

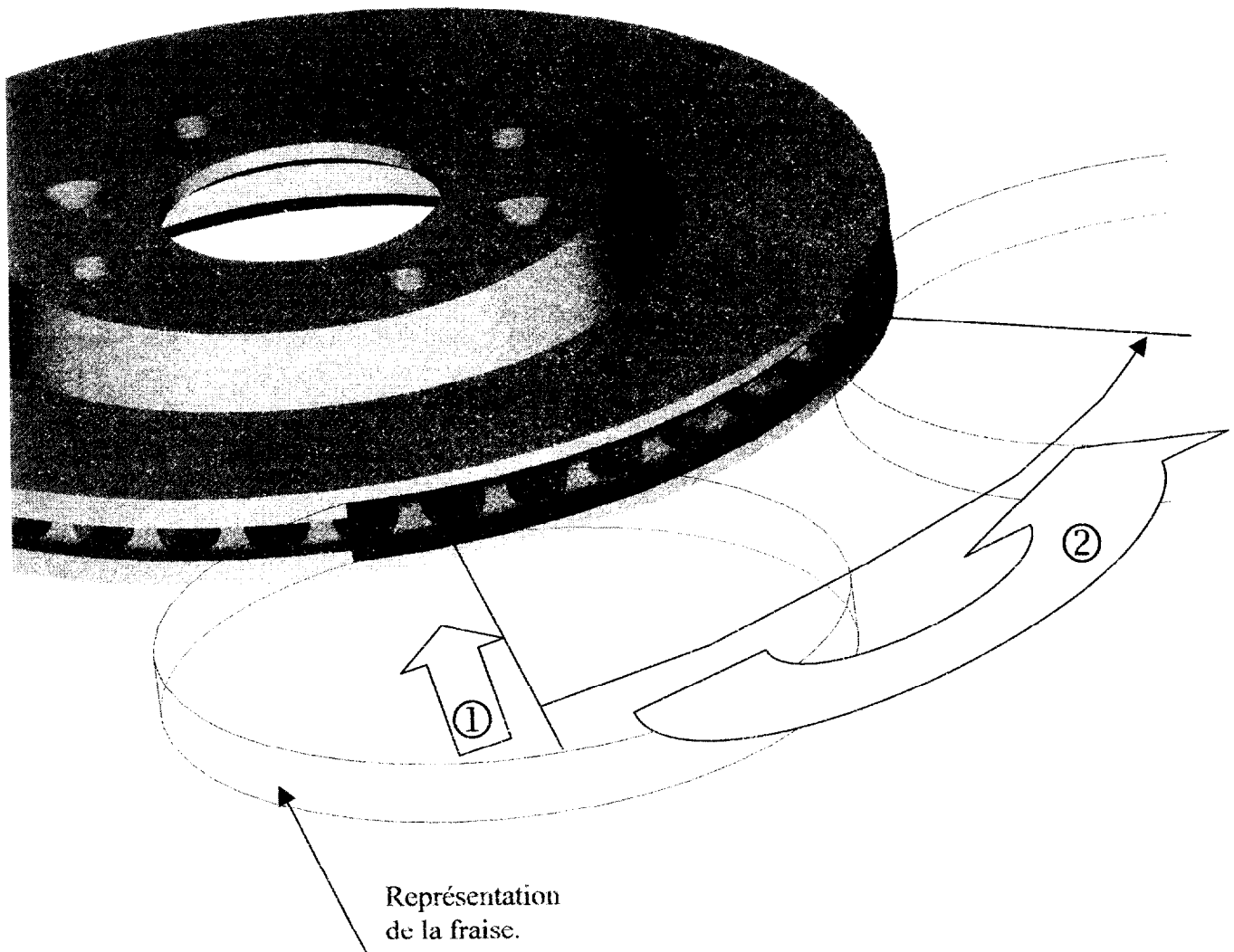
## BESOIN DE L'ETUDE :

La fabrication de disques de frein pour l'automobile nécessite un équilibrage en phase finale d'usinage. Ces disques sont réalisés à partir de pièces moulées. Après usinage des surfaces fonctionnelles, le disque présente un défaut d'équilibrage

Selon la quantité de matière à enlever, le défaut sera supprimé:

- Soit par une simple plongée de la fraise sur une profondeur déterminée  
(Voir mouvement ① sur la vue ci-dessous )
- Soit par une plongée suivie par une rotation déterminée du disque.  
(Voir mouvement ① puis ② sur la vue ci-dessous )

La présente étude consiste à automatiser un système permettant de supprimer ce défaut.  
La cadence de production est de 3 disques par minute en moyenne.



# PRESENTATION DU SYSTEME D'EQUILIBRAGE.

(Voir figure 1 page DT1)

Il est composé de trois **POSTES** disposés sur un cercle tous les 120° et d'un **MANIPULATEUR**.

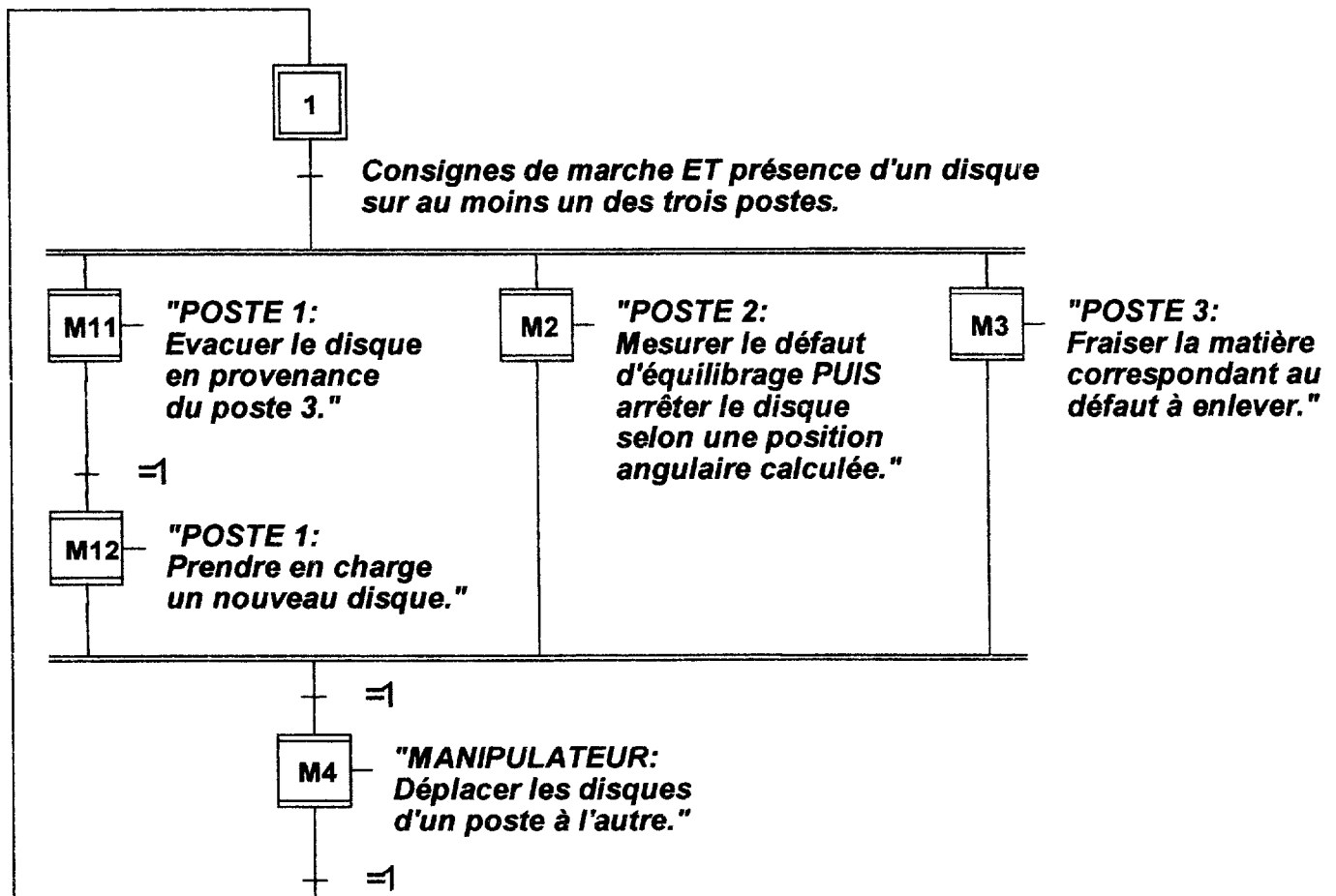
Les disques sont acheminés au **POSTE 1** de l'îlot de production précédent. Ils sont séparés les uns des autres par un système d'écluses, puis le disque pris en charge est surélevé en attendant d'être et d'en déduire la correction à apporter.

Le manipulateur le dépose au **POSTE 2** dont la fonction est de mesurer le défaut d'équilibrage et sa localisation angulaire.

Le manipulateur le reprend au poste 2 pour le déposer au **POSTE 3** dont la fonction est d'enlever par usinage la quantité de matière correspondant au défaut, et cela, au bon endroit.

Puis le disque est déplacé du poste 3 vers le **POSTE 1** pour être abaissé et évacué vers un poste de contrôle final non étudié dans le sujet.

Le système fonctionne selon le GRAFNET DE COORDINATION DES TACHES ci-dessous.



## **DESCRIPTION du POSTE 1 :** (Voir figures 2,3 et 4 pages DT1 et DT2)

Fonction : **CHARGEMENT et DECHARGEMENT** des disques.

Les disques sont acheminés sur des rouleaux actionnés en rotation en permanence par le moteur **M10**. Ils sont arrêtés en translation par plusieurs butées escamotables.

### **Butée 1 :**

Elle est actionnée par le vérin **C10**.

Tige sortie, la butée est active. Tige rentrée, la butée est éclipée.

La présence d'un disque au-dessus de l'élévateur est signalée par le capteur « **pp11** »

Lorsqu'un disque non équilibré est en butée 1, le vérin **C11** permet de le centrer et de le surélever de 100 mm pour permettre au manipulateur de le saisir.

Lorsque le manipulateur dépose un disque en provenance du poste 3, le vérin **C11** permet de l'abaisser de 100 mm puis de l'acheminer vers la sortie.

### **Butée 2 et butée 3 :**

Elles sont actionnées par le vérin **C12** par l'intermédiaire d'une bielle.

Tige rentrée, la butée 2 est active, elle retient les disques en attente et la butée 3 est éclipée.

Tige sortie la butée 3 est active, elle retient les disques en attente et la butée 2 est éclipée.

La présence d'un disque sur la butée 2 est signalée par le capteur « **pp12** »

## **DESCRIPTION du POSTE 2 :** (Voir figure 5 page DT2)

Fonction : **MESURE DU DEFAUT D'EQUILIBRAGE** du disque et **CALCUL** de la course d'usinage nécessaire sur le poste 3.

Lorsque le manipulateur a déposé un disque sur le poste 2, sa présence est signalée par le capteur « **pp20** », il est centré et serré par un mandrin expansible à l'aide d'un empilage de rondelles élastiques.

La sortie du vérin **C20** actionne le desserrage du disque. La rentrée du vérin permet le serrage grâce à l'action des rondelles élastiques.

Le moteur **M20** entraîne le disque en rotation. Un dispositif non défini dans le sujet mesure le défaut d'équilibrage et le caractérise par 2 valeurs :

### a) "La masse du défaut" « **d** ».

Le déséquilibre peut être corrigé par un enlèvement de matière. La masse à enlever sera notée « **d** ». Selon la valeur de « **d** », trois cas se présentent :

**Cas 1 :** Le défaut d'équilibrage  $d < 6$  grammes, la partie commande calcule la profondeur « **p** » de l'usinage à réaliser lorsque le disque sera sur le poste 3.

**Cas 2 :** Le défaut d'équilibrage  $d \geq 6$  grammes et  $\leq 40$  grammes, la profondeur « **p** » de l'usinage à réaliser sera de 4 mm lorsque le disque sera sur le poste 3. Elle sera suivie d'une rotation calculée par la partie commande d'un angle « **a** » du disque.

**Cas 3 :** Le défaut d'équilibrage  $d > 40$  grammes, il est trop important pour être supprimé par usinage,  $p=0$  et  $a=0$ . Le disque sera évacué car défectueux.

### b) La position angulaire du défaut.

Lorsque la mesure est terminée, le moteur **M20** s'arrête dans une position angulaire calculée correspondant à la position du début de l'usinage lorsque le disque sera sur le POSTE 3.

## DESCRIPTION du POSTE 3 : (Voir figure 6 page DT3)

Fonction : SUPPRESSION PAR USINAGE DU DEFAUT D'EQUILIBRAGE

Lorsque le manipulateur a déposé le disque sur le poste 3, sa présence est signalée par le capteur « pp30 »  
Selon la "masse" du défaut « d » mesuré sur le poste 2, trois cas se présentent :

- Cas 1 :** Le défaut d'équilibrage  $d < 6$  grammes, il est usiné par une simple avance en plongée de la fraise dans la matière d'une valeur de « p »
- Cas 2 :** Le défaut d'équilibrage  $d \geq 6$  grammes et  $\leq 40$  grammes, il est usiné par une plongée de la fraise dans la matière de  $p = 4$  mm suivit d'une rotation du disque d'un angle « a ».
- Cas 3 :** Le défaut d'équilibrage  $d > 40$  grammes, il est trop important pour être supprimé par usinage,  $p=0$  et  $a=0$ . Le disque sera évacué normalement (il sera rejeté par la suite par un poste de contrôle final qui ne fait pas partie de l'étude.)

Le centrage et le serrage du disque sont assurés par un mandrin actionné par la sortie du vérin C30.

Le mouvement de coupe de la fraise est assuré par le moteur M30.

L'avance en plongée de la fraise est assurée par le moteur M31 par l'intermédiaire d'un réducteur et d'un système de vis et écrou à billes.

La rotation du disque est assurée par le moteur M32 par l'intermédiaire d'un réducteur et d'un système de roue et vis sans fin.

Caractérisation des variables d'ENTREES et de SORTIES du POSTE 3

ENTREES		SORTIES
pp30 →	<b>PARTIE COMMANDE</b>	→ SORTIR tige vérin C30
Tige du vérin C30 rentrée →		→ RENTRER tige vérin C30
Tige du vérin C30 sortie →		→ ACTIONNER moteur M30
Position du chariot porte fraise →		→ ACTIONNER moteur M31
Position angulaire du plateau →		sens horaire
Valeur de « p » (numérique) →		→ ACTIONNER moteur M31
Valeur de « a » (numérique) →		sens anti-horaire
		→ ACTIONNER moteur M32

## DESCRIPTION du MANIPULATEUR : (Voir figure 1 page DT1)

Fonction : DEPLACER LES DISQUES D'UN POSTE A L'AUTRE.

Il est constitué de trois bras placés à 120° et munis chacun d'une pince. Son cycle de fonctionnement à partir de sa position repos est le suivant :

- Descente du manipulateur (de l'ensemble des 3 bras équipés de pinces)
- Serrage des disques à l'aide des 3 pinces.
- Montée du manipulateur
- Rotation sens horaire de 120° du manipulateur.
- Descente du manipulateur.
- Ouverture des 3 pinces.
- Montée du manipulateur.
- Rotation sens anti-horaire de 120° du manipulateur.

# TRAVAIL DEMANDE:

## Première partie

### Question 1.1 ( Répondre sur page DR1 )

Le grafcet de coordination des tâches donné à la page 3 ne tient pas compte de la NON PRESENCE d'un disque sur un poste.

Modifier ce grafcet de coordination des tâches pour parvenir au but suivant:

- L'exécution de la macro-étape M11 est soumise à l'information du capteur pp11.  
(dans le cas contraire, elle est contournée).
- L'exécution de la macro-étape M12 est soumise à l'information du capteur pp12.  
(dans le cas contraire, elle est contournée).
- L'exécution de la macro-étape M2 est soumise à l'information du capteur pp20.  
(dans le cas contraire, elle est contournée).
- L'exécution de la macro-étape M3 est soumise à l'information du capteur pp30 et à une profondeur de passe  $\rightarrow p > 0$  (dans le cas contraire, elle est contournée).

### Question 1.2 ( Répondre sur page DR2 )

Réaliser l'expansion d'un point de vue partie opérative (coté actionneurs) de la macro étape M3 correspondant au fonctionnement du POSTE 3.

## Deuxième partie

### Etude du déplacement du chariot porte fraise du POSTE 3 (Voir figure 6 page DT3)

Le chariot porte fraise est entraîné par un moteur-réducteur d'un rapport de 1/20, agissant sur un système vis-écrou à billes d'un pas de 8 mm. La transmission entre le réducteur et la vis à billes est réalisée par poulies et courroie crantée d'un rapport de 1.

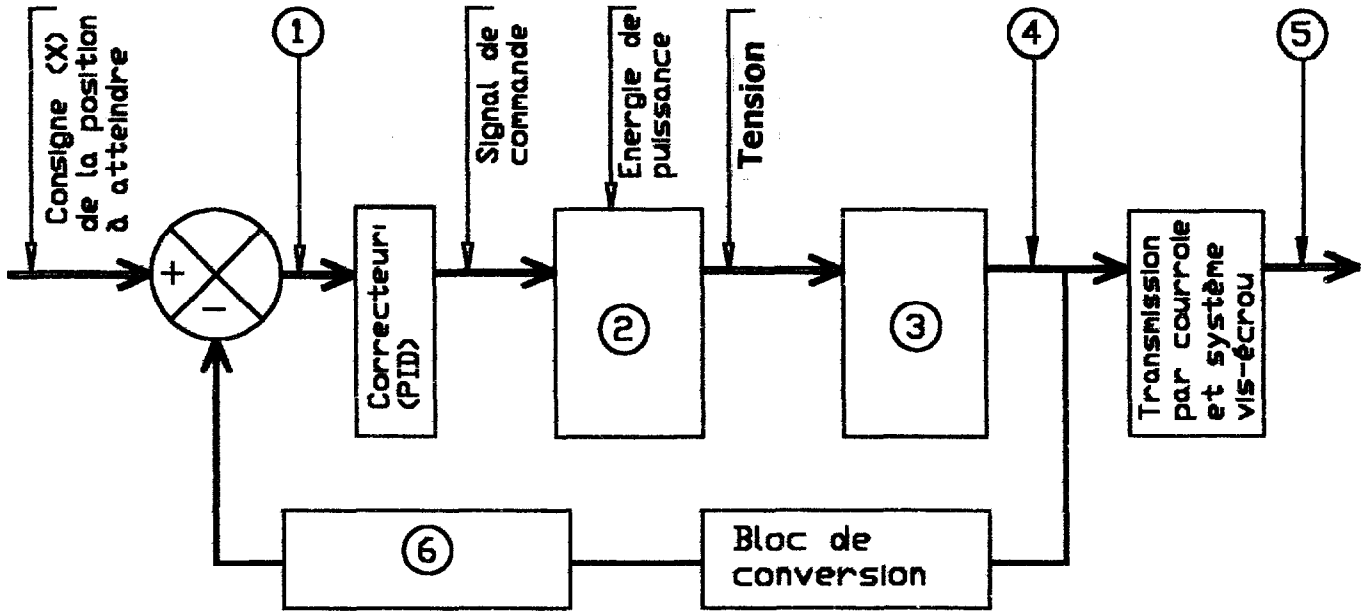
Le déplacement du chariot devant être contrôlé avec une exactitude de 0,01mm, on envisage d'utiliser un codeur fixé sur l'arbre moteur dont la résolution est 10 fois plus fine.

Le cycle de fonctionnement est le suivant :

- Avance lente jusqu'à ce que la première dent de la fraise accoste le disque.  
(détecté par un capteur de vibration)
- Relevé de la position exacte du chariot par le capteur.
- Avance travail d'une profondeur de 4 mm maxi.(fonction de la quantité de matière à enlever)
- (rotation éventuelle du plateau)
- Recul rapide du chariot.

**Question 2.1** ( Répondre sur page DR3 )

Compléter les 6 données manquantes du schéma bloc correspondant à la commande de l'avance du chariot porte fraise.



**Question 2.2** ( Répondre sur page DR3 )

En sachant que l'on choisit un codeur incrémental et que le nombre de signaux correspond au double du nombre de points ou de traits (front montant et front descendant), déterminer par calcul le nombre de traits du codeur qui convient le mieux. Voir page DT3 la liste des codeurs disponibles.

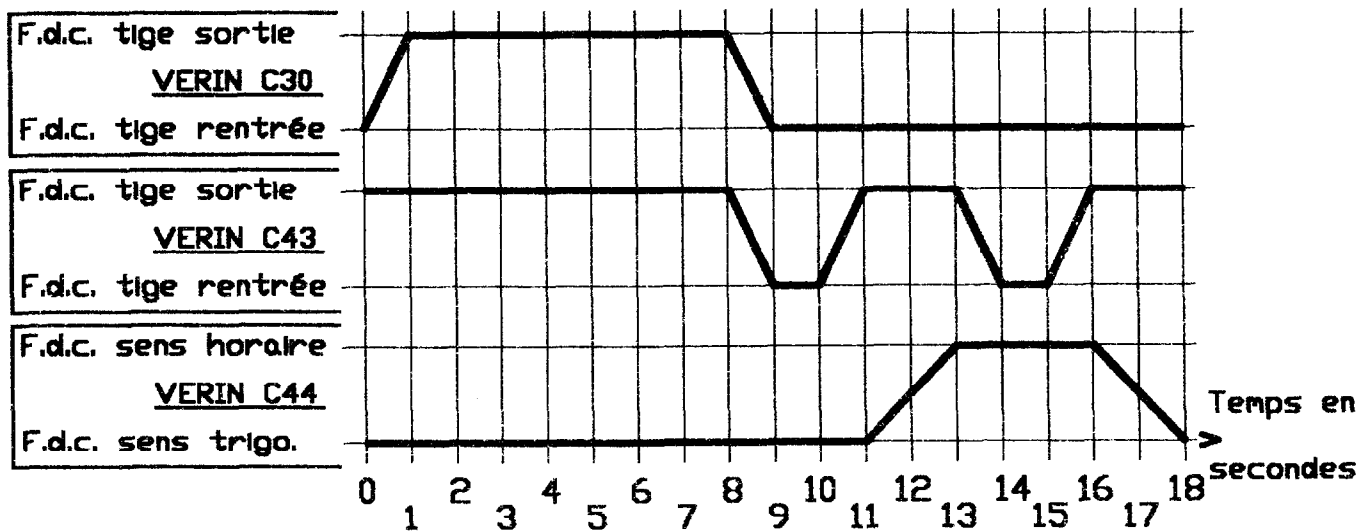
**Troisième partie**

Etude de l'installation hydraulique du système (Voir page DT4)

Le groupe hydraulique alimente les 3 actionneurs suivants :

- Un vérin hydraulique « C43 » pour descendre ou monter le manipulateur
- Un vérin hydraulique « C44 » pour actionner la rotation du manipulateur.
- Un vérin hydraulique « C30 » pour serrer le disque sur le poste 3 (non représenté sur la page DT4).

Ces actionneurs fonctionnent selon le chronogramme ci-dessous. Le temps moyen d'un cycle = 18 sec.



**Question 3.1** ( Répondre sur page DR3 )

Donner la DESIGNATION et la FONCTION des composants repérés de B à F.  
Le composant repère A est donné en exemple de réponse.

**Question 3.2** ( Répondre sur page DR4 )

Sachant que la pompe est actionnée en permanence, justifier l'utilisation d'une pompe à cylindrée variable.

**Question 3.3** ( Répondre sur page DR4 )

Comment pourrait-on gérer le fonctionnement de la pompe si elle était à cylindrée fixe ?

**Question 3.4**

**Etude des caractéristiques et du fonctionnement du vérin « C43 »**

Diamètre de l'alésage = 25 mm, diamètre de la tige = 16 mm, course 40 mm.

Pression appliquée pour sortir la tige = 70 bars ou  $70 \cdot 10^5$  Pa

Pression maxi appliquée pour rentrer la tige = 15 bars ou  $15 \cdot 10^5$  Pa

(étant donné le sens de la charge !)

Masse du manipulateur à vide = 80 kg, masse utile maxi transportée = 20 kg.

Vitesse maxi de montée ou de descente = 0,3 m/s.

**Question 3.4.1** ( Répondre sur page DR4 )

Calculer le taux de charge appliqué au vérin pour soulever la charge.

**Question 3.4.2** ( Répondre sur page DR4 )

Calculer les débits nécessaires au fonctionnement du vérin en litres par minute.

**Question 3.5** ( Répondre sur page DR4 )

Définir le débit maxi que doit délivrer la pompe au cours du cycle.

ACTIONS	Débit nécessaire (litres/minute)
Sortir vérin C30	12
Rentrer vérin C30	9
Tourner vérin C44 en sens horaire	10
Tourner vérin C44 en sens anti-horaire.	10

Il faut également tenir compte des résultats des calculs de la question 3.4.2.