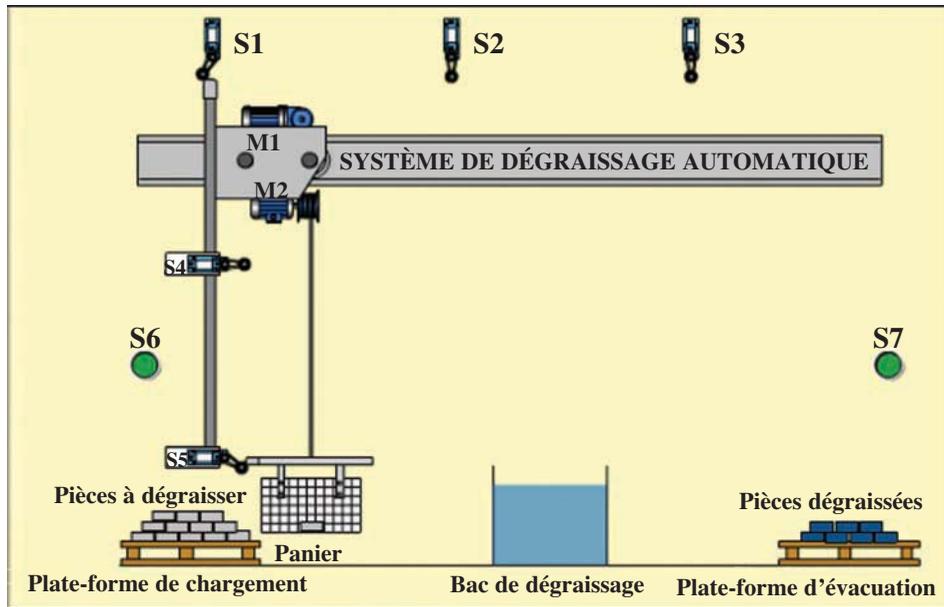
III Activités pratiques

Réaliser les activités pratiques du manuel d'activité.

IV Exercice d'application

Exercice à résoudre :

Système : Système de dégraissage automatique



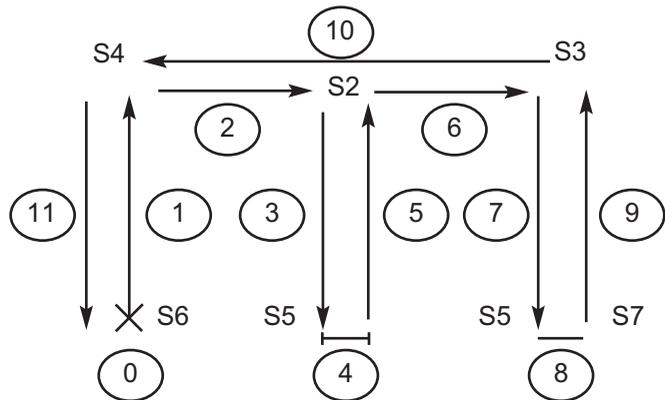
Fonctionnement :

L'action sur un bouton poussoir de mise en marche provoque le cycle de fonctionnement suivant :

- Transfert de la pièce vers le bac de dégraissage.
- Dégraissage de la pièce pendant 60 s.
- Transfert de la pièce vers la plate-forme d'évacuation.

Le chargement et le déchargement d'une pièce dans le panier s'effectue manuellement.

Le cycle est décrit par le graphe ci-contre :



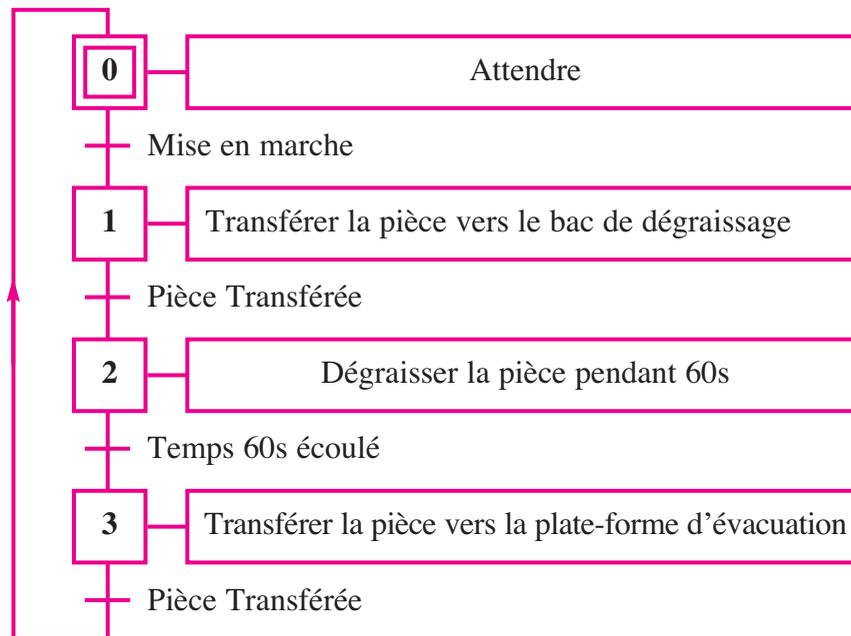
Les moteurs M1 et M2 assurent les différentes actions décrites par le graphe :

- M1+ : Déplacement de la pièce vers la droite contrôlé par un contacteur KM11.
- M1- : Déplacement de la pièce vers la gauche contrôlé par un contacteur KM21.
- M2+ : Montée de la pièce contrôlée par un contacteur KM12.
- M2- : Descente de la pièce contrôlée par un contacteur KM22.

Travail demandé :

On donne le GRAFCET d'un point de vue du système et on demande d'établir le GRAFCET d'un point de vue de la P.O.

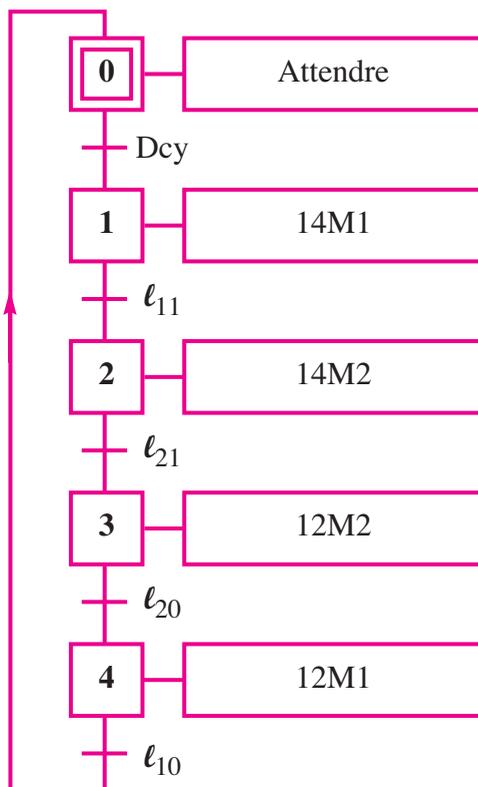
GRAFCET d'un point de vue du système



Je retiens l'essentiel

- Le GRAFCET d'un point de vue de la partie opérative PO :
décrit :
 - L'évolution des actionneurs.
 - Les éléments de dialogue avec le milieu extérieur.
- Pour l'établir on doit :
 - Choisir la technologie des actionneurs (vérins, moteurs, etc.)
 - Choisir la technologie des capteurs (Pour donner une image fidèle, de l'évolution de la partie opérative PO.)
- Pour un système donné, le nombre d'étapes de son GRAFCET PO est toujours supérieur ou égal au nombre d'étapes de son GRAFCET d'un point de vue du système.

Leçon n°5 : GRAFCET d'un point de vue de la partie commande



Objectifs :

- Décrire le fonctionnement d'un système technique à l'aide d'un GRAFCET d'un point de vue de la P.O. et / ou de la P.C.

Grafset d'un point de vue de la partie commande

I Mise en situation

1 - Activité de découverte

Réaliser l'activité de découverte du manuel d'activités.

2 - Exemple introductif : Poste automatique de perçage

a) Présentation du système :

Le poste de perçage automatique est constitué :

- d'un étau de serrage à commande automatique ;
- d'une unité de perçage.

b) Description du fonctionnement :

L'opérateur place la pièce à percer sur l'étau de serrage. L'action sur un bouton poussoir de mise en marche S provoque le cycle de fonctionnement suivant :

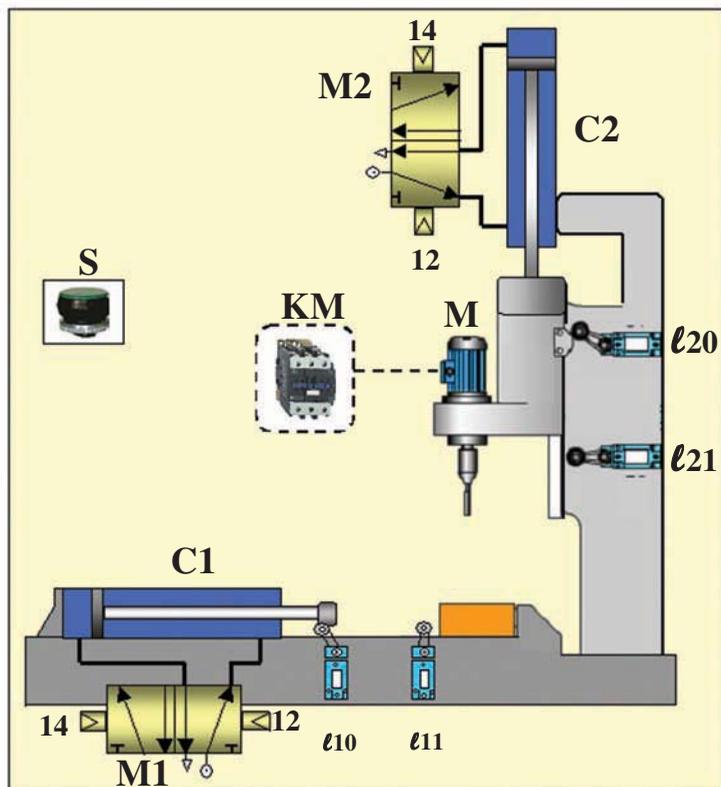
– Serrage de la pièce à percer assuré, par la sortie de la tige du vérin C1 commandé par le distributeur M1 et contrôlé par le capteur l_{10} .

– Perçage de la pièce par la rotation du moteur M, commandé par le contacteur KM et la descente suivie par la montée de la tête de perçage.

– La descente est assurée par la sortie de la tige du vérin C2, commandé par le distributeur M2 et contrôlé par le capteur l_{21} .

– La montée est assurée par le retour de la tige du vérin C2, commandé par le distributeur M2 et contrôlé par le capteur l_{20} .

– Desserrage de la pièce percée par le retour de la tige du vérin C1, commandé par le distributeur M1 et contrôlé par le capteur l_{10} .



c) Identification des éléments technologiques

N°	Action	Actionneur	Préactionneur	Capteur détectant la fin d'action
0	Attendre			S
1	Avancer le mors de serrage	SC1	14M1	l11
2	Descendre le forêt	SC2	14M2	l21
	Tourner le forêt	M	KM	
3	Monter le forêt	RC2	12M2	l20
	Tourner le forêt	M	KM	
4	Reculer le mors de serrage	RC1	12M1	l10

II Le GRAFCET d'un point de vue de la partie commande

1 - Introduction

Pour ce dernier niveau de représentation, les choix technologiques concernant les préactionneurs et les capteurs sont faits. Ce GRAFCET décrit la chronologie des signaux émis et reçus par la PC.

Les actions sont décrites par les ordres donnés aux préactionneurs.

Les réceptivités sont des combinaisons logiques des informations provenant des capteurs.

Les actions sont définies par les effets des actionneurs.

Les réceptivités sont des combinaisons logiques des événements.

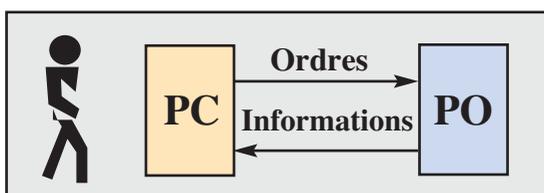
La construction de ce GRAFCET va de pair avec le choix :

- des préactionneurs
- des capteurs.

2 - Définition

Ce GRAFCET décrit les échanges de la partie commande avec la partie opérative et le dialogue avec l'opérateur en tenant compte des choix technologiques des préactionneurs et des capteurs.

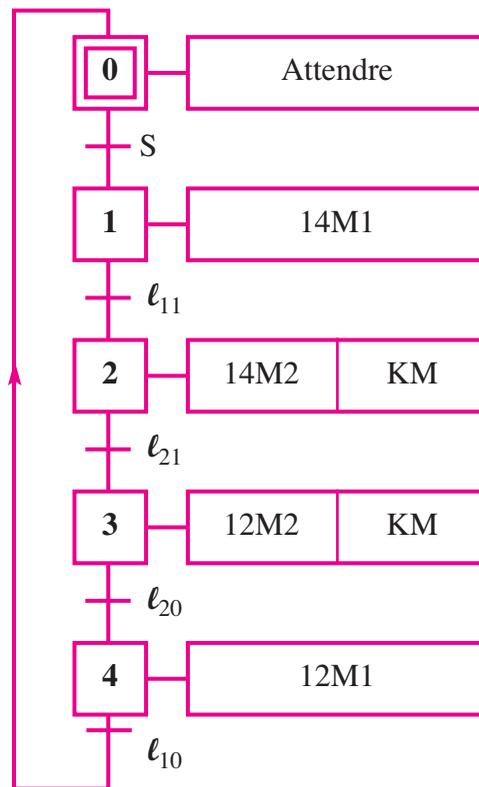
3 - Situation de l'observateur



L'observateur s'implique dans le fonctionnement de la PC et donne la correspondance qui existe entre les ordres envoyés aux commandes des préactionneurs et les informations venant des capteurs et du pupitre.

Chapitre 1

Dans le cas du système " Poste automatique de perçage ", le GRAFCET d'un point de vue de la partie commande est :



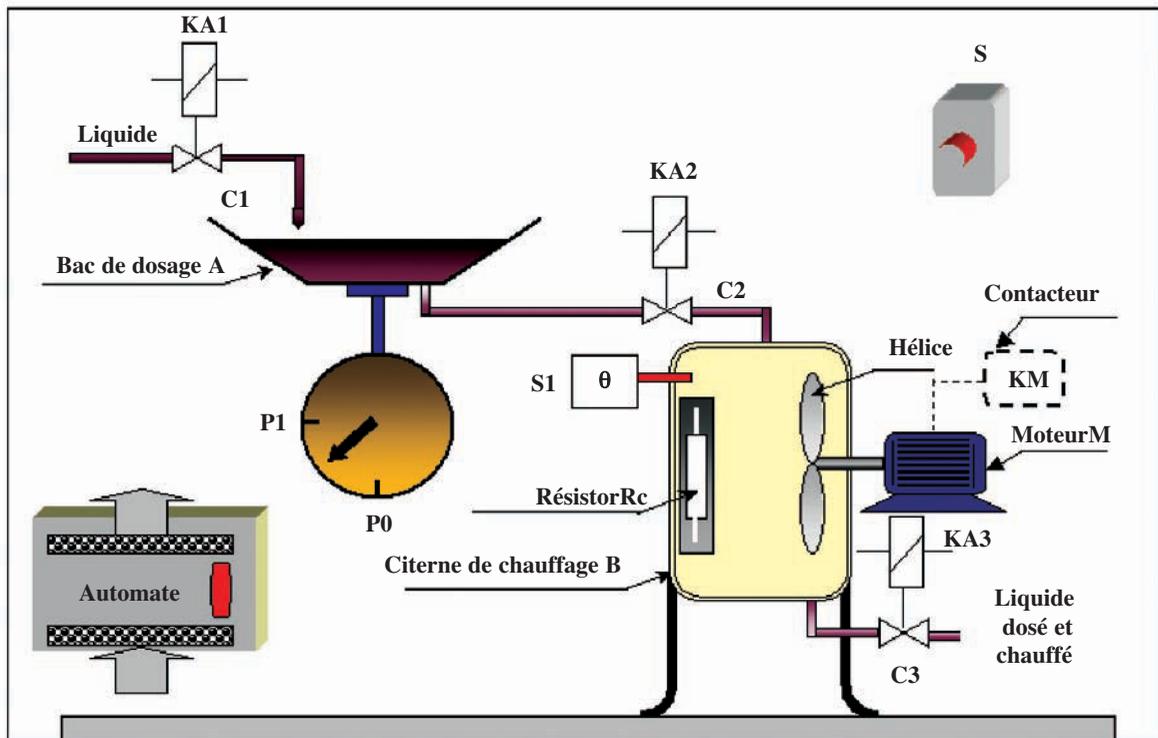
4 - Exercice résolu

Système : Système automatique de dosage et de chauffage d'un liquide

a) Présentation

Dans une usine de produits agro-alimentaires une partie du processus de traitement d'un produit consiste à doser une quantité d'un liquide visqueux pour la porter à une température de 100°C. Ce système comporte :

- Un bac de dosage A.
- Une citerne de chauffage B.



b) Fonctionnement :

Suite à une action sur le bouton poussoir de mise en marche S, le cycle commence comme suit :

- Dosage du liquide : L'électrovanne KA1 autorise le remplissage du bac doseur A jusqu'à la détection de la quantité souhaitée par le capteur P1.

Lorsque P1 est actionné, KA1 interrompt le remplissage et autorise :

- Écoulement du liquide du bac doseur A vers la citerne de chauffage B par l'électrovanne KA2.

La fin de l'écoulement détectée par le capteur P0 entraîne à la fois :

- Chauffage du liquide par le résistor Rc.
- Brassage du liquide par la rotation des hélices entraînées par le moteur M commandé par le contacteur KM.

La température de chauffage est contrôlée par le capteur S1. Lorsque la température de 100°C est atteinte, le chauffage et le brassage sont arrêtés. La circulation du liquide vers la suite du processus est autorisée par KA3 pendant un temps de 20s, contrôlé par un temporisateur T.

Travail demandé :

- 1) Identifier les éléments technologiques et remplir le tableau suivant.
- 2) On donne les GRAFCET de point de vue système et de point de vue PO, on demande d'établir le GRAFCET de point de vue PC.

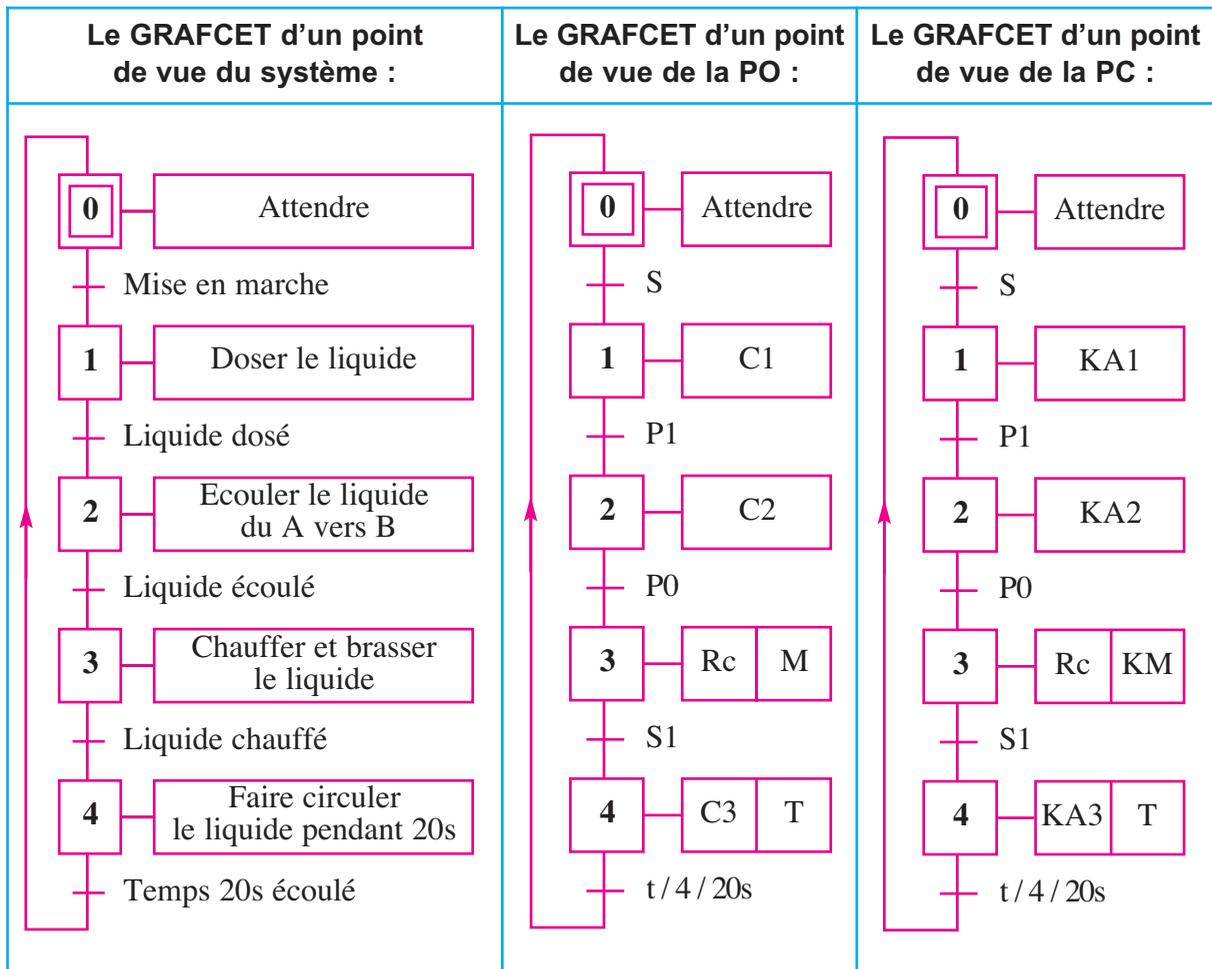
Chapitre 1

c) Solution :

1) Identification des éléments technologiques :

N°	Action	Actionneur	Préactionneur	Capteur détectant la fin d'action
0	Attendre			S
1	Doser le liquide	C1	KA1	P1
2	Ecouler le liquide du A vers B	C2	KA2	P0
3	Chauffer le liquide	Rc	KM	S1
	Brasser le liquide	M		
4	Faire circuler le liquide pendant 20s vers la suite de processeur	C3	KA3 T	t / 4 / 20s

2)



III Activités pratiques

Réaliser les activités pratiques du manuel d'activités (Activités : 1, 2, 3 et 4)

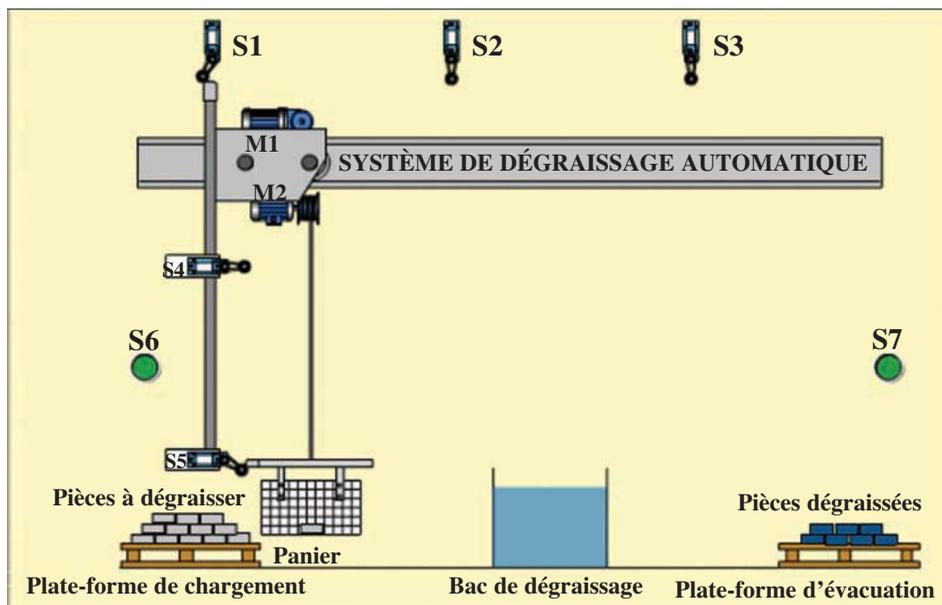
IV Exercice d'application

Exercice à résoudre

Système : Système de dégraissage automatique

a) Présentation :

Le système représenté ci-dessous sert à dégraisser les pièces métalliques par immersion dans un bac contenant un produit dégraissant.



b) Fonctionnement

L'action sur un bouton poussoir de mise en marche provoque le cycle de fonctionnement suivant :

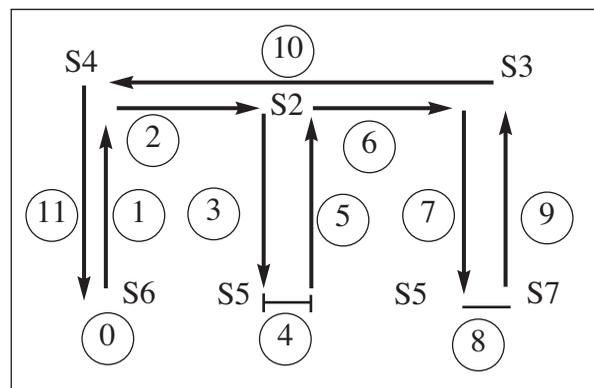
- Transfert de la pièce vers le bac de dégraissage.
- Dégraissage de la pièce pendant 60 s.
- Transfert de la pièce vers la plate-forme d'évacuation.

Le chargement et le déchargement d'une pièce dans le panier s'effectue manuellement.

Le cycle est décrit par le graphe ci-contre :

Les moteurs M1 et M2 assurent les différentes actions figurées dans le graphe :

- M1+ : Déplacement de la pièce vers la droite contrôlé par un contacteur KM11.

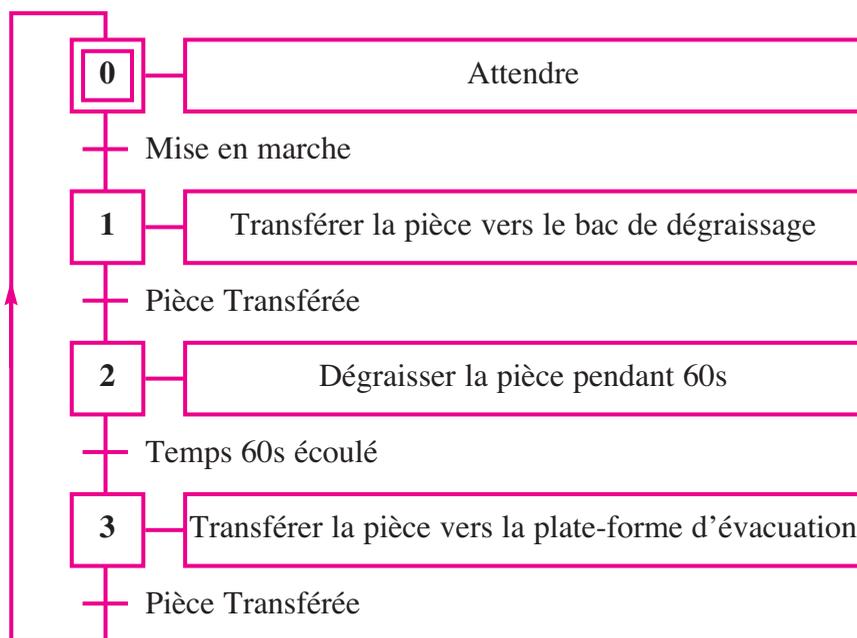


- M1- : Déplacement de la pièce vers la gauche contrôlé par un contacteur KM21.
- M2+ : Montée de la pièce contrôlée par un contacteur KM12.
- M2- : Descente de la pièce contrôlée par un contacteur KM22.

Travail demandé :

On donne le GRAFCET d'un point de vue du système et on demande d'établir le GRAFCET d'un point de vue de la PC.

GRAFCET d'un point de vue du système



Je retiens l'essentiel

- Le GRAFCET d'un point de vue de la partie commande PC :
décrit la chronologie des signaux :
 - émis par la PC (vers actionneurs).
 - reçus par la PC (venant des capteurs).
- Pour l'établir on doit :
 - Choisir la technologie des actionneurs et des préactionneurs
 - Choisir la technologie des capteurs.
- Pour un système donné, le nombre d'étapes de son GRAFCET PC est toujours égal au nombre d'étapes de son GRAFCET d'un point de vue de la partie opérative PO.

Savoir plus

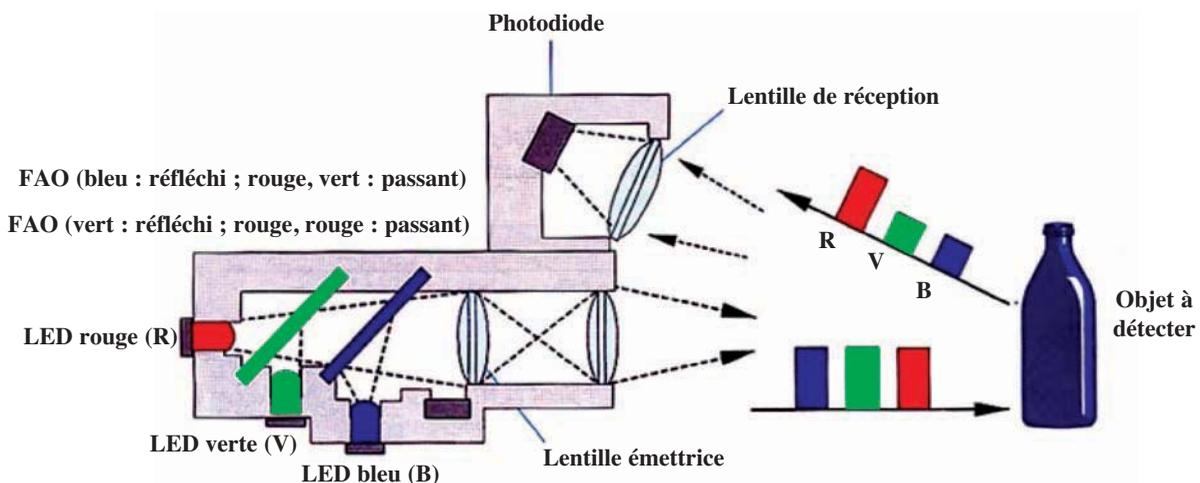
Contrôleur de couleur E3MC d'OMRON

(d'après documentation OMRON)

Principe de détection

Le détecteur E3MC détecte les couleurs en utilisant le fait que le taux de réflexion des couleurs primaires (rouge, vert, bleu) que les objets renvoient varie avec « Io : chromaticité des objets ».

Grâce à un filtre polarisé à couches multiples FAO ("Free Angle Optics") le E3MC émet des lumières rouges, vertes, bleues sur un axe optique unique de façon à ce que la lumière soit réfléchi par les objets à détecter; puis il traite les proportions de couleurs rouge, verte et bleue pour discriminer les couleurs de l'objet à détecter.



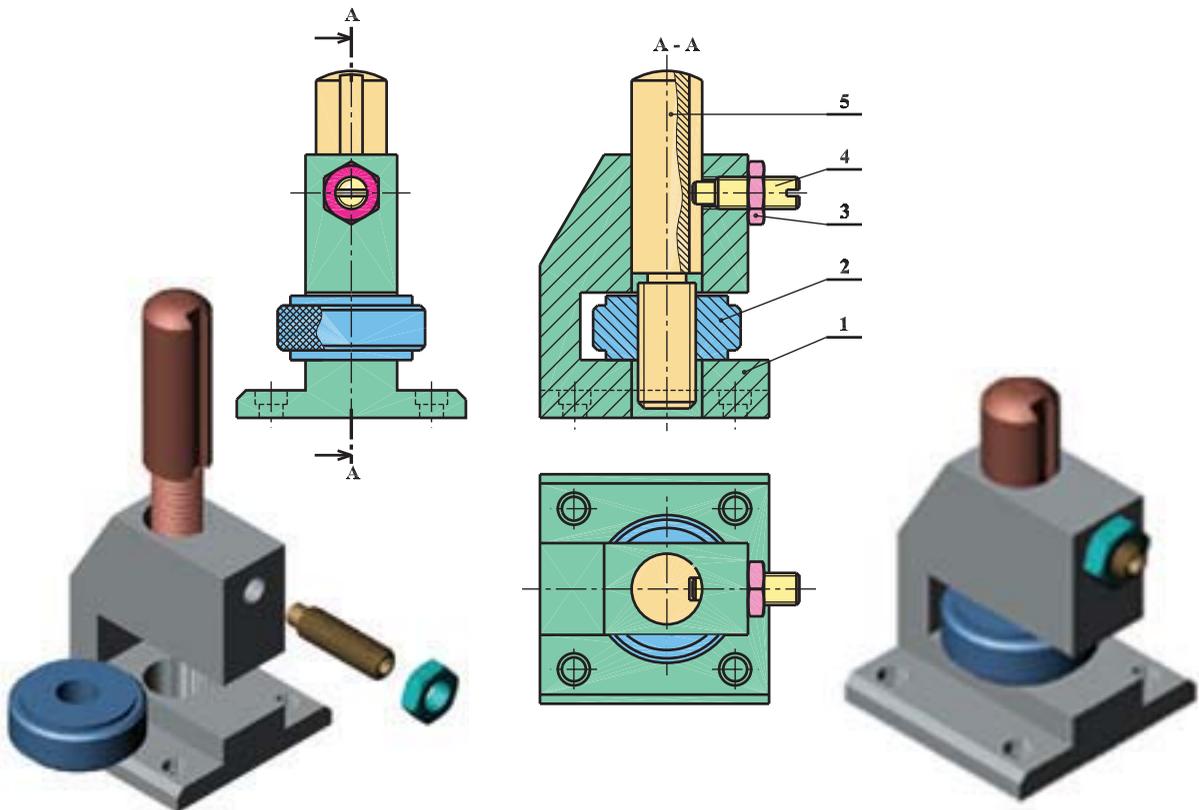
Eclairage en temps partagé

Remarque : la photodiode de surveillance compense la déviation de sortie de la LED qui peut être causée par un changement de température.

Propriétés du détecteur de couleurs

- Détection stable et puissante pour les utilisations en ligne.
- Détection à grande distance avec les modèles à amplificateurs incorporés.
- Haute résistances aux éventuelles modifications de brillance et de température ambiante.
- Pas de maintenance nécessaire de la LED servant de source de lumière compte tenu de sa durée de vie (plusieurs dizaines de milliers d'heures).
- Discrimination de différences de couleurs subtiles.

Leçon n°1 : Le dessin d'ensemble (Rappels)



Objectifs :

A partir d'un système ou d'un sous-système ou d'un mécanisme accompagné de son dossier technique :

- Lire un dessin d'ensemble.
- Identifier les conditions fonctionnelles sur un dessin d'ensemble.
- Déterminer et calculer une cote fonctionnelle.
- Placer une cote fonctionnelle sur un dessin de définition.
- Représenter une pièce extraite d'un dessin d'ensemble.

Le dessin technique est un langage de communication qui permet les échanges entre les différents intervenants.

Le dessin d'ensemble

I Exemple introductif : BORNE REGLABLE

Le dessin à la page 53 représente le dessin d'ensemble d'une borne réglable.

1- Constitution d'un dessin d'ensemble :

a) Rappeler les constituants d'un dessin d'ensemble.

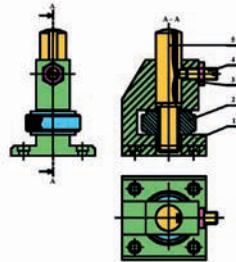
Le dessin d'ensemble est constitué :

1. d'un ensemble de vues.
2. d'un cartouche.
3. d'une nomenclature.

Ceux-ci sont donnés sur un format normalisé.

b) Rappeler la définition d'un dessin d'ensemble.
Le dessin d'ensemble représente la disposition relative et la forme d'un groupe de pièces assemblées et donne une idée générale sur le fonctionnement d'un mécanisme.

c) Sur quel document est exécuté ce dessin d'ensemble ?
Ce dessin d'ensemble est exécuté en trois vues sur un format normalisé. Dans le cas de la page 53 il s'agit d'un format A4 (210x 297), réduit pour des raisons d'impression .



e) Quelle est l'utilité de la nomenclature ?
C'est une liste complète des pièces qui constituent un ensemble. Chaque pièce est repérée par un chiffre.

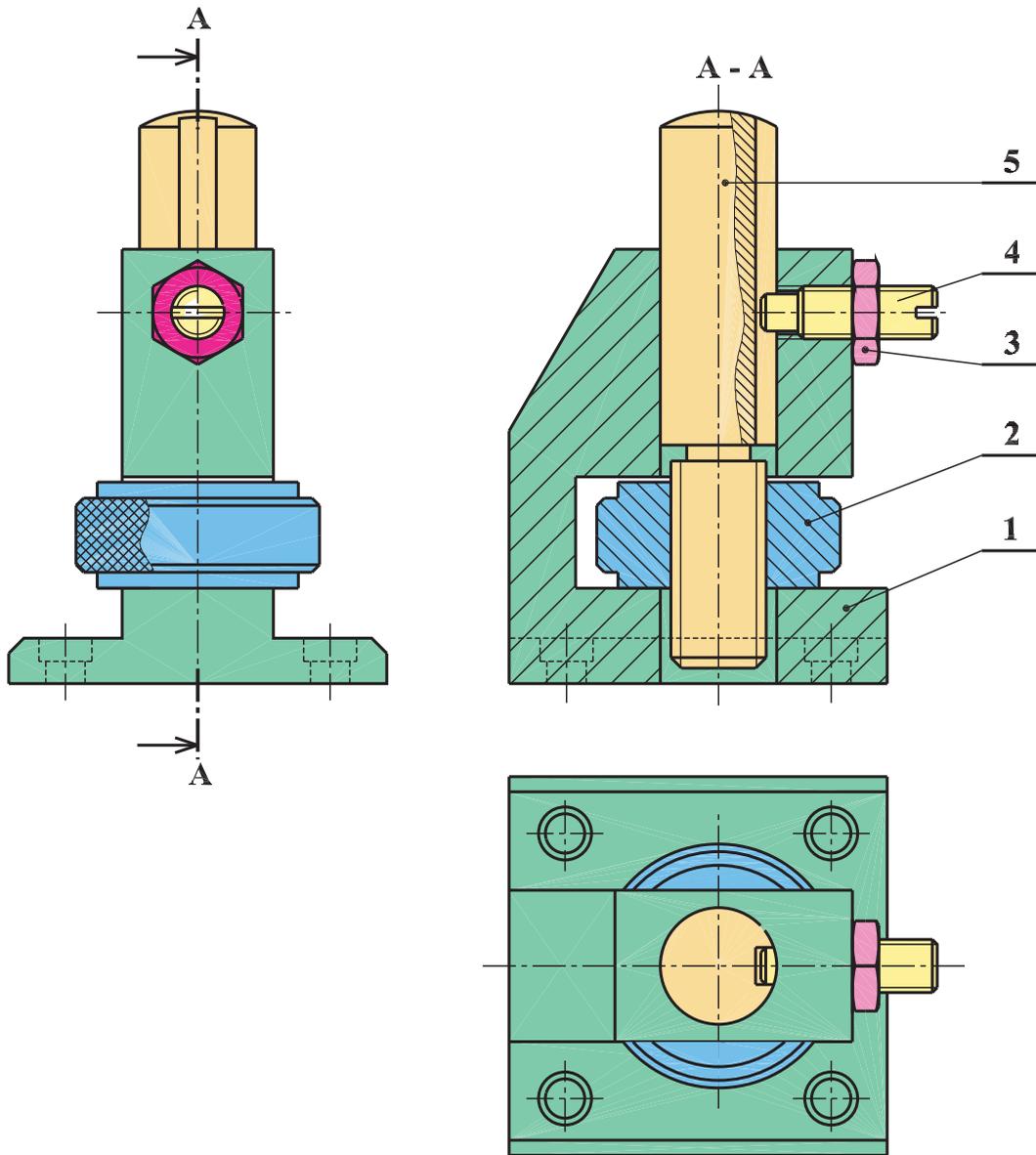
5	1	Axe	C35	
4	1	Vis sans tête fendue à téton long-M6-22		
3	1	Ecrou bas hexagonal ISO 4035-M6		
2	1	Ecrou moleté	C35	
1	1	Corps	S 235	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
ECHELLE 1:1		BORNE REGLABLE		Nom :
		ETABLISSEMENT		Date :
			Numéro	00

d) Quelle est l'utilité du cartouche ?

Le cartouche est un tableau d'inscription qui contient les informations suivantes :

- Titre du produit. : Exemple « BORNE REGLABLE »
- Echelle : - Réelle : 1:1
- Réduction : exemple : 1:2 ; 1:5 etc. ...
- Agrandissement : exemple : 2 :1 ; 5 :1 etc. ...
- Méthode de disposition des vues: exemple : Méthode européenne
- ...

Le cartouche occupe toute la largeur du cadre pour le format A4, il est positionné dans l'angle inférieur droit pour les formats A3 à A0.



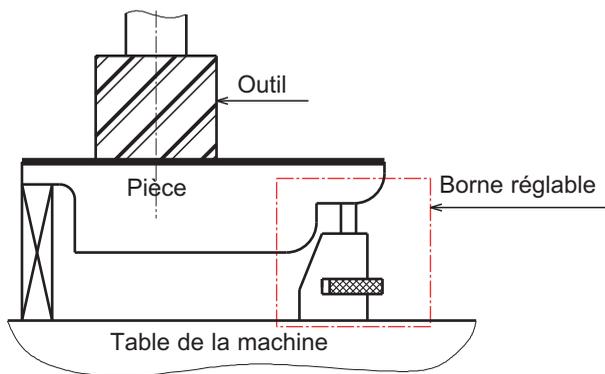
5	1	Axe	C35	Acier
4	1	Vis sans tête fendue à téton long-M6-22		NF E 27-180
3	1	Ecrou Hm, M6		NF E 25-401
2	1	Ecrou moleté	C35	Acier
1	1	Corps	S 235	Acier

Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
ECHELLE 1 : 1		BORNE REGLABLE	Nom :	
			Date :	
			Numéro	00
		ETABLISSEMENT		

Chapitre 2

2- Analyse du fonctionnement :

Pour positionner une pièce de forme complexe sur la table d'une machine en vue de l'usiner, l'opérateur est amené à interposer des cales entre la pièce et la table de la machine. Cette cale est appelée **borne réglable**. « Voir dessin d'ensemble page 53 ».



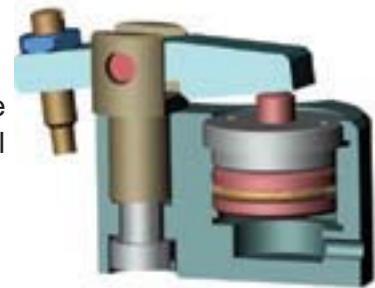
La rotation dans un sens ou dans l'autre de l'écrou (2) entraîne l'axe (5) en translation vers le haut ou vers le bas modifiant ainsi la position de la pièce à usiner.

Questions	Réponses
Indiquer le nom de la liaison entre (5) et (1 + 4).	La liaison entre (5) et (1 + 4) est une liaison glissière .
Indiquer le nom de la liaison entre (2) et (5).	La liaison entre (2) et (5) est une liaison hélicoïdale .
Quel est le mouvement d'entrée ?	Le mouvement d'entrée est une rotation de l'écrou (2).
Quel est le mouvement de sortie ?	Le mouvement de sortie est une translation de l'axe (5).
Définir la forme taillée sur l'axe (5).	La forme taillée sur l'axe (5) est une rainure rectangulaire .
Quel est le rôle de la vis (4) ?	Le rôle de la vis (4) est de <u>supprimer la rotation</u> de l'axe (5) par rapport au corps (1).
Quel est le rôle de l'écrou (3) ?	Le rôle de l'écrou (3) est de <u>Freiner</u> la vis (4) « éviter le desserrage de la vis (4) ».
Justifier le moletage réalisé sur l'écrou (2)	Le moletage réalisé sur l'écrou (2) facilite sa manœuvre manuelle.

II Exercice résolu : BRIDE HYDRAULIQUE

1- Description :

La bride hydraulique représentée par son dessin d'ensemble page 56 et sa photo ci-contre, fixée sur la table d'une machine-outil assure le blocage rapide d'une pièce à usiner.



2- Fonctionnement :

La translation du piston (2) sous l'effet de la pression d'huile provoque le basculement du levier (6) autour de l'axe (7). Le blocage de la pièce est assuré par la pression de la vis (9).

3- Analyse fonctionnelle :

- Quelle est la fonction globale de la bride hydraulique ?
Bloquer la pièce à usiner sur la table d'une machine-outil.
- Quel est le mouvement d'entrée de la bride hydraulique ?
Le mouvement d'entrée de la bride hydraulique est une translation.
- Par quoi est obtenu ce mouvement ?
Ce mouvement est obtenu par l'effort de pression d'huile appliqué sur le piston.

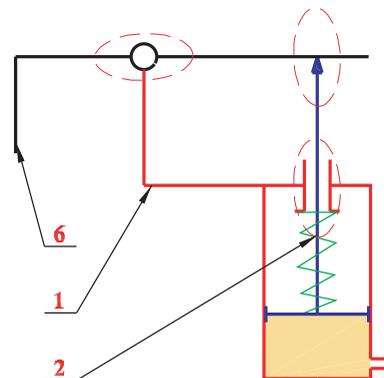
4- Etude technologique :

- Compléter la désignation et le symbole de chaque liaison dans le tableau ci-dessous.

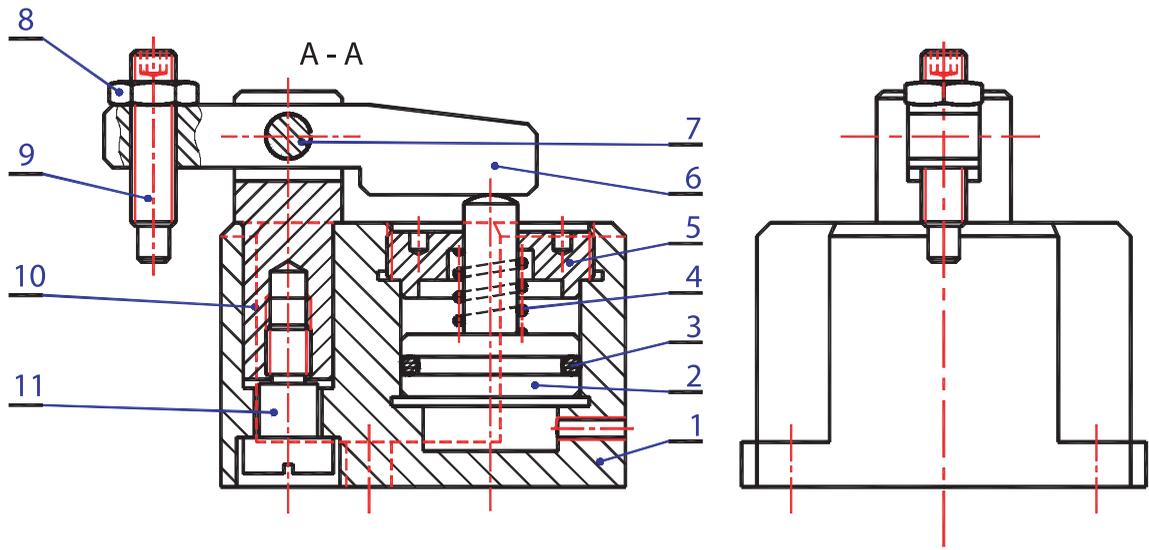
Éléments de la liaison	Désignation	Symbole
(2) / (1)	Pivot glissant	
(2) / (6)	Ponctuelle	
(6) / (1+7)	Pivot	

- En se référant au tableau ci-dessus, compléter le schéma cinématique de la bride hydraulique.
- Quelle est la fonction du joint torique (3) ?
Assurer l'étanchéité (éviter les fuites d'huile).
- Quel est le rôle du ressort (4) ?
Rappeler le piston (2) à sa position initiale.
- Comment est assurée la liaison encastrement entre les pièces (1) et (5) ?

La liaison encastrement est assurée par filetage. « un filetage sur (5) et un taraudage sur (1) ».



Chapitre 2



11	1	Vis spéciale	C35	Acier
10	1	Chape	S 235	Acier
9	1	Vis sans tête à téton long HC, M6 - 28		NF E 27-183
8	1	Ecrou Hm, M6		NF E 25-401
7	1	Axe levier	C35	Acier
6	1	Levier	C35	Acier
5	1	Couvercle	S235	Acier
4	1	Ressort	51Cr V 4	Acier
3	1	Joint torique, 22 x 2	EPM	Elastomère
2	1	Piston	C60	Acier
1	1	Corps	S 235	Acier

Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
ECHELLE 1 : 1		BRIDE HYDRAULIQUE	Nom :	
			Date :	
			Numéro	00
		ETABLISSEMENT		

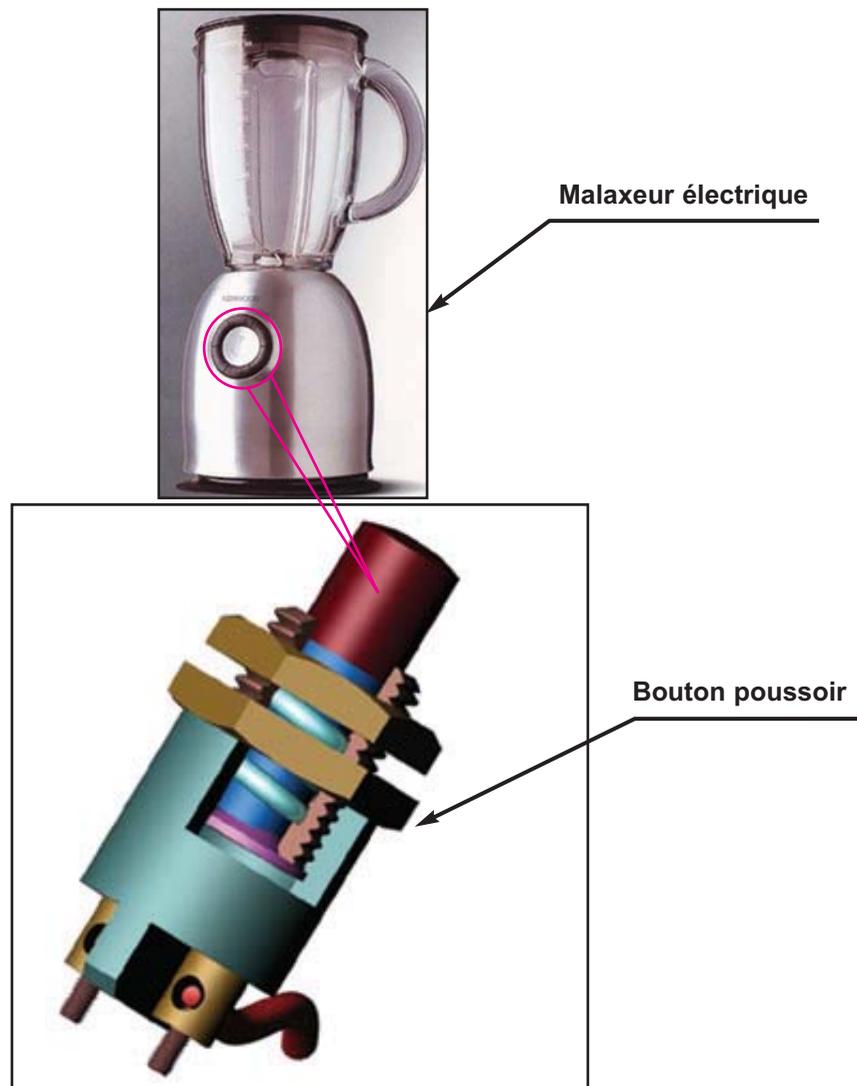
III Activités de travaux pratiques

Réaliser les activités de travaux pratiques du manuel d'activités (activités : 1, 2 et 3).

IV Exercice à résoudre : BOUTON POUSSOIR

1- Mise en situation :

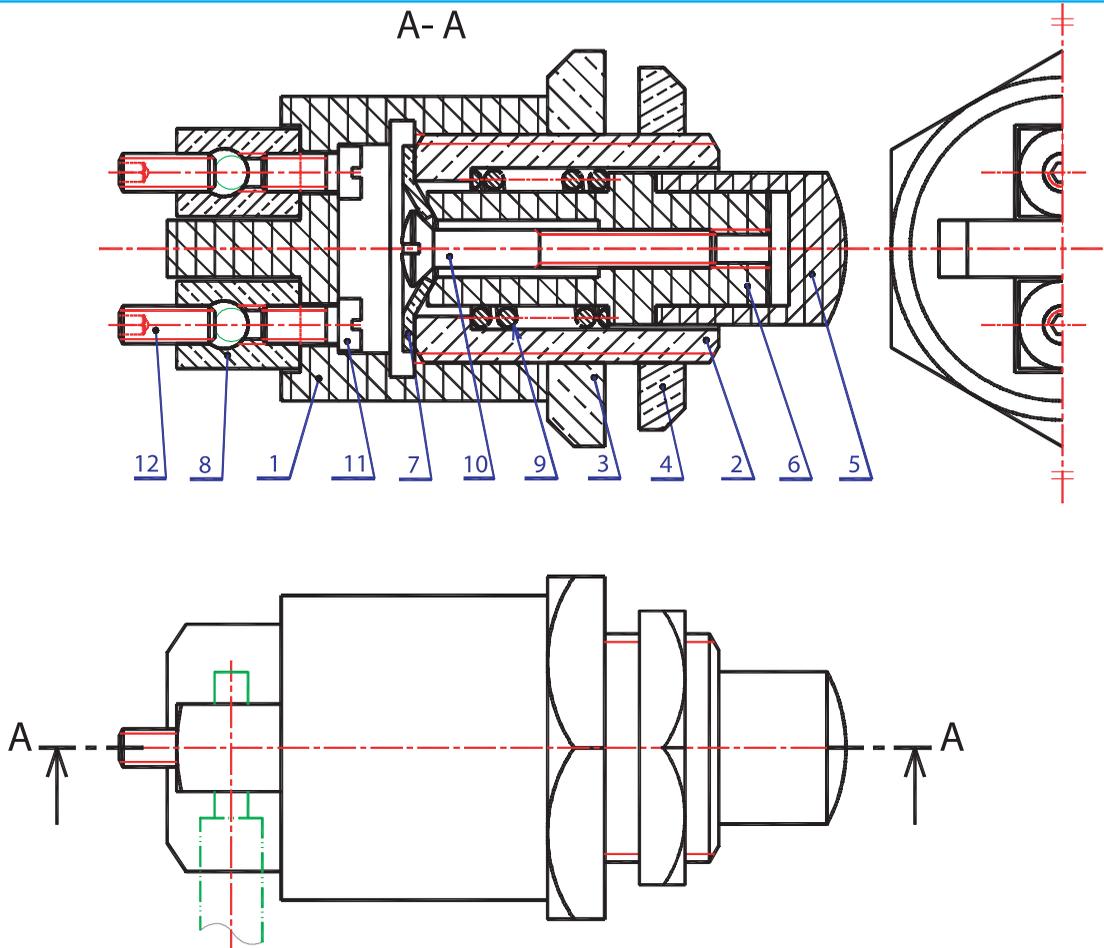
Le dessin d'ensemble page 58 représente un bouton poussoir permettant à l'utilisateur de mettre en marche par impulsion un malaxeur électrique.



2- Fonctionnement :

L'appui sur le poussoir (5), provoque la translation des pièces (6), (7) et (10) assurant ainsi le contact entre la rondelle métallique (7) et les vis (11) afin de fermer un circuit électrique (non représenté).

Chapitre 2



12	2	Vis sans tête HC, M3 - 7		NF E 27-183
11	2	Vis C S, M3 - 6		NF E 25-127
10	1	Vis FB S, M3 - 20		NF E 25-124
9	1	Ressort	51 Cr V 4	Acier
8	2	Borne	Cu Pb 1 P	Alliage de cuivre
7	1	Rondelle de contact	Cu Pb 1 P	Alliage de cuivre
6	1	Cylindre de poussée	PA 6/6	Plastique
5	1	Poussoir	PA 6/6	Plastique
4	1	Ecrou hexagonal	Cu Sn 8	Alliage de cuivre
3	1	Ecrou hexagonal	Cu Sn 8	Alliage de cuivre
2	1	Douille	Cu Sn 8	Alliage de cuivre
1	1	Corps	PA 6/6	Plastique

Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
ECHELLE 2 : 1		BOUTON POUSSOIR	Nom :	
			Date :	
			Numéro	00
ETABLISSEMENT				

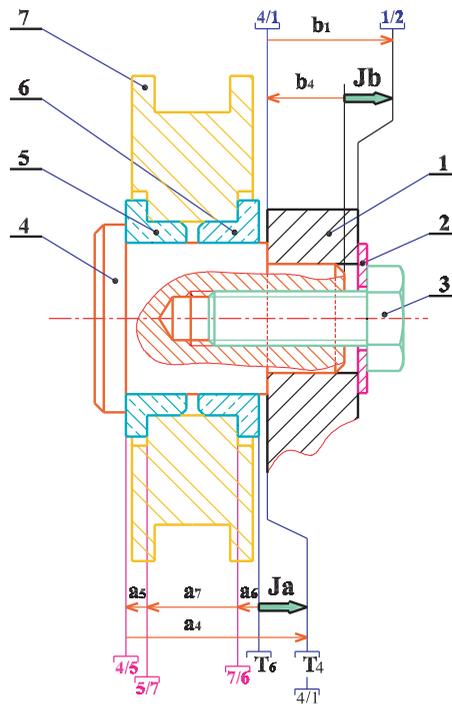
3- Etude technologique :

Questions	Réponses
Si on appui sur le poussoir puis on relâche, y-a-t-il encore un passage de courant électrique ?
Le poussoir (5) et le corps (1) sont en matière plastique. Justifier ce choix et donner d'autres matériaux qui assure la même fonction.
Indiquer le nom de la liaison entre le cylindre de poussée (6) et la douille (2).
Quel est le rôle des écrous (4) et (3) ?
Quel est le rôle du ressort (9) ?
Quel est le rôle de la vis (12) ?

Je retiens l'essentiel

- La lecture d'un dessin d'ensemble nécessite :
 - Un cartouche qui contient l'échelle, le titre du produit, la méthode de disposition des vues, etc.....
 - Une nomenclature qui précise la liste de tous les éléments constituant le mécanisme.
 - Une ou plusieurs vues qui représentent l'agencement des blocs de pièces en fonctionnement.
- Le dessin d'ensemble est toujours accompagné par un cartouche et une nomenclature.
- Le dessin d'ensemble renseigne sur :
 - Le fonctionnement d'un mécanisme.
 - Les liaisons entre les différentes classes d'équivalences cinématiques.
 - Les formes des différentes pièces.
 - Les conditions de fonctionnement d'un mécanisme.

Leçon n°2 : La cotation fonctionnelle



Objectifs :

A partir d'un système ou d'un sous-système ou d'un mécanisme accompagné de son dossier technique :

- Lire un dessin d'ensemble.
- **Identifier les conditions fonctionnelles sur un dessin d'ensemble.**
- **Déterminer et calculer une cote fonctionnelle.**
- **Placer une cote fonctionnelle sur un dessin de définition.**
- Représenter une pièce extraite d'un dessin d'ensemble.

Pour garantir le bon fonctionnement d'un mécanisme constitué de différentes pièces, des conditions fonctionnelles doivent être assurées : **Jeu, serrage, retrait, dépassement...** L'établissement d'une chaîne de cotes relative, à l'une de ces conditions conduit à une réduction du coût de fabrication.

La cotation fonctionnelle

A- NOTION DE TOLERANCES DIMENSIONNELLE :

1- Nécessité des tolérances :

L'imprécision inévitable des procédés de fabrication et des machines utilisées font qu'une pièce fabriquée ne peut avoir des cotes rigoureusement exactes.

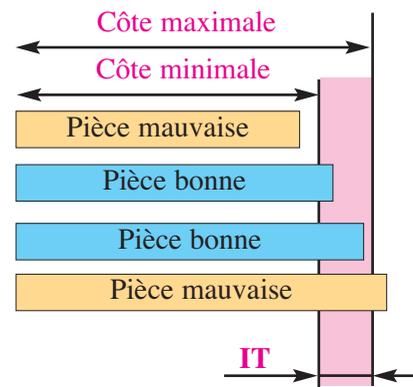
Donc il faut **tolérer** que la cote effectivement réalisée soit comprise entre deux valeurs limites, compatibles avec le fonctionnement correct de la pièce :

Une **cote Maximale** et une **cote minimale**.

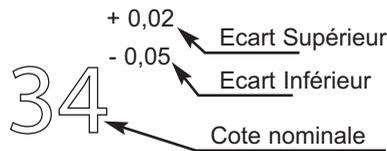
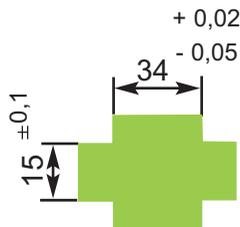
Cette cote est appelée une cote tolérancée.

2- Eléments d'une cote tolérancée :

- Cote nominale : **CN**.
- Pour alésage (pièce femelle ou contenant)
 - Cote maximale : **CM = CN + ES**.
 - Cote minimale : **Cm = CN + EI**.
- Pour arbre (pièce male ou contenu)
 - Cote maximale : **CM = CN + es**.
 - Cote minimale : **Cm = CN + ei**.
- Intervalle de tolérance : **IT = CM - Cm**.



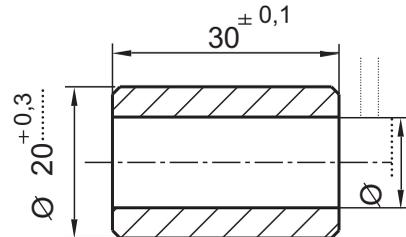
3- Inscription des tolérances :



CN = 34
 CM = 34,02
 Cm = 33,95
 IT = 0,07

4- Application :

Compléter le tableau ci-dessous.



Côte	CN	ES	EI	es	ei	C _{max}	C _{min}	IT
30 ^{±0,1}								
20 ^{+0,3}				0,3				0,4
.....			-0,5			11,7	11,5	

B- COTATION FONCTIONNELLE :

I Activité de découverte

Réaliser l'activité de découverte du manuel d'activités.

II Exemple introductif : TENDEUR DE COURROIE

Le dessin d'ensemble page 64 représente un tendeur de courroie permettant de tendre une courroie de transmission de mouvement entre deux poulies.

1- Analyse fonctionnelle :

Recherche des cotes condition pour obtenir le fonctionnement recherché.

- Le galet (7) doit tourner librement par rapport à l'axe (4).
Cela suppose un **jeu Ja**
- Pour que l'axe (4) puisse être encastré sur le support (3), il faut qu'il y ait un **retrait Jb**

2- Vocabulaire et représentation graphique :

- a) Les cotes conditions (**CC**) **Ja** et **Jb** seront représentées par : Un vecteur à double trait
- b) Les surfaces terminales (**ST**) sont des surfaces qui limitent la cote condition. Chacune de ces surfaces sera représentée par un trait fin perpendiculaire à la direction du vecteur cote condition.
- c) Les surfaces de liaisons (**SL**) sont des surfaces de contact entre les pièces perpendiculaires à la direction du vecteur cote condition. Chacune de ces surfaces sera représentée par un trait fin.

3- Etablissement d'une chaîne de cotes :

a) Définition :

Une chaîne de cotes est un ensemble des cotes nécessaires et suffisantes au respect de la cote condition.

b) Méthode de traçage d'une chaîne de cotes :

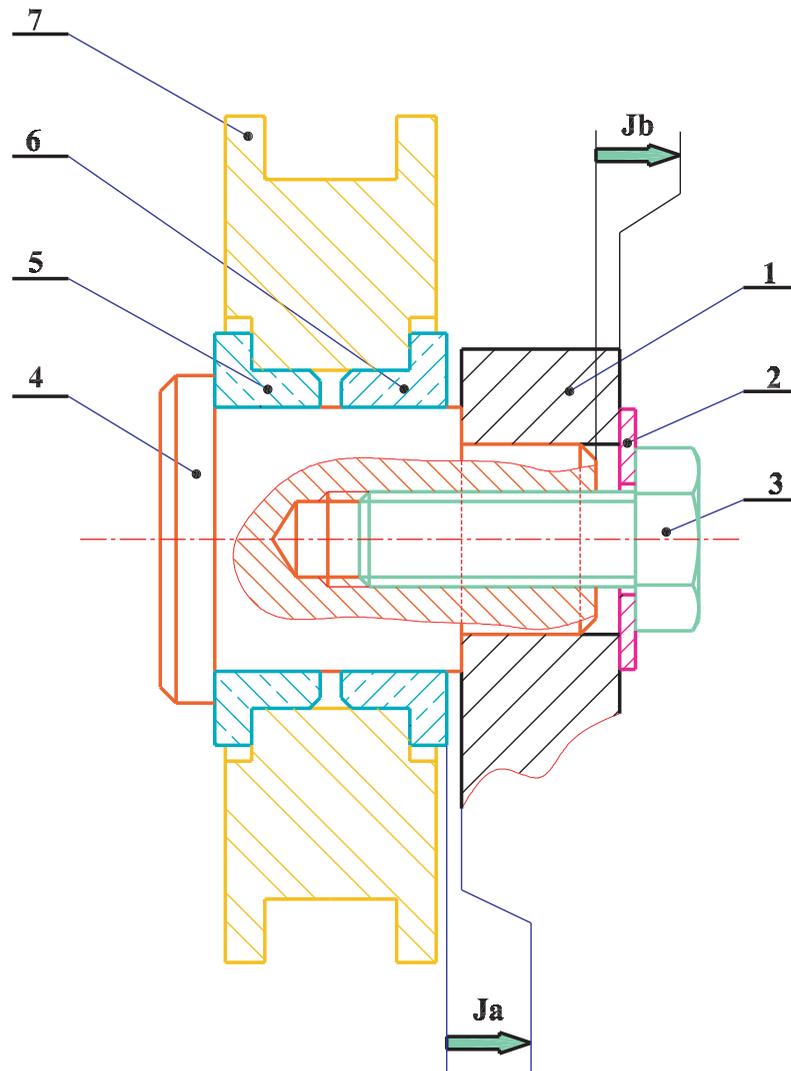
Pour une cote condition donnée : Ja.

- Repérer les surfaces terminales et les surfaces de liaison.
- A partir de l'origine du vecteur cote-condition, tracer le premier vecteur relatif à la première pièce jusqu'à la surface de liaison en contact avec la deuxième pièce.
- Nommer cette cote fonctionnelle obtenue de la façon suivante.



- A partir de l'extrémité du premier vecteur, tracer le deuxième vecteur relatif à la deuxième pièce jusqu'à la surface de liaison en contact avec une nouvelle pièce etc... jusqu'à l'extrémité du vecteur cote condition.

Chapitre 2



7	1	Galet	EN AW-7049	Alliage d'aluminium
6	1	Coussinet	CW453K[Cu Sn 8]	Alliage de cuivre
5	1	Coussinet	CW453K[Cu Sn 8]	Alliage de cuivre
4	1	Axe	C35	Acier
3	1	Vis H, M12 - 40		NF E 25-112
2	1	Rondelle plate M 12 U		NF E 27-611
1	1	Support	C22	Acier
Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence

ECHELLE 1 : 1



**TENDEUR DE
COURROIE**

Nom :

Date :

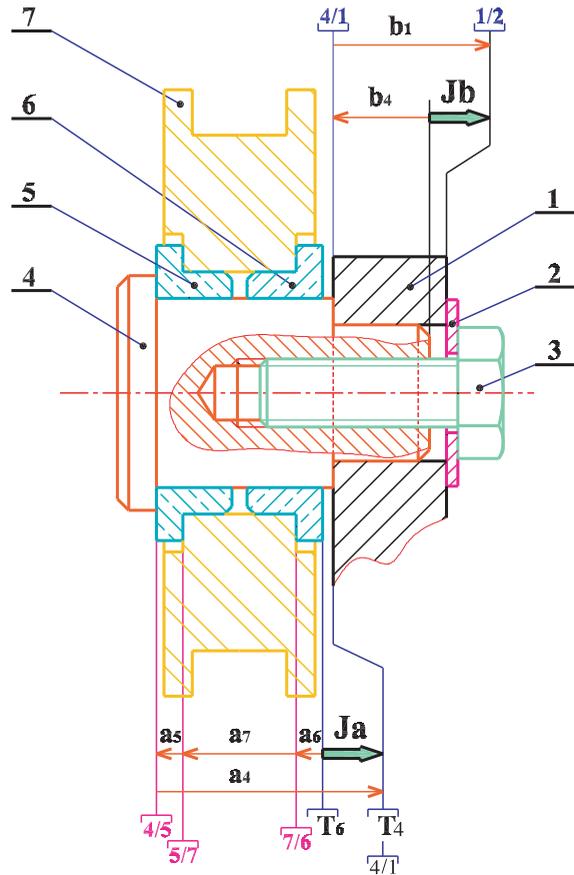
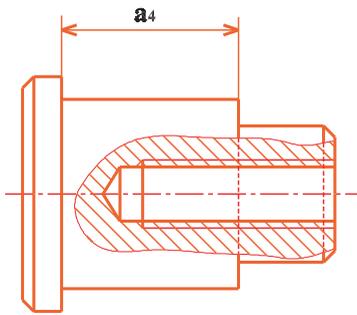
Numéro

00

ETABLISSEMENT

c) Cotes fonctionnelles :

- Il n'est possible de coter une pièce que si l'on connaît exactement son utilisation.
- Dans notre exemple a_4 représente la cote fonctionnelle de l'axe (4) repondant à la cote condition J_a .



d) Equations de projection de la cote condition :

$$J_a = a_4 - a_6 - a_7 - a_5$$

$$J_{a_{\text{Max}}} = a_{4_{\text{Max}}} - a_{6_{\text{min}}} - a_{7_{\text{min}}} - a_{5_{\text{min}}}$$

$$J_{a_{\text{min}}} = a_{4_{\text{min}}} - a_{6_{\text{Max}}} - a_{7_{\text{max}}} - a_{5_{\text{Max}}}$$

$$IT_{J_a} = IT_{a_4} + IT_{a_5} + IT_{a_6} + IT_{a_7}$$

Application numérique : calcul de la cote fonctionnelle a_4 .

Données : $J_a = 1^{\pm 0,3}$ $a_5 = a_6 = 5^{\pm 0,05}$ $a_7 = 22^{\pm 0,1}$

$J_{a_{\text{Max}}} = a_{4_{\text{Max}}} - a_{6_{\text{min}}} - a_{7_{\text{min}}} - a_{5_{\text{min}}}$
 $a_{4_{\text{Max}}} = J_{a_{\text{Max}}} + a_{6_{\text{min}}} + a_{7_{\text{min}}} + a_{5_{\text{min}}}$
 $a_{4_{\text{Max}}} = 1,3 + 4,95 + 4,95 + 21,9 = 33,1$

$J_{a_{\text{min}}} = a_{4_{\text{min}}} - a_{6_{\text{Max}}} - a_{7_{\text{max}}} - a_{5_{\text{Max}}}$
 $a_{4_{\text{min}}} = J_{a_{\text{min}}} + a_{6_{\text{Max}}} + a_{7_{\text{max}}} + a_{5_{\text{Max}}}$
 $a_{4_{\text{min}}} = 0,7 + 5,05 + 5,05 + 22,1 = 32,9$

$$a_4 = 33^{\pm 0,1}$$

Chapitre 2

Vérification de l'intervalle de tolérance

$$IT_{Ja} = IT_{a4} + It_{a5} + It_{a6} + It_{a7}$$

$$0,6 = 0,2 + 0,1 + 0,1 + 0,2$$

III Exercice résolu : TENDEUR DE COURROIE

Travail demandé :

- Tracer sur le dessin ci-contre la chaîne de cote relative à la cote condition **Jb**.
- Calculer la cote fonctionnelle **b₄** sachant que :

$$Jb = 1 \begin{matrix} +0,5 \\ 0 \end{matrix} \quad b_1 = 15 \begin{matrix} \pm 0,1 \end{matrix}$$

- Reporter sur le dessin de définition de l'axe (4) la cote fonctionnelle déterminée par **Jb**.

Correction :

$$Jb = b_1 - b_4$$

$$Jb_{Max} = b_{1Max} - b_{4min}$$

$$Jb_{min} = b_{1min} - b_{4Max}$$

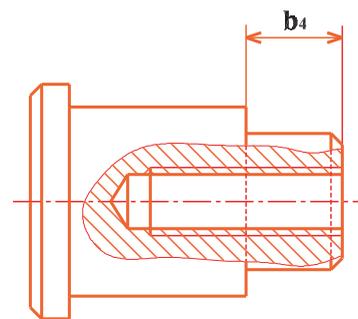
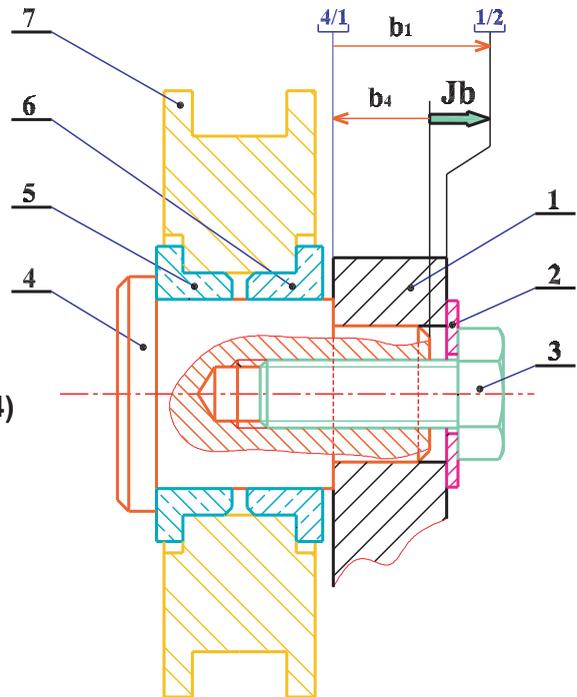
$$b_{4min} = b_{1Max} - Jb_{Max}$$

$$b_{4Max} = b_{1min} - Jb_{min}$$

$$b_{4min} = 15,1 - 1,5 = 13,6$$

$$b_{4Max} = 14,9 - 1 = 13,9$$

$$b_4 = 14 \begin{matrix} -0,1 \\ -0,4 \end{matrix}$$

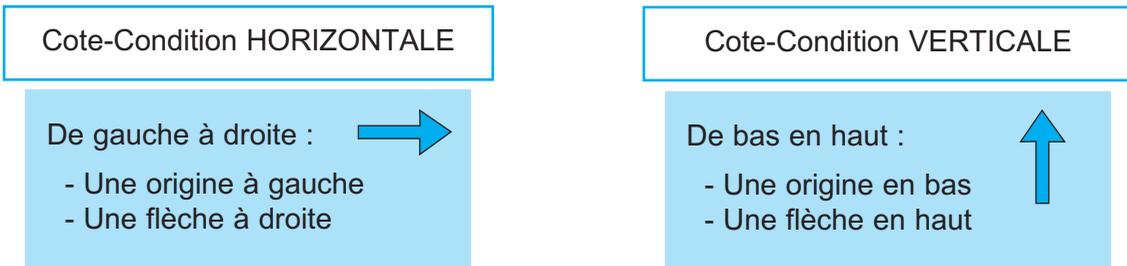


IV Activités de travaux pratiques

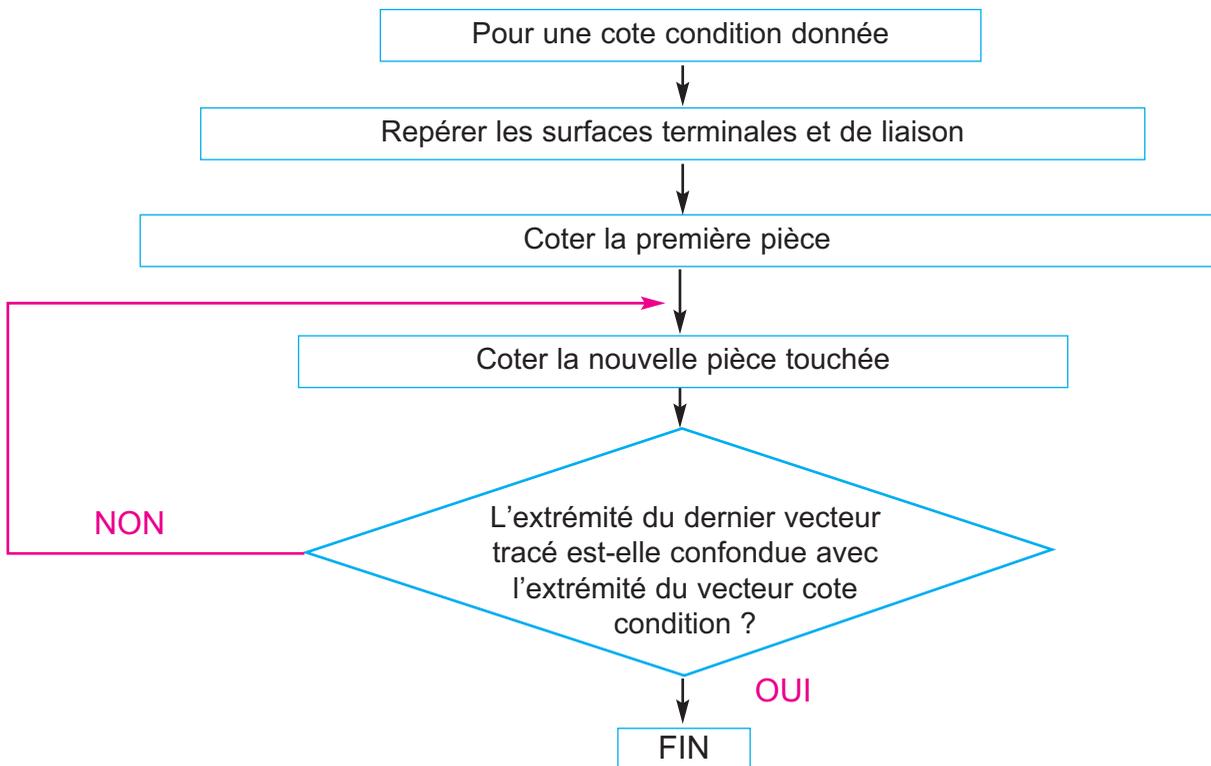
Réaliser les activités de travaux pratiques du manuel d'activités (activités : 1, 2 et 3).

Je retiens l'essentiel

- La chaîne de cotes part de l'origine de la cote condition et se termine à l'extrémité de la cote condition.
- Les cotes fonctionnelles sont positives dans le même sens que la cote condition et négatives dans le sens contraire.
- Détecter les cotes fonctionnelles qui influent sur la cote condition.
- Une cote condition est nécessairement placée entre deux surfaces appartenant à deux pièces différentes. Elle est représentée par un vecteur double traits orienté de la façon suivante :



- Il ne peut pas y avoir plus q'une cote fonctionnelle par pièce pour une même chaîne.
- Une chaîne de cotes doit être la plus courte possible « dite chaîne minimale » et fermée sur une cote condition et une seule.
- Une pièce unique peut intervenir dans plusieurs chaînes de cotes.

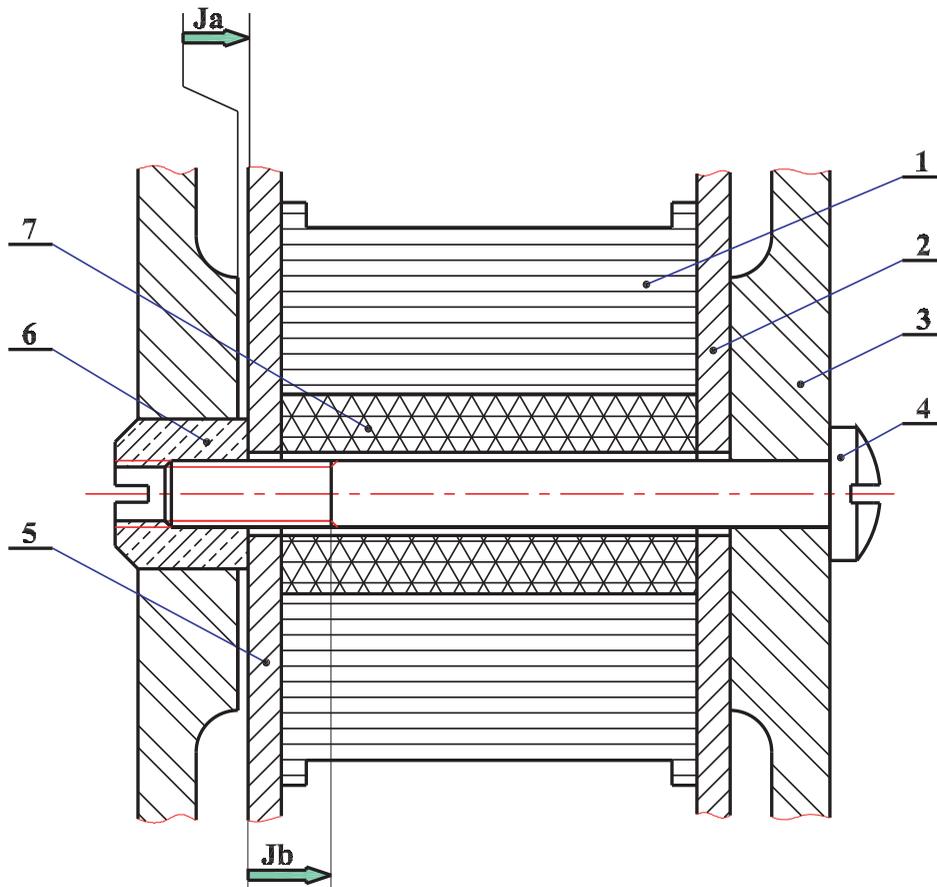


- Ecrire les relations « équations » reliant la cote condition aux cotes fonctionnelles.

V Exercice à résoudre

Le dessin ci-dessous représente une bobine de relais constituée par :

- Bobine (1) - Plaque (2) - Boitier (3) - Vis (4) - Plaque (5) - Ecrou (6)

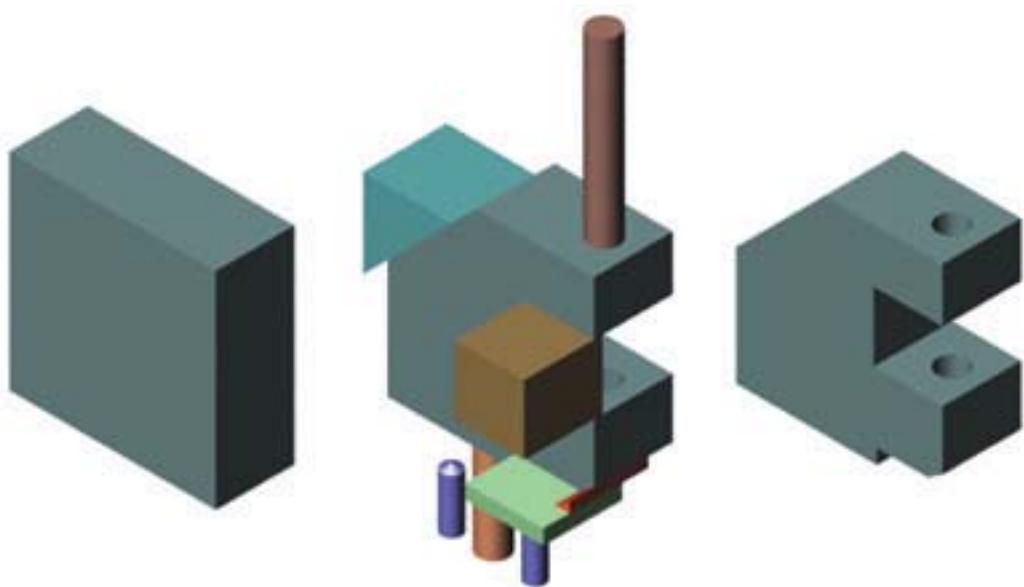


Travail demandé :

- 1) Tracer sur le dessin précédent les chaînes de cotes qui installent les cotes conditions « Ja » et « Jb ».
- 2) Calculer $J_{a_{min}}$ sachant que :

$$a_2 = a_5 = 4^{+0,5} \quad a_1 = 50^{0-0,5} \quad a_3 = 59^{+0,2}_0$$

Leçon n°3 : Le dessin de définition (Rappels)



Objectifs :

A partir d'un système ou d'un sous-système ou d'un mécanisme accompagné de son dossier technique :

- Lire un dessin d'ensemble.
- Identifier les conditions fonctionnelles sur un dessin d'ensemble.
- Déterminer et calculer une cote fonctionnelle.
- Placer une cote fonctionnelle sur un dessin de définition.
- **Représenter une pièce extraite d'un dessin d'ensemble.**

Le dessin de définition est un moyen de communication entre concepteur (dessinateur) et réalisateur « cahier des charges »

Le dessin de définition

I Exemple introductif : PERFORATRICE

Le dessin d'ensemble page 71 représente une perforatrice permettant de perforer des feuilles pour les mettre dans des classeurs à anneaux.

1- Constitution d'un dessin de définition :

a) Donner les constituants d'un dessin de définition.

Le dessin de définition est constitué :

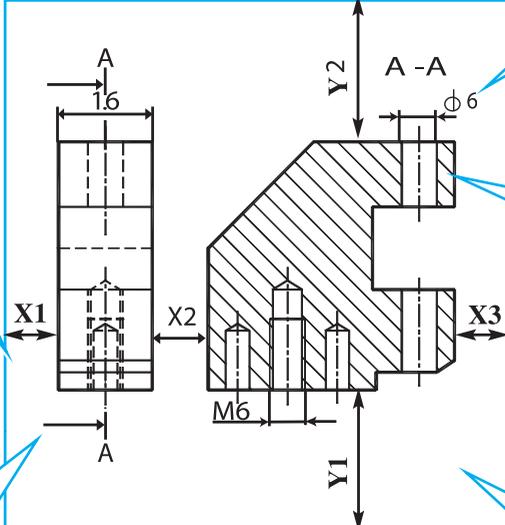
- * d'un ensemble de vues.
- * d'un cartouche.

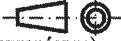
Ceux-ci sont donnés sur un format normalisé.

b) Donner la définition d'un dessin de définition de composant.
C'est une représentation qui définit complètement et totalement chacune des pièces extraites d'un dessin d'ensemble.
Ce dessin sert à établir un contrat entre le dessinateur et le « réalisateur » « cahier de charges ».

c) Pourquoi $X1 = X2 = X3$ et $Y1 = Y2$?
Pour que les vues soient réparties régulièrement sur la feuille. C'est la mise en page.

h) Pourquoi les cotes sont inscrites sur les vues ?
Pour indiquer les dimensions des différentes surfaces de la pièce avec plus de précision qu'un simple relevé à l'échelle.



d) Comment sont disposées les vues ?
- On utilise la méthode de disposition des vues :

(européenne)
- Dans cette méthode, la vue de gauche est dessinée à droite de la vue de face, la vue de dessus au dessous de la vue de face etc.....

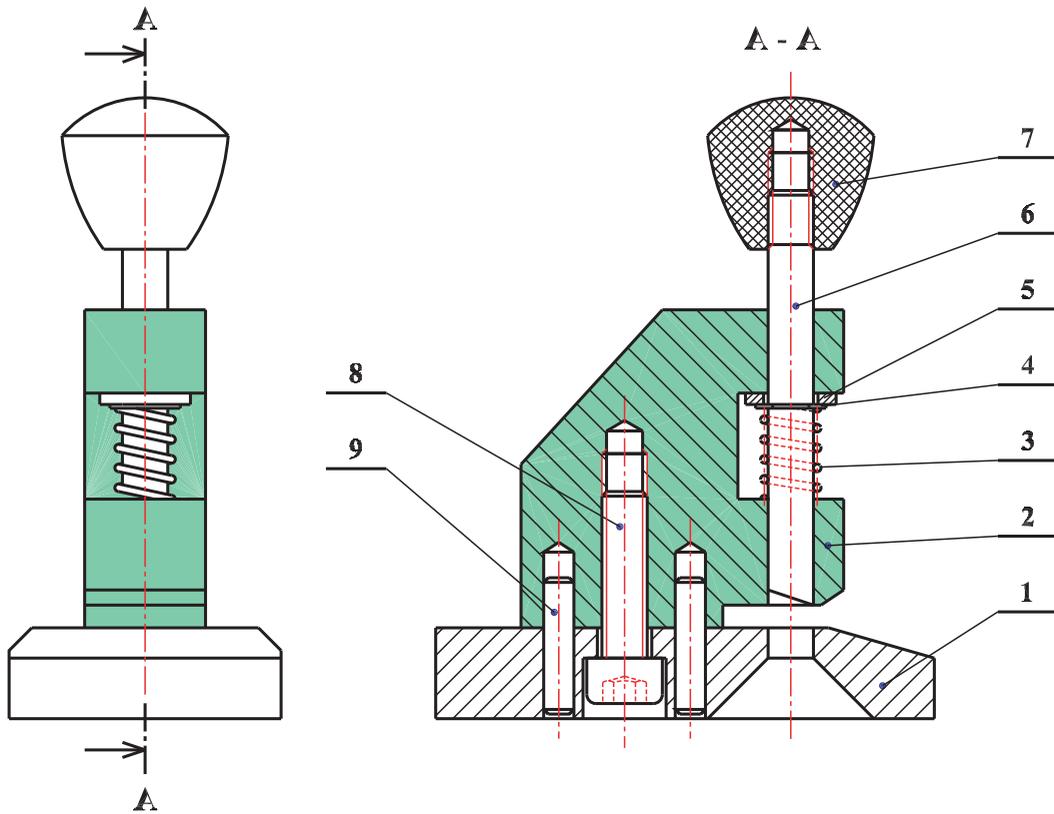
g) Pourquoi cette vue est-elle en coupe ?
Pour améliorer la clarté et la lecture du dessin en remplaçant les contours cachés des formes intérieures par des contours vus.

1	1	Corps	S 235	Référence
Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
Echelle 1 : 1		PERFORATRICE		Date :
ETABLISSEMENT			Numéro	00

e) Quels sont les types de traits à utiliser pour représenter les différents contours ?

- Les lignes vues sont représentées en traits continus forts :
- Les lignes cachées sont représentées en traits interrompus fins :
- Les lignes matérialisant les principaux plans de symétrie des surfaces sont en traits mixtes fins :

f) Pourquoi ce dessin est représenté seulement par deux vues ?
Deux vues sont nécessaires et suffisantes pour définir le corps (2) « visualiser ses dimensions : hauteur, largeur et profondeur »

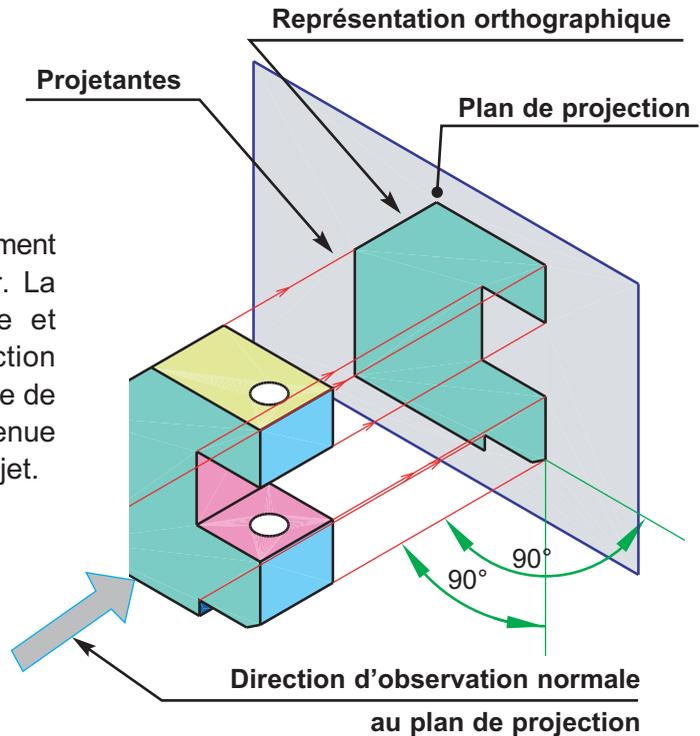


9	2	Goupille de positionnement	Stubs	Acier
8	1	Vis C HC, M6 - 22		
7	1	Bouton	PF 21	Plastique
6	1	Poinçon	C60	Acier
5	1	Rondelle plate M 6 U		NF E 27-611
4	1	Anneau élastique pour arbre, 6 x 1,5		NF E 22-163
3	1	Ressort	51 Cr V4	Acier
2	1	Corps	S235	Acier
1	1	Socle	S235	Acier
Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
ECHELLE 1 : 1		PERFORATRICE	Nom :	
			Date :	
			Numéro	
ETABLISSEMENT			00	

2- Conventions de représentation :

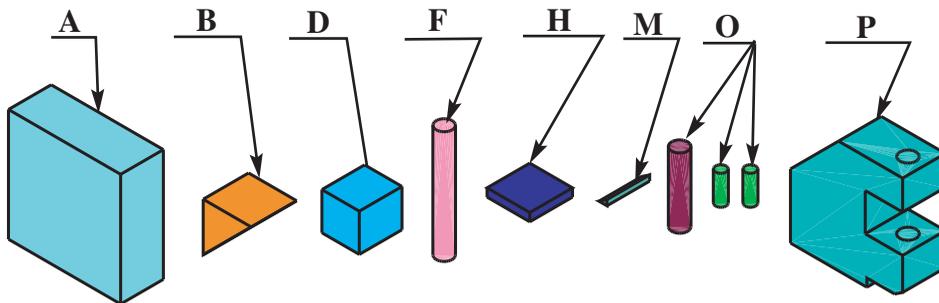
a) Principe de la projection orthogonale

L'observateur se place perpendiculairement à l'une des faces de l'objet à définir. La face observée est ensuite projetée et dessinée dans un plan de projection parallèle à cette face et situé en arrière de l'objet. La vue, plane, dessinée obtenue est une projection orthogonale de l'objet.

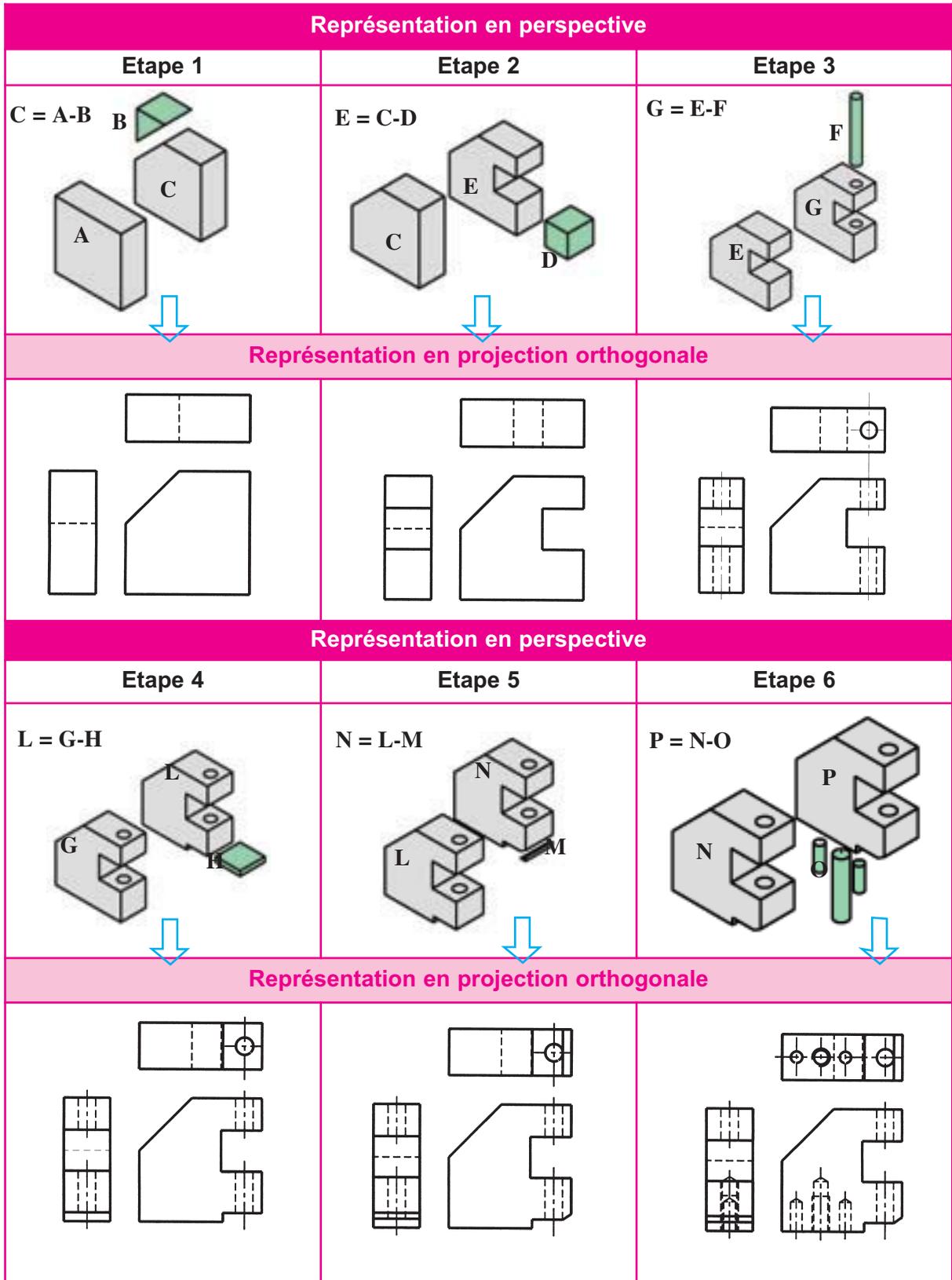


b) Méthode des volumes élémentaires :

La représentation de volumes complexes est réalisée par addition ou soustraction de volumes élémentaires dont les limites sont des surfaces que l'on sait représenter sous une direction d'observation quelconque. La démarche à préférer est la soustraction de volumes. Cette méthode se rapproche de la façon dont sera usinée la pièce.



$$P = A - \{B + D + F + H + M + O\}$$



c) Correspondance des vues

■ Vue de face/vue de droite :

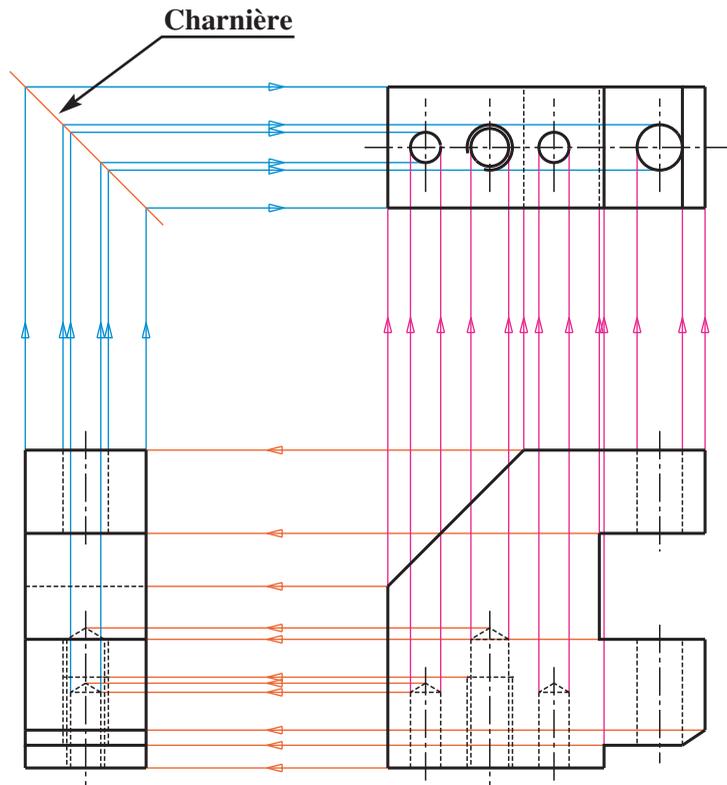
Un point représenté sur la vue de face se retrouve sur la vue de droite sur une même horizontale.

■ Vue de face/vue de dessous :

Un point représenté sur la vue de face se retrouve sur la vue de dessous sur une même verticale.

■ Vue de droite/vue de dessous :

Un point représenté sur la vue de droite se retrouve sur la vue de dessous par l'intermédiaire de la charnière (rotation de 90°).



d) Sections :

Les sections représentent la partie de la pièce située dans le plan sécant choisi pour montrer un détail de forme situé dans ce plan.

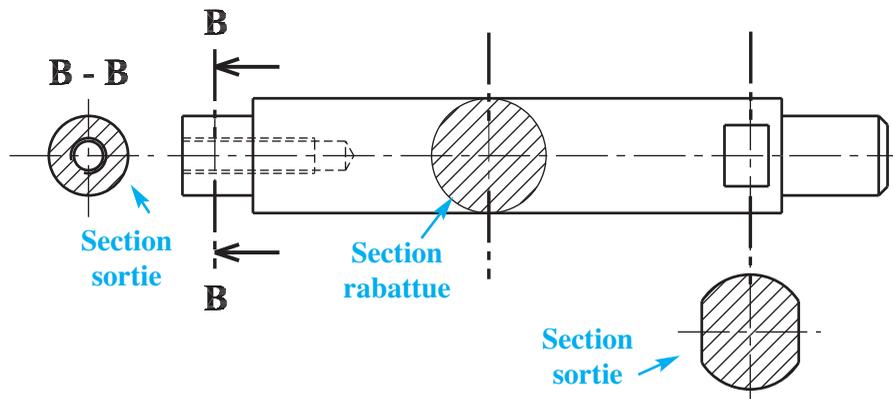
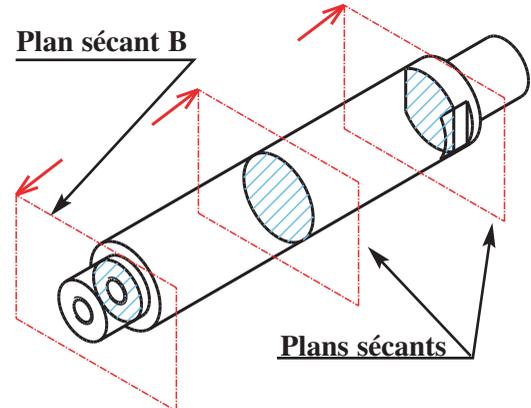
On distingue :

■ Les sections sorties

dessinées en trait continu fort à l'extérieur de la vue.

■ Les sections rabattues

dessinées en trait continu fin sur la vue elle même.



II Exercice résolu : POUSSOIR POUR CAPTEUR DE POSITION DE PORTE

On donne ci-dessous le dessin de définition de l'axe (2) défini par :

- vues de face et de dessus incomplètes.
- vue de droite complète.

Travail demandé :

En se référant au dessin d'ensemble du poussoir pour capteur de position de porte (Voir manuel d'activité).

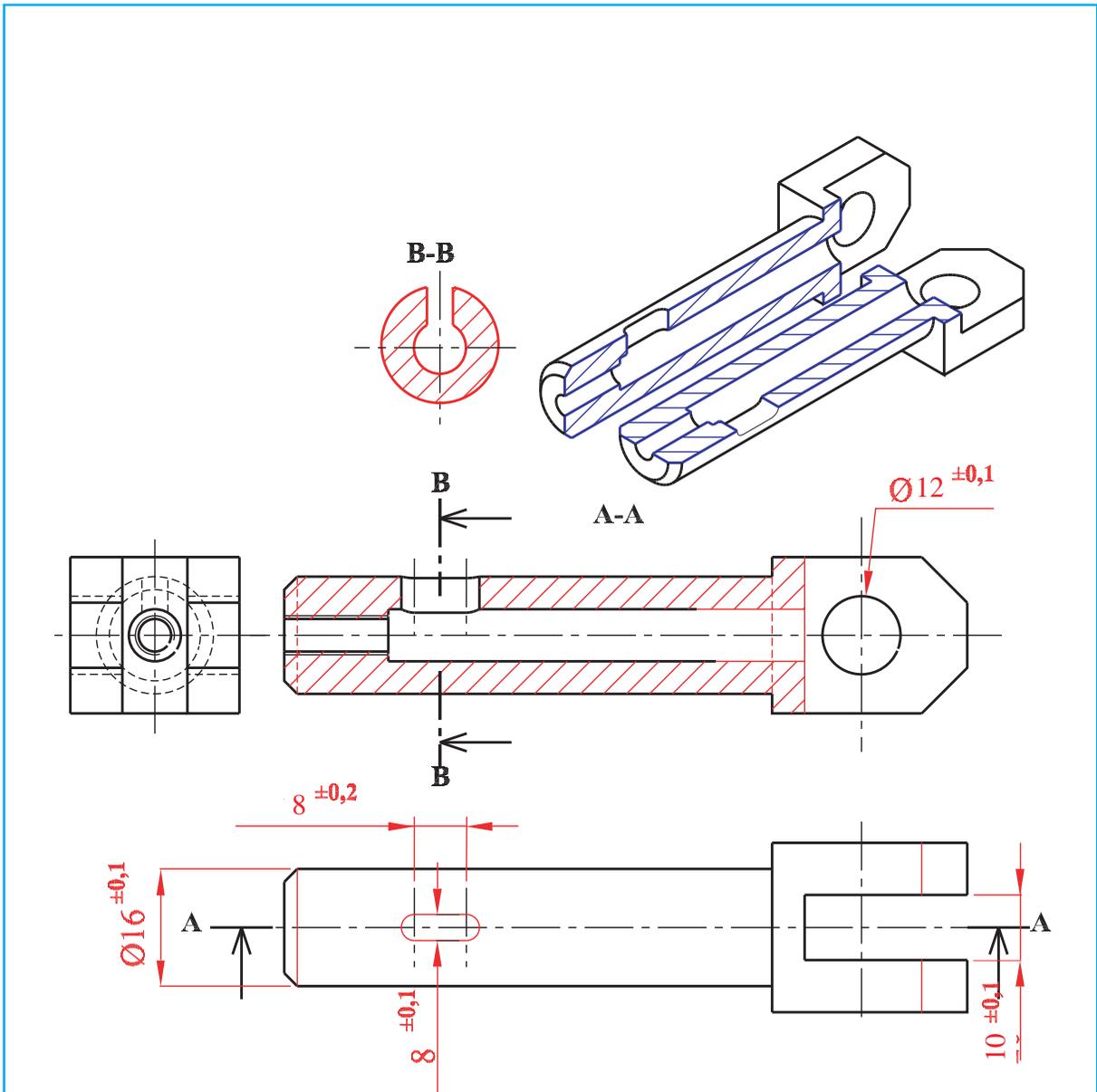
- Compléter la représentation de l'axe (2) par une :

- Vue de face coupe A-A.
- Vue de dessus (sans détails cachés).
- Section sortie B-B.

- Coter les surfaces fonctionnelles.

2	1	Tige	C22	Acier
Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
ECHELLE 1 : 1		POUSSOIR POUR CAPTEUR DE POSITION DE PORTE	Nom :	
			Date :	
			Numéro	00
ETABLISSEMENT				

Correction



2	1	Tige	C22	Acier
Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
ECHELLE 1 : 1		POUSSEUR POUR CAPTEUR DE POSITION DE PORTE	Nom :	
			Date :	
			Numéro	00
ETABLISSEMENT				

III Activités de travaux pratiques

Réaliser les activités de travaux pratiques du manuel d'activités (activités : 1, 2 et 3).

Je retiens l'essentiel

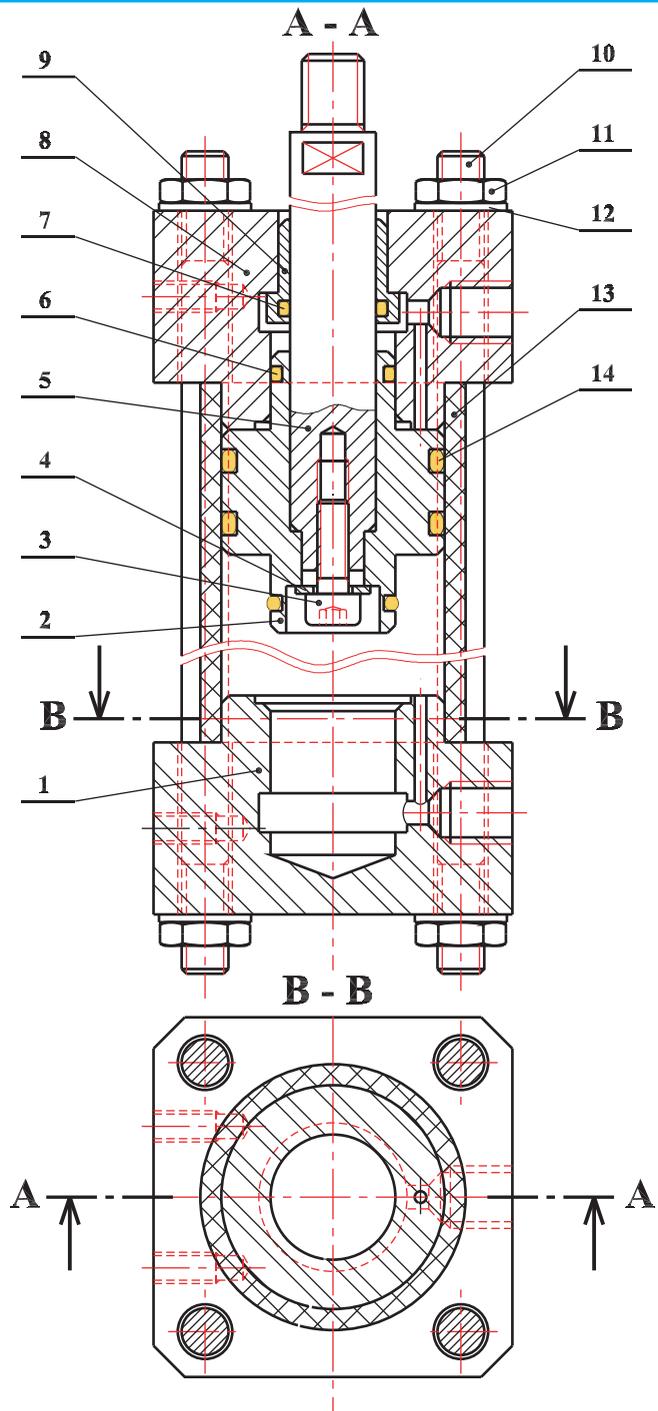
■ Pour la représentation en perspective :

L'élaboration du dessin d'une pièce s'effectue par l'intermédiaire d'opérations booléennes appliquées aux volumes élémentaires : **la soustraction**, **l'addition** et quelquefois **l'intersection**.

■ Pour la projection orthogonale :

- * Chaque volume élémentaire doit être représenté **simultanément** sur toutes les vues.
- * Il n'y a aucun intérêt à couper les **formes pleines** par un plan suivant leurs longueurs .
- * Les hachures sont tracées en trait continu fin et de préférence inclinées à 45°.
- * Les hachures **ne traversent** jamais un **trait fort**.
- * Les hachures **ne s'arrêtent** jamais sur un **trait interrompu**.
- * La définition d'une pièce à partir d'un dessin d'ensemble est amené à :
 - Choisir les vues nécessaires et suffisantes pour la décrire entièrement.
 - Compléter les détails non définis sur le dessin d'ensemble.
 - Inscrire la cotation fonctionnelle.

IV Exercice à résoudre : VERIN DOUBLE EFFET



ECHELLE 1 : 1



VERIN DOUBLE EFFET

ETABLISSEMENT

Nom :

Date :

Numéro

00

Chapitre 2

14	2	Joint torique, 36 x 3		
13	1	Cylindre	UP	Plastique
12	4	Rondelle W8		NF E 25-515
11	4	Ecrou Hm, M8		NF E 25-401
10	4	Tirant	C 22	Acier
9	1	Bague	CW453K [Cu Sn 8]	Alliage de cuivre
8	1	Fond ouvert	EN AB-AI Si 10 Mg	Alliage d'aluminium
7	1	Joint torique, 14 x 2		
6	2	Joint torique, 16 x 2		
5	1	Tige de piston	X 30 Cr 13	Acier
4	1	Rondelle plate M 6 U	S 250	P.S.M
3	1	Vis C HC, M6 - 14		NF E 27-611
2	1	Piston	EN AB-AI Si 10 Mg	Alliage d'aluminium
1	1	Fond fermé	SEN AB-AI Si 10 Mg35	Alliage d'aluminium
Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
ECHELLE 1 :1		VERIN DOUBLE EFFET	Nom :	
			Date :	
			Numéro	
ETABLISSEMENT				00

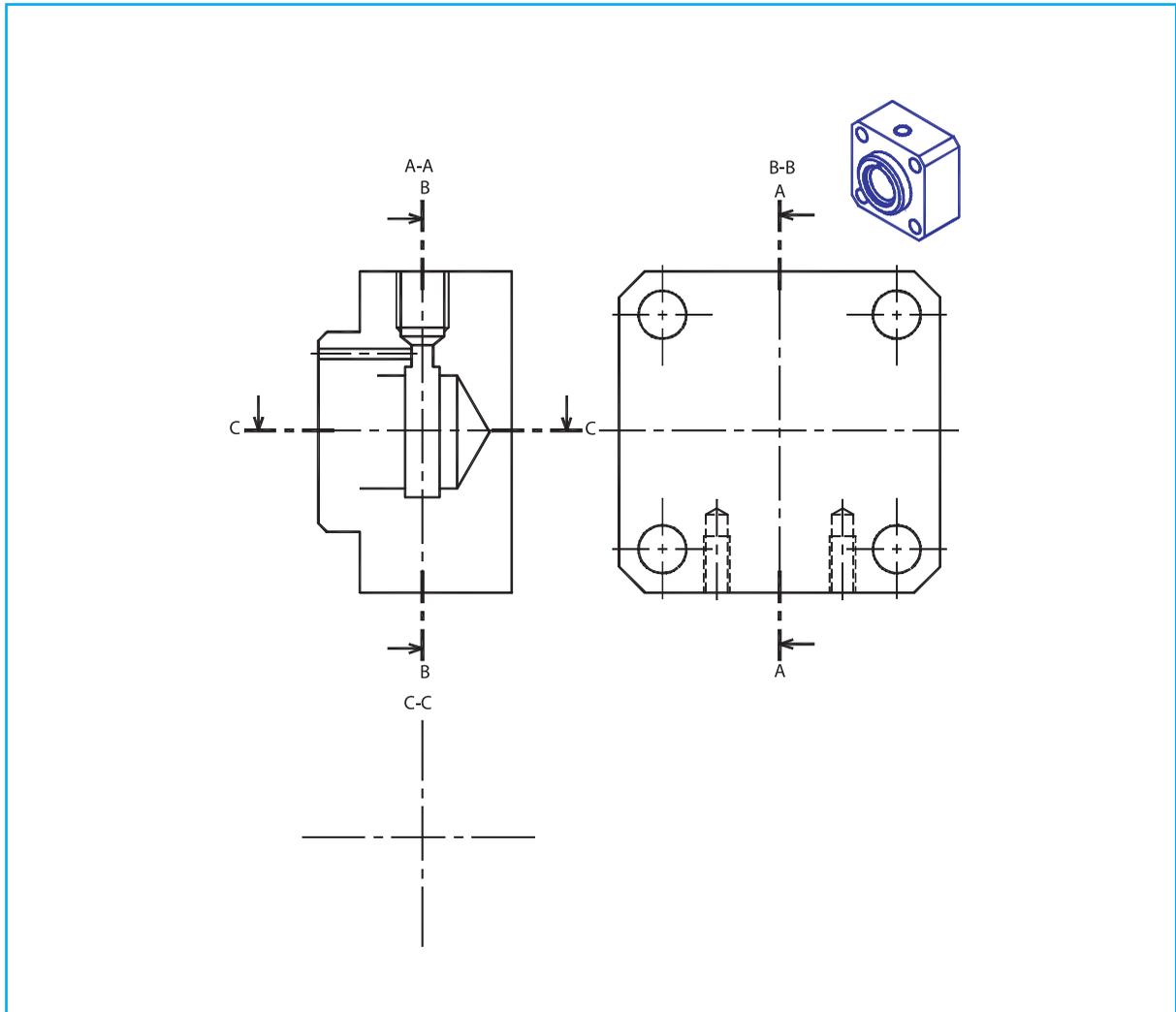
Travail demandé :

En se référant au dessin d'ensemble du vérin à double effet (voir page précédente).

- Compléter la représentation du fond fermé (1) par une :

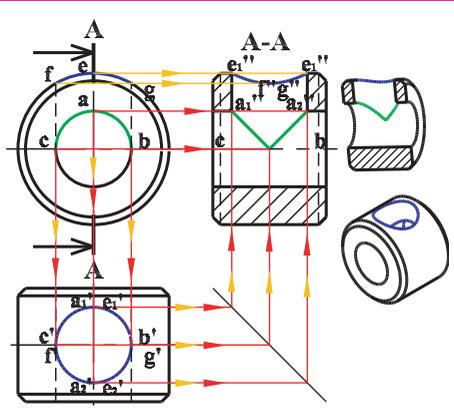
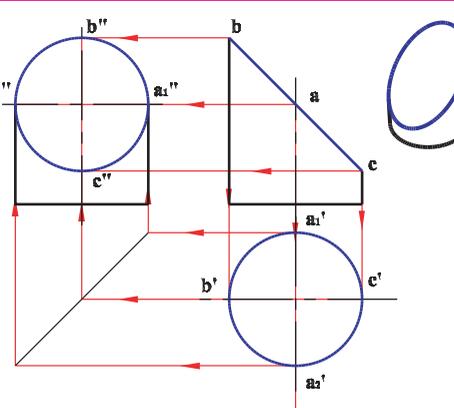
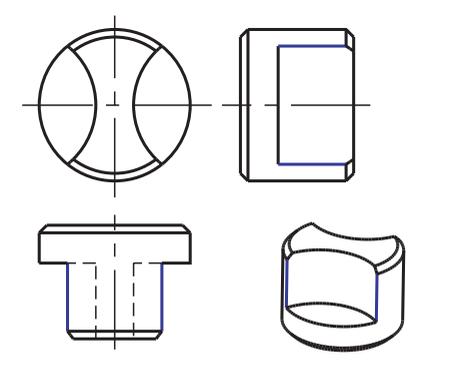
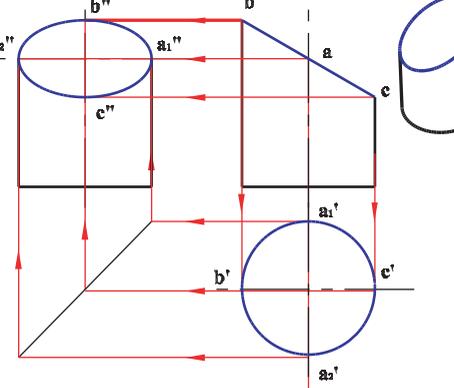
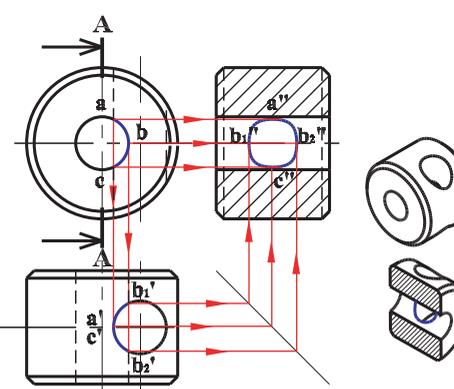
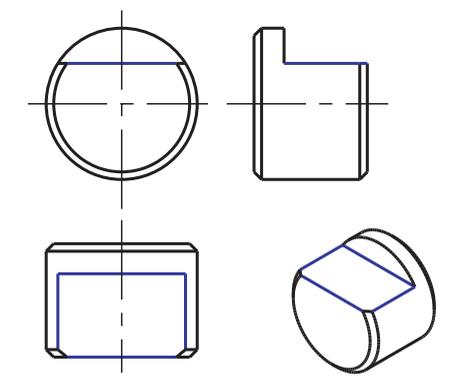
- Vue de face coupe A-A.
- Vue de gauche coupe B-B.
- Section sortie C-C.

- Inscrire les cotes des surfaces fonctionnelles



1	1	Fond fermé	EN AB-AL Si 10 MC22	Alliage d'aluminium
Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
ECHELLE 1 : 1		VERIN DOUBLE EFFET	Nom :	
			Date :	
		ETABLISSEMENT		Numéro

Savoir plus Intersections des deux surfaces

Intersection cylindre-cylindre	Intersection cylindre-plan
<p style="text-align: center;">axes \perp</p> 	<p style="text-align: center;">plan oblique ($\alpha = 45^\circ$)</p> 
<p style="text-align: center;">axes \parallel</p> 	<p style="text-align: center;">plan oblique ($\alpha = 60^\circ$)</p> 
<p style="text-align: center;">axes orthogonaux</p> 	<p style="text-align: center;">Plans \parallel à l'axe du cylindre</p> 

Leçon : Traction simple



Objectifs :

A partir d'un système ou d'un sous-système ou d'un mécanisme accompagné de son dossier technique :

- Découvrir certaines caractéristiques mécaniques des matériaux.
- Etudier la résistance d'un composant sollicité à la traction simple.

L'essai de traction sur une pièce cylindrique, longue par rapport à sa section permet, à lui seul, de définir les caractéristiques mécaniques courantes des matériaux.

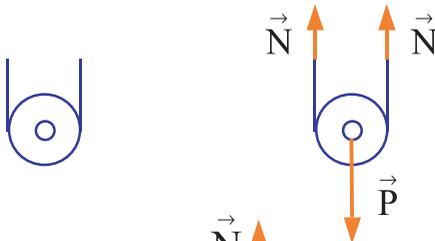
Traction simple

I Exemple introductif

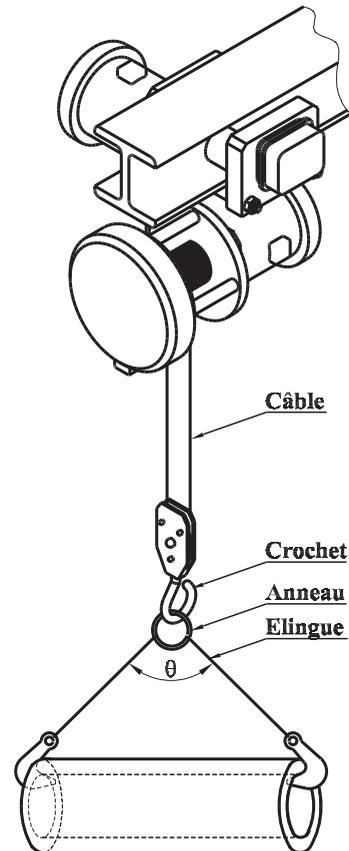
Le système ci-contre représente un palan électrique utilisé pour la manutention des charges (soulever des tuyaux).

■ Après avoir observé la figure ci-contre du palan, placer les actions extérieures (le poids des pièces étant négligés sauf celui du tuyau) sur les systèmes isolés suivants :

* Poulie + câbles



* Câble



■ Indiquer par une croix le type de déformation du câble :

- Allongement



- Raccourcissement

■ A quel type de sollicitation le câble est soumis ?

Traction simple

■ Afin d'assurer le maximum de sécurité lors de la manutention des tuyaux quel diamètre et quel matériau faut-il choisir pour réaliser le câble ?

La réponse nous sera fournie par la leçon suivante.

II Traction simple

1- Définition :

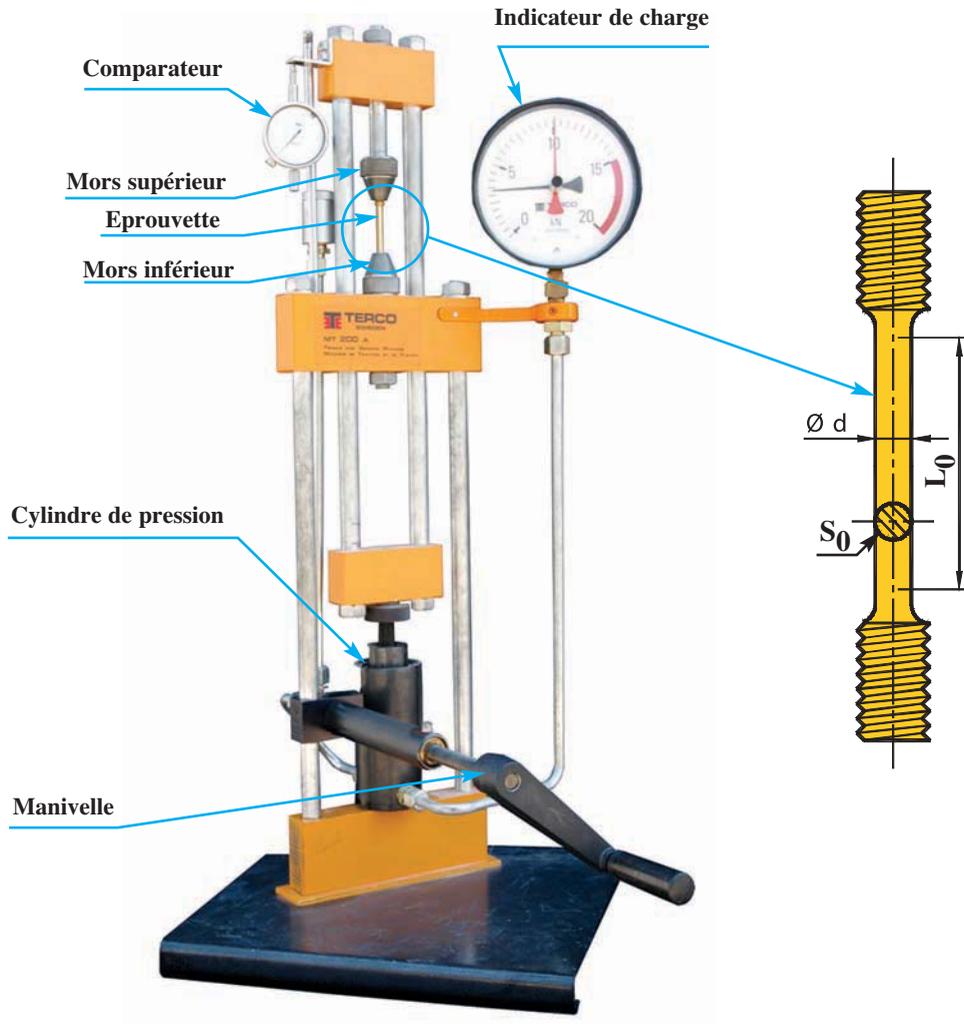
Une pièce longue par rapport à sa section est sollicitée à la traction simple lorsqu'elle est soumise à deux forces égales et opposées



portées par la ligne moyenne qui tendent à l'allonger.
Ligne moyenne : Lieu des centres de gravité de toutes les sections droites.

2- Essai de traction :

La figure ci-dessous représente une machine d'essai de traction.



Pour que les essais de traction soient comparables, les éprouvettes essayées devaient être longues par rapport à leur section telle que $L_0 \geq 5,65 \sqrt{S_0}$

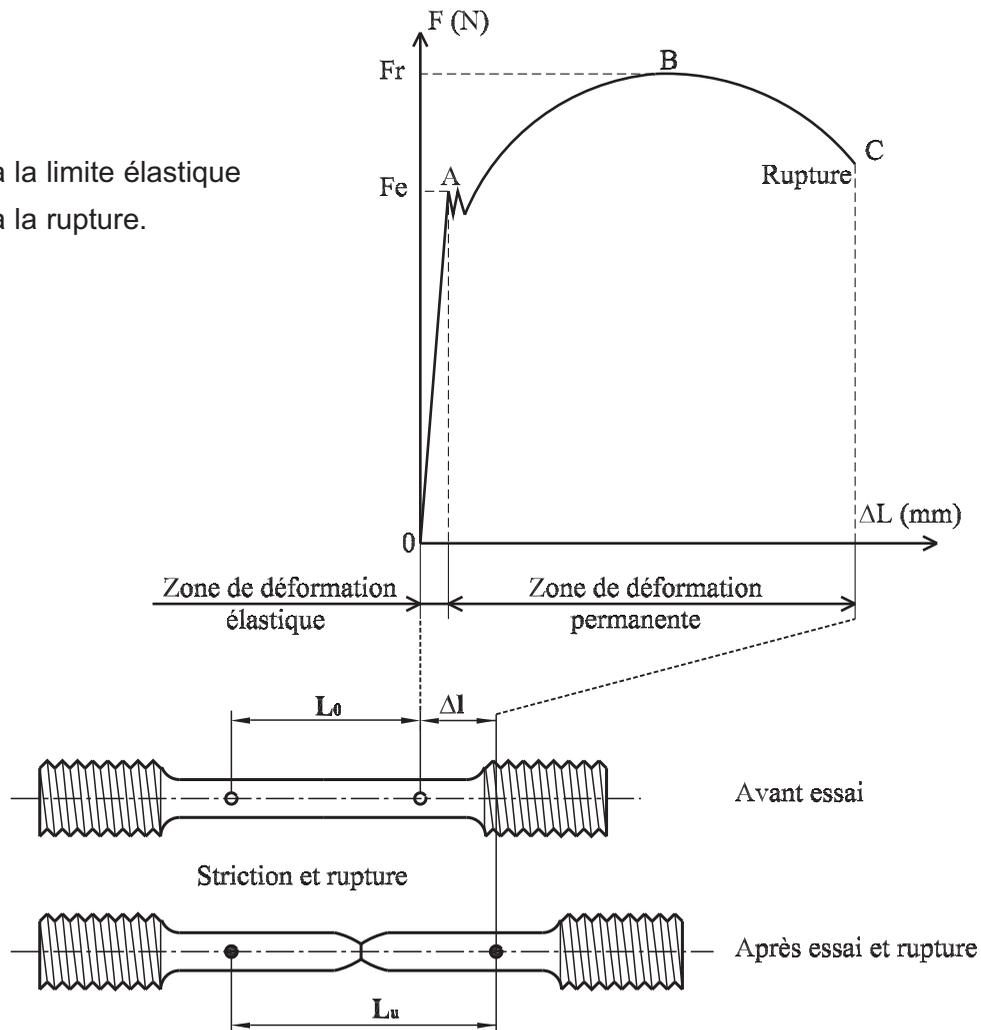
2-1- Principe :

On applique progressivement à une éprouvette cylindrique un effort de traction croissant, afin d'étudier son allongement ΔL .

Pour l'essai de traction, on utilise généralement le type d'éprouvette représenté ci-dessus. L'indicateur de charge et le comparateur à cadran permettent de connaître respectivement l'effort appliqué sur l'éprouvette et la variation de sa longueur.

2-2- Résultats obtenus (éprouvette en acier doux) :

F_e : Charge à la limite élastique
 F_r : Charge à la rupture.



2-3- Interprétation de l'essai :

La courbe obtenue $F = f(\Delta l)$ est appelée courbe de traction, elle fait apparaître deux zones (pour les métaux) :

- **Zone OA :** L'éprouvette a une déformation élastique. L'allongement Δl est proportionnel à l'effort appliqué. Dès que la charge est supprimée, l'éprouvette reprend sa longueur initiale L_0 .
- **Zone AC :** L'éprouvette a une déformation plastique permanente, l'allongement n'est plus proportionnel à l'effort appliqué. Lorsque la charge est supprimée, l'éprouvette ne reprend pas sa longueur initiale L_0 .
 - De A à B : L'éprouvette s'allonge et reste cylindrique.
 - De B à C : L'allongement continue de croître avec un effort moins important. A partir du point B, il apparaît un étranglement, ou striction qui s'accroît jusqu'à la rupture.

3- Caractéristiques mécaniques :

■ Limite élastique :

$$Re = \frac{Fe}{So} \begin{cases} Fe \text{ en (N)} : \text{effort à la limite élastique} \\ So \text{ en (mm}^2\text{)} : \text{section initiale de l'éprouvette} \\ Re \text{ en (N/mm}^2\text{)} : \text{limite élastique} \end{cases}$$

■ Résistance à la rupture :

$$Rr = \frac{Fr}{So} \begin{cases} Fr \text{ en (N)} : \text{effort de rupture} \\ So \text{ en (mm}^2\text{)} : \text{section initiale de l'éprouvette} \\ Rr \text{ en (N/mm}^2\text{)} : \text{résistance à la rupture} \end{cases}$$

■ Allongement pour cent :

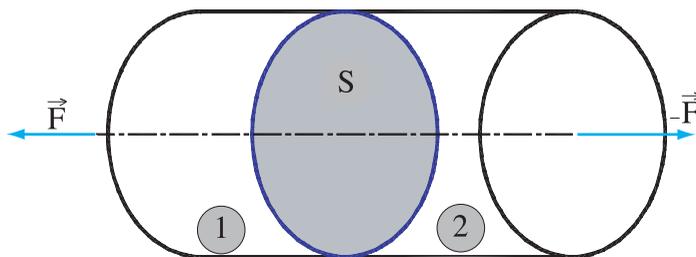
$$A\% = \frac{Lu - Lo}{Lo} \times 100 \begin{cases} Lu : \text{longueur ultime après rupture} \\ Lo : \text{longueur initiale} \end{cases}$$

L'allongement pour cent $A\%$ est compris entre 0 et 30 (pour les métaux).

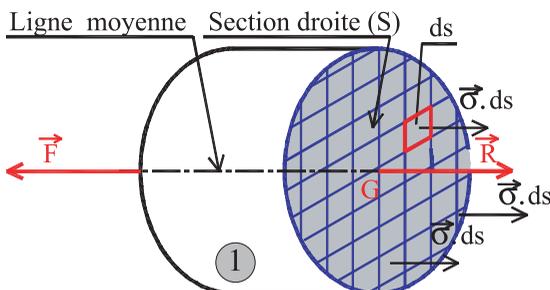
Plus A est grand, plus le matériau est ductile : apte à l'allongement (cuivre, aluminium, acier doux).

Plus A est petit, plus le matériau est fragile (fonte ...).

4- Notion de contrainte :



Soit S une section droite coupant transversalement la poutre en deux tronçons (1) et (2).



Pour maintenir l'équilibre du tronçon (1), sollicité par l'effort \vec{F} , appliquons à tous les éléments de la section S des forces $(\vec{\sigma} \cdot ds)$ normales à cette section et qui remplacent l'action exercée par le tronçon (2). La résultante $\vec{R} = \sum \vec{\sigma} \cdot ds$ est évidemment directement opposée à \vec{F} .

Chapitre 3

Par définition, on appelle $\vec{\sigma}$ (sigma) le vecteur contrainte. On admettra que les contraintes en chaque petite surface élémentaire sont identiques (constantes).

soit $\vec{R} = \vec{\sigma} \sum ds = \vec{\sigma} \cdot S$

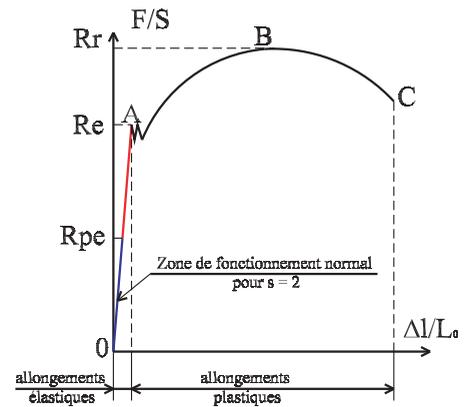
Or $\|\vec{R}\| = \|\vec{F}\|$ Donc $\|\vec{\sigma}\| = \frac{\|\vec{F}\|}{S}$; $\|\vec{\sigma}\| = \frac{\|\vec{F}\|}{S}$ $\left\{ \begin{array}{l} \|\vec{F}\| \text{ en (N)} \\ S \text{ en (mm}^2\text{)} \\ \|\vec{\sigma}\| \text{ en (N/mm}^2\text{)} \end{array} \right.$

5- Condition de résistance :

Pour des raisons de sécurité (limiter l'étude dans la zone élastique : pour que la pièce reste fonctionnelle malgré sa déformation), la contrainte normale de la pièce doit rester inférieure à la résistance pratique à l'extension **Rpe**.

$\sigma \leq Rpe$ avec : $Rpe = \frac{Re}{s}$

- Re : Limite élastique
- s : Coefficient de sécurité ($2 \leq s \leq 10$)



6- Relation contrainte / déformation longitudinale :

Dans la zone élastique **OA**, les expériences montrent que la contrainte $\sigma = \frac{F}{S_0}$ est proportionnelle à l'allongement unitaire $\frac{\Delta l}{L_0}$ soit $\sigma = E \frac{\Delta l}{L_0}$

Avec **E** : module d'élasticité longitudinal (ou module d'YOUNG) en (N / mm²)

$\sigma = E \varepsilon$ c'est la loi de Hooke avec $\varepsilon = \frac{\Delta l}{L_0}$

Exemples : caractéristiques mécaniques de quelques métaux

Métaux	Rr (Mpa) (N/mm ²)	Re (Mpa) (N/mm ²)	E (Mpa) (N/mm ²)	A%
Aciers (E 360)	670	360	2 x 10 ⁵	20
Aciers faiblement alliés (17 Cr Ni Mo 61)	1130	880	2 x 10 ⁵	9
Alliages d'aluminium (Al Si 12)	170	100	72 x 10 ³	3 à 8
Alliages de cuivre : Laiton (Cu Zn 15)	400	-	8 x 10 ⁴	40

III Exercice résolu

Reprenons l'exemple introductif « Palan électrique ». Le câble en acier, de diamètre d est sollicité à la traction sous l'effet d'une force \vec{N} .

$$\text{tel que } \|\vec{N}\| = \frac{\|\vec{P}\|}{2}$$

1) Calculer la charge \vec{P} maximale qui peut être soulevée en toute sécurité par ce câble. Sachant que : $d = 20 \text{ mm}$, $R_e = 800 \text{ N/mm}^2$. On adopte un coefficient de sécurité $s = 6$.
On applique la condition de résistance à la traction :

$$\|\vec{\sigma}\| \leq R_{pe} \Leftrightarrow \frac{\|\vec{N}\|}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq \frac{R_e}{s} \Leftrightarrow \frac{2\|\vec{P}\|}{\pi d^2} \leq \frac{R_e}{s} \Leftrightarrow \|\vec{P}\| \leq \frac{R_e \times \pi \times d^2}{2 \times s}$$

$$\text{A.N : } \|\vec{P}\| \leq \frac{800 \times \pi \times 20^2}{2 \times 6} \text{ donc } \|\vec{P}_{\text{Maxi}}\| = 83775 \text{ N}$$

2) En déduire la tension $\|\vec{F}\|$ de chaque élingue pour un angle $\theta = 60^\circ$.

L'anneau est en équilibre sous l'action des trois forces :

$$\vec{F} + \vec{F} + \vec{P} = \vec{0}.$$

$$\text{Projection sur l'axe } y : -\|\vec{F}\| \cos \frac{\theta}{2} - \|\vec{F}\| \cos \frac{\theta}{2} + \|\vec{P}\| = 0.$$

$$\Leftrightarrow \|\vec{F}\| = \frac{\|\vec{P}\|}{2 \cos \frac{\theta}{2}} \quad \text{A.N : } \|\vec{F}\| = \frac{83775}{2 \cos \frac{60}{2}} = 48367 \text{ N.}$$

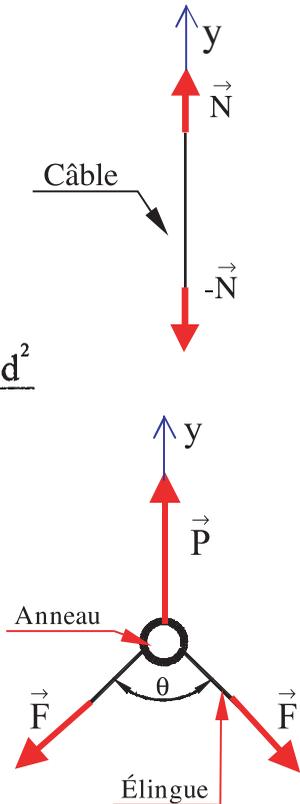
3) L'élingue est en acier, calculer son diamètre d_1 pour qu'il résiste en toute sécurité à la traction.
On applique la condition de résistance à la traction :

$$\|\vec{\sigma}\| \leq R_{pe} \Leftrightarrow \frac{\|\vec{F}\|}{\frac{\pi d_1^2}{4}} \leq \frac{R_e}{s} \Leftrightarrow d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \times s \times \|\vec{F}\|}{\pi \times R_e}}$$

$$\text{A.N : } d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \times 6 \times 48367}{\pi \times 800}} \Leftrightarrow d_1 \geq 15,95 \text{ mm.}$$

Choix : $d_1 = 16 \text{ mm}$.

4) La longueur initiale de l'élingue $L_0 = 2 \text{ m}$ et son module d'YOUNG $E = 200000 \text{ N/mm}^2$.



Chapitre 3

Calculer son allongement Δl .
On applique la loi de HOOKE :

$$\|\vec{\sigma}\| = E \times \frac{\Delta l}{L_0} \Leftrightarrow \frac{\|\vec{F}\|}{\frac{\pi \times d_i^2}{4}} = E \times \frac{\Delta l}{L_0} \Leftrightarrow \Delta l = \frac{4 \times L_0 \times \|\vec{F}\|}{E \times \pi \times d_i^2}$$

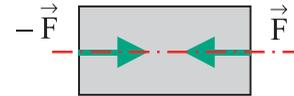
$$\text{A.N : } \Delta l = \frac{4 \times 2000 \times 48367}{200000 \times \pi \times 16^2}$$

$$\Delta l = 2,4 \text{ mm.}$$

IV Compression simple

1- Définition :

Une pièce ni trop longue ni trop courte est sollicitée à la compression simple lorsqu'elle est soumise à deux forces égales et opposées portées par la ligne moyenne qui tendent à la raccourcir.



2- Contrainte :

$$\boxed{\|\vec{\sigma}\| = \frac{\|\vec{F}\|}{S}} \quad \begin{cases} \|\vec{F}\| \text{ en (N)} \\ S \text{ en (mm}^2\text{)} \\ \|\vec{\sigma}\| \text{ en (N/mm}^2\text{)} \end{cases} \quad \text{Avec } \sigma < 0$$

3- Condition de résistance :

$$\|\vec{\sigma}\| \leq R_{pc} \quad \text{Avec } R_{pc} : \text{résistance pratique à la compression}$$

V Activités pratiques

Réaliser les activités de travaux pratiques (1, 2 et 3) du manuel d'activités.

VI Exercices à résoudre

Exercice N°1 : PRESSE HYDRAULIQUE

La figure ci-contre représente une presse hydraulique utilisée pour divers travaux d'atelier. L'huile arrive sous pression et agit sur le piston avec une force maximale

$$\|\vec{F}_{\text{Maxi}}\| = 6.10^4 \text{ N. La tige du piston est sollicitée à la compression. Elle est constituée}$$

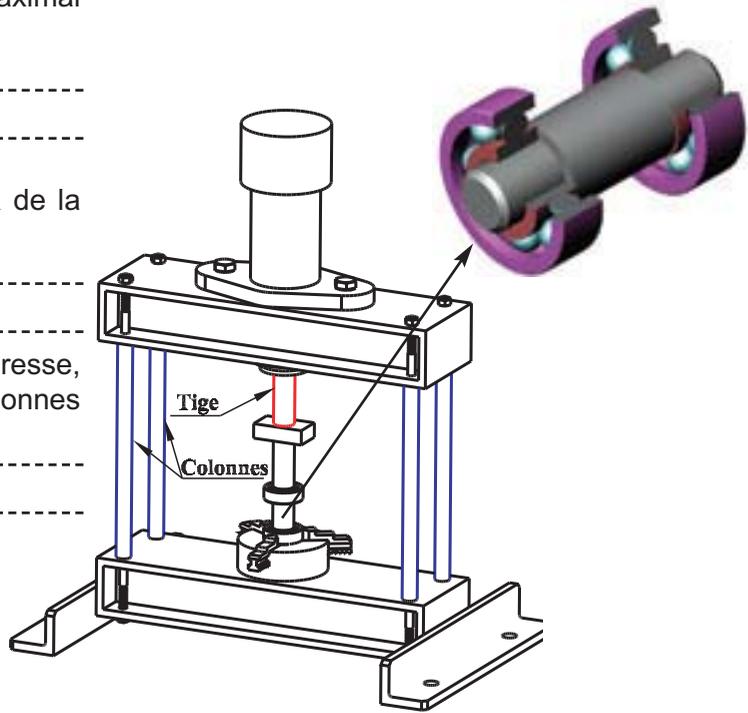
par un cylindre creux de diamètre extérieur $D = 50 \text{ mm}$ et de longueur $L_0 = 300 \text{ mm}$ en acier de limite élastique $R_e = 400 \text{ N/mm}^2$, de module d'YOUNGE $= 2.10^5 \text{ N/mm}^2$. On adoptera un coefficient de sécurité $s = 3$.

1) Calculer le diamètre intérieur maximal d_{\max} de la tige du piston.

2) Calculer le raccourcissement Δl de la tige du piston.

3) Au cours d'une opération de la presse, à quel type de sollicitation les colonnes sont-elles soumises ?

4) Calculer la contrainte normale dans une section de la colonne, sachant qu'elle est de section cylindrique pleine de diamètre $d = 20 \text{ mm}$.



Exercice N°2 : CRIC HYDRAULIQUE

1- Description :

Le dessin d'ensemble page 93 représente un cric hydraulique utilisé pour soulever une voiture en vue de changer une roue.

Il se compose essentiellement d'une embase (7) et d'un cylindre télescopique comprenant la tige d'approche (1).

Le levage de la charge est assuré par l'intermédiaire du bras de manœuvre (15+16). Ce bras, maintenu par la biellette (14), actionne le piston (9). Le mouvement d'huile est régulé par les billes. Le retour en position basse est obtenu par un appui prolongé sur le levier (15+16).

2- Travail demandé :

a) Pendant la descente du bras de manœuvre (15+16) sous l'effort exercé par l'opérateur, la biellette (14) est sollicitée à la traction.

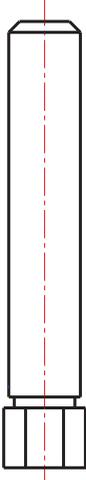
Vérifier la résistance de la biellette sachant qu'elle est soumise à une force $\|\vec{F}\| = 2000 \text{ N}$.

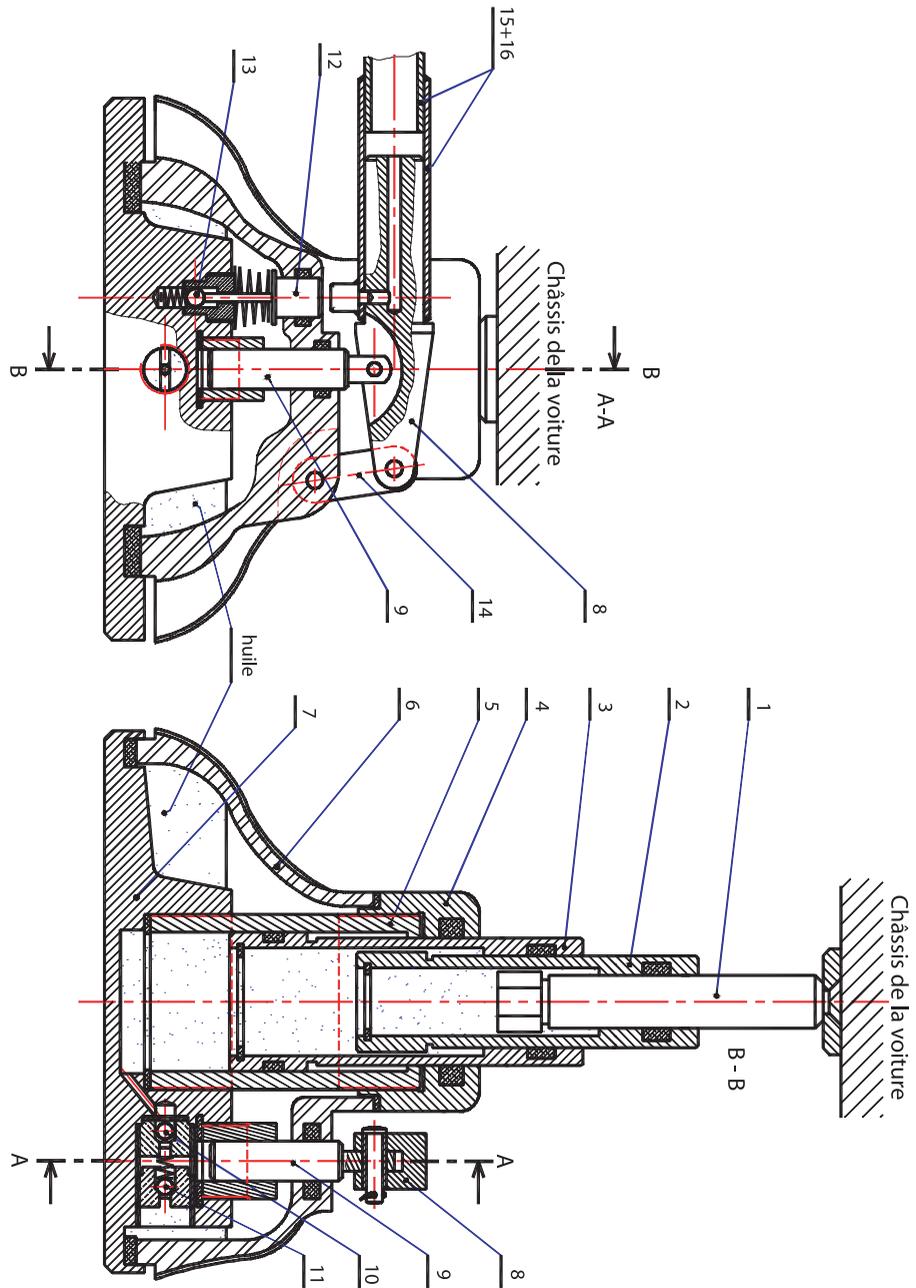
Elle est en acier de résistance à la rupture $R_p = 50 \text{ N/mm}^2$ et de section rectangulaire $a.b$ ($a = 12 \text{ mm}$; $b = 8 \text{ mm}$).

Chapitre 3

b) Le piston (9) est sollicité à la compression sous un effort $\|\vec{F}_1\| = 4500 \text{ N}$.
 Calculer son diamètre D pour qu'il résiste en toute sécurité sachant qu'il est en acier de limite élastique $R_e = 90 \text{ N/mm}^2$ et on adopte un coefficient de sécurité $s = 3$.

c) Après avoir étudié le fonctionnement du cric hydraulique. Pendant la descente de la manette de manœuvre (15+16), placer les actions extérieures sur les pièces isolées (poids négligé) et remplir le tableau ci-dessous.

Pièces isolées	Bilans des forces	Sollicitations
<p>Tige (1)</p> 	<p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p>	<p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p>
<p>Biellette (14)</p> 	<p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p>	<p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p>



ECHELLE 1 : 1



CRIC HYDRAULIQUE

ETABLISSEMENT

Nom :

Date :

Numéro

00

Chapitre 3

16	1	Manette de manœuvre	S235	Acier
15	1	Manette de manœuvre	S235	Acier
14	1	Biellette	C 30	Acier
13	1	Bille	C 60 E	Acier
12	1	Soupape	C 60 E	Acier
11	1	Bille	C 60 E	Acier
10	1	Bille	C 60 E	Acier
9	1	Piston de commande	C 60 E	Acier
8	1	Bille	C 60 E	Acier
7	1	Embase	EN-GJL-350	Fonte
6	1	Corps	EN AW-5754	Alliage d'aluminium
5	1	Cylindre	S235	Acier
4	1	Chapeau	GC40	Acier
3	1	Cylindre	S235	Acier
2	1	Cylindre	S235	Acier
1	1	Tige	C 60 E	Acier
Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
ECHELLE 1 :1		 CRIC HYDRAULIQUE	Nom :	
			Date :	
			Numéro	00
ETABLISSEMENT				

Je retiens l'essentiel

- Une pièce longue par rapport à sa section est sollicitée à la traction simple lorsqu'elle est soumise à deux forces égales et opposées portées par la ligne moyenne qui tendent à l'allonger.



- Une pièce ni trop longue ni trop courte est sollicitée à la compression simple lorsqu'elle est soumise à deux forces égales et opposées portées par la ligne moyenne qui tendent à la raccourcir



Limite élastique : (Résistance élastique)

- $$R_e = \frac{F_e}{S_0} \quad \left\{ \begin{array}{l} F_e \text{ en (N) : effort à la limite élastique} \\ S_0 \text{ en (mm}^2\text{) : section initiale de l'éprouvette} \\ R_e \text{ en (N/mm}^2\text{) : limite élastique} \end{array} \right.$$

- Résistance à la rupture :

- $$R_r = \frac{F_r}{S_0} \quad \left\{ \begin{array}{l} F_r \text{ en (N) : effort de rupture} \\ S_0 \text{ en (mm}^2\text{) : section initiale de éprouvette} \\ R_r \text{ en (N/mm}^2\text{) : résistance à la rupture} \end{array} \right.$$

- Allongement pour cent :

- $$A\% = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100 \quad \left\{ \begin{array}{l} L_u : \text{longueur ultime après rupture} \\ L_0 : \text{longueur initiale} \end{array} \right.$$

- Contrainte Normale :

- $$\|\vec{\sigma}\| = \frac{\|\vec{F}\|}{S} \quad \left\{ \begin{array}{l} \|\vec{F}\| \text{ en (N)} \\ S \text{ en (mm}^2\text{)} \\ \|\vec{\sigma}\| \text{ en (N/mm}^2\text{)} \end{array} \right. \quad \text{Avec } \sigma < 0 : \text{ dans le cas de la compression}$$

- Condition de résistance :

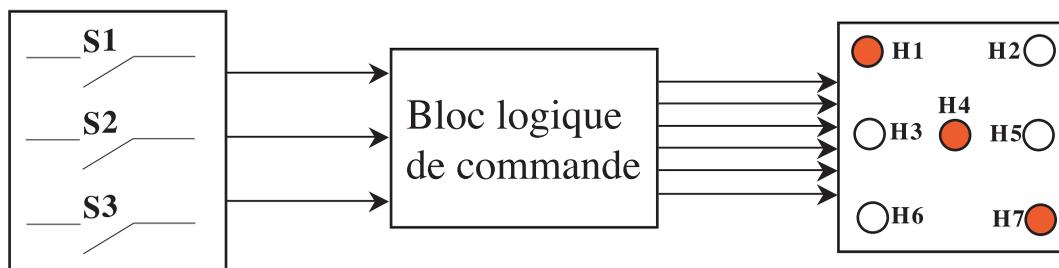
- $$\sigma \leq R_{pe} \quad \text{avec : } R_{pe} = \frac{R_e}{s} \quad \left\{ \begin{array}{l} R_e : \text{Résistance à la limite élastique} \\ s : \text{Coefficient de sécurité (} 2 \leq s \leq 10\text{)} \end{array} \right.$$

- Relation contrainte / déformation longitudinale :

- $$\sigma = E \varepsilon \quad \text{C'est la loi de Hooke avec } \varepsilon = \frac{\Delta l}{L_0}$$

E : module d'élasticité longitudinal (ou module d' YOUNG) en (N/mm²)

Leçon n°1 : Rappel sur les fonctions logiques de base



Objectifs :

A partir d'un système ou d'un sous système ou d'un mécanisme accompagné de son dossier technique :

- Identifier les fonctions logiques universelles sur un schéma structurel de la partie commande d'un système technique.
- Représenter un logigramme.
- Simuler des fonctions logiques.
- Distinguer le type de circuit intégré logique TTL ou CMOS

Rappel sur les fonctions logiques de base

I Mise en situation

1- Activité de découverte :

Réaliser l'activité de découverte du manuel d'activités.

2- Fonction logique - porte logique :

- Une fonction logique réalise une opération à partir d'une ou plusieurs variables logiques. Les variables logiques utilisées pour la fonction sont appelées variables logiques d'entrée. La variable logique, résultat de la fonction, est appelée variable logique de sortie.

- Une porte logique est le composant électronique ou la partie de celui-ci qui permet la réalisation pratique de la fonction logique.

Symbole d'une porte logique :



S1 et S2 sont les variables logiques d'entrée.

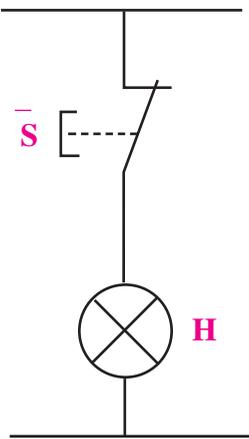
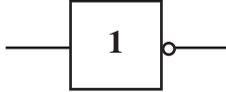
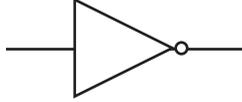
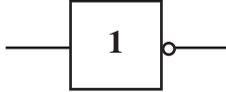
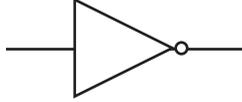
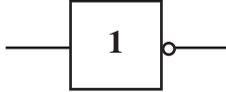
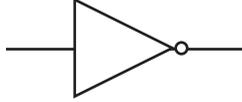
H est la variable logique de sortie.

II Fonctions logiques de base

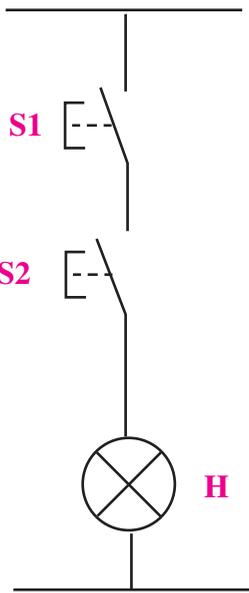
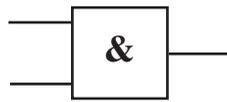
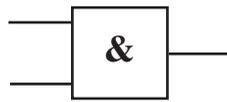
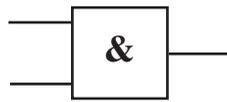
1- Fonction logique OUI (Fonction égalité) :

Table de vérité		Schéma à contacts						
<table border="1"> <tr> <td>S</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>		S	H	0	0	1	1	
S	H							
0	0							
1	1							
Equation logique								
$H = S$								
Symboles								
Européen	Américain							

2- Fonction logique NON (Fonction négation ou fonction PAS) :

Table de vérité		Schéma à contacts						
<table border="1"> <tr> <th>S</th> <th>H</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </table>		S	H	0	1	1	0	
S	H							
0	1							
1	0							
Equation logique								
$H = \bar{S}$								
Symboles								
<table border="1"> <tr> <th>Européen</th> <th>Américain</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Européen	Américain						
Européen	Américain							
								

3- Fonction logique ET (Fonction AND) :

Table de vérité		Schéma à contacts															
<table border="1"> <tr> <th>S2</th> <th>S1</th> <th>H</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </table>		S2	S1	H	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	
S2	S1	H															
0	0	0															
0	1	0															
1	1	1															
1	0	0															
Equation logique																	
$H = S1 . S2$																	
Symboles																	
<table border="1"> <tr> <th>Européen</th> <th>Américain</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Européen	Américain															
Européen	Américain																
																	

4- Fonction logique OU (Fonction OR) :

Table de vérité			Schéma à contacts
S2	S1	H	
0	0	0	
0	1	1	
1	1	1	
1	0	1	
Equation logique			
$H = S1 + S2$			
Symboles			
Européen	Américain		

III Technologie des circuits logiques

- Dans les circuits numériques et logiques, les grandeurs logiques possèdent deux états : 0 ou 1.
- Électriquement, ces deux niveaux sont affectés à des tensions :
 - Tension basse : V_L (low) correspond au niveau logique 0.
 - Tension haute : V_H (high) correspond au niveau logique 1.

En logique de type T.T.L. (Transistor Transistor Logique)

Il faudra connecter les circuits intégrés (C.I.) comme suit :

- Alimentation des C.I. : $V_{CC} = 5V$, $Gnd = 0V$; on aura alors $V_L < 0,8V$ et $V_H > 2,4V$.
Pratiquement : * lorsque V est comprise entre 0 et 0,8V on lui attribue 0 logique.
* lorsque V est comprise entre 2,4V et 5V on lui attribue 1 logique.
- Exemple des circuits intégrés T.T.L. : Série 74xx

En logique de type CMOS (Complementary Metal Oxyde SemiConductor)

Il faudra connecter les circuits intégrés (C.I.) comme suit :

- Alimentation des C.I. : $3V < V_{DD} < 15V$; $Gnd = 0V$.
On aura alors $V_L = 0V$ et $V_H = V_{DD}$.
- Exemple des circuits intégrés CMOS : Série 40xx.

IV Activités pratiques

Réaliser les activités pratiques du manuel d'activités.

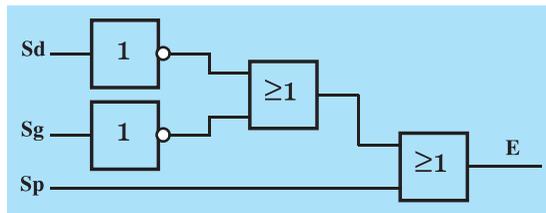
V Exercices d'applications

1- Exercice résolu :

Description :

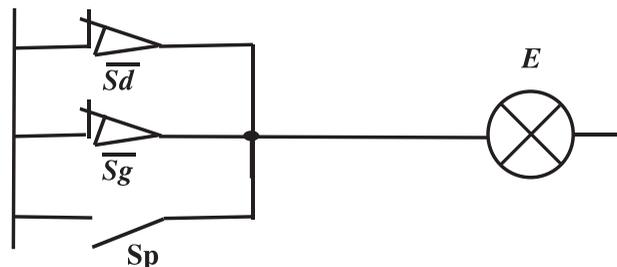
La lumière intérieure d'un véhicule E s'éclaire si une des deux portes est ouverte (Capteur Sd et Sg à coupure de circuit) ou si l'interrupteur du plafonnier Sp est appuyé.

On donne ci-dessous le logigramme correspondant à E :

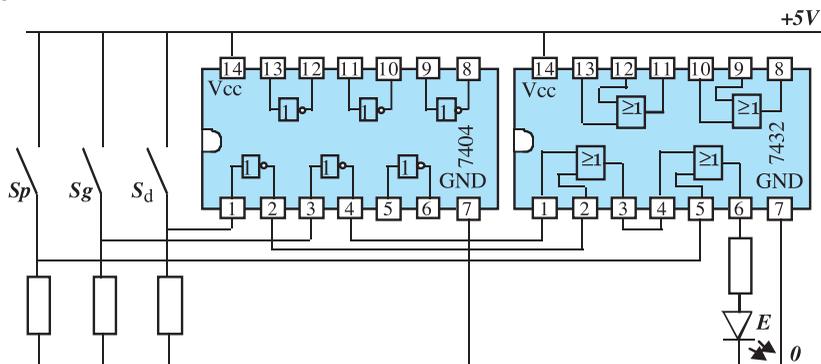


On demande de :

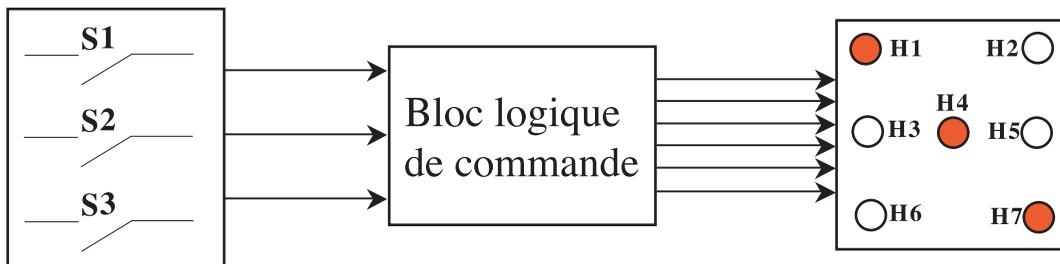
- Identifier les portes logiques.
2 portes logiques NON et 2 portes logiques OU.
- Donner l'équation logique de la sortie E.
 $E = \overline{Sd} + \overline{Sg} + Sp$
- Représenter le schéma à contacts de E.



- Compléter le schéma de réalisation électronique en utilisant les circuits intégrés T.T.L. 7404 et 7432.



Leçon n°2 : Les fonctions logiques universelles



Objectifs :

A partir d'un système ou d'un sous système ou d'un mécanisme accompagné de son dossier technique :

- Identifier les fonctions logiques universelles sur un schéma structural de la partie commande d'un système technique.
- Représenter un logigramme.
- Simuler des fonctions logiques.
- Distinguer le type de circuit intégré logique TTL ou CMOS

Les fonctions logiques universelles

I Mise en situation

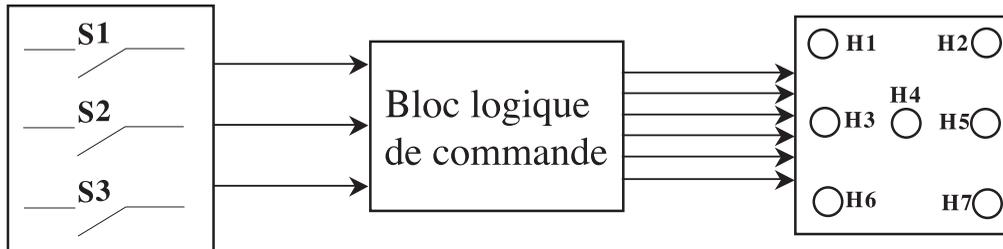
1- Activité de découverte :

Réaliser l'activité de découverte du manuel d'activité.

2- Exemple introductif : Dé électronique

a) **Présentation : Le Dé électronique comporte :**

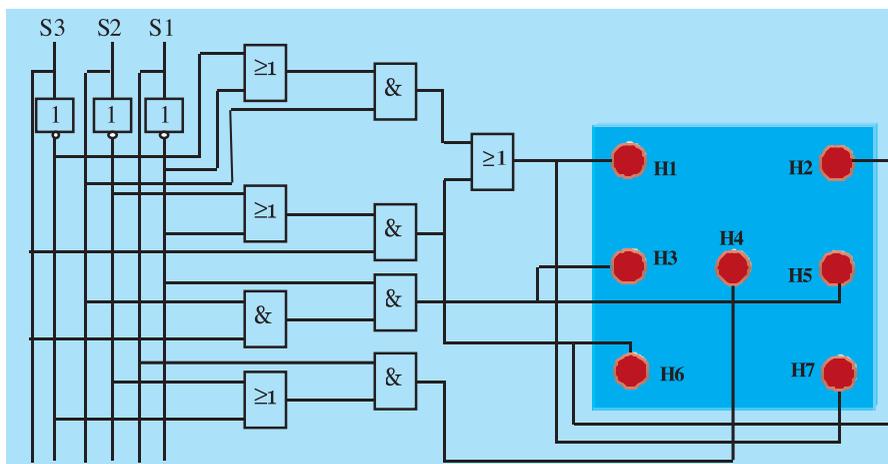
- 7 Leds H1, H2, H3, H4, H5, H6 et H7 disposées sur un carré.
- 3 interrupteurs S1, S2 et S3 utilisés comme variables d'entrée.
- Un bloc logique de commande qui fait l'objet de notre étude.



Le joueur sélectionne une combinaison sur les variables d'entrée S1, S2 et S3 puis il voit le résultat de la sélection au bloc de commande en vue d'obtenir les combinaisons suivantes :

Variables	S3 S2 S1						
Combinaisons	000 ou 111	001	010	011	100	101	110
Sorties							

On donne ci-dessous le logigramme du dé électronique :



b) Les équations logiques des sorties sont :

$$H2 = H6 = (\overline{S1} + \overline{S2}) . S3$$

$$H3 = H5 = S3 . S2 . \overline{S1}$$

$$H4 = (\overline{S3} + \overline{S2}) . S1$$

$$H1 = H7 = S2 . (\overline{S3} + \overline{S1}) + S3 . (S2 + S1)$$

On se propose de trouver les équations complémentaires de H1, H2, H3, H4, H5, H6 et H7.

II Théorèmes de DEMORGAN

1^{er} Théorème :

Le complément d'une somme logique est égal au produit logique des termes complémentés de cette somme.

$$\overline{S1 + S2} = \overline{S1} . \overline{S2}$$

On peut le démontrer à l'aide de la table de vérité suivante :

S1	S2	$\overline{S1}$	$\overline{S2}$	$\overline{S1 + S2}$	$\overline{S1} . \overline{S2}$
0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0

Le résultat peut être vérifié sur un simulateur, en câblant à la fois $\overline{S1 + S2}$ et $\overline{S1} . \overline{S2}$

2^{ème} Théorème :

Le complément d'un produit logique est égal à la somme logique des termes complémentés de ce produit.

$$\overline{S1 . S2} = \overline{S1} + \overline{S2}$$

On peut le démontrer à l'aide de la table de vérité suivante :

S1	S2	$\overline{S1}$	$\overline{S2}$	$\overline{S1 . S2}$	$\overline{S1} + \overline{S2}$
0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	1	1
1	1	0	0	0	0

Le résultat peut être vérifié sur un simulateur, en câblant à la fois $\overline{S1 . S2}$ et $\overline{S1} + \overline{S2}$

Chapitre 4

Si on applique les deux théorèmes précédents aux équations du **Dé électronique** on obtient :

$$\overline{H2} = \overline{H6} = \overline{(\overline{S1} + \overline{S2})} \cdot \overline{S3} = (\overline{S1} + \overline{S2}) + \overline{S3} = S1.S2 + \overline{S3}$$

$$\overline{H3} = \overline{H5} = \overline{S3.S2.\overline{S1}} = \overline{S3} + \overline{S2} + S1$$

$$\overline{H4} = \overline{(\overline{S3} + \overline{S2})} \cdot S1 = (\overline{S3} + \overline{S2}) + \overline{S1} = S3.S2 + \overline{S1}$$

$$\begin{aligned} \overline{H1} = \overline{H7} &= \overline{S2.(S3 + \overline{S1}) + S3.(S2 + \overline{S1})} = \overline{S2.(S3 + \overline{S1})} \cdot \overline{S3.(S2 + \overline{S1})} \\ &= [\overline{S2} + (\overline{S3} + \overline{S1})] \cdot [\overline{S3} + (\overline{S2} + \overline{S1})] = [\overline{S2} + S3.S1].[\overline{S3} + S2.S1] \end{aligned}$$

III Les fonctions universelles

La fonction est dite universelle, en ce sens qu'elle permet d'obtenir toutes les autres fonctions. Voici deux exemples.

1- La fonction NON-OU (NI ou NOR) :

Table de vérité			Schéma à contacts	
S2	S1	H		
0	0	1		
0	1	0		
1	1	0		
1	0	0		
Equation logique				
$H = \overline{S1} \cdot \overline{S2} = \overline{S1 + S2} = S1 \downarrow S2$ Se lit H égal à S1 NOR S2 ou bien S1 NI S2				
Symboles				
Européen	Américain			

■ Définition :

La sortie d'une fonction **NOR** est à l'état logique 1 si, et seulement si, toutes les entrées sont à l'état 0.

NB : Cette fonction met en évidence le premier théorème de **Demorgan**.

■ Propriétés et opérations élémentaires de l'opérateur NOR (\downarrow) :

* $S1 \downarrow S2 = S2 \downarrow S1$ car $S1 \downarrow S2 = \overline{S1 + S2} = \overline{S2 + S1} = S2 \downarrow S1$ ← La fonction NOR est commutative

* $(S1 \downarrow S2) \downarrow S3 \neq S1 \downarrow (S2 \downarrow S3) \neq S1 \downarrow S2 \downarrow S3$ ← La fonction NOR n'est pas associative

* $S1 \downarrow 0 = \overline{S1 + 0} = \overline{S1}$ * $S1 \downarrow 1 = \overline{S1 + 1} = \overline{1} = 0$

* $S1 \downarrow S1 = \overline{S1 + S1} = \overline{S1}$ * $S1 \downarrow \overline{S1} = \overline{S1 + \overline{S1}} = \overline{1} = 0$

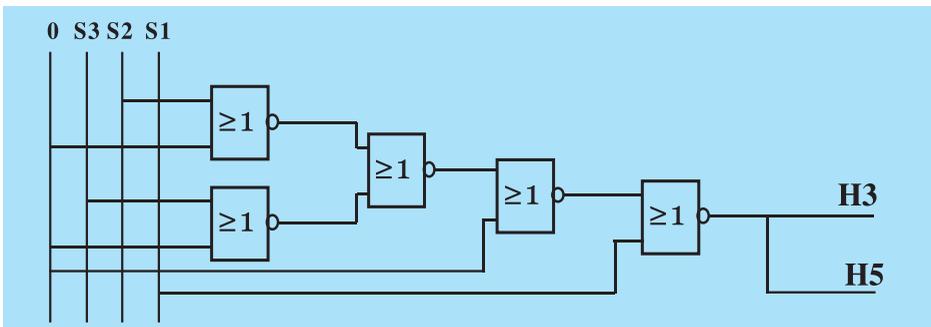
■ Universalité de la fonction NOR :

Réalisation des différentes fonctions logiques de base avec des NOR à deux entrées			
	Fonction NON	Fonction OU	Fonction ET
Equation	$S \downarrow S = \overline{S + S} = \overline{S}$ ou $S \downarrow 0 = \overline{S + 0} = \overline{S}$	$S1 + S2 = \overline{\overline{S1 + S2}}$ $S1 + S2 = \overline{(S1 \downarrow S2) \downarrow 0}$ $S1 + S2 = \overline{(S1 \downarrow S2) \downarrow (S1 \downarrow S2)}$	$S1 . S2 = \overline{\overline{S1 . S2}} = \overline{\overline{S1 + S2}}$ $S1 . S2 = \overline{(S1 \downarrow S1) \downarrow (S2 \downarrow S2)}$ $S1 . S2 = \overline{(S1 \downarrow 0) \downarrow (S2 \downarrow 0)}$
Logigramme			

Les équations de la sortie du **Dé électronique** peuvent être transformées avec des NOR à deux entrées. Exemples : Transformation des deux équations **H3** et **H5**.

$$H3 = H5 = \overline{\overline{S3 \cdot S2 \cdot S1}} = \overline{\overline{S3 \cdot S2} \cdot \overline{S1}} = \overline{\overline{S3 + S2} \cdot \overline{S1}} = \overline{\overline{S3 + S2} + S1} = \overline{\overline{(S3 \downarrow 0) \downarrow (S2 \downarrow 0)} \downarrow S1}$$

Le logigramme correspondant aux sorties **H3** et **H5** est le suivant :



Chapitre 4

2- La fonction NON-ET (ON ou NAND) :

Table de vérité			Schéma à contacts
S2	S1	H	
0	0	1	
0	1	1	
1	0	1	
1	1	0	
Equation logique			
$\overline{H} = S1 \cdot S2 \Rightarrow H = \overline{S1 \cdot S2} = \overline{S1} + \overline{S2}$			
$S1 + S2 = S1 S2$			
Se lit H égal à S1 NAND S2 ou bien S1 ON S2			
Symboles			
Européen	Américain		

■ Définition :

La sortie d'une fonction NAND est à l'état logique 0 si, et seulement si, toutes les entrées sont à l'état 1.

NB : La fonction NAND vérifie le deuxième théorème de Demorgan.

■ Propriétés et opérations élémentaires :

* $S1 | S2 = S2 | S1$ car $S1 | S2 = \overline{S1 \cdot S2} = \overline{S2 \cdot S1} = S2 | S1$ ← La fonction NAND est commutative

* $(S1 | S2) | S3 \neq S1 | (S2 | S3) \neq S1 | S2 | S3$ ← La fonction NAND n'est pas associative

* $S1 | 0 = \overline{S1 \cdot 0} = \overline{0} = 1$

* $S1 | 1 = \overline{S1 \cdot 1} = \overline{S1}$

* $S1 | S1 = \overline{S1 \cdot S1} = \overline{S1}$

* $S1 | \overline{S1} = \overline{S1 \cdot \overline{S1}} = \overline{0} = 1$

■ Universalité de la fonction NAND :

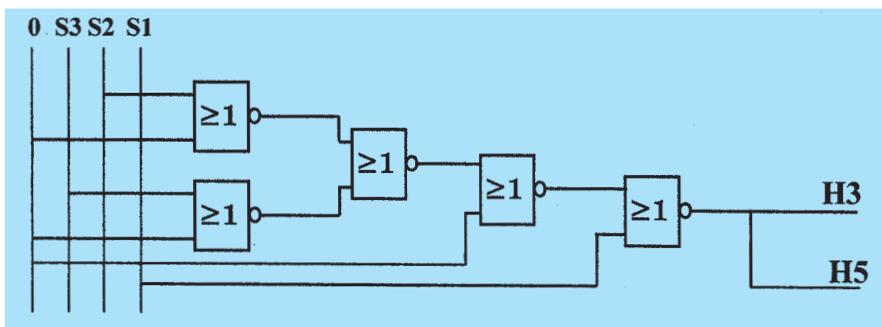
Réalisation des différentes fonctions logiques de base avec des NAND à deux entrées			
	Fonction NON	Fonction OU	Fonction ET
Equation	$\overline{S S} = \overline{S \cdot S} = \overline{S} \quad \text{ou}$ $\overline{S 1} = \overline{S \cdot 1} = \overline{S}$	$\overline{\overline{S1 + S2}} = \overline{\overline{S1} \cdot \overline{S2}} = S1 + S2$ $\overline{\overline{S1 + S2}} = \overline{\overline{(S1 S1)} \overline{(S2 S2)}} = \overline{\overline{(S1 1)} \overline{(S2 1)}}$	$\overline{\overline{S1 \cdot S2}} = \overline{\overline{S1} \cdot \overline{S2}} = S1 + S2$ $\overline{\overline{S1 \cdot S2}} = \overline{\overline{(S1 S2)} \overline{(S1 S2)}} = \overline{\overline{(S1 S2)} 1}$
Logigramme			

Les équations de la sortie du **Dé électronique** peuvent être transformées avec des **NOR** à deux entrées.

Exemples : Transformation des deux équations H3 et H5 .

$$H3 = H5 = \overline{\overline{S3 \cdot S2 \cdot S1}} = \overline{\overline{S3 \cdot S2} \cdot \overline{S1}} = \overline{\overline{S3 + S2} \cdot \overline{S1}} = \overline{\overline{S3 + S2} + S1} = \overline{\overline{(S3 \downarrow 0)} \downarrow \overline{(S2 \downarrow 0)}} \downarrow S1$$

Le logigramme correspondant aux sorties H3 et H5 est le suivant :



IV Activités pratiques

Réaliser les activités pratiques du manuel d'activités.

V Exercices d'applications

1- Exercice résolu : Dé électronique

En exploitant l'étude déjà faite sur le Dé électronique :

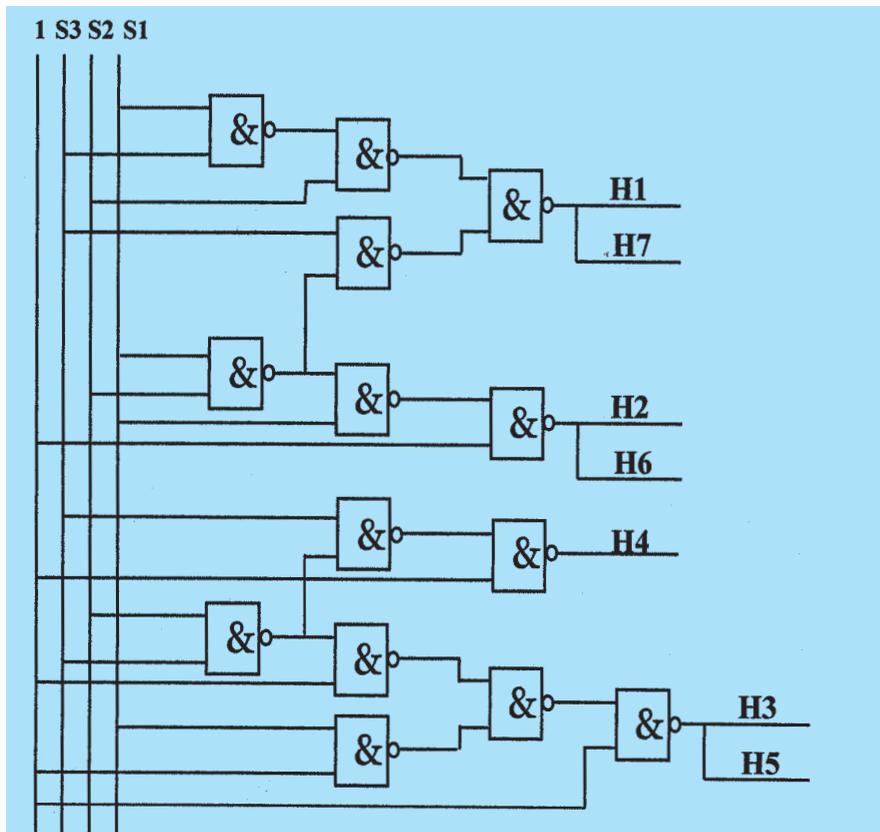
a) Transformer les équations des sorties H1, H2, H4, H6 et H7 avec des opérateurs NAND à deux entrées.

$$H2 = H6 = (\overline{S1} + \overline{S2}) \quad S3 = (\overline{\overline{S1} + \overline{S2}}) \quad S3 = (\overline{S1 \cdot S2}) \quad S3 = \overline{\overline{S1 \cdot S2 \cdot S3}} \\ = [(S1 | S2) | S3] | 1$$

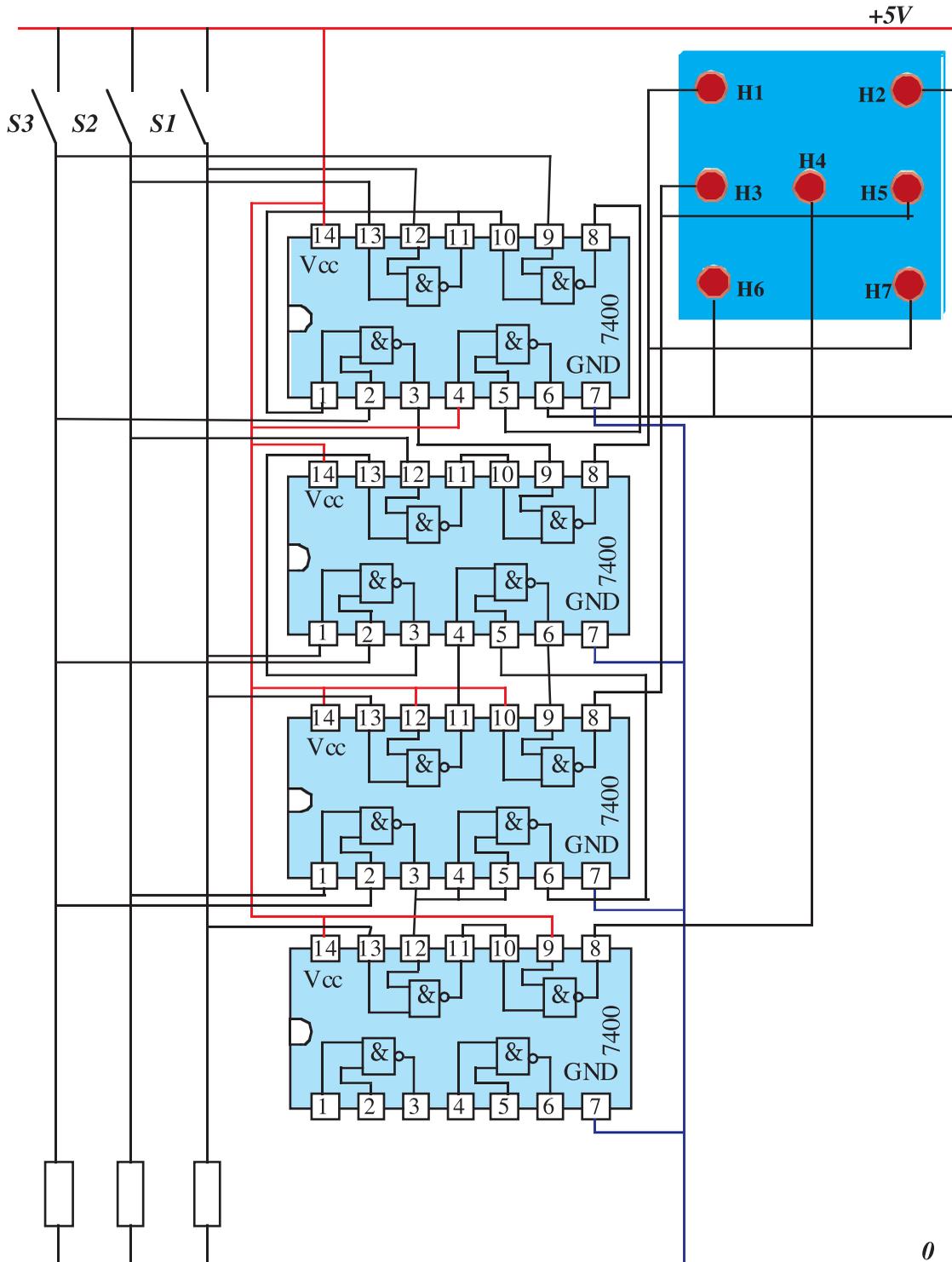
$$H4 = (\overline{S3} + \overline{S2}) \cdot S1 = (\overline{\overline{S3} + \overline{S2}}) \cdot S1 = (\overline{S3 \cdot S2}) \cdot S1 = \overline{\overline{S3 \cdot S2 \cdot S1}} \\ = [(S3 | S2) | S1] | 1$$

$$H1 = H7 = S2 \cdot (\overline{S3} + \overline{S1}) + S3 \cdot (\overline{S2} + \overline{S1}) = S2 \cdot (\overline{S3 \cdot S1}) + S3 \cdot (\overline{S2 \cdot S1}) \\ = \overline{\overline{S2 \cdot (\overline{S3 \cdot S1}) \cdot S3 \cdot (\overline{S2 \cdot S1})}} = [S2 | (S3 | S1)] | [S3 | (S2 | S1)]$$

b) Représenter le logigramme du Dé électrique avec des portes NAND à deux entrées.



c) Compléter le schéma structurel de réalisation électronique sachant qu'il est à base de C.I.7400 (TTL).



Chapitre 4

3- Exercice à résoudre :

Système : Poste de traitement de dentiste

Présentation : Ce poste de traitement est utilisé par les dentistes pour examiner leurs malades. Il facilite la tâche de la chirurgie dentaire

Ce système se compose de :

- un fauteuil pour le patient
- une caméra + un écran
- une table de travail
- un crachoir et un support de gobelets



Crachoir + support de gobelets



Fonctionnement :

L'étude sera limitée au remplissage de gobelet d'eau utilisé par le patient pour se laver la bouche avant, pendant ou après l'intervention du dentiste.

Le remplissage de gobelet d'eau est assuré par l'électrovanne **KA**, par action sur le contact de mise en marche **S0** à condition que :

Le patient appuie sur le bouton poussoir **S1**

Le dentiste appuie sur le bouton poussoir **S2**

Travail demandé

On donne l'équation logique de l'électrovanne **KA = S0 . (S1 + S2)**, on demande de :

- 1) Donner l'équation complémentaire de **KA**.
- 2) Transformer l'équation de **KA** avec des opérateurs **NOR** à deux entrées puis représenter le logigramme correspondant.
- 3) Transformer l'équation de **KA** avec des opérateurs **NAND** à deux entrées puis représenter le logigramme correspondant.
- 4) On veut matérialiser électroniquement l'équation de **KA** avec des portes **NAND** à deux entrées, à base des C.I.4011,
 - a- Quelle est la technologie des circuits intégrés utilisés ?
 - b- De combien a-t-on besoin de circuits pour réaliser cette équation ?

Je retiens l'essentiel

■ Théorèmes de DEMORGAN :

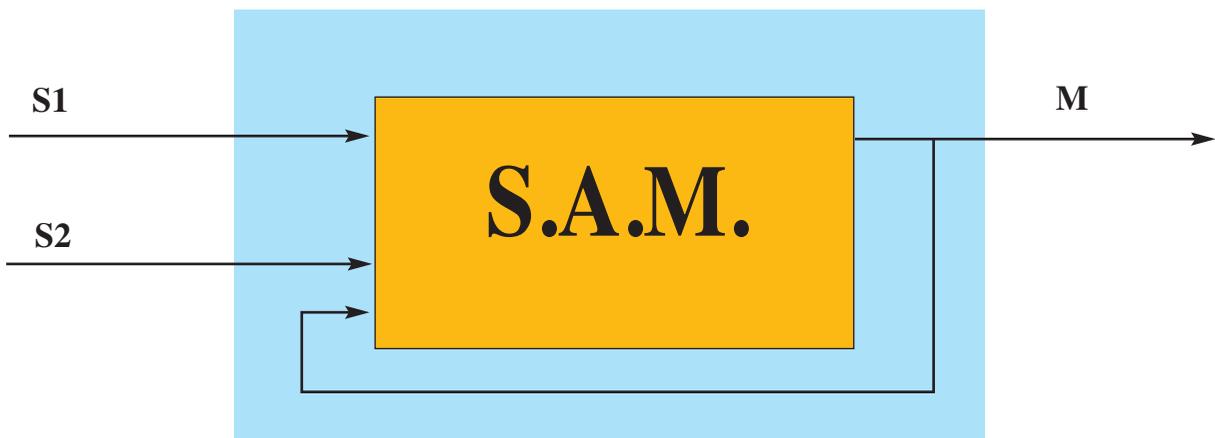
- 1^{er} théorème : $\overline{S1 + S2} = \overline{S1} \cdot \overline{S2}$ - 2^{ème} théorème : $\overline{S1 \cdot S2} = \overline{S1} + \overline{S2}$

■ Les fonctions logiques universelles :

- La fonction logique « **NOR** » : $H = \overline{S1 + S2} = \overline{S1} \cdot \overline{S2} = S1 \downarrow S2$

- La fonction logique « **NAND** » : $H = \overline{S1 \cdot S2} = \overline{S1} + \overline{S2} = S1 \uparrow S2$

Leçon n°3 : La fonction mémoire



Objectifs :

A partir d'un système ou d'un sous système ou d'un mécanisme accompagné de son dossier technique :

- Identifier les fonctions logiques universelles sur un schéma structurel de la partie commande d'un système technique.
- Représenter un logigramme.
- Simuler des fonctions logiques.
- Distinguer le type de circuit intégré logique TTL ou CMOS

La fonction mémoire

I Mise en situation

1- Activité de découverte :

Réaliser l'activité de découverte du manuel d'activités.

2- Exemple introductif : Perceuse sensitive.

a) Présentation :

La perceuse sensitive est un système utilisé dans les ateliers de mécanique, menuiserie, ...

Elle permet de percer des pièces avec intervention total de l'opérateur.

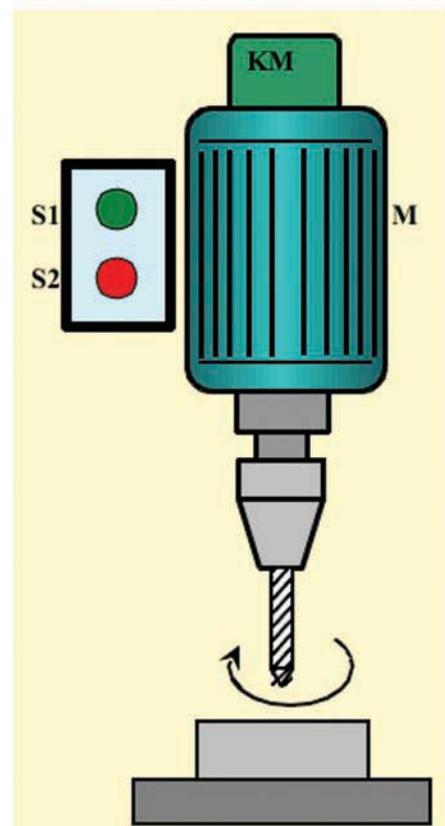
Pour sa commande, ce système dispose d'un :

- bouton poussoir de mise en marche S1,
- bouton poussoir de mise à l'arrêt S2.

b) Description du fonctionnement :

Quand on appuie sur le bouton poussoir de mise marche S1, le moteur M démarre ; quand on le relâche, le moteur continue de tourner.

Quand on appuie sur le bouton poussoir de mise à l'arrêt S2, le moteur M s'arrête ; quand on le relâche, le moteur reste à l'arrêt.



3- Mise en évidence de la fonction mémoire :

S2	S1	M	Commentaire
0	0	0	Mémorisation de l'arrêt (Sortie à l'état 0)
0	1	1	Mise en marche
0	0	1	Mémorisation de la marche (Sortie à l'état 1)
1	0	0	Mise à l'arrêt
0	0	0	Mémorisation de l'arrêt (Sortie à l'état 0)

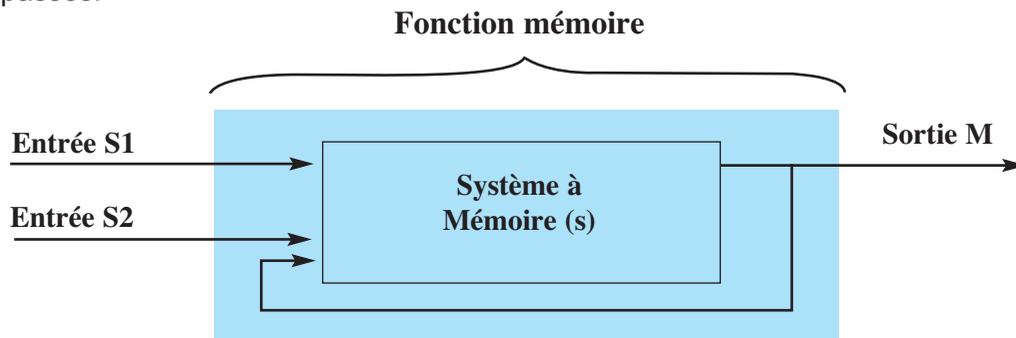
- Pour un même état des entrées $S1 = S2 = 0$, nous avons deux états différents de la sortie : en marche $M = 1$ ou à l'arrêt $M = 0$.
- La consigne de mise en marche ou de l'arrêt a donc été **mémorisée**.

II Etude d'une fonction mémoire

1- Généralités :

Dans les opérateurs booléens examinés précédemment l'état des sorties ne dépend que de l'état présent des entrées, c'est à dire que pour chaque combinaison des entrées il correspond une valeur, toujours la même, de la sortie (ou des sorties).

Nous allons maintenant examiner des systèmes dans lesquels une fonction mémoire va être ajoutée, dans ce cas l'état des sorties dépendra à la fois de l'état actuel des entrées et des états passés.



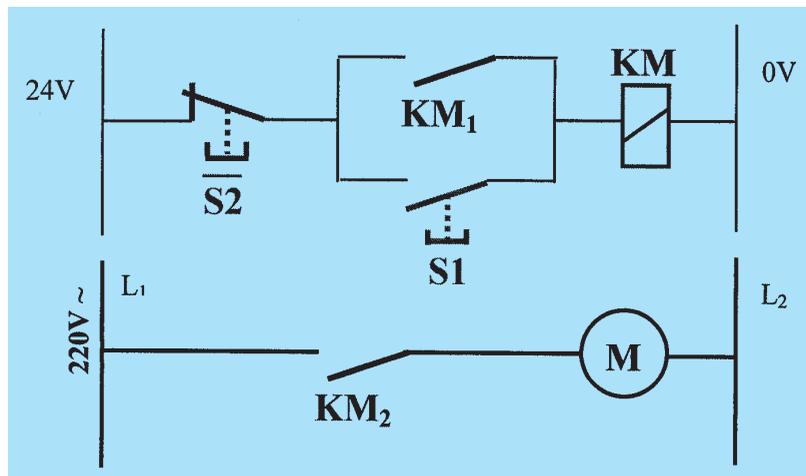
2- Différents types de mémoires :

2-1- Mémoire à arrêt prioritaire :

Dans le cas où l'action est simultanée sur les deux boutons poussoirs « marche » et « arrêt », on aura l'arrêt, la mémoire est appelée à **arrêt prioritaire**.

Dans l'exemple introductif « **Perceuse sensitive** », l'action simultanée sur S1 et S2 donne l'arrêt ; ce qui correspond à une mémoire à arrêt prioritaire.

a) Réalisation à relais électromagnétique (Schéma électrique) :



Chapitre 4

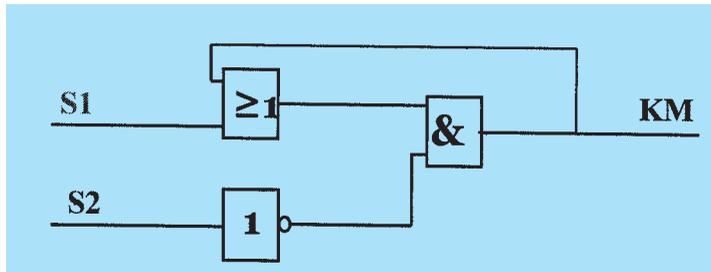
Quand l'utilisateur appuie sur le bouton marche, la bobine KM du relais est alimentée. Les contacts KM_1 et KM_2 se ferment. Si l'utilisateur relâche le bouton marche, le courant continue de circuler par KM_1 , le relais est alors auto-alimenté et le moteur continue à tourner grâce à KM_2 .

L'équation du relais KM est : $KM = \overline{S2} (S1 + KM_1)$

L'équation du moteur M est : $M = KM_2$

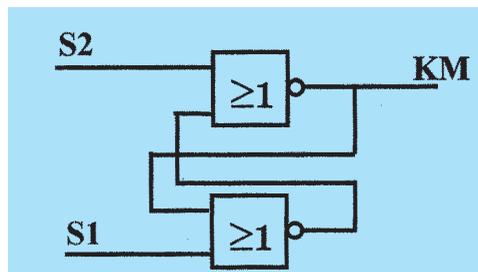
b) Logigrammes :

■ Logigramme avec des opérateurs logiques de base :



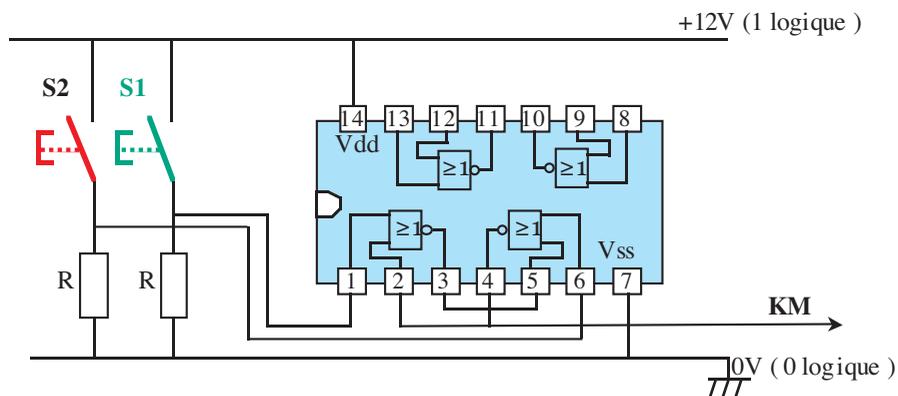
■ Logigramme avec des portes NOR à deux entrées :

$$KM = \overline{\overline{S2} (S1 + KM)} = S2 + (S1 + KM) = S2 \downarrow (S1 \downarrow KM)$$



c) Réalisation électronique :

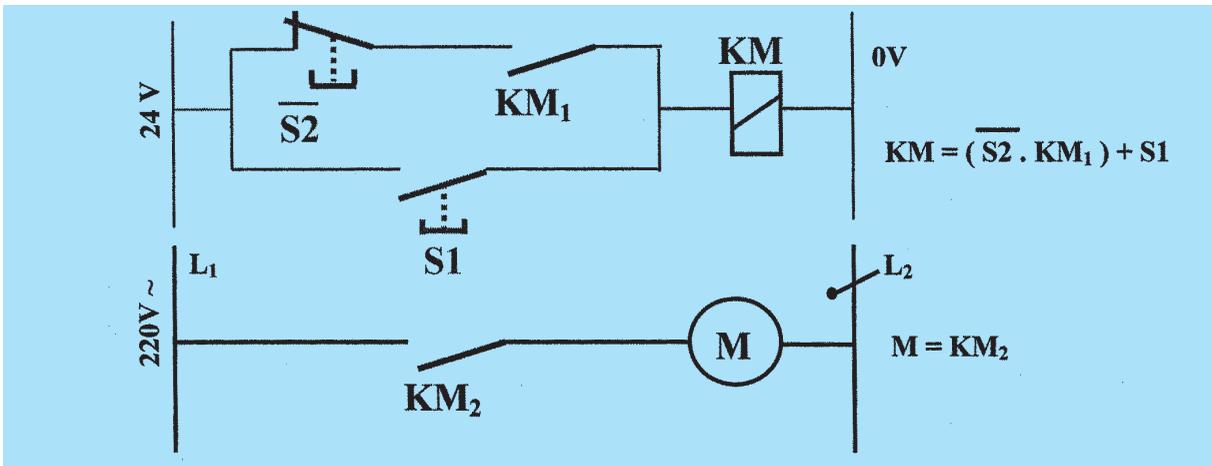
Schéma structurel de réalisation électronique à base de circuit intégré CMOS 4001



2-2- Mémoire à marche prioritaire :

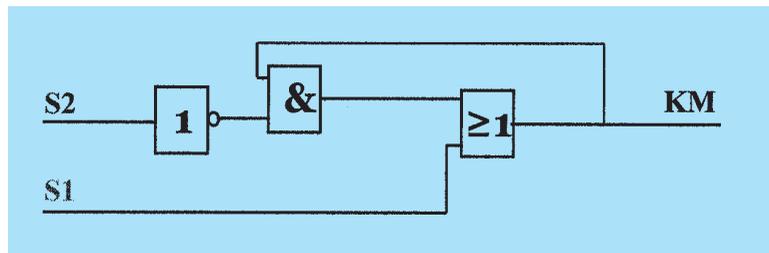
Dans le cas où l'action est simultanée sur les deux boutons poussoirs « marche » et « arrêt », on aura la marche ; la mémoire est appelée à marche prioritaire.

a) Réalisation à relais électromagnétique (Schéma électrique) :



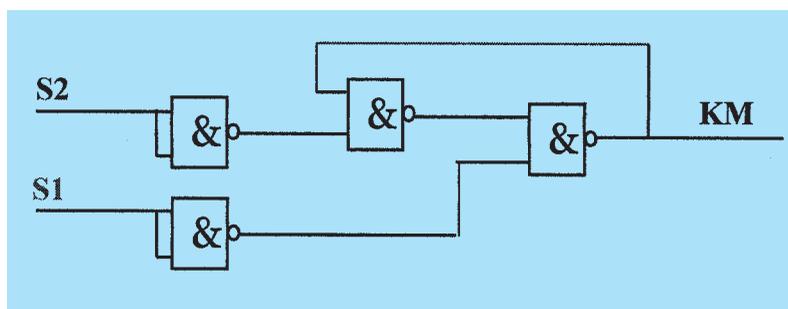
b) Logigramme :

■ Logigramme avec des opérateurs logiques de base :



■ Logigramme avec des portes NAND à deux entrées :

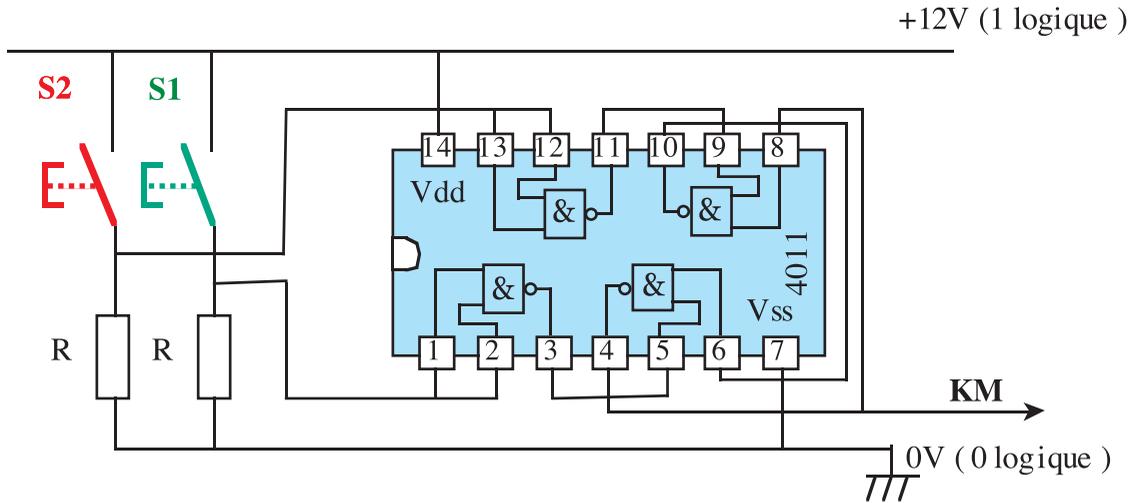
$$KM = \overline{\overline{S2} \cdot KM} + S1 = (\overline{S2} \cdot KM) \cdot \overline{S1} = [(S2 | S2) | KM] | (S1 | S1)$$



Chapitre 4

c) Réalisation électronique :

Schéma structurel de réalisation électronique à base de circuit intégré CMOS 4011.

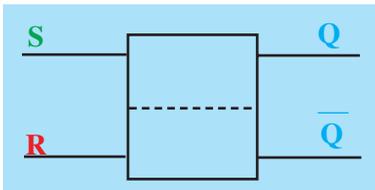


2-3- Mémoire à marche prioritaire :

Si on représente la marche (S1) par Set (S), l'arrêt (S2) par Reset (R) et KM par Q, On obtient une bascule RS.

L'équation devient $Q = \overline{R} (S + Q)$

* Symbole

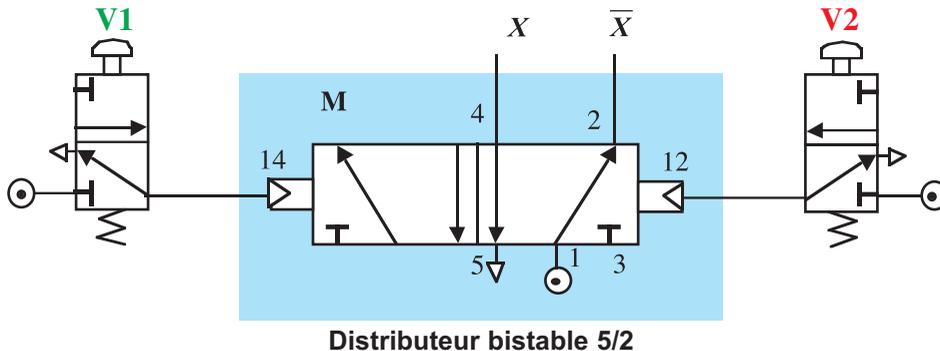


* Table de vérité

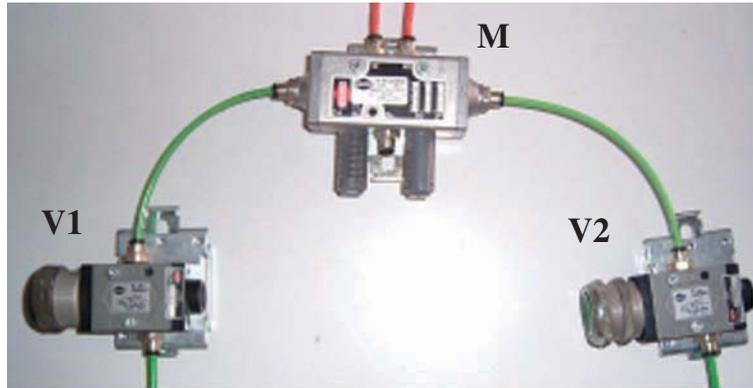
R	S	Qn + 1	Remarque
0	0	Qn	Mémorisation de l'état précédente
0	1	1	Mise à 1 de la bascule
1	0	0	Mise à 0 de la bascule
1	1	-	Etat indéterminé de la bascule

2-4- Mémoire à base distributeur pneumatique :

■ Schéma structurel :



■ Photo réelle :



■ Table de vérité :

V2	V1	Xn + 1	Remarque
0	0	Xn	Mémorisation de l'état précédente
0	1	1	Mise à 1 de la sortie
1	0	0	Mise à 0 de la sortie
1	1	–	État indéfini

Conclusion : Le distributeur bistable « mémorise » l'impulsion de V1 (mise en 1) ou de V2 (mise à 0).

III Activités pratiques

Réaliser les activités pratiques du manuel d'activité.

IV Exercices d'applications

1- Exercice résolu :

Système : Coupe-pain

Description : Ce système permet de couper le pain en tranches. Il est utilisé dans les unités de restauration à forte capacité, aussi bien en restauration sociale qu'en restauration commerciale.

Fonctionnement :

* La présence du pain dans la goulotte détectée par un capteur **S0** et l'action sur un bouton poussoir **S1** entraîne la mise en marche du système (la coupe du pain en tranches **M = 1**).

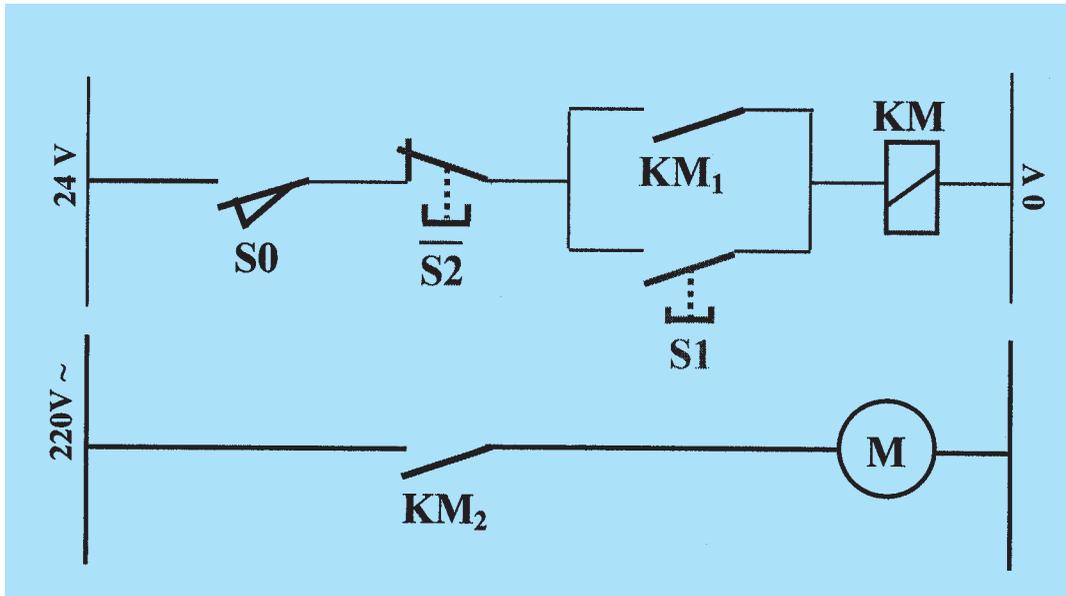
* L'action sur un bouton poussoir **S2** arrête le système.



Chapitre 4

Travail demandé :

On donne le schéma électrique correspondant au fonctionnement du système.



a) Déterminer l'équation logique de KM.

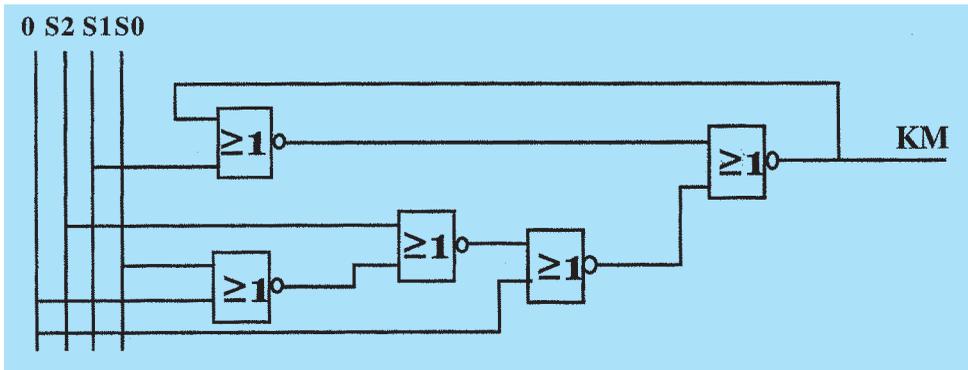
$$KM = S0 \cdot \overline{S2} \cdot (S1 + KM)$$

b) Cocher la bonne réponse :

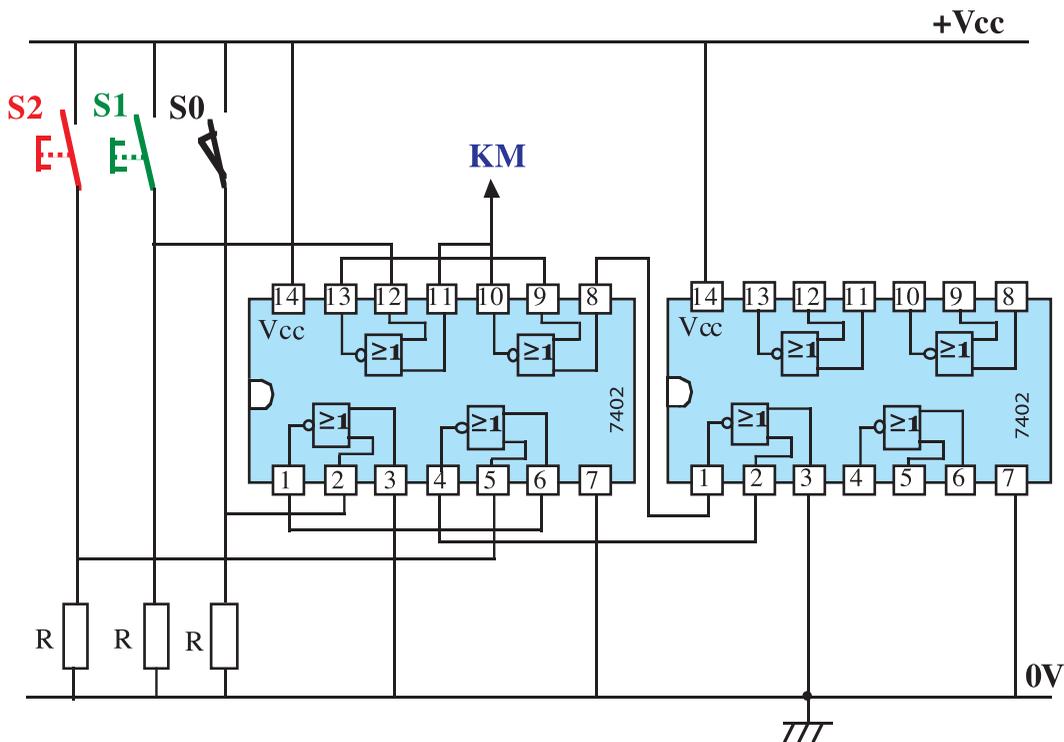
- La commande du moteur est régie d'une mémoire
- Si $S0 = 0$, l'action sur $S1$ provoque la marche
- La mémoire utilisée est à marche prioritaire
- Lorsque la bobine du relais est excitée $KM = 1$ alors KM_1 et KM_2 se ferment

c) Représenter le logigramme de l'équation logique de KM avec des opérateurs logiques NI à deux entrées.

$$\begin{aligned}
 KM &= S0 \cdot \overline{S2} \cdot (S1 + KM) = S0 \cdot \overline{S2} \cdot (S1 + KM) = \overline{S0} \cdot S2 \cdot (S1 + KM) \\
 &= \overline{S0} \cdot S2 + (S1 + KM) = \{(\overline{S0} \downarrow 0) \downarrow (S2)\} \downarrow 0 \downarrow [S1 \downarrow KM]
 \end{aligned}$$



d) Compléter le schéma structurel de la réalisation électronique sachant qu'il est à base de circuit intégré TTL 7402.



2- Exercice à résoudre : Malaxeur

Description :

Le malaxeur est un système destiné à malaxer des produits de base (Exp : farine, œufs, eau, huile, ingrédients ...) pour former une pâte homogène. Ce système est utilisé par les pâtisseries, les boulangers...

Fonctionnement :

Quand on appuie sur le bouton poussoir de mise en marche S1, le moteur M démarre pour faire tourner le malaxeur, quand on le relâche, le moteur continue de tourner.



Chapitre 4

tourner le malaxeur, quand on le relâche, le moteur continue de tourner.

Quand on appuie sur le bouton poussoir d'arrêt S2, le moteur M s'arrête ; quand on le relâche, le moteur reste à l'arrêt.

Travail demandé :

1) Analyser le fonctionnement et remplir la table de vérité suivante :

N°	S2	S1	M	Commentaire
1	0	0	0	Mémorisation de l'arrêt (Sortie à l'état 0)
2	0	1		
3	0	0	1	
4	1	0		
5	0	0		

2) Comparer les lignes 1 et 3 puis conclure.

3) On donne les équations de $\overline{KM} = \overline{S2} \cdot (S1 + KM)$
 $M = KM$

KM est un préactionneur électrique pour commander M.

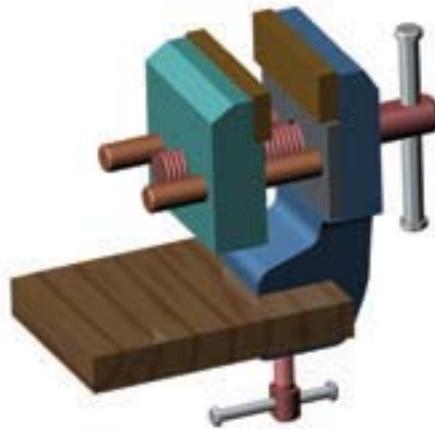
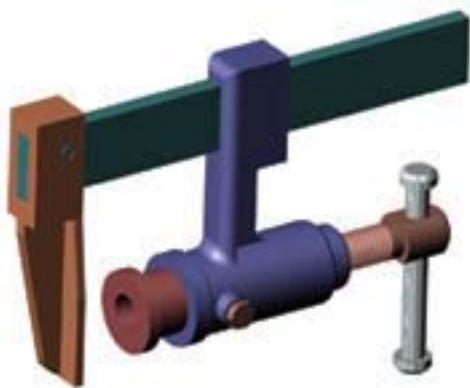
a- Représenter le schéma électrique.

b- Transformer l'équation de KM avec des NOR à deux entrées puis tracer le logigramme correspondant.

Je retiens l'essentiel

- La fonction mémoire est capable de laisser perdurer l'effet d'un ordre même après sa disparition
- Fonction mémoire à arrêt prioritaire : $\overline{KM} = \overline{S2} (S1 + KM)$
- Fonction mémoire à marche prioritaire : $\overline{KM} = \overline{S2} \cdot \overline{KM} + S1$
- La bascule RS est une mémoire élémentaire

Leçon : Les solutions constructives



Objectifs :

A partir d'un système ou d'un sous-système ou d'un mécanisme accompagné de son dossier technique :

- Identifier les composants d'un mécanisme sur matériel ou dossier.
Identifier les mobilités relatives aux composants d'un mécanisme.
- Identifier les composants technologiques dans une liaison.
- Compléter la représentation d'un dessin d'ensemble d'un mécanisme.
- Exploiter l'outil informatique.

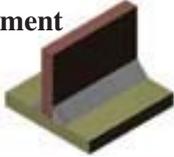
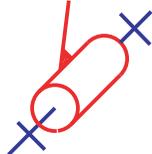
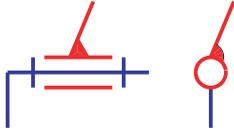
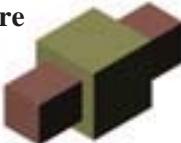
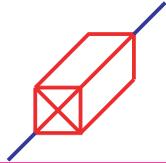
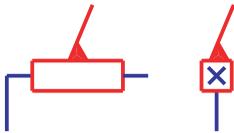
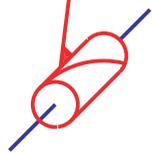
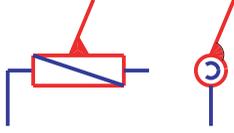
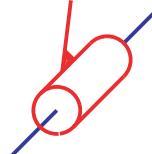
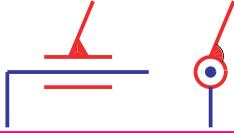
L'étude des solutions constructives dépend évidemment de la précision des détails spécifiés dans le cahier des charges fonctionnel.

Les solutions constructives

I Activité de découverte

Réaliser l'activité de découverte du manuel d'activités.

II Rappel sur les liaisons mécaniques

Nom de la liaison	Mouvement	Représentation spatiale	Représentation plane								
Encastrement 	<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	T	R	0	0	0	0	0	0		
T	R										
0	0										
0	0										
0	0										
Pivot 	<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	T	R	0	1	0	0	0	0		
T	R										
0	1										
0	0										
0	0										
Glissière 	<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	T	R	1	0	0	0	0	0		
T	R										
1	0										
0	0										
0	0										
Hélicoïdale 	<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table> <p>conjugués</p>	T	R	1	1	0	0	0	0		
T	R										
1	1										
0	0										
0	0										
Pivot-glissant 	<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	T	R	1	1	0	0	0	0		
T	R										
1	1										
0	0										
0	0										
Rotule 	<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	T	R	0	1	0	1	0	1		
T	R										
0	1										
0	1										
0	1										
Appui-plan 	<table border="1"> <tr><td>T</td><td>R</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	T	R	1	0	0	1	1	0		
T	R										
1	0										
0	1										
1	0										

III Exemple introductif : CLE POUR FILTRE A HUILE

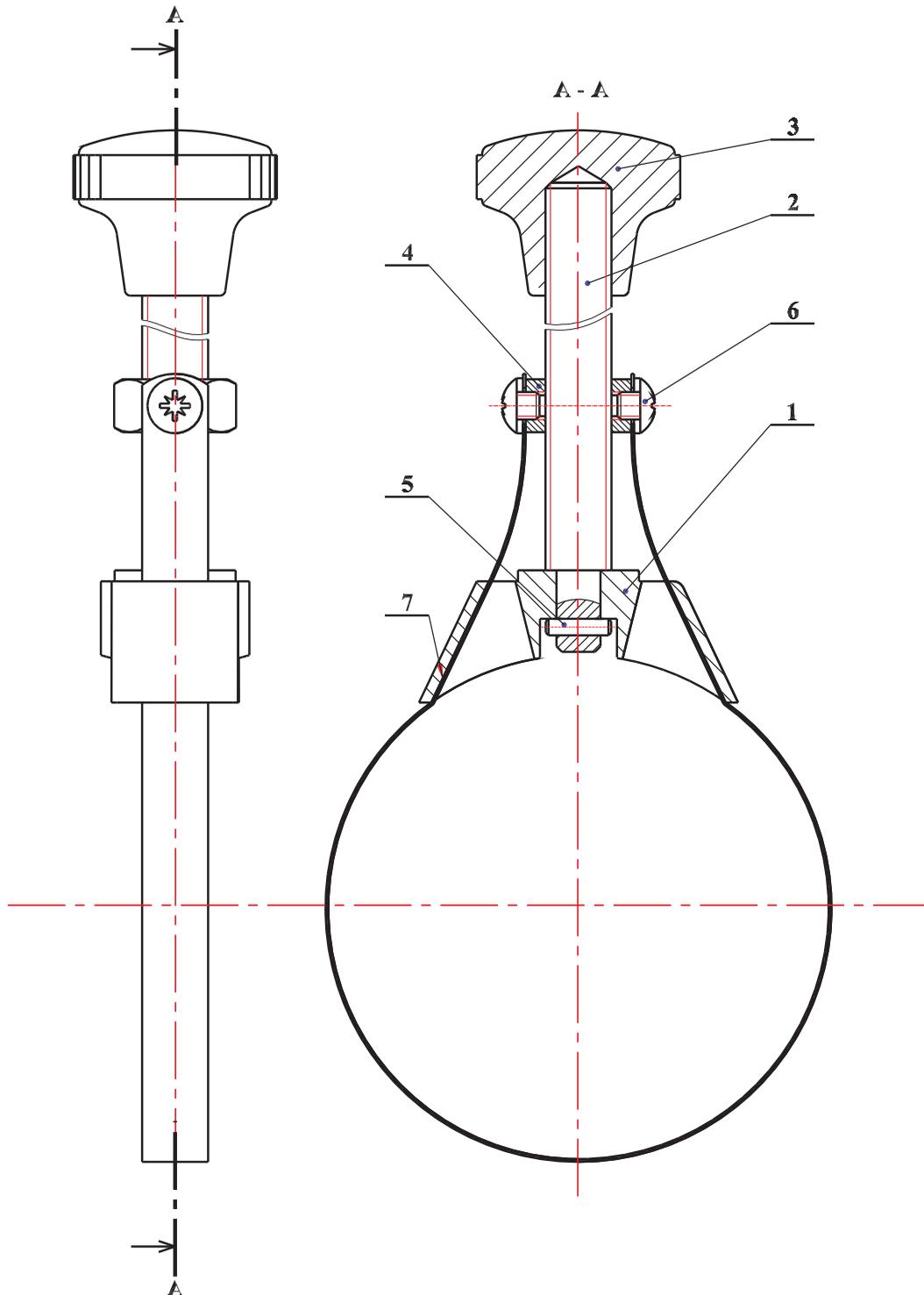
1- Mise en situation :

Le dessin d'ensemble à la page 128 représente une clé pour filtre à huile permettant le desserrage des filtres à huile des véhicules automobiles, le serrage est manuel.



2-

Questions	Réponses
Quel est le rôle du bouton (3) ?	Manœuvrer manuellement la tige filetée (2)
Quel est le mouvement d'entrée ?	Le mouvement d'entrée est une rotation de la vis (2).
Quel est le mouvement de sortie ?	Le mouvement de sortie est une translation de lame crantée (5).
Quel est le rôle des vis repère (6) ?	Le rôle des vis (6) est de fixer la lame crantée (5) sur l'écrou (4).
Dans quel sens doit-on déplacer l'écrou (4) (en haut ou en bas) pour que la lame serre le filtre ? Justifier.	On déplace l'écrou (4) vers le haut. Le déplacement de l'écrou solidaire de la lame provoque la diminution de son diamètre d'enroulement et l'applique contre le filtre.



ECHELLE 1 : 1



CLE POUR FITRE A HUILE

Nom :

Date :

Numéro

00

ETABLISSEMENT

7	1	Lame crantée	55 Cr 3	Acier
6	2	Vis FB S, M5 - 3		NF E 25-124
5	1	Goupille cylindrique 3 x 12	C 35	Acier
4	1	Ecrou H, M12		NF E 25-401
3	1	Bouton de manœuvre	C 22	Acier
2	1	Tige filetée	C 35	Acier
1	1	Mors	S 235	Acier
Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
ECHELLE 1 : 1		<h2 style="text-align: center;">CLE POUR FITRE A HUILE</h2>	Nom :	
			Date :	
			Numéro	
ETABLISSEMENT			00	

Chapitre 5

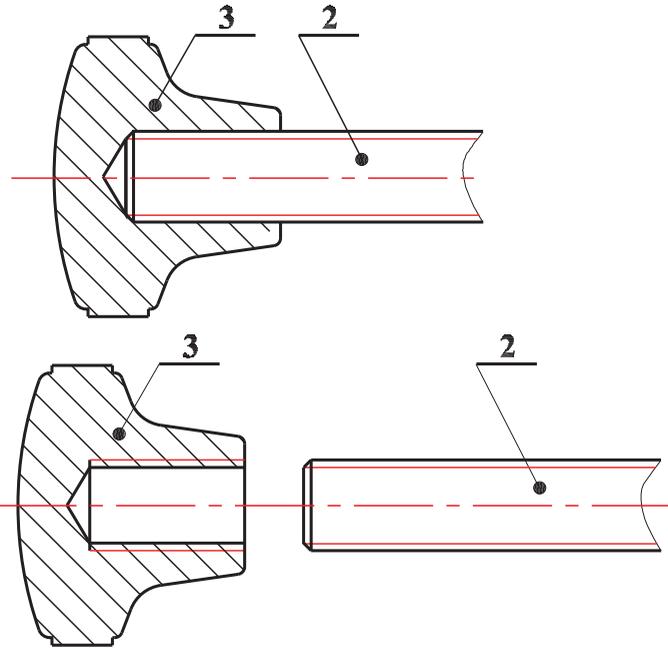
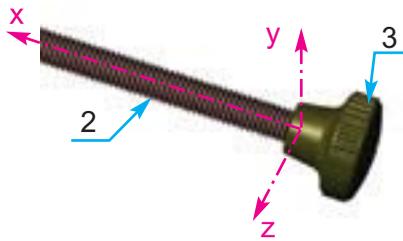
3- Construction d'une liaison mécanique :

Compléter le tableau des liaisons ci-dessous.

Solution constructive	Mobilité	Désignation	Symbole												
<p>Liaison 2/3</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>T</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>x</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>z</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		T	R	x	0	0	y	0	0	z	0	0	Encastrement	
	T	R													
x	0	0													
y	0	0													
z	0	0													
<p>Liaison 2/4</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>T</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>x</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>z</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Conjuguées</p>		T	R	x	1	1	y	0	0	z	0	0	Hélicoïdale	
	T	R													
x	1	1													
y	0	0													
z	0	0													
<p>Liaison 7/(4+6)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>T</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>x</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>z</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		T	R	x	0	0	y	0	0	z	0	0	Encastrement	
	T	R													
x	0	0													
y	0	0													
z	0	0													
<p>Liaison (2+5)/1</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>T</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>x</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>z</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		T	R	x	0	1	y	0	0	z	0	0	Pivot	
	T	R													
x	0	1													
y	0	0													
z	0	0													
<p>Liaison 7/1</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>T</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>x</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>z</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		T	R	x	1	0	y	0	0	z	0	0	Glissière	
	T	R													
x	1	0													
y	0	0													
z	0	0													

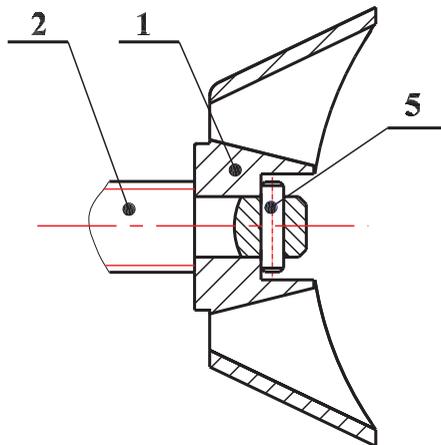
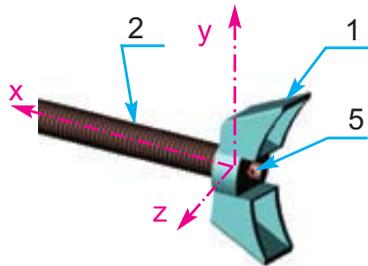
4- Solution constructive d'une liaison mécanique :

Exemple 1 : Liaison encastrement de la tige filetée (2) et du bouton (3) :



Cette liaison encastrement est obtenue par des éléments filetés. La vis (2) est vissée au fond du trou borgne taraudé du bouton de manœuvre (3).

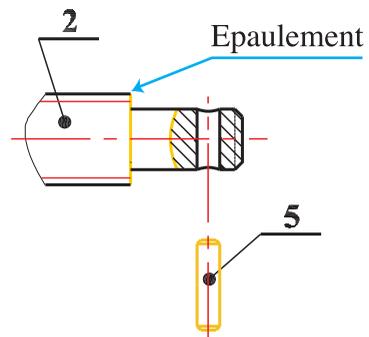
Exemple 2 : Liaison pivot de la tige filetée (2) et du mors (1)



Cette liaison pivot est obtenue par l'adjonction de deux arrêts en translation suivant l'axe ox à une liaison pivot glissant.

Ces deux arrêts en translation sont obtenus :

- Du côté gauche par un épaulement
- Du côté droite par la goupille cylindrique (5)



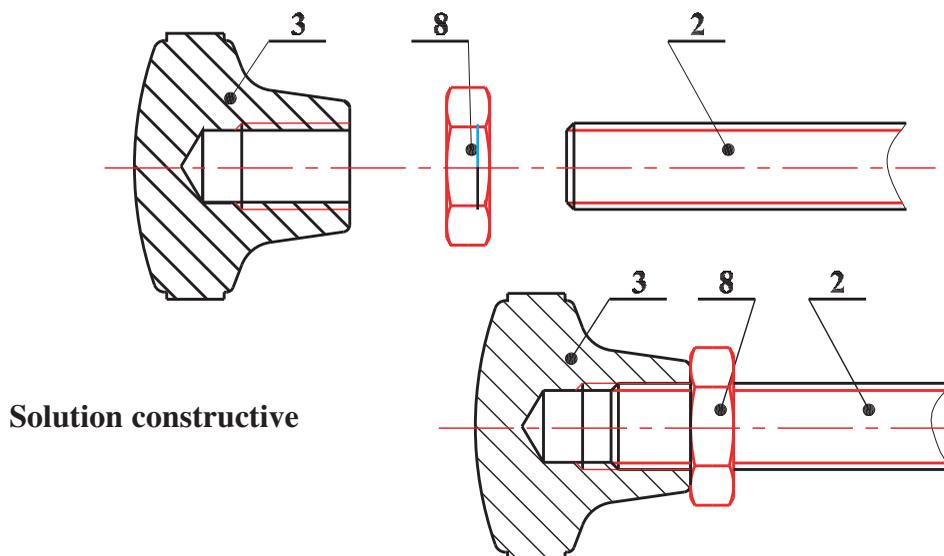
5- Représentation graphique d'une solution constructive d'une liaison :

Exemple 1 : Liaison encastrement de la tige filetée (2) et du bouton (3) :

Pour éviter le desserrage du bouton (3) au cours de manœuvre de la clé pour filtre à huile, on désire améliorer la solution constructive de la liaison encastrement de la tige filetée (2) et du bouton (3) en ajoutant un écrou hexagonal H,M12.

Travail demandé :

Compléter la représentation graphique de cette solution en mettant en place l'écrou (8) et le bouton (3).

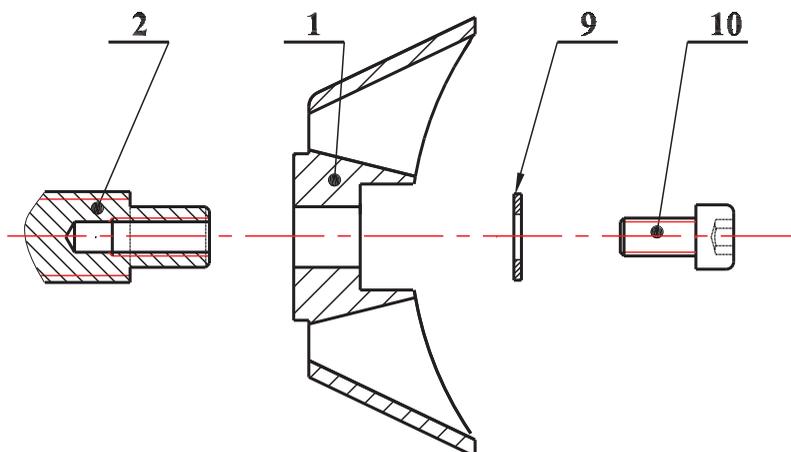


Exemple 2 : Liaison pivot de la tige filetée (2) et du mors (1) :

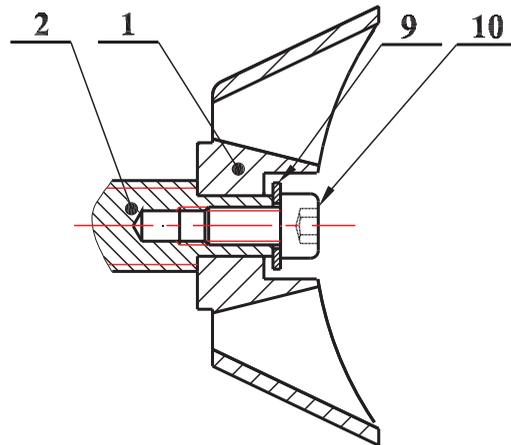
On désire améliorer la solution constructive de la liaison pivot de la tige filetée (2) et du mors (1), en remplaçant la goupille (5) par une vis C HC, M5 –10 et une rondelle plate.

Travail demandé :

Compléter la représentation graphique de cette solution en mettant en place la tige filetée (2), la rondelle (9) et la vis (10).



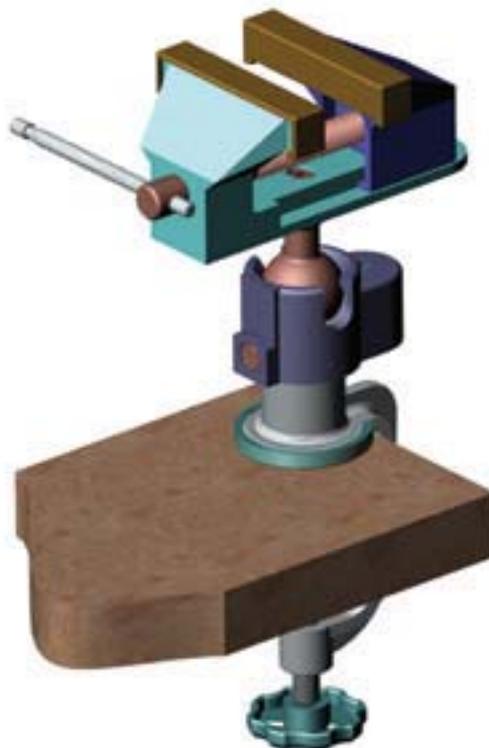
Solution constructive

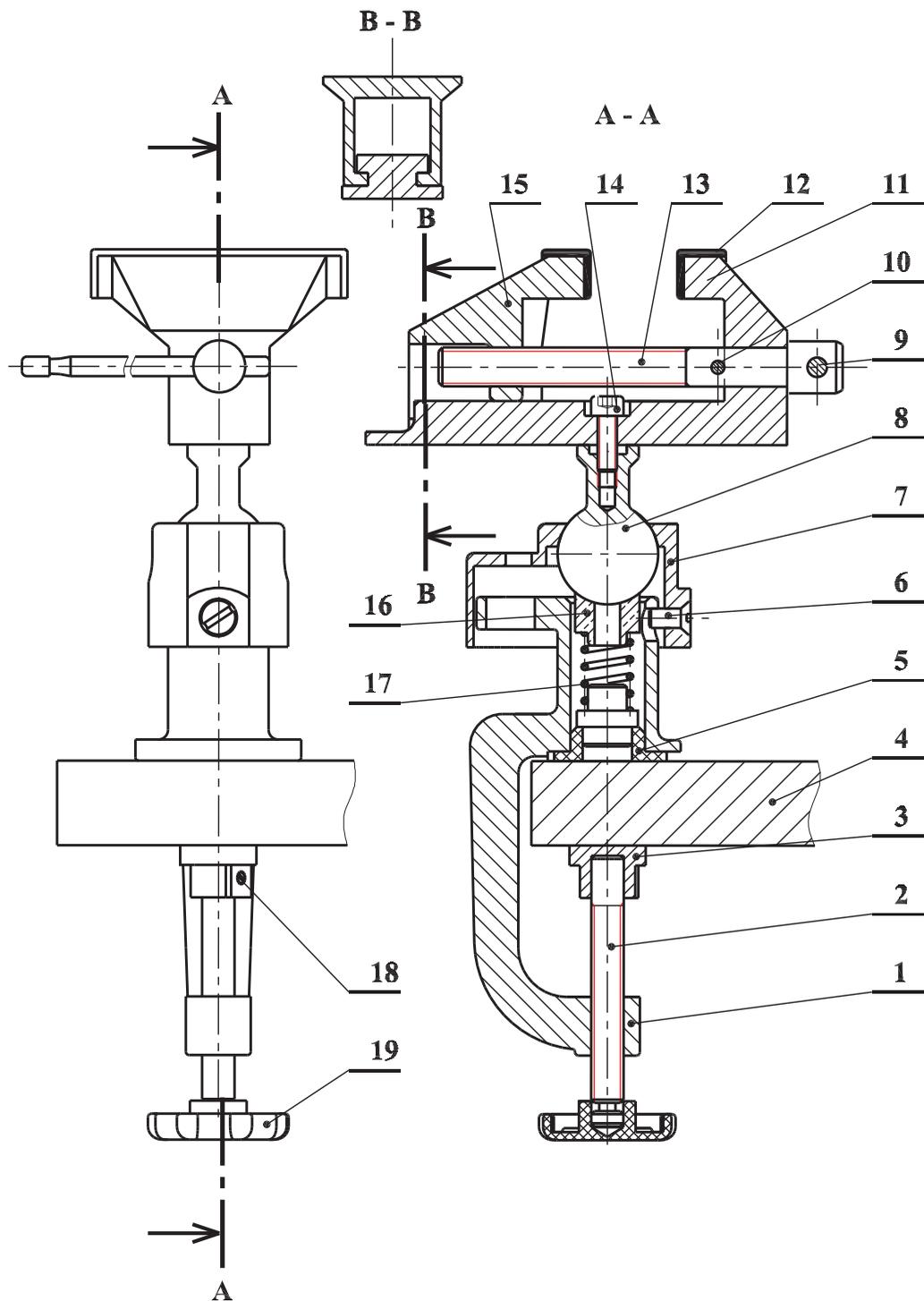


IV Exercice résolu : ETAU ORIENTABLE

1- Mise en situation :

L'étau orientable représenté par son modèle 3D ci-dessous et par son dessin d'ensemble à la page 134 permet d'immobiliser des petites pièces entre ses deux mors (11) et (15). Le mors fixe (11) est lié au corps (1) par l'intermédiaire d'une liaison rotule permettant l'orientation de l'étau au gré de l'utilisateur.





ECHELLE 1 : 2



ETAU ORIENTABLE

ETABLISSEMENT

Nom :

Date :

Numéro

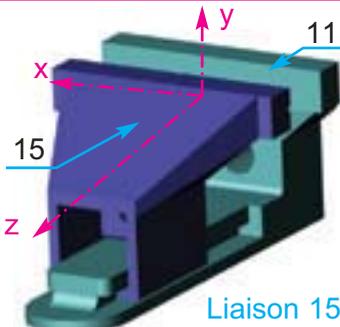
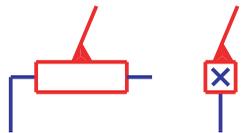
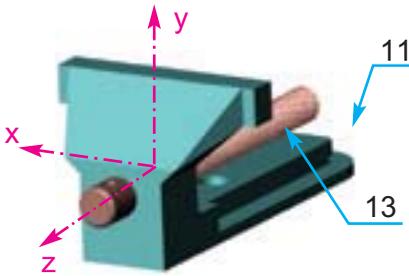
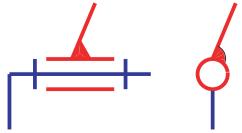
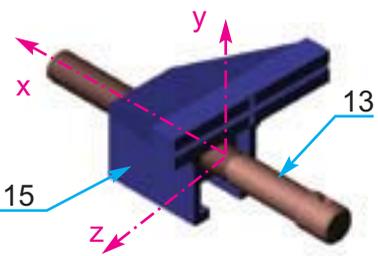
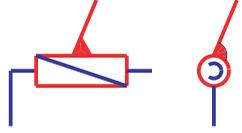
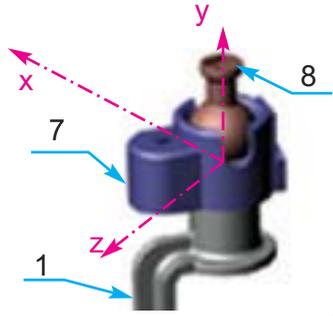
00

19	1	Bouton	PF 21	Plastique
18	1	Vis CS, M4 - 12		NF E 25-127
17	1	Ressort	51 Cr V 4	Acier
16	1	Calotte	Cu Sn 8	Alliage de cuivre
15	1	Mors mobile	GS 275	Acier
14	1	Vis C HC, M6 - 22		NF E 25-125
13	1	Vis de manœuvre	C 35	Acier
12	2	Plaquette	C 35	Acier
11	1	Mors fixe	GS 275	Acier
10	1	Goupille cylindrique 3 x 16	C35	Acier
9	1	Manette	S 185	Acier
8	1	Support	C40 E	Acier
7	1	Couvercle	S 185	Acier
6	1	Vis FS, M6 -10		NF E 25-123
5	1	Protecteur	PF 21	Plastique
4	1	Table	S 185	Acier
3	1	Patin	C40 E	Acier
2	1	Vis de blocage	C 35	Acier
1	1	Corps	GS 275	Acier
Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
ECHELLE 1 :2		ETAU ORIENTABLE	Nom :	
			Date :	
		ETABLISSEMENT		Numéro

Chapitre 5

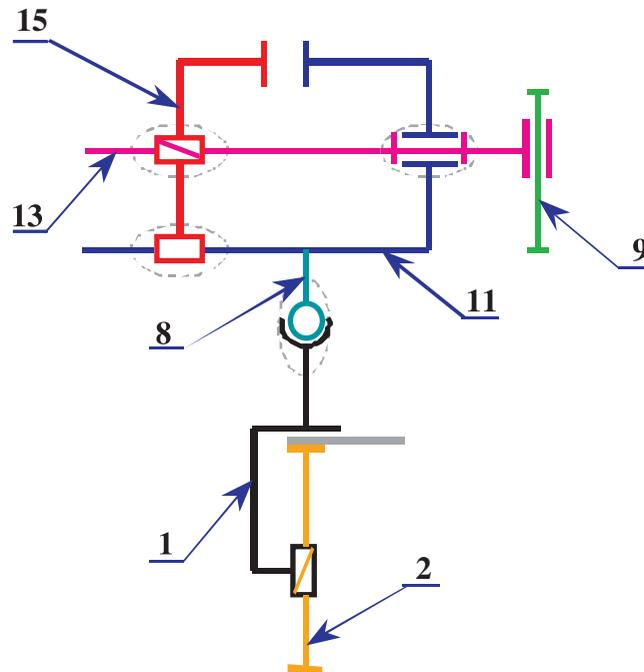
2- Construction d'une liaison mécanique :

Compléter le tableau des liaisons ci-dessous.

Solution constructive	Mobilité	Désignation	Symbole												
 <p>Liaison 15/11</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>T</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>x</th> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>y</th> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>z</th> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		T	R	x	0	0	y	0	0	z	1	0	Glissière	
	T	R													
x	0	0													
y	0	0													
z	1	0													
 <p>Liaison 13/11</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>T</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>x</th> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>y</th> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>z</th> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		T	R	x	0	0	y	0	0	z	0	1	Pivot	
	T	R													
x	0	0													
y	0	0													
z	0	1													
 <p>Liaison 13/15</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>T</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>x</th> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>y</th> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <th>z</th> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>1 translation et 1 rotation conjuguées</p>		T	R	x	1	1	y	0	0	z	0	0	Hélicoïdale	
	T	R													
x	1	1													
y	0	0													
z	0	0													
 <p>Liaison 8/(1+7)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>T</th> <th>R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>x</th> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>y</th> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <th>z</th> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		T	R	x	0	1	y	0	1	z	0	1	Rotule	
	T	R													
x	0	1													
y	0	1													
z	0	1													

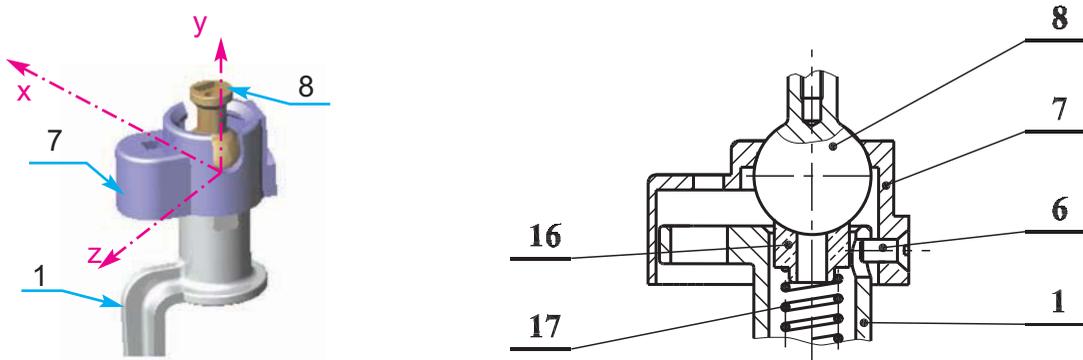
3- Analyse du fonctionnement :

En se référant au tableau des liaisons précédent et au dessin d'ensemble de l'étau orientable page 134, compléter le schéma cinématique ci-dessous :



4- Solution constructive d'une liaison mécanique :

Exemple : Liaison rotule du support (8), calotte (16) et couvercle (7) :



Cette liaison rotule est obtenue par l'extrémité sphérique du support (8), les deux cônes réalisés sur la calotte (16) et le couvercle (7) dont son déplacement axial est limité par la vis (6). Le maintien en contact de ses pièces est assuré par un ressort de compression (17).

5- Représentation graphique d'une solution constructive d'une liaison :

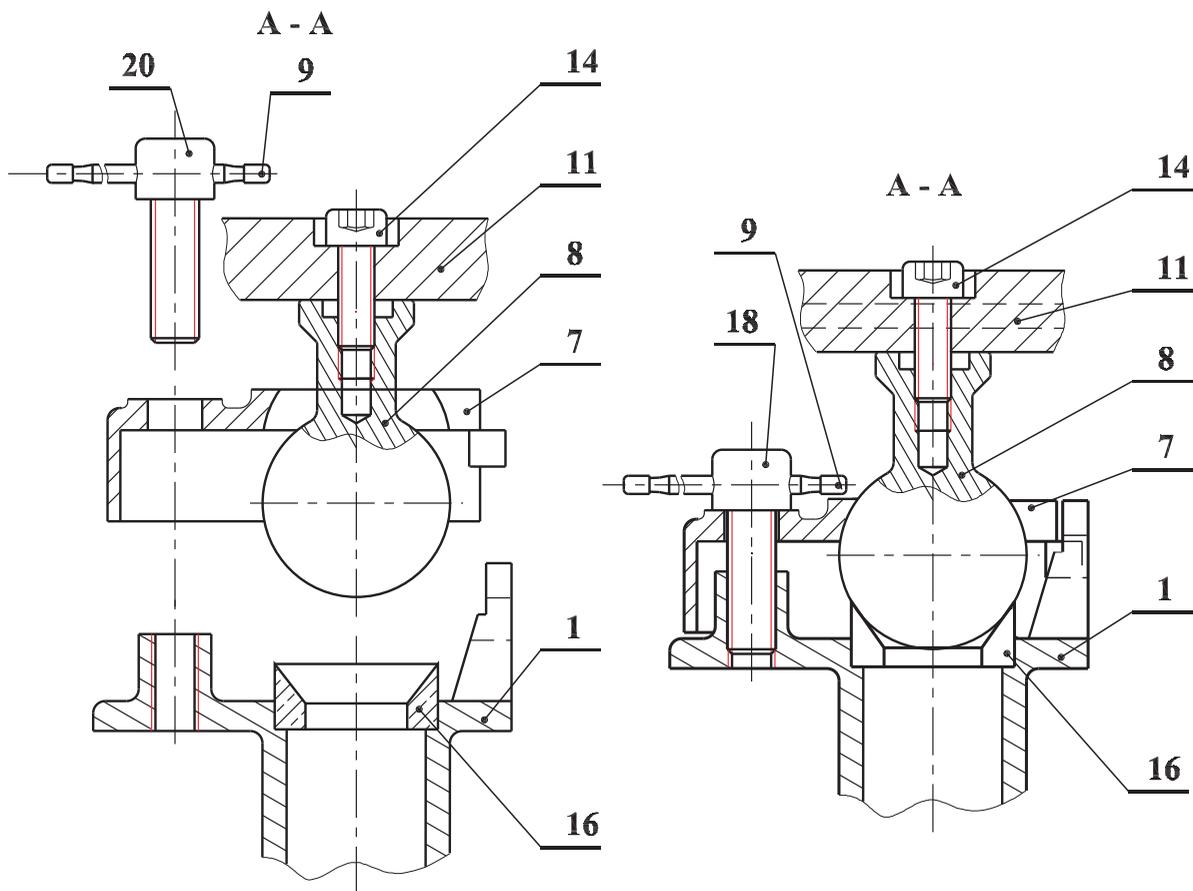
Exemple : Liaison rotule du support (8), la calotte (16) et le couvercle (7)

Chapitre 5

Pour bloquer l'étai dans une position voulue, on désire améliorer la solution constructive de cette liaison rotule en remplaçant la vis (6) et le ressort (17) par une vis de fixation (20) pinçant le couvercle (7) et le corps (1) sur le support (8).

Travail demandé :

Compléter la représentation graphique de cette solution en mettant en place le support (8), le couvercle (7) et la vis de manœuvre (20).

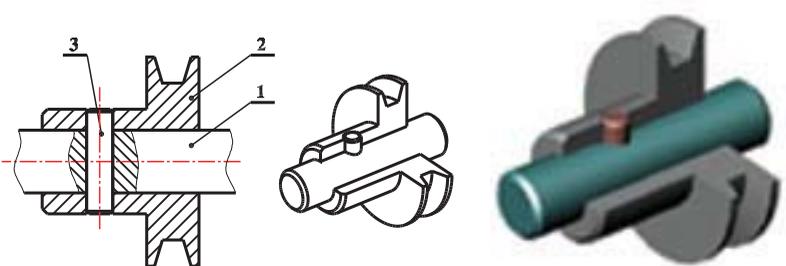
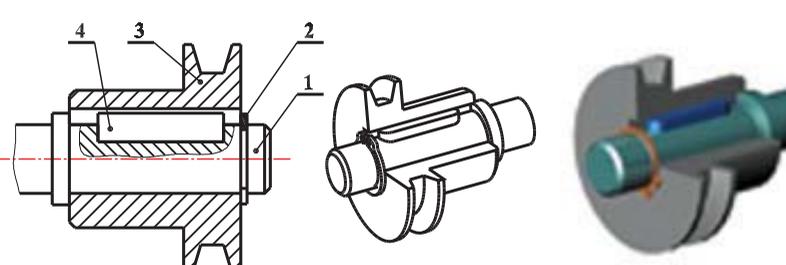
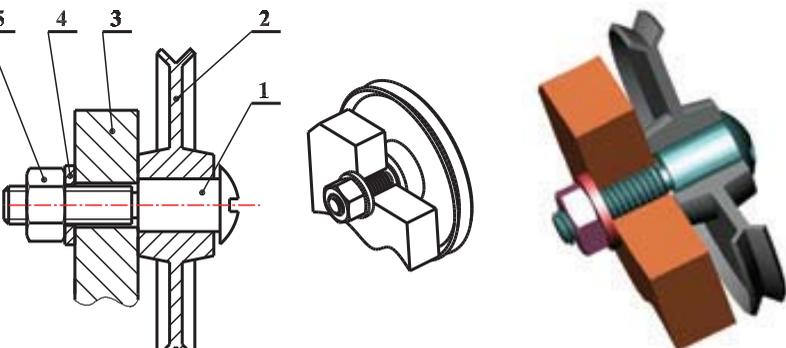
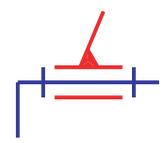


V Activités pratiques

Réaliser les activités de travaux pratiques du manuel d'activités (activités : 1, 2 et 3).

Je retiens l'essentiel

- Pendant la représentation d'une solution constructive il faut :
 - Vérifier les règles de montage des éléments normalisés ou standards ;
 - Vérifier que le montage et le démontage des pièces sont possibles ;
 - Utiliser, chaque fois que cela est possible, des éléments normalisés ou standards ;
 - Chercher à utiliser le nombre minimal de pièces ;
 - Respecter les contraintes mécaniques en ce qui concerne :
 - La statique et la dynamique : réduction des masses et des efforts etc...
 - La résistance des matériaux : résistance aux efforts, déformations etc...
 - Tenir compte du milieu environnement (Température, vibration etc).

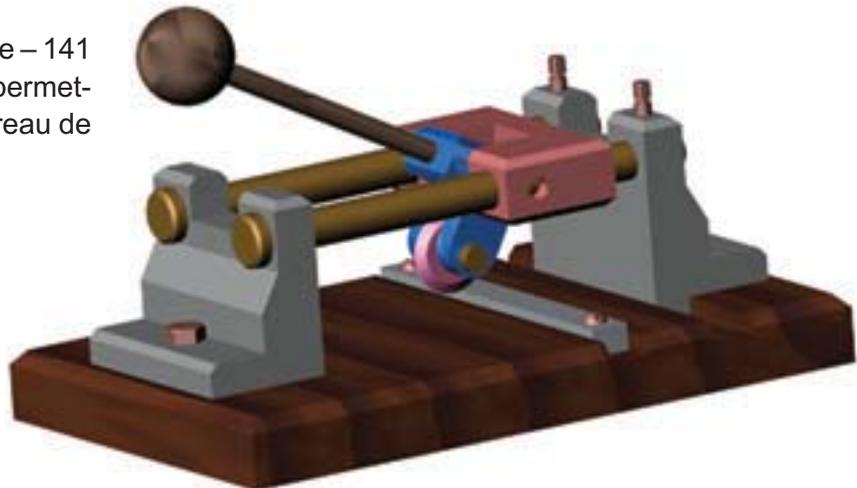
Liaison encastrement	Solution constructive S1 : obtenue par une goupille	Symbole
		
Liaison encastrement	Solution constructive S2 : obtenue par clavette + épaulement à gauche et circlips à droite	
		
Liaison pivot	Solution constructive : obtenue par l'adjonction de deux arrêts en translation à une liaison pivot glissant.	Symbole
		

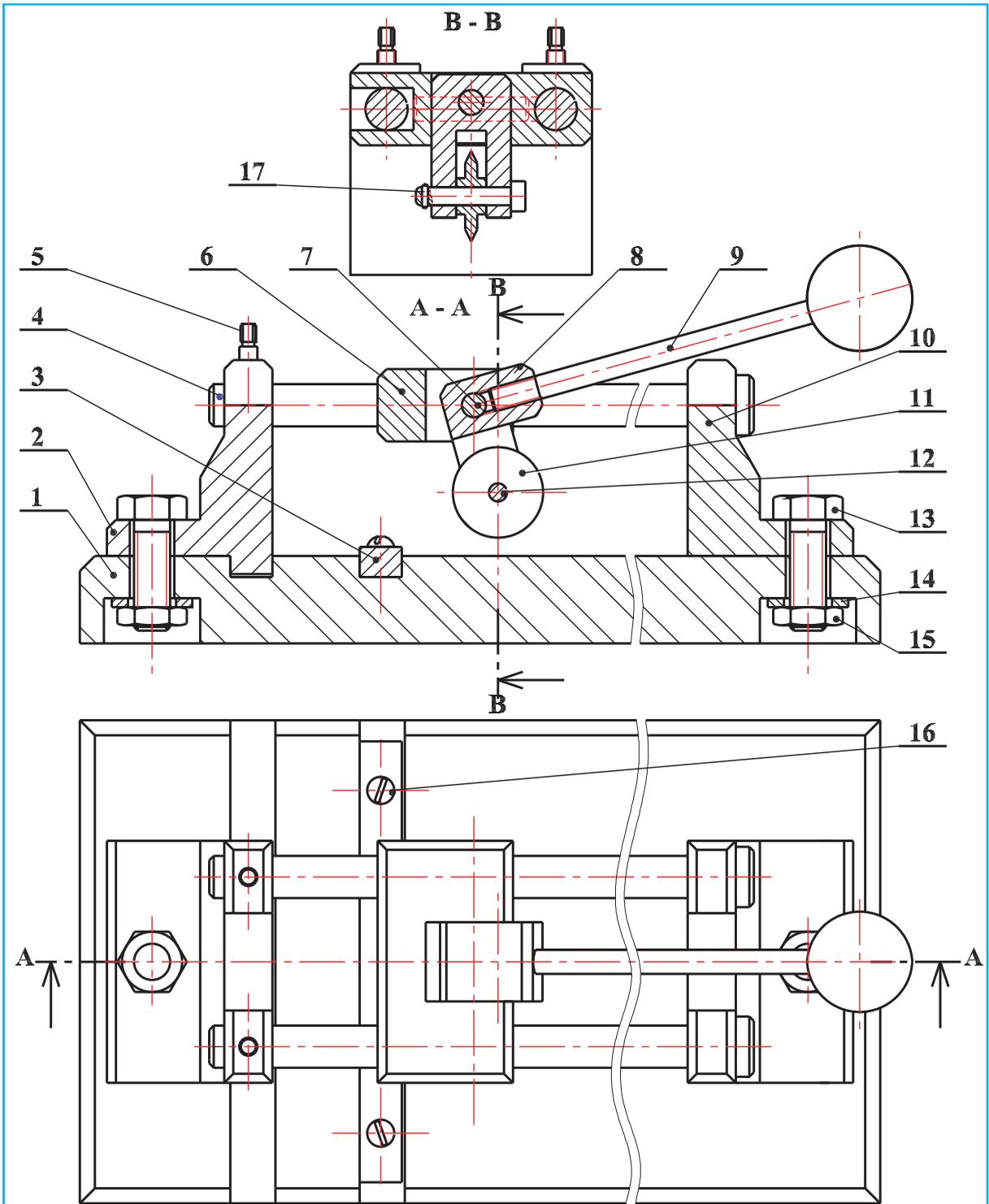
		Solution constructive S1 : obtenue par une rainure sur 2 et un ergot lié à 1	Symbole
Liaison glissière			

VI Exercices à résoudre : CARRELETTE

1- Mise en situation :

Le dessin d'ensemble page – 141 représente une carrelette permettant le découpage d'un carreau de faïence.





ECHELLE 1 : 2



CARRELETTE

ETABLISSEMENT

Nom :

Date :

Numéro

00

Chapitre 5

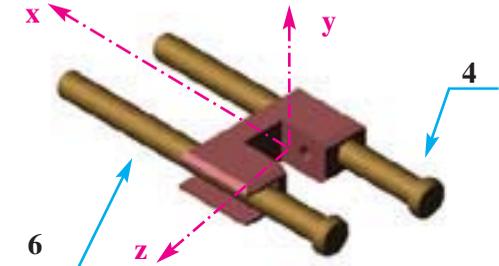
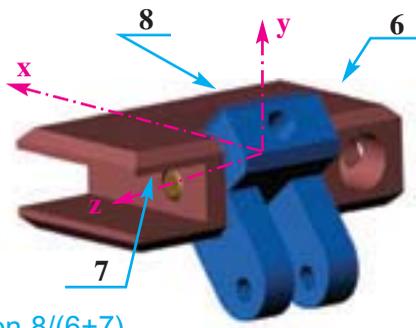
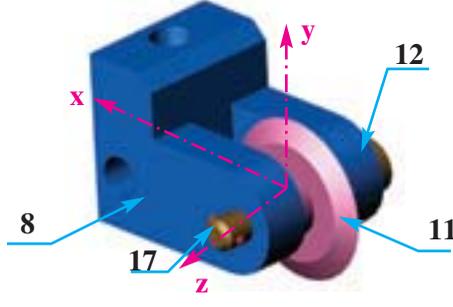
17	1	Goupille cylindrique 2 x 8	C 35	Acier
16	2	Vis FB S, M5 - 10		NF E 25-124
15	2	Ecrou Hm, M12		NF E 25-401
14	2	Rondelle M12 U		NF E 27-611
13	2	Vis H, M12 - 36		NF E 25-112
12	1	Axe de molette	C 60	Acier
11	1	Molette	X 5 Cr Ni 18-10	
10	1	Support	S 235	Acier
9	1	Manette	S 235	Acier
8	1	Chape	S 235	Acier
7	1	Axe	C 60	Acier
6	1	Coulisseau	C 45	Acier
5	1	Vis QZ à bout plat, M6 - 12		Plastique
4	2	Colonne	C 45	Acier
3	1	Réglette	S 235	Acier
2	1	Support	S 235	Acier
1	1	Socle	EN AW-2030	Alliage d'aluminium
Rep	Nb	Désignation	Matière	Référence
ECHELLE 1 : 2		CARRELETTE	Nom :	
			Date :	
			Numéro	
ETABLISSEMENT			00	

2- Analyse du fonctionnement :

Expliquer brièvement le principe d'une opération de découpage.

3- Construction d'une liaison mécanique :

En se référant au dessin d'ensemble de la carrette, compléter le tableau suivant :

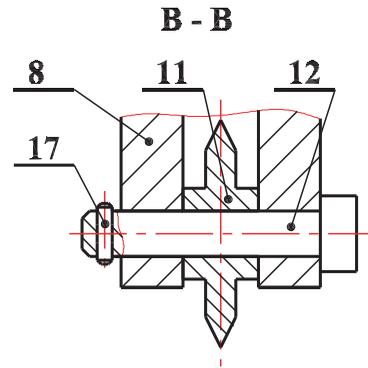
Solution constructive	Mobilité	Désignation	Symbole												
 <p>Liaison 6/4</p>	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>T</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>z</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		T	R	x			y			z				
	T	R													
x															
y															
z															
 <p>Liaison 8/(6+7)</p>	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>T</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>z</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		T	R	x			y			z				
	T	R													
x															
y															
z															
 <p>Liaison 11/(8+12+17)</p>	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>T</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>y</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>z</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		T	R	x			y			z				
	T	R													
x															
y															
z															

4- Solution constructive d'une liaison mécanique :

Exemple 1 : Liaison de la molette (11) et de la chape (8) + l'axe (12)

- Identifier par coloriage sur le dessin ci-contre les deux blocs cinématiquement liés qui réalisent cette liaison.

- Repasser en rouge les surfaces de contact qui assurent cette liaison.



- En déduire le nom de la liaison

.....

- Quel est le rôle de la goupille (17) ?

.....

.....

Exemple 2 : Liaison encastrement de la colonne (4) et du support (2) + la vis (5).

- Décrire cette liaison

.....

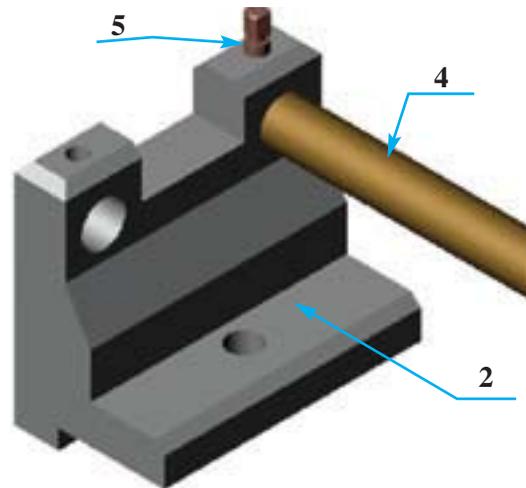
.....

.....

- Quel est le rôle de la vis de pression (5) ?

.....

.....

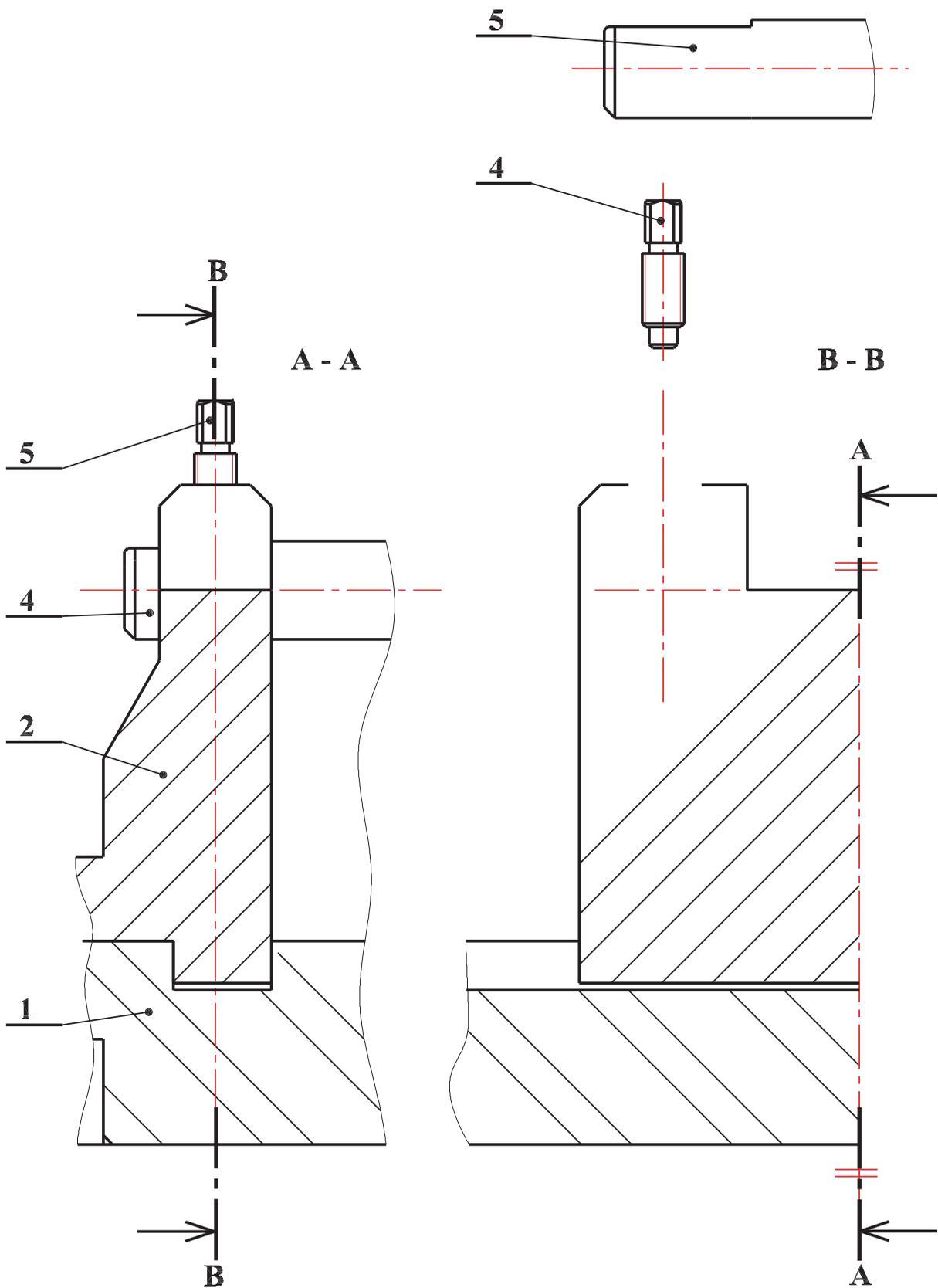


5- Représentation graphique d'une solution constructive d'une liaison :

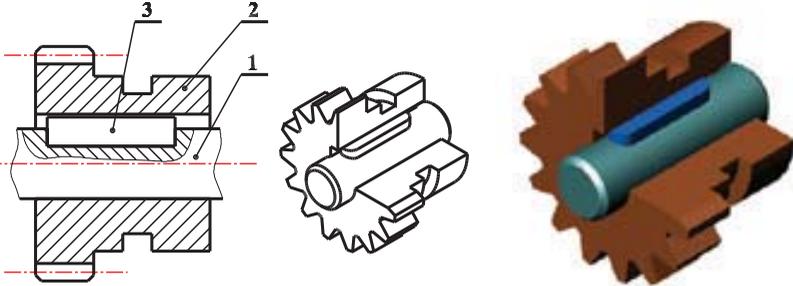
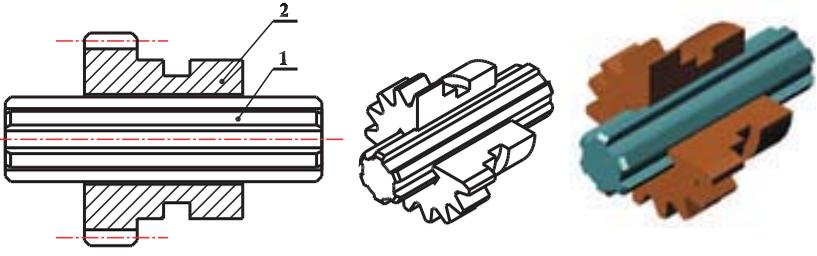
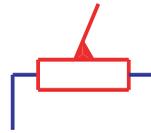
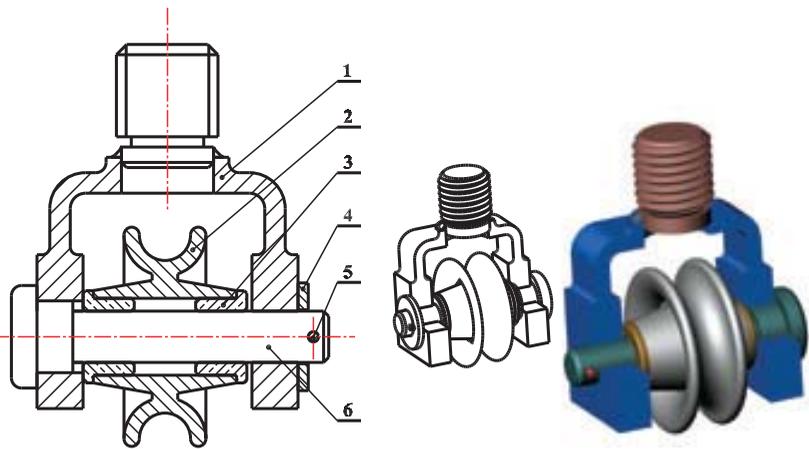
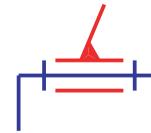
Exemple : liaison encastrement de la colonne (4) et le support (2) + la vis (5).

Travail demandé :

Compléter la représentation graphique de cette solution en mettant en place la colonne (4) et la vis de pression (5).

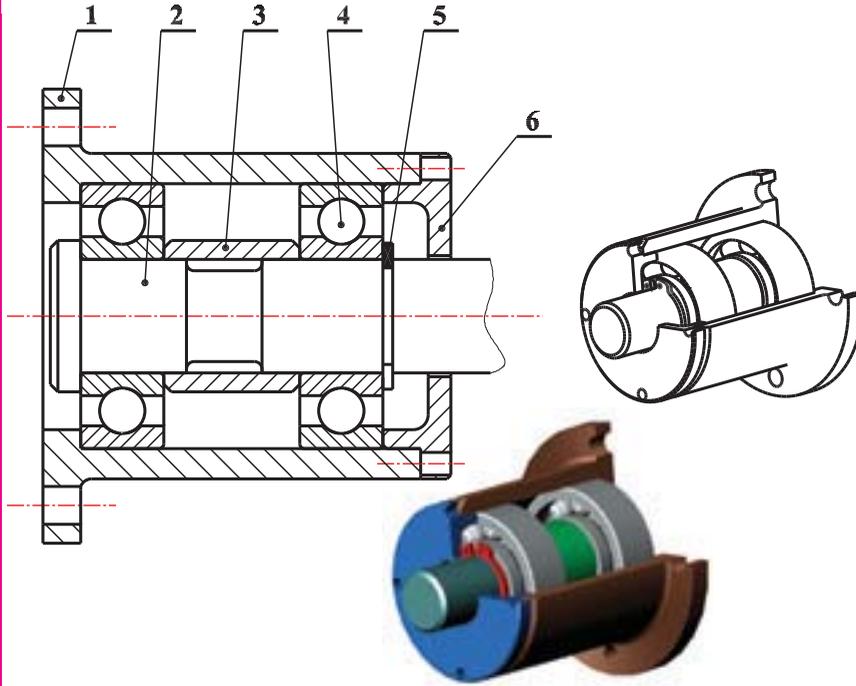


Savoir plus Solutions constructives

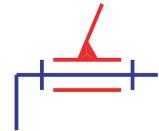
Liaison glissière	<p>Solution S1 : (rainure sur 2 + clavette liée à 1)</p> 	Symbole
	<p>Solution S2 : (cannelures extérieurs sur 1 + cannelures intérieures sur 2)</p> 	
Liaison pivot	<p>Solution S1 : (coussinets)</p> 	Symbole
		

Liaison pivot

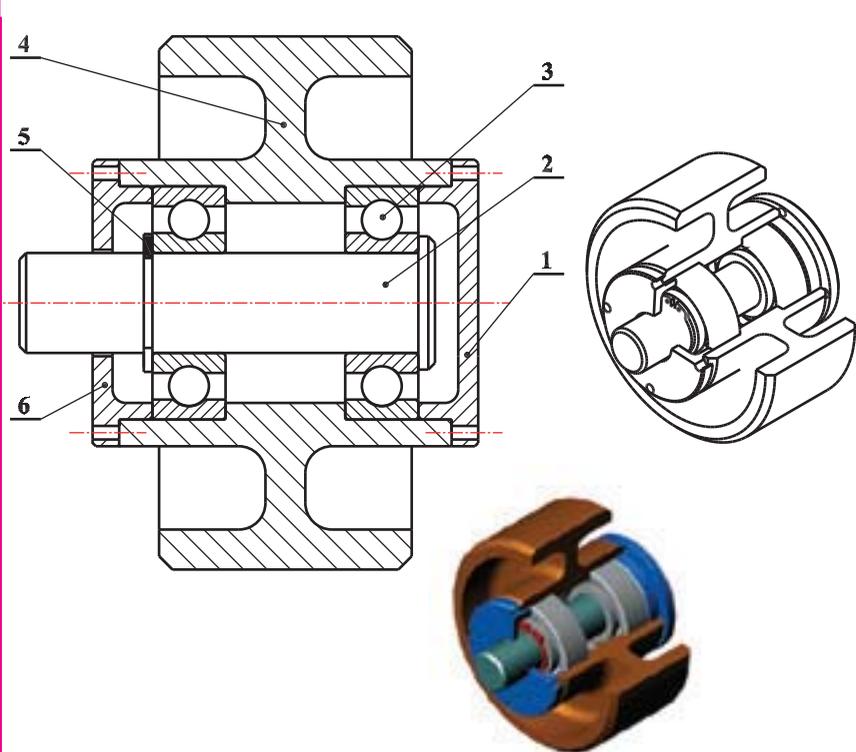
Solution S2 : (roulement : cas d'un arbre tournant)



Symbole



Solution S3 : (roulements : cas d'un moyeu tournant)



Leçon n°1 : La fonction commutation



Objectifs :

A partir d'un système ou d'un sous système ou d'un mécanisme accompagné de son dossier technique :

- Identifier la fonction commutation par transistor
- Réaliser des applications qui intègrent la fonction commutation à base de transistors

La fonction commutation

I Mise en situation

1- Activité de découverte :

Réaliser l'activité de découverte du manuel d'activités.

2- Exemple introductif : MONTE CHARGE

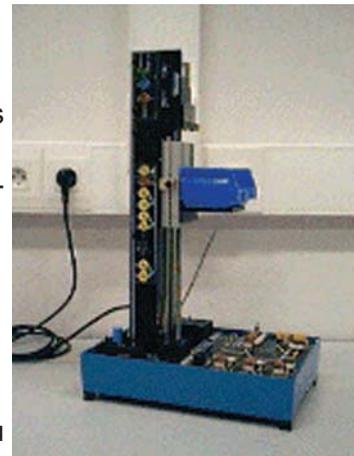
a) Présentation :

Le monte charge représenté ci-contre permet de transférer des charges d'un étage à un autre.

Sur la page suivante, on donne le schéma structurel de la commande des différentes sorties.

- Cmontée (CM) : Commande de la montée.
- Cdescente (CD) : Commande de la descente.
- Clampe0 (H0) : Commande de la lampe H0.
- Clampe1 (H1) : Commande de la lampe H1.
- Clampe2 (H2) : Commande de la lampe H2.

N.B. : Le schéma structurel est inspiré du document constructeur du système monte charge à trois niveaux " Montor ".



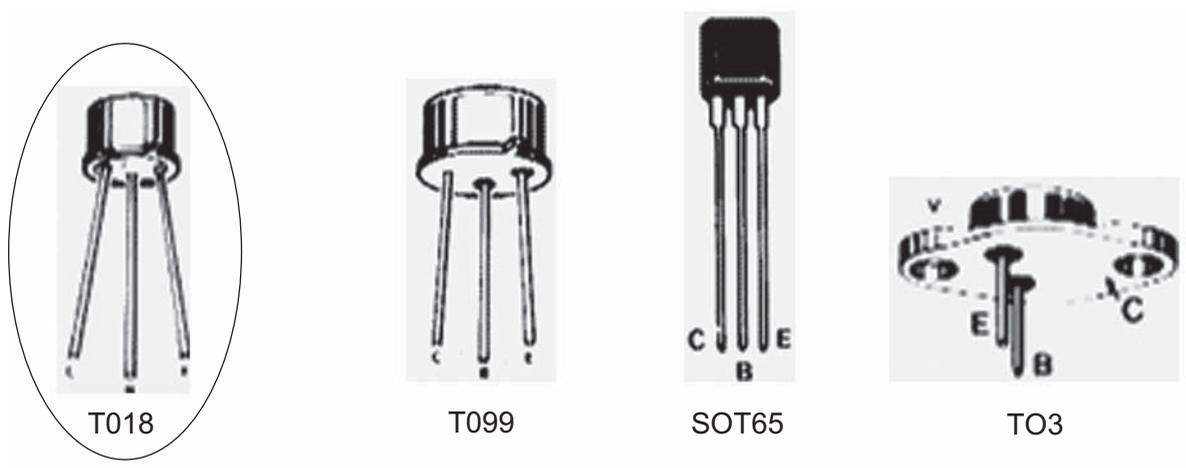
b) Identification des transistors :

- Sur le schéma structurel de la page 144, encercler ou colorier tous les transistors.
- Vérifier leur nombre sur la face avant du système monte charge.
- Lire sur un boîtier d'un transistor sa référence : 2N2222A
- A partir de la fiche technique ci-dessous, déterminer :
 - Le type de transistor : **NPN**
 - La puissance maximale dissipée par le transistor : **$P_{MAX} = 0,5W$**
 - Le courant de collecteur maximal : **$I_{CMAX} = 0,8A$**
 - La tension maximale supportée par le transistor entre l'émetteur et le collecteur : **$V_{CEMAX} = 75V$**
 - Le type de boîtier : boîtier TO18.

Référence	Type	Boîtier	Brochage	V_{CEMAX} (V)	I_{CMAX} (mA)	P_{TOT} (mW)	β
AC125	PNP	TO1	L02	32	100	500	50
2N2222	NPN	TO18	L01	60	800	500	100
2N2222A	NPN	TO18	L01	75	800	500	100
2N2219	NPN	TO5	L04	60	800	800	100
BC132	NPN	TO106	L17	30	200	200	60

* Extrait de répertoire mondial des transistors

- Parmi ces différents boîtiers, encercler celui du transistor 2N2222A.



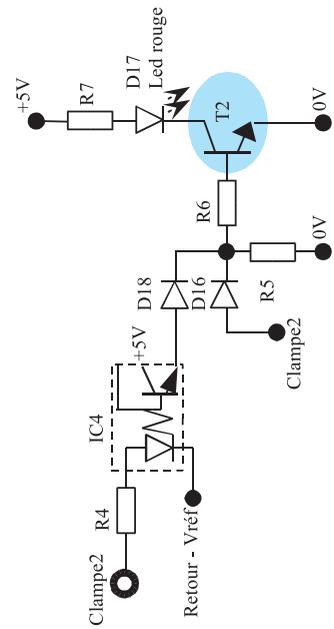
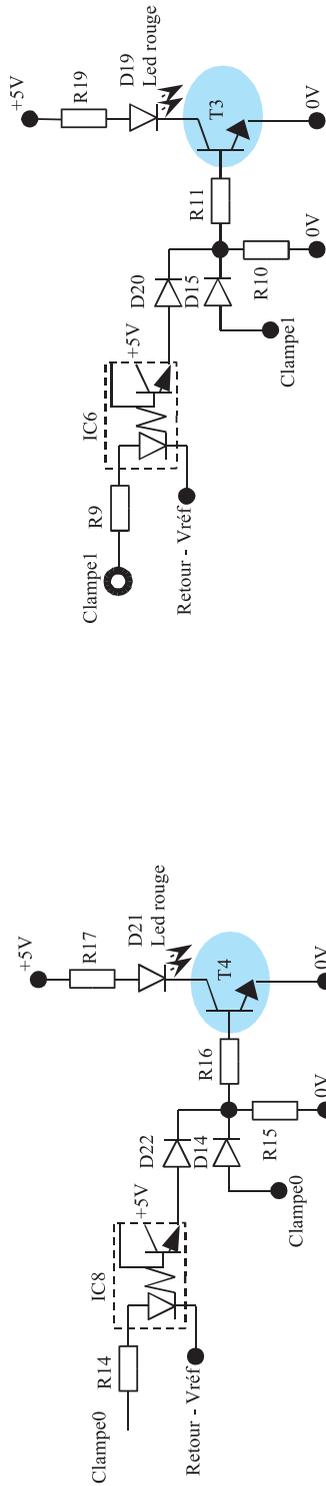
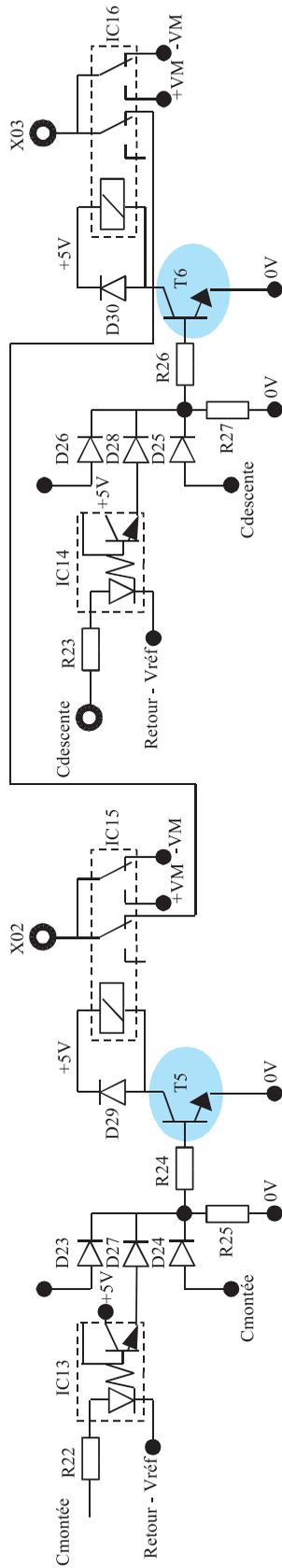
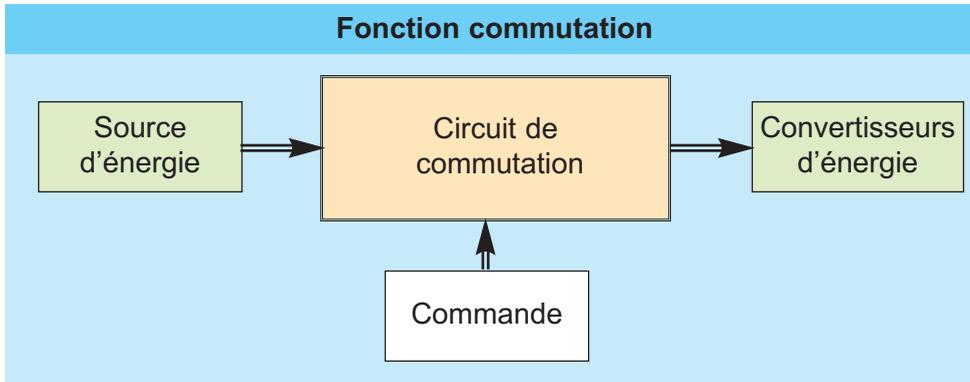


Schéma structurel du système monte charge Type Monitor

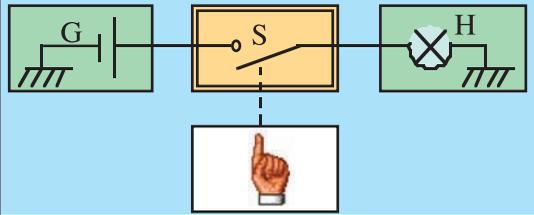
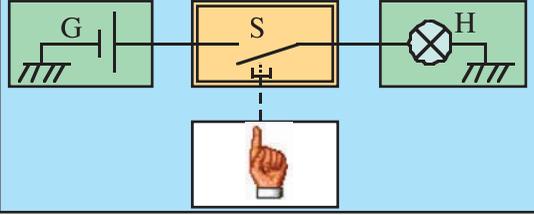
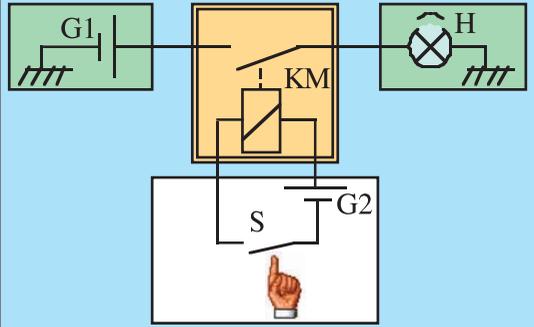
II La fonction commutation

1 - Définition

La fonction commutation met en oeuvre des éléments capables d'établir ou d'interrompre une connexion entre deux points d'un montage assurant un transfert d'énergie.



La commutation électromagnétique est assurée par exemple par :

<p style="text-align: center;">Un interrupteur</p> 	
<p style="text-align: center;">Un bouton poussoir</p> 	
<p style="text-align: center;">Un relais électromagnétique</p> 	

Ces appareils ont tous un élément commun qui est le contact du circuit de commutation. Celui-ci permet suivant sa position (fermée ou ouverte) l'établissement ou l'interruption d'un courant dans le circuit de sortie.

III Transistor en commutation

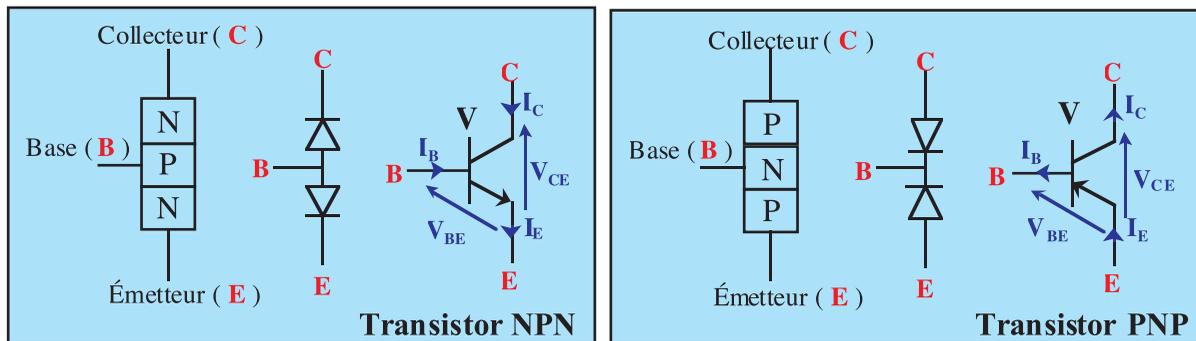
1 - Présentation du transistor

Le transistor bipolaire est un composant électronique possédant trois électrodes :

- La base (**B**)
- L'émetteur (**E**)
- Le collecteurs (**C**)

Deux jonctions constituent le transistor, jonctions que l'on peut assimiler à 2 diodes (entre B-C et B-E) dont le sens dépend du type. Ainsi, pour permettre le passage d'un courant à travers le transistor, il faut d'abord s'assurer de la conduction ou du blocage de ces deux jonctions.

Les représentations symboliques des transistors nous informent sur leur type (PNP ou NPN) ainsi que sur le sens des courants (I_C , I_E et I_B)



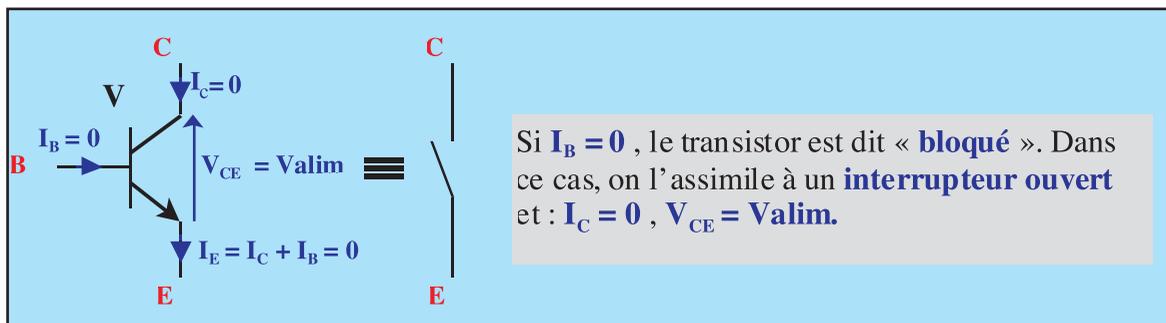
2 - Définition

Un transistor fonctionnant en commutation ne peut avoir que deux états de fonctionnement : bloqué ou saturé

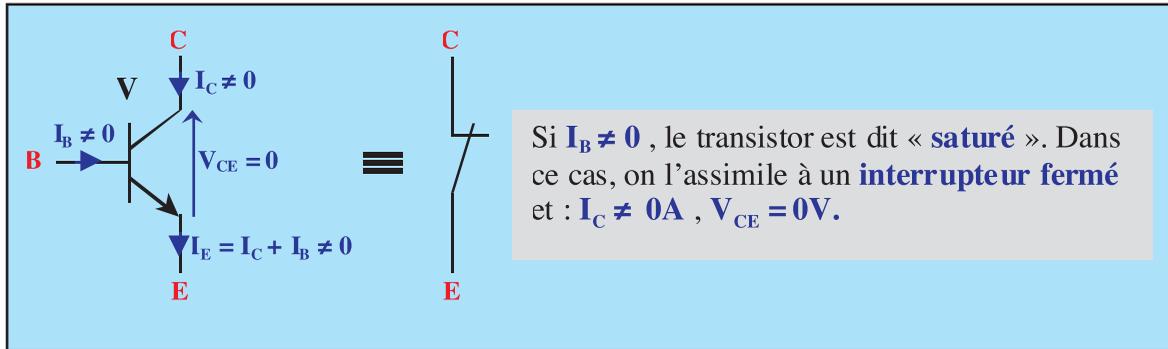
3 - État bloqué et état saturé d'un transistor

Dans notre étude, on considère que le transistor est idéal. Cette hypothèse nous permet de mieux appréhender le fonctionnement en tout ou rien.

■ État bloqué du transistor :

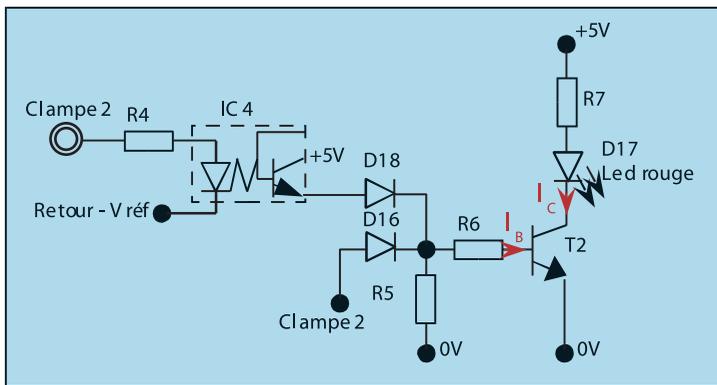


■ État saturé du transistor :



Dans notre exemple introductif, tous les transistors fonctionnent en commutation.

Exemple :



- Si $I_B = 0$ alors le transistor T2 est bloqué et il se comporte comme un interrupteur ouvert donc $I_C = 0$ et la led rouge D17 = 0 (logique).

- Si $I_B > 0$ alors le transistor T2 est saturé et il se comporte comme un interrupteur fermé donc $I_C > 0$ et la led rouge D17 = 1(logique).

IV Exercices d'applications

4- Exercice résolu :

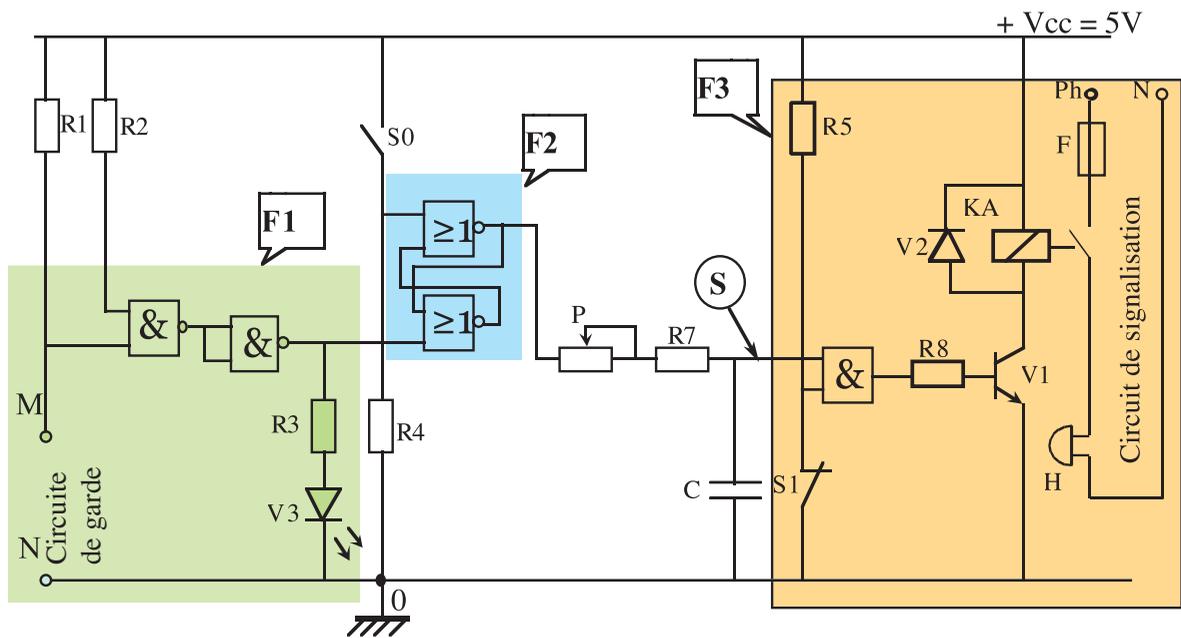
Système proposé : **SYSTÈME D'ALARME**

1-1- Mise en situation :

Le schéma structurel ci-dessous représente une centrale d'alarme assurant la protection de tous types de locaux contre les risques d'intrusion (Issue du local non désirée).

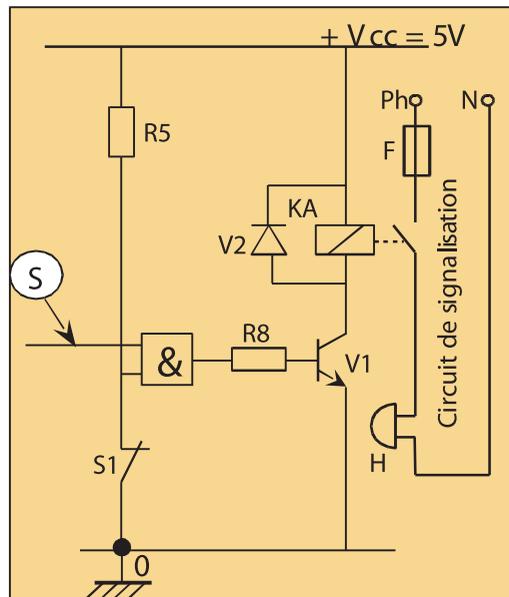
La détection d'une intrusion se manifeste par l'émission d'un signal sonore ou visuel.

Chapitre 6



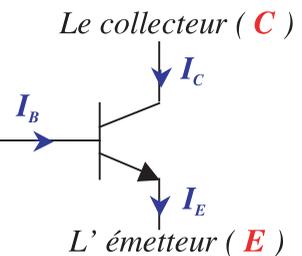
1-2- Travail demandé :

a) A partir du schéma structurel, isoler la fonction F3.



b) Quel est le type de transistor V1? justifier.
C'est un transistor NPN car la flèche est sortante.

c) Représenter le symbole du transistor puis indiquer :
 ■ Le non de chaque électrode.
 ■ Le sens des différents courants.



d) Quelles sont les conditions logiques sur les entrées S et S1 pour que le courant de base (I_B) soit supérieur à zéro ?

S = 1 : imposée par le circuit électrique précédent et
S1 = 0 : non actionné.

e) Analyser le fonctionnement du transistor et remplir le tableau suivant :

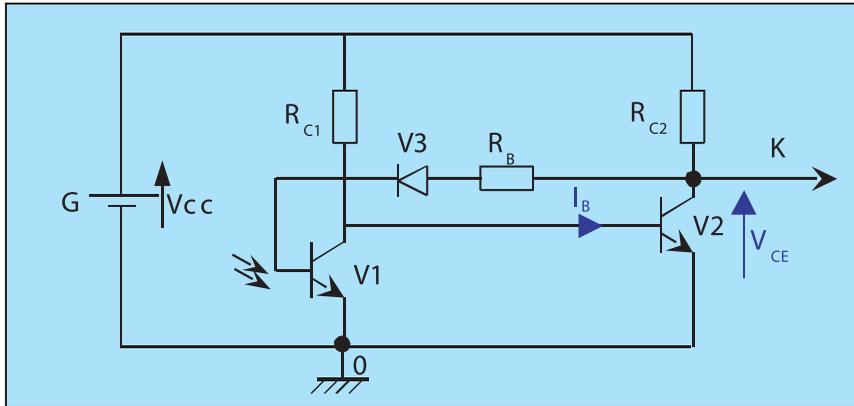
I_B	État de transistor	État logique de KA	État logique de H
= 0A	Bloqué	0	0
$\neq 0A(>0)$	Saturé	1	1

5- Exercice à résoudre :

Système proposé : COMMANDE DE L'OUVERTURE AUTOMATIQUE DE LA PORTE D'UN GARAGE

2-1- Mise en situation :

En éclairant le phototransistor V1 avec les phares de la voiture, celui-ci devient saturé comme un transistor bipolaire et la sortie K envoie une information à la partie opérative pour ouvrir la porte du garage.



a) Quel est le type de transistor V2 ? justifier.

b) Indiquer sur le schéma :

- Le nom de chaque électrode.
- Le sens des différents courants.
- La tension V_{CE} .

c) Analyser le fonctionnement et remplir le tableau suivant :

	État du transistor V1	I_B (=0A ou $\neq 0A$)	État du transistor V2 (Bloqué ou saturé)	V_{CE} (En V)	État logique de K
V1 non éclairé	Bloqué				
V1 éclairé	Saturé				

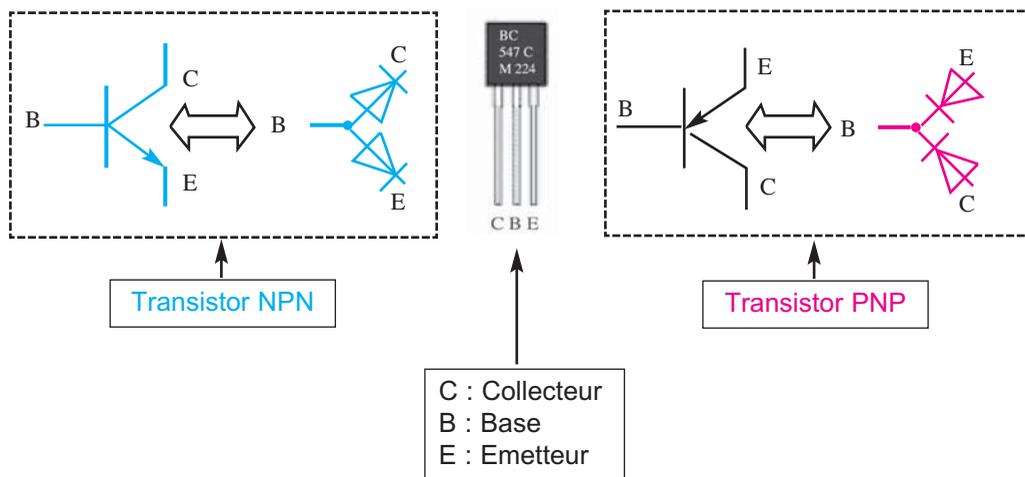
Je retiens l'essentiel

- Lorsque le transistor est bloqué : il se comporte entre l'émetteur et le collecteur comme un interrupteur ouvert, le courant I_C est nul et $V_{CE} = V_{cc}$.
Lorsque le transistor est saturé : il se comporte entre l'émetteur et le collecteur comme un interrupteur fermé donc la tension V_{CE} est égale à 0V, le courant I_C n'est plus nul.

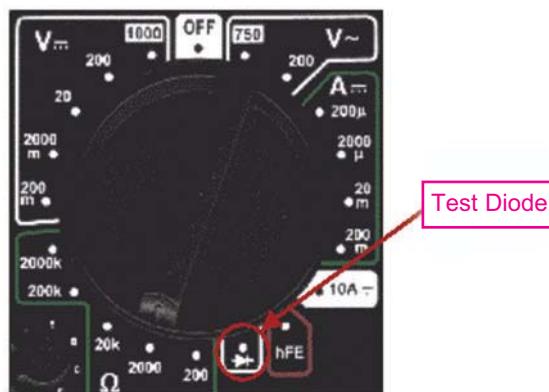
Savoir plus

Comment tester un transistor ?

Plusieurs projets technologiques utilisent d'un ou de plusieurs transistors, mais les élèves ont quelques difficultés à déterminer le sens d'implantation. Nous vous proposons cette aide dans le but d'identifier le sens d'implantation et de tester le bon fonctionnement de ce composant. La représentation d'un transistor est la suivante :



Ce composant peut être assimilé à deux diodes en opposition (équivalentes aux deux jonctions PN ou NP). Il faut vérifier, à l'aide d'un multimètre en position " Position Diode ", qu'il y ait bien une tension voisine de 0,7 V entre Collecteur- Base puis Base-Emetteur.



N.B. : Ce composant se teste comme deux diodes. Le test permet de vérifier son bon fonctionnement. La mesure doit se faire hors tension. Mais le transistor ne peut pas être remplacé par deux diodes.

Leçon n°2 : Applications de la fonction commutation



Objectifs :

A partir d'un système ou d'un sous système ou d'un mécanisme accompagné de son dossier technique :

- Identifier la fonction commutation par transistor
- Réaliser des applications qui intègrent la fonction commutation à base de transistors

Application de la fonction commutation

I Mise en situation

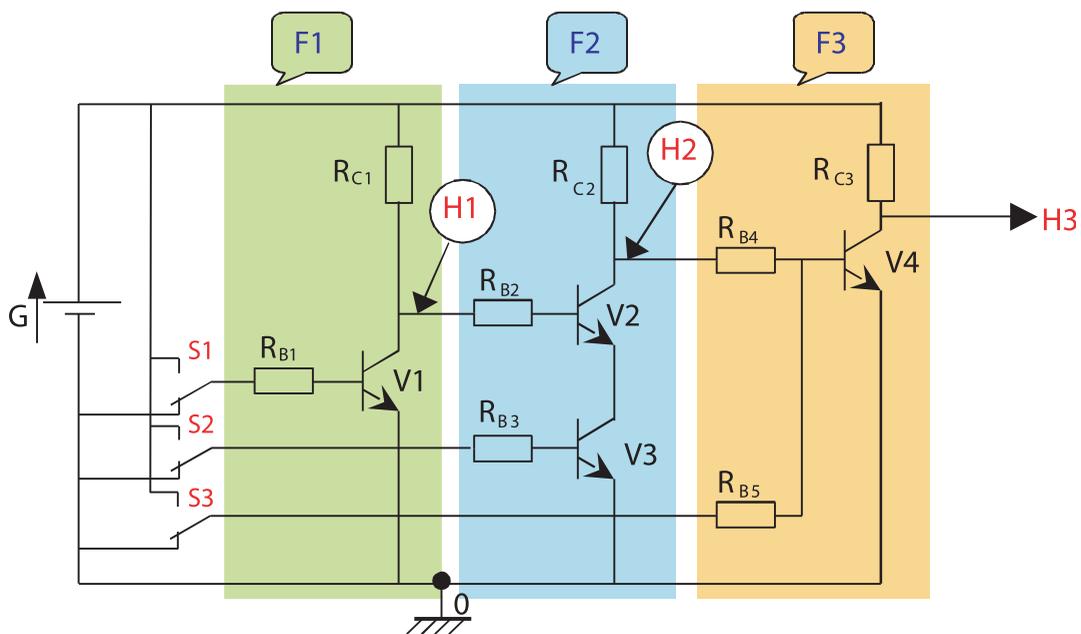
1- Activité de découverte :

Réaliser l'activité de découverte du manuel d'activités.

2- Exemple introductif : CARTE ÉLECTRONIQUE

a) Présentation

Le schéma structurel ci-dessous représente une carte électronique de commande d'un système technique.



b) État logique des différentes sorties

■ État de sortie H1 :

S1	État du transistor V1	H1
0	Bloqué	1
1	Saturé	0

■ État de sortie H2 :

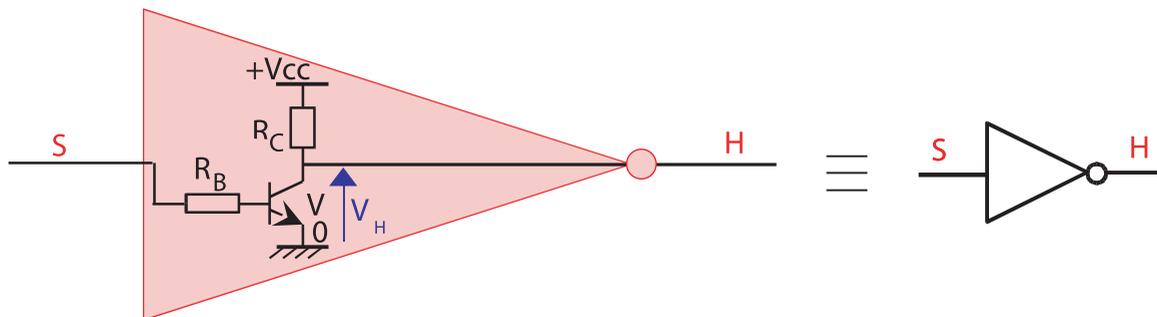
H1	S2	État du transistor V2	État du transistor V3	H2
0	0	Bloqué	Bloqué	1
0	1	Bloqué	Saturé	1
1	0	Saturé	Bloqué	1
1	1	Saturé	Saturé	0

■ État de sortie H3 :

H2	S3	État du transistor V4	H3
0	0	Bloqué	1
0	1	Saturé	0
1	0	Saturé	0
1	1	Saturé	0

II Réalisation des fonctions logiques à base de transistors :

1- Réalisation de la fonction logique NON :



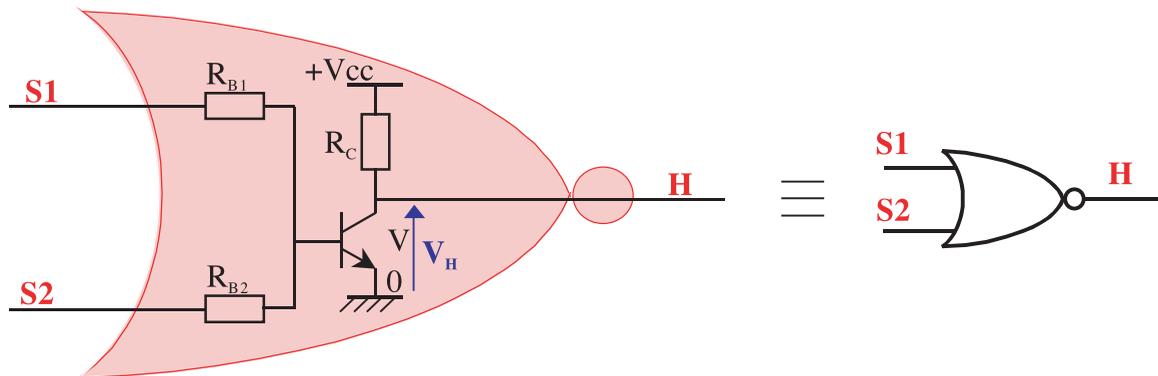
S	État du transistor V	V_H	H	L'équation logique : $H = \overline{S}$ c'est bien la fonction logique : NON
0	Bloqué	+Vcc	1	
1	Saturé	0	0	

Dans notre exemple introductif l'équation logique à la sortie de la fonction **F1** est :

$H1 = \overline{S1}$: alors, dans **F1**, le transistor réalise une fonction logique **NON**.

Chapitre 6

2- Réalisation de la fonction logique NOR :



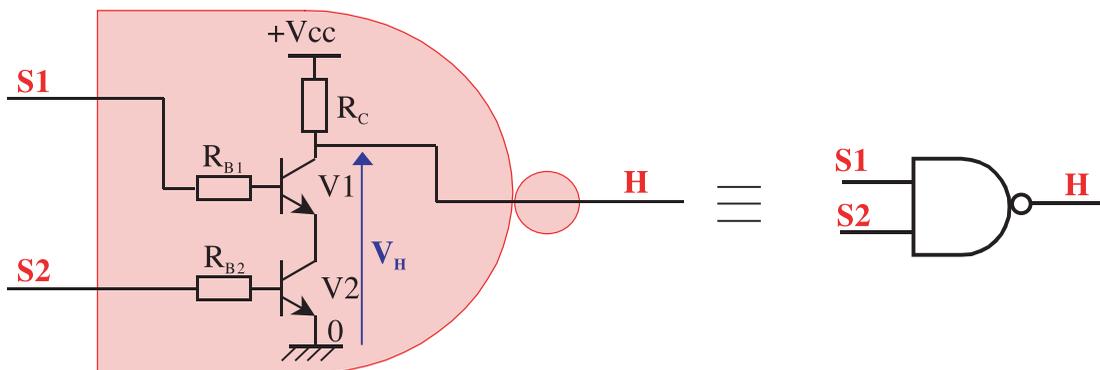
S2	S1	État du transistor V	V_H	H
0	0	Bloqué	+Vcc	1
0	1	Saturé	0	0
1	0	Saturé	0	0
1	1	Saturé	0	0

L'équation logique : $H = \overline{S1 + S2}$
c'est bien la fonction logique :
NOR

Dans notre exemple introductif l'équation logique à la sortie de la fonction F3 est :

$H3 = H2 + S3$: alors, dans F3, les transistors réalisent une fonction logique NOR.

3- Réalisation de la fonction logique NAND :



S2	S1	État du transistor V1	État du transistor V2	V _H	H
0	0	Bloqué	Bloqué	+Vcc	1
0	1	Bloqué	Saturé	+Vcc	1
1	0	Saturé	Bloqué	+Vcc	1
1	1	Saturé	Saturé	0	0

L'équation logique : $H = \overline{S1 \cdot S2}$
 c'est bien la fonction logique : **NAND**

Dans notre exemple introductif l'équation logique à la sortie de la fonction F2 est : $H3 = \overline{H1 + S2}$: alors, dans F2, le transistor réalise une fonction logique NAND.

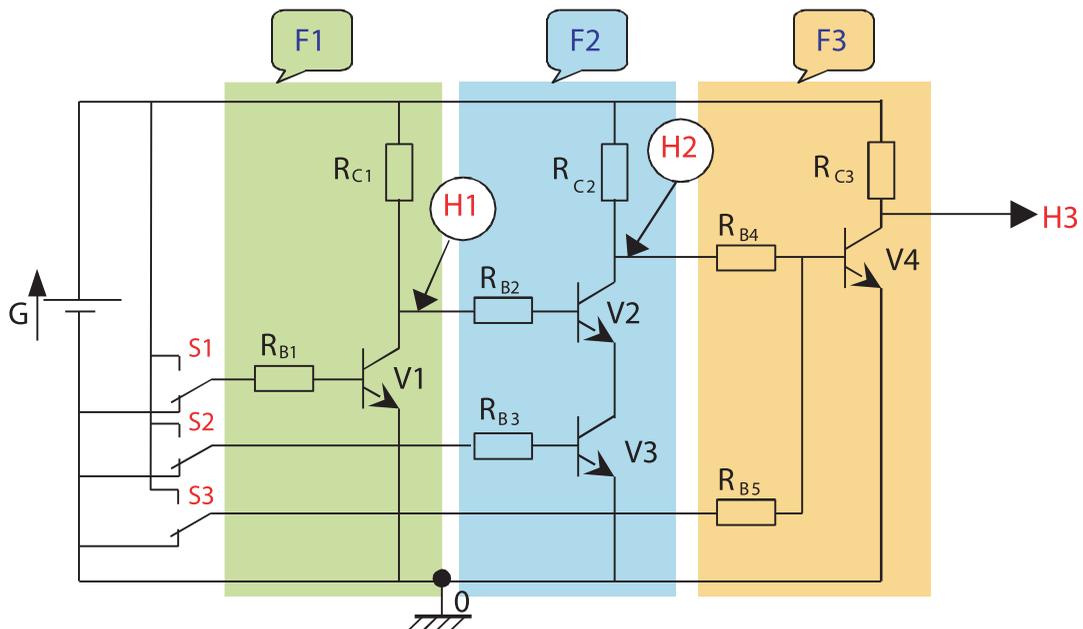
III Exercices d'applications

1- Exercice résolu

Système proposé : CARTE ÉLECTRONIQUE

1-1- Mise en situation :

La carte électronique dont le schéma structurel représenté ci-dessous, remplit la partie commande d'un système technique. Elle permet de gérer une sortie H suivant une relation logique à déterminer.



Chapitre 6

1-2- Travail demandé :

a) Quelle est la fonction logique réalisée par F1 ? En déduire la relation logique $H1 = f(S1)$.
C'est une fonction **NON**, alors $H1 = \overline{S1}$

b) Quelle est la fonction logique réalisée par F2 ? En déduire la relation logique $H2 = f(S2)$.
C'est une fonction **NON**, alors $H2 = \overline{S2}$

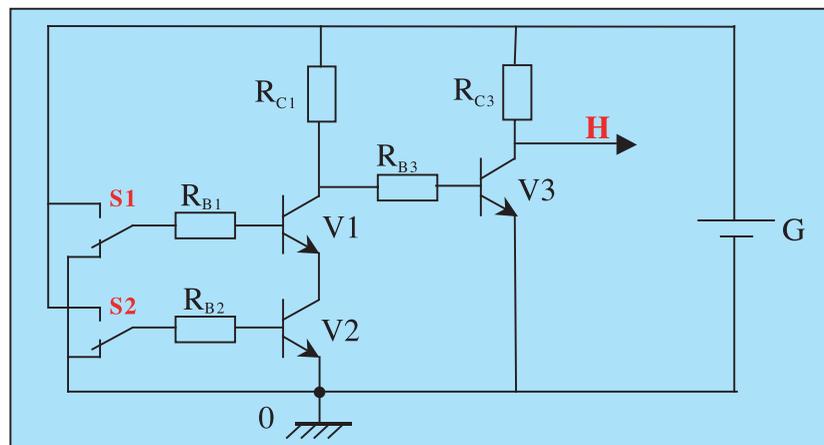
c) Quelle est la fonction logique réalisée par F3 ? En déduire les relations logiques
 $H = f(H1, H2)$ puis $H = f(S1, S2)$.

C'est une fonction **NOR**, alors $H = \overline{H1 + H2} = \overline{\overline{S1} + \overline{S2}} = S1 \cdot S2$

d) Transformer l'équation logique trouvée avec des NAND à deux entrées.

$$H = S1 \cdot S2 = \overline{\overline{S1 \cdot S2}} = \overline{\overline{S1} / \overline{S2}} / 1$$

e) Représenter un autre schéma électronique, en n'employant que des fonctions logiques NAND ou NON à base de transistors.

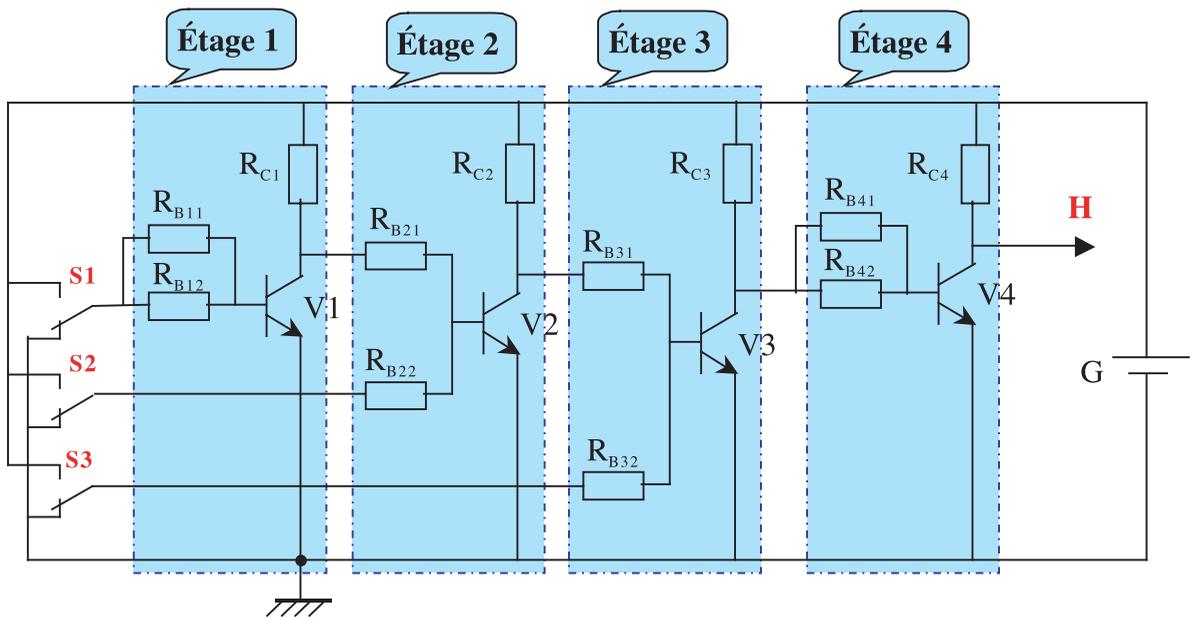


2- Exercice à résoudre

Système : CARTE ÉLECTRONIQUE

2-1- Mise en situation :

Une sortie H d'un système technique est commandée par une carte électronique dont le schéma électronique est le suivant :



2-2- Travail demandé :

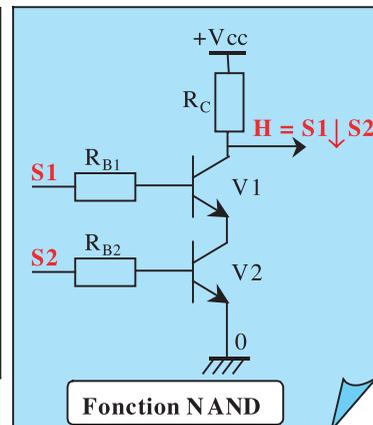
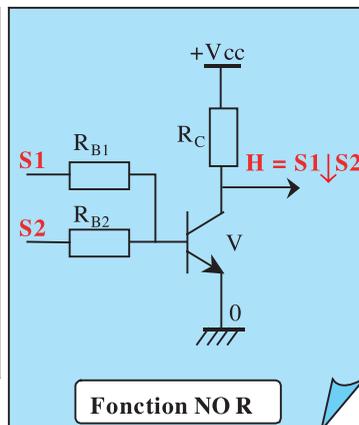
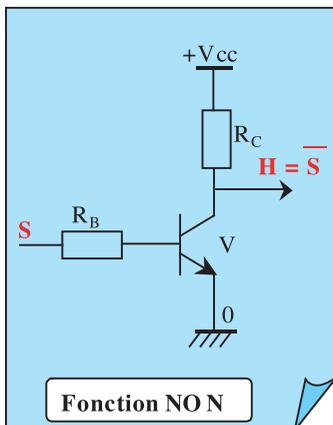
- a) Quelle est la fonction logique réalisée par chaque étage entouré ?
- b) En déduire l'équation logique de **H** avec des opérateurs de la fonction trouvée.
- c) Transformer l'équation de **H** avec des opérateurs **NAND** à deux entrées.
- d) Refaire le schéma structural avec des étages **NAND** à deux entrées à base de transistors.

IV Activités pratiques

Réaliser les activités pratiques du manuel d'activités.

Je retiens l'essentiel

- Les transistors bipolaires, en association avec des résistors, peuvent réaliser toutes les fonctions logiques.
- Les figures suivantes représentent quelques fonctions logiques à base de transistors.



SOMMAIRE

Premier trimestre :

Pages

CHAPITRE 1 : Analyse fonctionnelle d'un système technique

Leçon N°1 : La modélisation d'un système technique (Rappels)	5
Leçon N°2 : L'analyse descendante (SADT)	11
Leçon N°3 : GRAFCET d'un point de vue du système	21
Leçon N°4 : GRAFCET d'un point de vue de la partie opérative	27
Leçon N°5 : GRAFCET d'un point de vue de la partie commande	35

CHAPITRE 2 : Définition graphique d'un produit

Leçon N°1 : Le dessin d'ensemble (Rappels)	45
Leçon N°2 : La cotation fonctionnelle	55
Leçon N°3 : Le dessin de définition (Rappels)	63

Deuxième trimestre :

CHAPITRE 3 : Comportement des matériaux

Leçon : Traction simple	77
-------------------------------	----

CHAPITRE 4 : Les fonctions logiques universelles

Leçon N°1 : Rappel sur les fonctions logiques de base	91
Leçon N°2 : Les fonctions logiques universelles	97
Leçon N°3 : La fonction mémoire	107

Troisième trimestre :

CHAPITRE 5 : Etude des solutions constructives

Leçon : Les solutions constructives	117
---	-----

CHAPITRE 6 : Les fonctions électroniques

Leçon N°1 : La fonction commutation	141
Leçon N°2 : Applications de la fonction commutation	151

Références bibliographiques

- 1) La technologie 1^{ère} année secondaire - manuels de cours et d'activité.
- 2) Guide du dessinateur industriel - A. Chevalier.
- 3) Dossier de technologie de construction - A. Ricordeau, C. Corbet.
- 4) Mémotech - R. Bourgeois, D. Cogniel, B. Lehalle.
- 5) Sciences physiques J.L. Berducou - R. Gomez - C. Raynal.
- 6) Electrotechnique et électronique industrielle Tome 2 Foucher.
- 7) Le schéma en électrotechnique Pierre Boye - André Biancootto
- 8) Le GRAFCET J.C. Bossy - P. Brard - P. Faugère - C. Merlaud.
- 9) Catalogue du système monte-charge
- 10) Catalogue du système barrière automatique d'un parking
- 11) Guide de calcul en mécanique D. Spenle - R. Gorhant.

Sites internet

- www.geaa.org
- www.abc_electronique.fr
- www.perso.wanadoo.fr
- www.perso.menara.ma/
- www.ac-toulouse.fr
- www.ac-rouen.fr
- www.ac-clermont.fr
- www.ac-orlean.fr
- www.ac-lille.fr
- www.technologia.com
- www.univ-pau.fr