

# Systeme de distribution automatique de barres

*Le sujet proposé a pour but d'étudier les performances, les spécifications et la réalisation de certaines parties d'un système de distribution automatique de barres.*

## Présentation du système: Distribution automatique de barres

Le rôle de ce dispositif automatisé, est de stocker, séparer et distribuer en familles de pièces des barres ou des tubes entrant dans la fabrication de radiateurs de chauffage central. Ces barres ou tubes, de divers matériaux, sont de diamètre compris entre 10 mm et 60 mm et de longueur comprise entre 200 mm et 1200 mm.

Placé entre une unité de débit et une unité de production, ce système de distribution de barres comprend trois modules : (voir *document 0*).

- un MODULE DE CHARGEMENT composé d'un bac tampon recevant les barres ou tubes de l'unité de débit et d'un manipulateur transférant les barres depuis le bac jusque sur le module de transfert.
- un MODULE DE TRANSFERT ayant pour rôle de transférer les barres jusqu'au module de séparation.
- un MODULE DE SEPARATION qui fournit les barres une à une au processus de production à l'aide d'un plateau à encoche, et ce, à la cadence de fonctionnement demandée.

Afin d'alimenter plusieurs unités de production situées à des hauteurs différentes, l'ensemble formé par le MODULE DE TRANSFERT et le MODULE DE SEPARATION peut basculer autour de l'axe X.

Cet ensemble est contrôlé par un automate programmé en logique séquentielle.

## 1. Etude systémique de la distribution de barres.

**Question 1-1.** Etablir le diagramme SADT A-0 du système automatique de distribution de barres.

**Question 1-2.** Etablir le diagramme SADT A0 du système automatique de distribution de barres.

Ne pas faire ces 2 questions

## 2. Asservissement de la position du bac du module de chargement

Les barres arrivent de l'unité de débit et sont consommées par l'unité de production de manière très irrégulière. De ce fait, le nombre de barres stockées dans le bac est très variable. Le manipulateur qui transporte les barres depuis le bac jusque sur le module de transfert ne pouvant saisir les barres situées dans le bac qu'à une altitude fixe  $y_0$ , il faut s'assurer que quel que soit le degré de remplissage du bac, les barres situées sur le dessus soient constamment à cette hauteur  $y_0$ . Cette fonction est assurée par un asservissement en position étudié dans cette partie du sujet.

### Fonctions de transfert des sous-systèmes de la distribution de barres

Le système étudié est représenté schématiquement sur le *document 1*. L'altitude des barres dans le bac est asservie grâce à un vérin hydraulique associé à un électro-distributeur à commande proportionnelle. Le capteur de position est analogique.

L'ensemble formé du bac, de sa charge variable, de la tige et du piston du vérin est appelé «équipage mobile». Sa position notée  $y(t)$  est fonction de la masse d'huile, notée  $m(t)$ , contenue dans la chambre d'admission du vérin. On fera l'hypothèse que la fonction de transfert de l'équipage mobile est de la forme:

$$\frac{Y(p)}{M(p)} = \frac{K_m}{1+a_1p+a_2p^2} \quad \text{où } a_1=0,3s, \quad a_2=45.9.10^{-3}s^2 \quad \text{et } K_m=2m.kg^{-1}$$

#### Remarque:

On note de manière générale,  $F(p)$  la transformée de Laplace de  $f(t)$ . Ainsi, par exemple,  $Y(p)$  est la transformée de Laplace de  $y(t)$ . Les conditions initiales sont nulles.

La pompe hydraulique à cylindrée auto-réglable alimente le distributeur proportionnel qui délivre un débit massique d'huile noté  $q(t)$  proportionnel à sa tension de commande  $u_r(t)$

$$\frac{Q(p)}{U_r(p)} = K_e = 0,2kg.s^{-1}.V^{-1}$$

Le capteur de position délivre une tension notée  $u_m(t)$  proportionnelle à l'altitude  $y(t)$  des barres.

$$\frac{U_m(p)}{Y(p)} = K_c = 10 \text{ V.m}^{-1}$$

**Question 2-1.** Quelle est la relation liant la masse d'huile  $m(t)$  contenue dans la chambre d'admission du vérin et le débit massique d'huile  $q(t)$  ?

En déduire la relation liant  $M(p)$  et  $Q(p)$ .

**Question 2-2.** Représenter le schéma-bloc avec les fonctions de transfert des constituants du système présenté sur le *document 1*.

On prendra :

- l'entrée du système:  $u_r(t)$
- la sortie du processus:  $u_m(t)$



**Question 2-3.** Donner la fonction de transfert du système  $H(p) = \frac{U_m(p)}{U_r(p)}$

**2-4.** Pour boucler le système, le signal de commande  $u_r(t)$  est élaboré grâce à un comparateur-amplificateur de gain  $A$  (voir *document 2*).

**Question 2-4-1.** Dessiner le schéma-bloc du nouvel asservissement.

**Question 2-4-2.** Donner la fonction de transfert du système  $G(p) = \frac{U_m(p)}{U_c(p)}$

### Phase d'initialisation .-Etude du système en poursuite

On considère dans l'étude en poursuite du système, que l'arrivée des barres provenant de l'unité de débit, est interrompue. On désire régler la position de l'équipage mobile notée  $y(t)$  en faisant varier la tension  $u_c(t)$ .

**2-5.** On se propose maintenant de rechercher la valeur maximale de  $A$ , pour assurer la stabilité du système bouclé.

**Question 2-5-1.** Mettre la fonction de transfert en boucle ouverte notée  $FTBO(p)$  sous la forme suivante :

$$FTBO(p) = \frac{K}{p \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot \xi}{\omega_0} \cdot p + \frac{1}{\omega_0^2} \cdot p^2\right)}$$

Donner l'expression de  $K$  en fonction de  $K_e$ ,  $K_c$ ,  $K_m$  et  $A$ . Calculer numériquement  $\xi$  et  $\omega_0$ .

**Question 2-5-2.** En utilisant les courbes fournies sur les *documents 8-1* et *8-2*, représentant le lieu de Black de la fonction  $F(j \cdot u) = \frac{1}{j \cdot u \cdot (1 + 2 \cdot \xi \cdot u + (j \cdot u)^2)}$  où  $u = \frac{\omega}{\omega_0}$ , donner la valeur maximale du gain  $A$  du comparateur-amplificateur qui assure la

stabilité du système.

Remplacer la Q 2-5-2 : par Tracer les diagrammes de Bode

Il est possible d'utiliser la règle simplifiée du revers dans le plan de Black exprimée ci-dessous.

Utiliser ces courbes pour la question suivante

**2-6.** A la suite d'essais, il a été choisi une marge de gain de 13 dB.

**Question 2-6-1.** Quelle est la valeur du gain  $A$  du comparateur-amplificateur qui respecte cette marge de gain.

**Question 2-6-2.** Dans le cas général, pour quelles raisons faut-il se donner une marge de gain?

**Question 2-7.** Le système est soumis à une consigne  $u_c(t) = \Gamma(t)$  où  $\Gamma(t)$  désigne l'échelon unitaire défini par :

$$\begin{cases} \Gamma(t) = 0 & \text{si } t \leq 0 \\ \Gamma(t) = 1 & \text{si } t > 0 \end{cases}$$

A partir de la courbe donnée sur le *document réponse 2*, déterminer l'écart statique (ou erreur de position) en  $y$  et le temps de réponse à 5%.

**2-8.** Recherche de l'erreur de traînage du système.

**Question 2-8-1.** Montrer que l'écart dynamique (ou erreur de traînage) en tension obtenue pour une consigne  $u_c(t) = t \cdot \Gamma(t)$  est

égale à  $\frac{1}{K}$  où  $K$  désigne le gain en boucle ouverte.

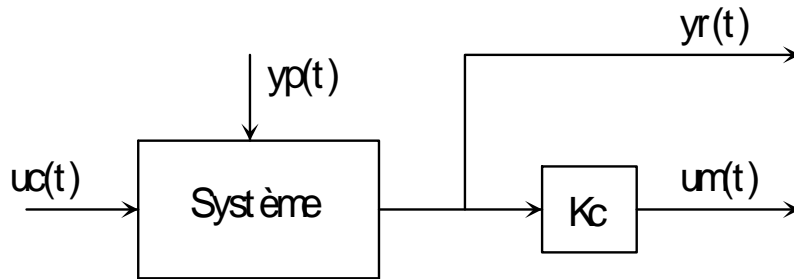
**Question 2-8-2.** Vérifier le résultat de la question 2-8-1 à l'aide de la courbe fournie sur le document réponse 2.

En déduire la valeur numérique de l'erreur de traînage en  $y(t)$ .

### Etude de l'influence d'une perturbation sur la position du bac.

Afin de s'affranchir d'une étude mécanique, des essais sur le prototype ont conduit à modéliser la chute d'une barre par un déplacement moyen vertical de l'équipage mobile.

On considère donc que la perturbation associée à la chute d'une barre est modélisée par un échelon de position  $y_p$  valant 5 mm.



**Question 2-9.** Représenter le nouveau schéma-bloc de l'asservissement de la position du bac du module de chargement.

### Etude en régulation de la position du bac.

Par hypothèse, on considère que la réponse indicielle du système où l'entrée est  $U_c$  a atteint son régime permanent. On se propose d'étudier le comportement du système lorsque qu'une barre tombe dans le bac.

On souhaite vérifier que le système est capable d'effacer l'influence d'une perturbation en  $y$ .

**Question 2-10.** Donner la fonction de transfert de la régulation  $\frac{U_m(p)}{Y_p(p)}$

**Question 2-11.** Rechercher l'erreur de position en  $y_r(t)$ . Conclure sur les performances de cette régulation.

## 3. Etude préliminaire de l'automatisation de l'ensemble module de transfert et module de séparation.

Dans le but d'élaborer la commande du système du distributeur automatique de barres, on se propose de rechercher les entrées-sorties du sous-système constitué du module de transfert et du module de séparation.

**Dans cette étude préliminaire, on considère le cahier des charges suivant : (Voir document 3)**

- 3 familles différentes de barres (F1, F2, F3)
- 3 unités de production (UP1, UP2, UP3), usinant respectivement les familles de barres F1, F2, F3.
- Trois capteurs (T.O.R ; Tout Ou Rien) inductifs NI, N2 et N3 déterminent la position de la tige dans le cylindre du vérin.
- On suppose que l'unité de débit distribue dans le bac les trois familles de barres dans des proportions identiques et que le robot manipulateur choisit aléatoirement les barres pour les acheminer vers le module de transfert.

Afin d'optimiser le taux d'utilisation des trois machines, un tampon d'une barre est placé en amont de chaque unité de production. Trois capteurs (T.O.R) de présence-pièce T1, T2, T3 indiquent si les tampons sont libres ou occupés.

Les barres passent obligatoirement par les tampons avant d'être acheminées vers l'unité de production correspondante.

- Un système permettant la reconnaissance des familles de barres (F1, F2, F3) est placé sur le module de transfert. La technologie de ce système n'est pas encore définie à ce stade de la conception.
- Un capteur (T.O.R) de trop plein PP est installé au niveau du bac du module de transfert, pour que le bras manipulateur ne distribue pas plus de barres que le bac tampon ne peut en contenir.
- Le plateau à encoche est animé par un moteur à courant continu. Un unique capteur P (T.O.R) permet de l'arrêter dans la position «réception de barre». Le déchargement de la barre s'effectuera lors de la rotation du plateau.
- Un capteur PE (T.O.R) identifie la présence d'une pièce dans l'encoche du plateau.
- Un capteur PG (T.O.R) identifie l'acheminement d'une barre du module de transfert vers le module de séparation.
- Le tapis roulant du module de transfert est animé par un moteur à courant continu à sens unique de rotation comme indiqué sur le **document 3**.

Le moteur s'arrête lorsqu'une barre est sur la goulotte de transfert et démarre lorsque le plateau du module de séparation est en position «réception de barre» et que le capteur PE n'identifie pas de barre dans l'encoche.

⇒ Hypothèses sur la situation initiale du système :

- Pas de barre sur la goulotte de transfert.

- Pas de barre dans l'encoche du plateau.
- Position du plateau à encoche dans la position «réception de barre».

**Question 3.** Donner les entrées et les sorties du système de commande des modules de transfert et de séparation.

## 4. Etude de la pompe hydraulique à cylindrée auto-réglable

### Description et fonctionnement

La pompe hydraulique, dont le plan d'ensemble (**document 4**) et la nomenclature (**document 5**) sont donnés, est principalement constituée :

- d'un barillet (12-1) entraîné en rotation par l'arbre cannelé (7) de neuf ensembles pistons-patins (12-2)/1(2-3), d'une plaque d'appui (12-4) fixe par rapport à l'étrier (10) dont l'inclinaison détermine la cylindrée de la pompe en provoquant le mouvement des pistons dans le barillet,
- d'un carter de distribution (2) qui permet la circulation du fluide grâce aux orifices d'admission et de refoulement,
- d'un ensemble compensateur (30) dont le tiroir (30-1) est soumis à l'effort du ressort de tarage (30-2) d'une part et à la pression de refoulement par le passage A d'autre part. Au démarrage, l'étrier (10) est maintenu par le piston de retenue (25) en position cylindrée maximale. Cet ensemble compensateur (30) ne fait pas l'objet de l'étude.

### Caractéristiques de la pompe hydraulique

- Puissance théorique :  $P=15 \text{ kW}$
- Vitesse de rotation de l'arbre d'entrée :  $N=1800 \text{ tr.mm}^{-1}$
- Pression de refoulement maximale :  $P_r=20 \text{ MPa}$
- Cylindrée maximale :  $V_T=100 \text{ cm}^3.\text{tr}^{-1}$
- Masse :  $M=96 \text{ kg}$
- Angle maximal d'inclinaison de l'étrier :  $\alpha_M=15^\circ$
- Nombre de pistons :  $n=9$

L'étude mécanique proposée concerne l'équipage mobile (12) dont l'éclaté (**document 6**) et le schéma cinématique INCOMPLET (**document 7**) sont fournis. Ce dernier représente la pompe hydraulique limitée à un seul piston en position de cylindrée maximale ( $\alpha=\alpha_M=15^\circ$ ).

Dans toute l'étude mécanique :

L'ETRIER (10) EST CONSIDERE FIXE PAR RAPPORT AU BATI (0).

### Remarque importante :

Vous devez utiliser les notations définies ci-dessous ainsi que la numérotation simplifiée donnée **documents 6 et 7** qui diffère de celle donnée **document 4**.

Repères associés aux différents solides  $R_i = (A_{ij}, \bar{x}_i, \bar{y}_i, \bar{z}_i)$

$A_{ij}$  point caractéristique de la liaison  $L_{ij}$

$B_i = (\bar{x}_i, \bar{y}_i, \bar{z}_i)$  base orthonormée directe associée à la liaison  $L_{ij}$

- |                          |  |                             |            |
|--------------------------|--|-----------------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | $R_0 = (A, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0)$ | lié au bâti (0)             | $A=A_{10}$ |
| <input type="checkbox"/> | $R_1 = (B, \bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{z}_1)$ | lié au barillet (1)         | $B=A_{21}$ |
| <input type="checkbox"/> | $R_2 = (C, \bar{x}_2, \bar{y}_2, \bar{z}_2)$ | lié au piston (2)           | $C=A_{32}$ |
| <input type="checkbox"/> | $R_3 = (D, \bar{x}_3, \bar{y}_3, \bar{z}_3)$ | lié au patin (3)            | $D=A_{43}$ |
| <input type="checkbox"/> | $R_4 = (E, \bar{x}_4, \bar{y}_4, \bar{z}_4)$ | lié à la plaque d'appui (4) | $E=A_{40}$ |

### Liaisons entre solides et paramètres géométriques

$L_{01}$  : liaison pivot d'axe  $(A, \bar{x}_0)$

$$\theta = (\bar{y}_0, \bar{y}_1) = (\bar{z}_0, \bar{z}_1)$$

$$\beta = (\bar{y}_1, \bar{y}_2) = (\bar{z}_1, \bar{z}_2)$$

$L_{23}$  : liaison rotule en C

$L_{34}$  : liaison plane de normale  $(D, \bar{x}_3)$

$$\gamma = (\bar{y}_3, \bar{y}_4) = (\bar{z}_3, \bar{z}_4)$$

$$\alpha = \alpha_M = (\bar{x}_4, \bar{x}_0) = (\bar{z}_4, \bar{z}_0) = \text{cste}$$

$$\overrightarrow{AB} = R \cdot \bar{y}_1$$

$$\overrightarrow{CB} = \lambda \cdot \bar{x}_1$$

$$\overrightarrow{DE} = -v \cdot \bar{y}_0 - w \cdot \bar{z}_4$$

$$\overrightarrow{DC} = h \cdot \bar{x}_3$$

$$\overrightarrow{AE} = -d \cdot \bar{x}_0$$

Toutes les liaisons sont considérées comme parfaites

<u>Torseur cinématique associé à la liaison</u> $L_{ij}$	<u>Torseur des actions transmissibles par la liaison</u> $L_{ij}$
$\left\{ \begin{array}{l} V_{S_i/S_j} \\ \bar{\Omega}_{(S_i/S_j)} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{ll} \alpha_{ij} & u_{ij} \\ \beta_{ij} & v_{ij} \\ \gamma_{ij} & w_{ij} \end{array} \right\}_{A_{ij}, B_k}$ <p>avec</p> $\left\{ \begin{array}{l} \bar{\Omega}_{(S_i/S_j)} = \alpha_{ij} \cdot \bar{x}_k + \beta_{ij} \cdot \bar{y}_k + \gamma_{ij} \cdot \bar{z}_k \\ \bar{V}_{(A_{ij} \in S_i/S_j)} = u_{ij} \cdot \bar{x}_k + v_{ij} \cdot \bar{y}_k + w_{ij} \cdot \bar{z}_k \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} T_{S_i \rightarrow S_j} \\ \bar{R}_{(S_i \rightarrow S_j)} \\ \bar{M}_{(A_{ij}, S_i \rightarrow S_j)} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{ll} X_{ij} & L_{ij} \\ Y_{ij} & M_{ij} \\ Z_{ij} & N_{ij} \end{array} \right\}_{A_{ij}, B_k}$ <p>avec</p> $\left\{ \begin{array}{l} \bar{R}_{(S_i \rightarrow S_j)} = X_{ij} \cdot \bar{x}_k + Y_{ij} \cdot \bar{y}_k + Z_{ij} \cdot \bar{z}_k \\ \bar{M}_{(A_{ij}, S_i \rightarrow S_j)} = L_{ij} \cdot \bar{x}_k + M_{ij} \cdot \bar{y}_k + N_{ij} \cdot \bar{z}_k \end{array} \right.$

#### 4-1. Etude des liaisons

On se propose d'étudier la liaison piston (2) plaque d'appui (4). En utilisant les notations recommandées ci-dessus ;

**Question 4-1-1.** Déterminer les éléments de réduction, au point C, du torseur cinématique de la liaison  $L_{32}$  noté  $\{V_{3/2}\}$  exprimés dans  $B_4$ .

**Question 4-1-2.** Déterminer les éléments de réduction, au point D, du torseur cinématique de la liaison  $L_{43}$  noté  $\{V_{4/3}\}$  exprimés dans  $B_4$ .

**Question 4-1-3.** Déterminer la forme du torseur cinématiquement équivalent à l'association des liaisons  $L_{32}$  et  $L_{43}$ .

En déduire le nom et les caractéristiques de la liaison équivalente notée  $L_{42}$  ainsi réalisée. Quel est l'intérêt d'une telle réalisation?

**Question 4-1-4.** Par quelle liaison normalisée modéliseriez-vous le contact piston (2)/barillet (17) ?

Complétez le schéma cinématique donné sur le **document réponse 4**.

#### 4-2. Etude cinématique

On se propose d'étudier la cylindrée totale de la pompe ainsi que les conditions cinématiques du contact patin (3)/ plaque d'appui (1).

**Question 4-2-1.** Exprimer  $w$ ,  $v$  et  $\lambda$  en fonction des paramètres donnés  $d$ ,  $R$ ,  $h$ ,  $\alpha$  et  $\theta$ .

**Question 4-2-2.** Si  $i$  S désigne la section d'un piston, quelle est l'expression de la cylindrée totale de la pompe notée  $V_T$  en fonction de  $R$ ,  $S$ ,  $n$ , et  $\alpha$  ? ( $\alpha = \alpha_M = 15^\circ$ ).

**Question 4-2-3.** Calculer numériquement  $V_T$ . Toutes les dimensions utiles seront mesurées sur le **document 4**.

**Question 4-2-4.** En utilisant les notations imposées, exprimer les éléments de réduction, aux points  $A_{ij}$  correspondants, des torseurs cinématiques suivants :

$$\{V_{1/0}\}; \{V_{2/1}\}; \{V_{3/2}\}; \{V_{4/3}\}$$

Ecrire la fermeture cinématique de la chaîne simple fermée représentée **document 7**. Exprimer  $u_{21}$ ,  $v_{43}$ ,  $w_{43}$ ,  $\alpha_{32}$ ,  $\beta_{32}$  et

$\gamma_{32}$  en fonction de  $R, \alpha, \beta, \dot{\gamma}, \theta$  et  $\dot{\theta}$ . Retrouver le résultat de la question 4.2.1.

En déduire la mobilité cinématique  $m$  de la chaîne simple fermée représentée **document 7**.

**Question 4-2-5.** Déterminer le débit instantané d'un piston de cette pompe noté  $q_v(\theta)$  en fonction de  $R, S, \alpha, \theta$  et  $\dot{\theta}$ .

**Question 4-2-6.** Pour quelles valeurs de  $\theta$  le piston étudié est-il en phase de refoulement et en phase d'admission?

**Question 4-2-7.** Déterminer les éléments de réduction, au point D, du torseur cinématique de la liaison  $L_{34}$  noté  $\{V_{4/3}\}$  en fonction de  $R, \alpha, \dot{\gamma}, \theta$  et  $\dot{\theta}$ .

**Question 4-2-8.** Que représente le vecteur  $\vec{V}_{(D \in 4/3)}$ ? Quelle est la valeur de  $\vec{V}_{(D \in 4/3)} \cdot \vec{x}_3$ ? Justifier ce résultat.

**Question 4-2-9.** En vous aidant du **document 4**, justifier l'utilité de l'orifice T.

### 4-3. Etude dynamique

**Question 4-3-1.** Déterminer le degré d'hyperstaticité de la chaîne simple fermée représentée **document 7** compte tenu de la réponse donnée à la question 4-1-4.

Quelle est la fonction du ressort (13)

On se propose maintenant d'étudier les conditions du contact patin (3)/plaque d'appui (4). Dans tout cette partie on admettra les hypothèses suivantes :

- $\beta = \gamma = 0$  et  $\dot{\beta} = \dot{\gamma} = 0$
- La pression d'admission notée  $P_A$  est supposée constante.
- La pression de refoulement notée  $P_R$  est supposée constante.
- Le repère  $\mathcal{R}_0$  est considéré comme galiléen.

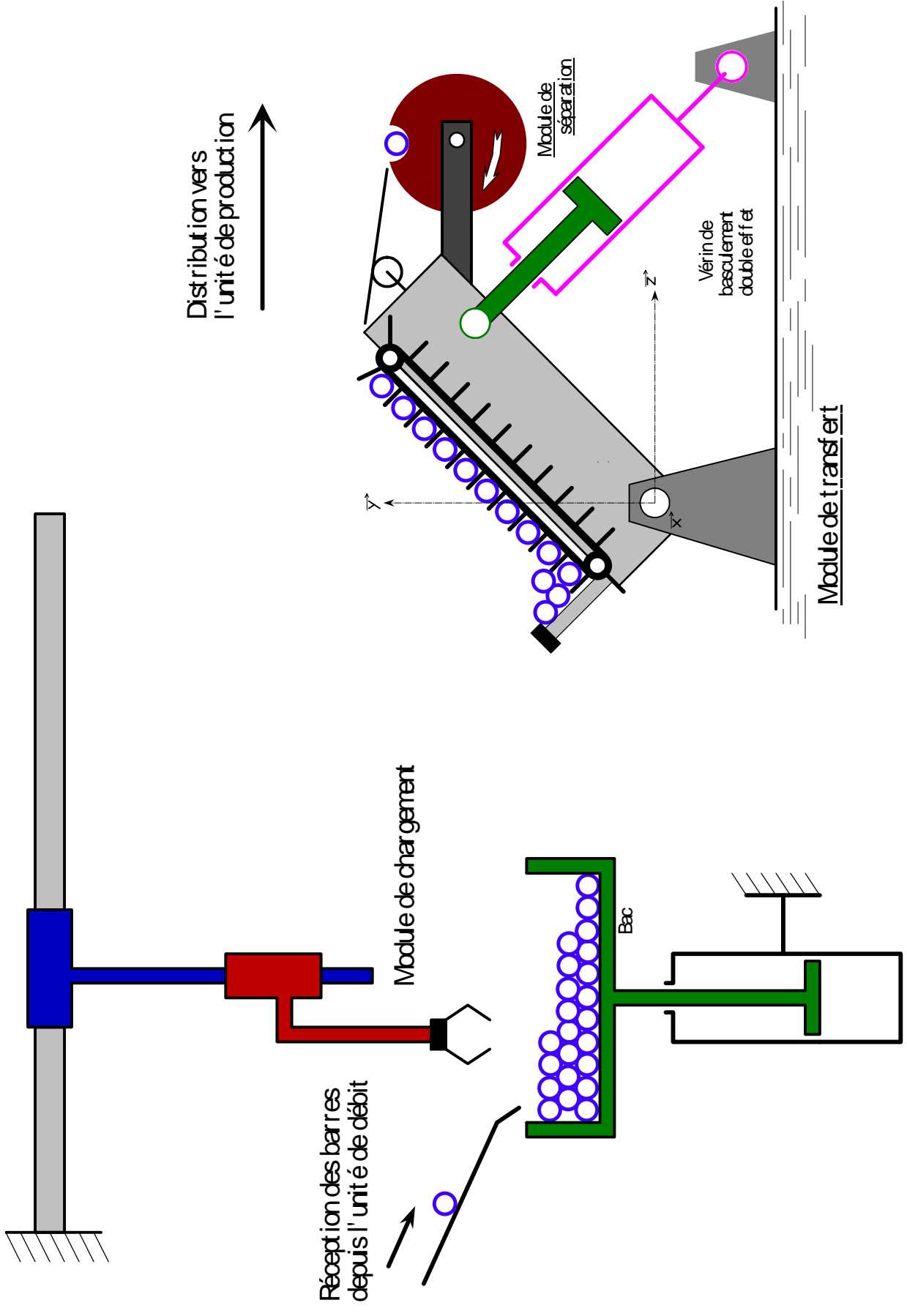
### Caractéristiques d'inertie des solides

<p><b>Barillet (1)</b></p> <p><math>G_1</math> : centre d'inertie <math>\overrightarrow{AG_1} = a \cdot \vec{x}_0</math></p> <p><math>m_1</math> : masse du barillet (1)</p> <p><math>A_1</math> : moment d'inertie de (1) autour de <math>(a, \vec{x}_0)</math></p>	<p><b>Piston (2)</b></p> <p><math>G_2</math> : centre d'inertie <math>\overrightarrow{CG_2} = b \cdot \vec{x}_0</math></p> <p><math>m_2</math> : masse du piston (2)</p> <p>Matrice d'inertie, au point <math>G_2</math>, du solide (2) exprimée dans <math>\mathcal{R}_2</math></p> $I_{(G_2, 2)} = \begin{bmatrix} A_2 & 0 & 0 \\ 0 & C_2 & 0 \\ 0 & 0 & C_2 \end{bmatrix}_{\mathcal{R}_2}$
<p><b>Patin (3)</b></p> <p><math>G_3</math> : centre d'inertie du patin (3)</p> <p><math>m_3</math> : masse du solide (3) négligée</p>	
<p><b>Action de l'huile sur le piston (2)</b></p> <p>Cette action est modélisable par un glisseur passant par B et de résultante <math>F_{(H \rightarrow 2)} = -p \cdot S \cdot \vec{x}_0</math></p> <p>avec</p> <p><math>\Rightarrow p = P_A</math> en phase d'admission</p> <p><math>\Rightarrow p = P_R</math> en phase de refoulement</p>	<p><b>Action du moto-réducteur sur l'arbre d'entrée (7)</b></p> <p>Cette action est modélisable par un couple tel que <math>\vec{M}_{(A, ext \rightarrow 1)} = C_m \cdot \vec{x}_0</math></p> <hr/> <p><b>Action de la plaque de retenue (5) sur le patin (3)</b></p> <p>Cette action est modélisable par un glisseur passant par D et de résultante <math>F_{(5 \rightarrow 3)} = -F \cdot \vec{x}_3</math>.</p>

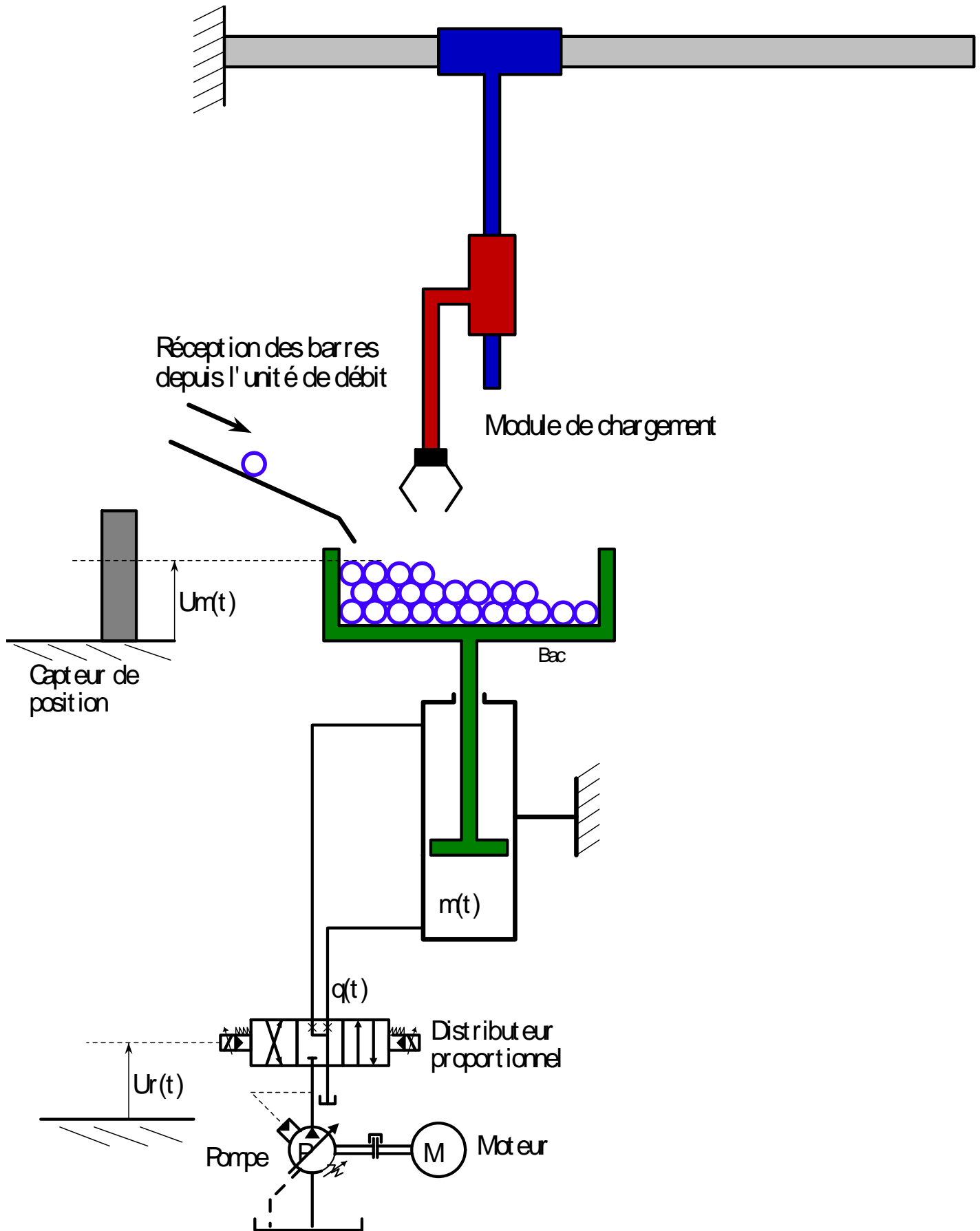
**Question 4-3-2.** Déterminer l'action de contact  $\vec{\sigma}_{(4 \rightarrow 3)} = X_{43} \cdot \vec{x}_4$  en fonction de  $p, S, \alpha, R, F, m_2, \theta, \dot{\theta}$  et  $\ddot{\theta}$ . En déduire la valeur de  $F$  garantissant le non décollement du patin (3) par rapport à la plaque d'appui (4).

*Fin de l'énoncé*

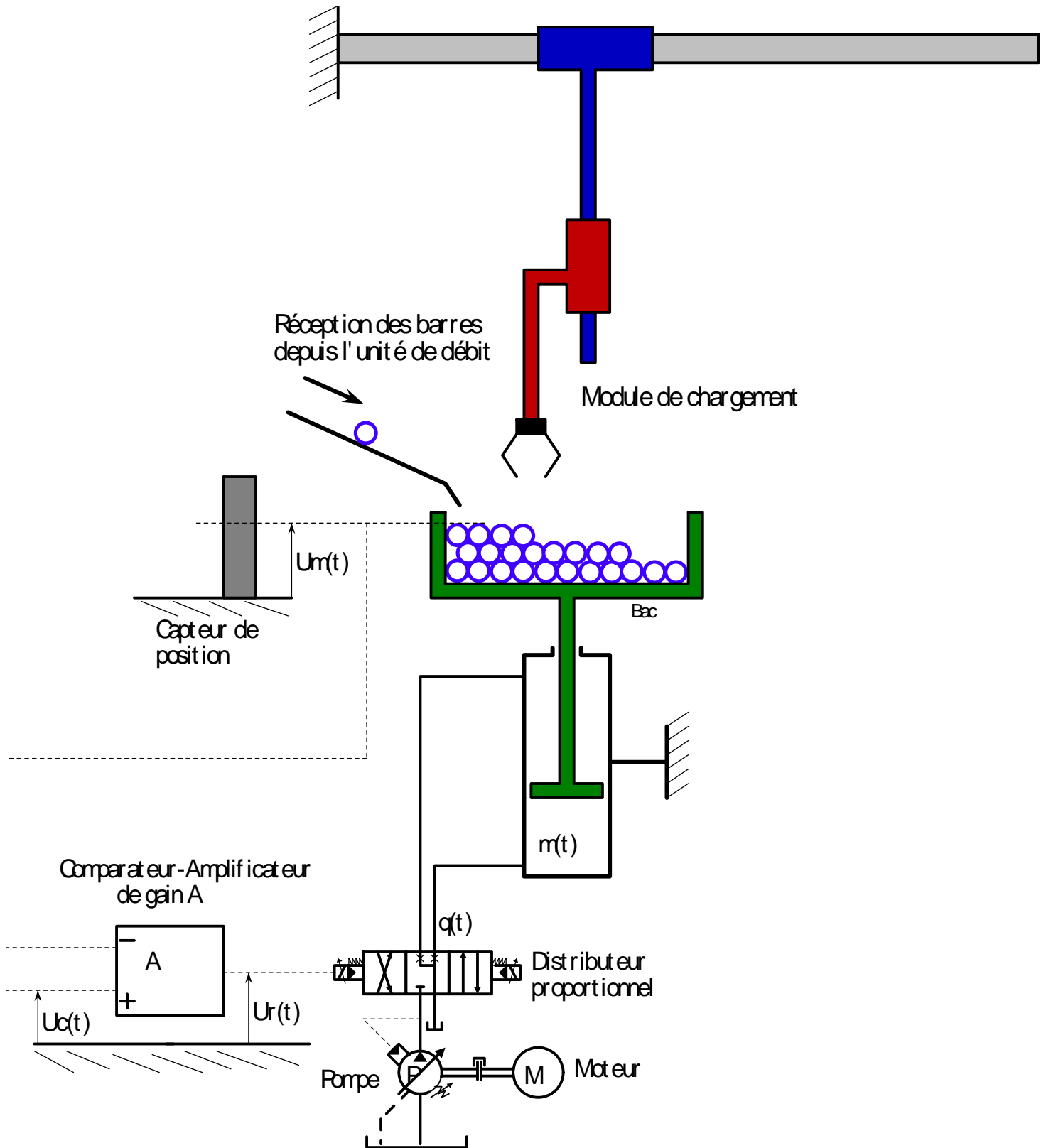
# Système automatique de distribution de barres



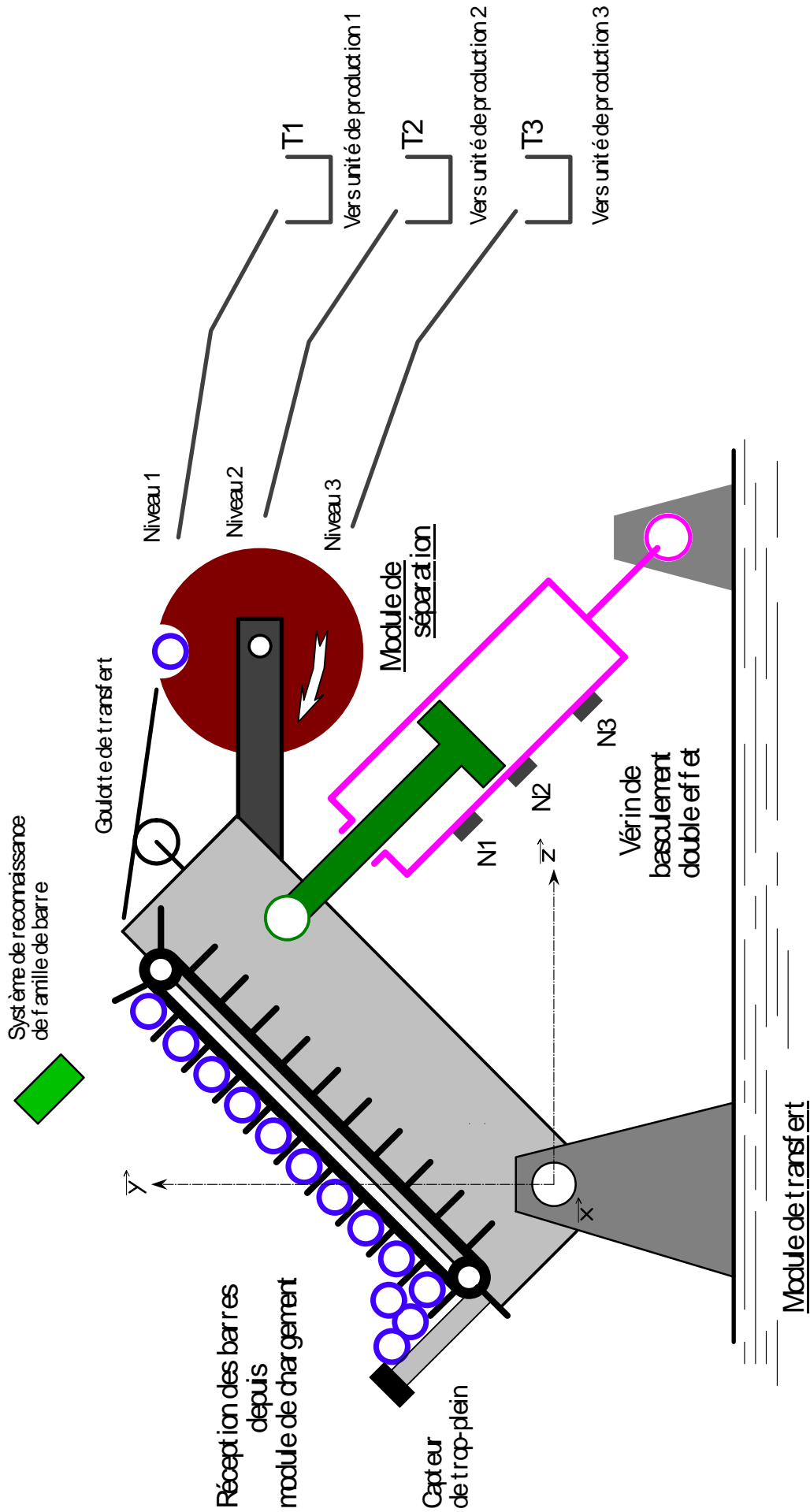
Document 0

Document 1





## Document 2



Document 3

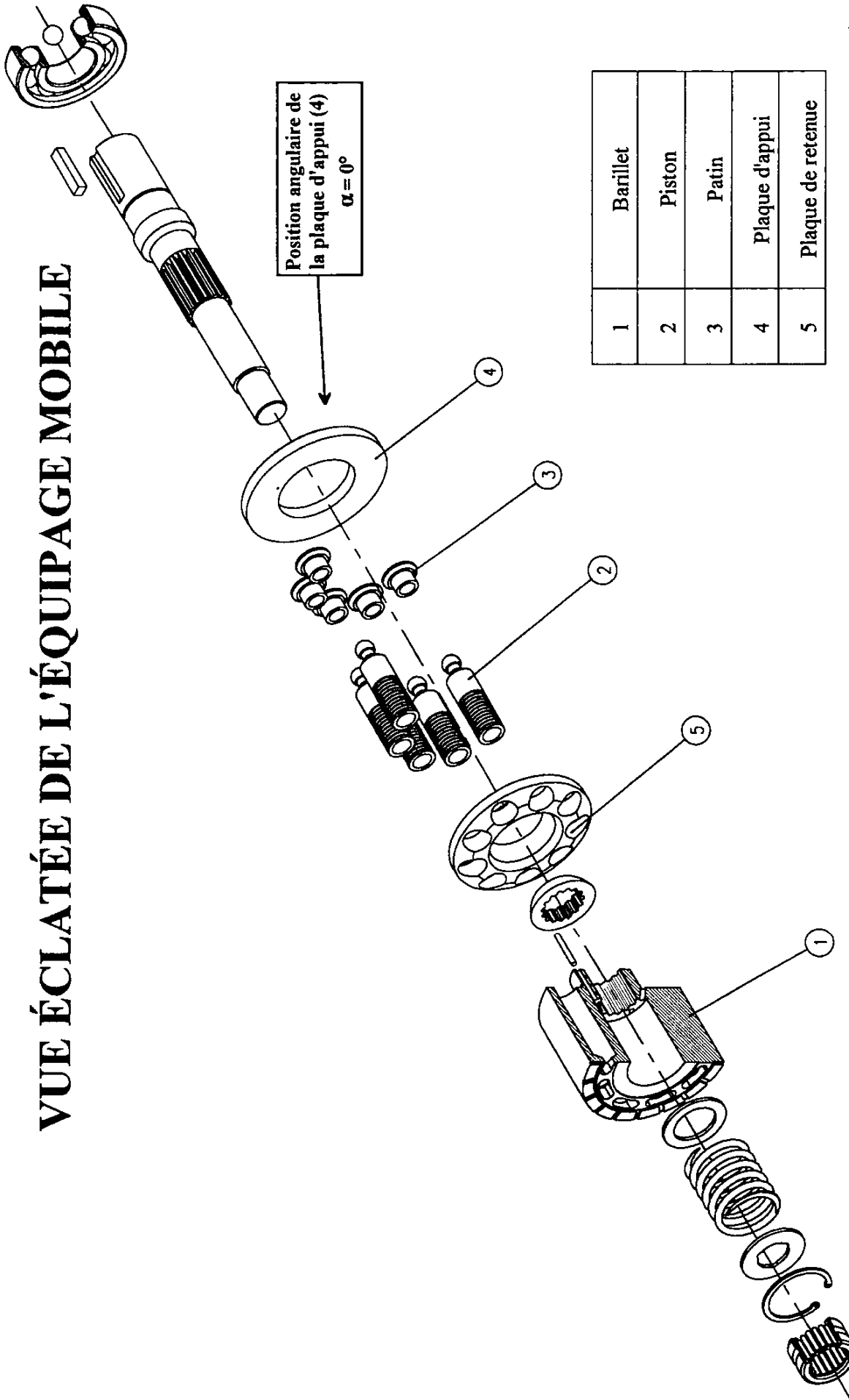
# NOMENCLATURE

38	8	Vis H M10-45	NF E25-125
37	2	Plaque de fermeture	
36	4	Vis H M8-35	NF E25-125
35	2	Drain	
34	1	Plaque de fermeture	
33	4	Vis HM 10-40	NF E25-125
32	1	Plaque de fermeture	
31	4	Vis HM 10-40	NF E25-125
30	1	Compensateur	
29	6	Vis HM 16-90	NF E25-125
28	1	Joint torique	
27	1	Joint torique	
26	1	Ressort de retenue	
25	1	Piston de retenue	
24	1	Cylindre de retenue	
23	1	Joint torique	
22	1	Joint torique	
21	1	Piston principal	
20	1	Cylindre de poussée	
19	3	Aiguille	
18	1	Anneau élastique pour alésage	NF E22-165
17	1	Rondelle trèfle	
16	1	Rondelle	
15	1	Ressort	
14	1	Joint	
13	1	Roulement à aiguilles NES	NF E22-371
12	1	Equipage mobile	
11	1	Rotule	
10	1	Etrier	
9	1	Joint à lèvres, type A, 50x65x8	DIN 3760
8	1	Entretoise	
7	1	Arbre cannelé à flancs parallèles	14x9x50
6	1	Clavette parallèle 14x9x50	NF E22-1 77
5	1	Roulement à billes 45 BC 03	
4	1	Anneau élastique pour alésage	105x3
3	1	Anneau élastique pour arbre	45x2
2	1	Carter de distribution	
1	1	Corps de pompe	
Rep	Nb	DESIGNATION	Remarques

## Document 5

J. 6444-Cg

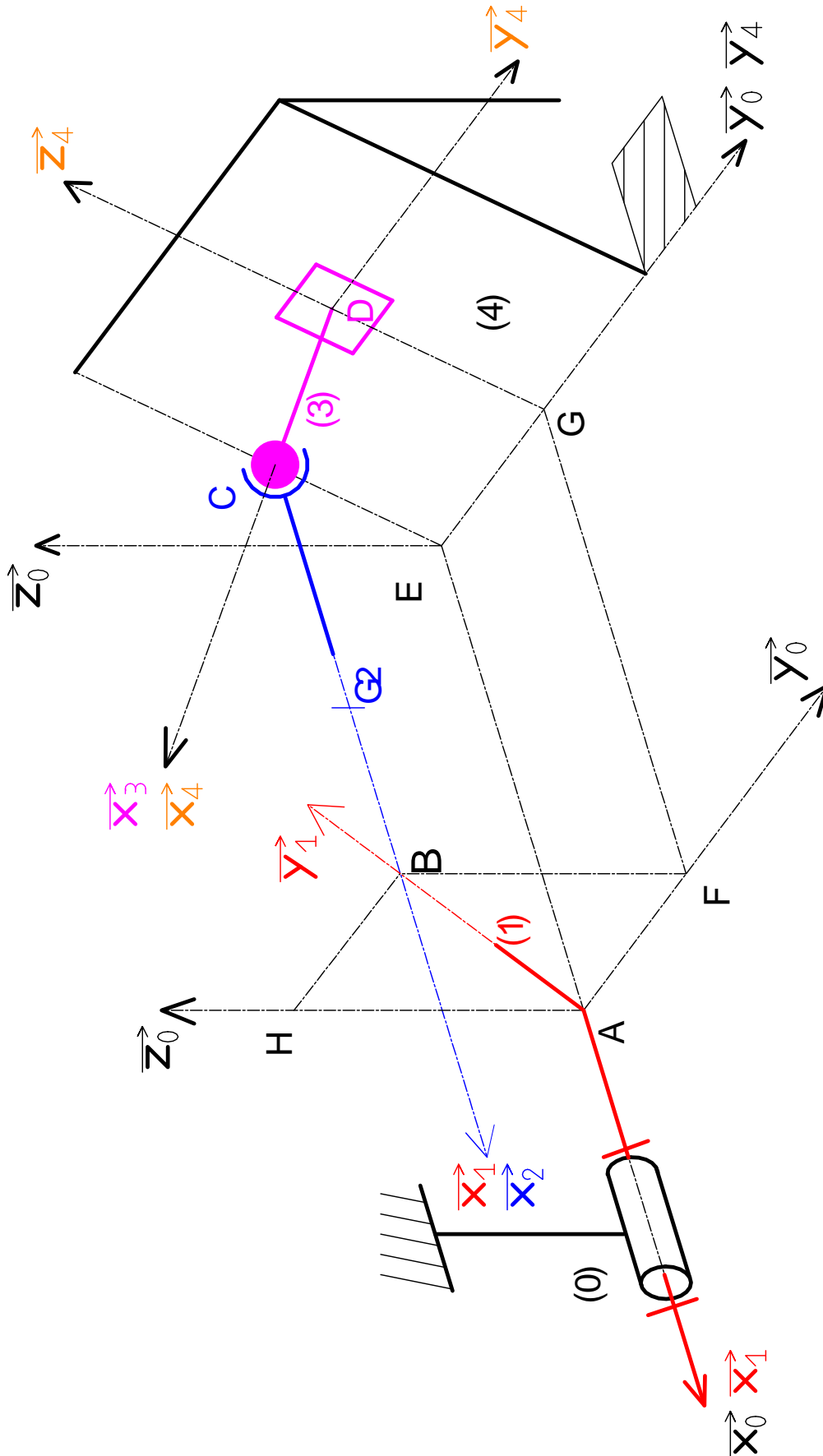
# VUE ÉCLATÉE DE L'ÉQUIPAGE MOBILE



1	Barillet
2	Piston
3	Patin
4	Plaque d'appui
5	Plaque de retenue

## Document 6

# SCHEMA CINEMATIQUE DE L'EQUIPAGE MOBILE

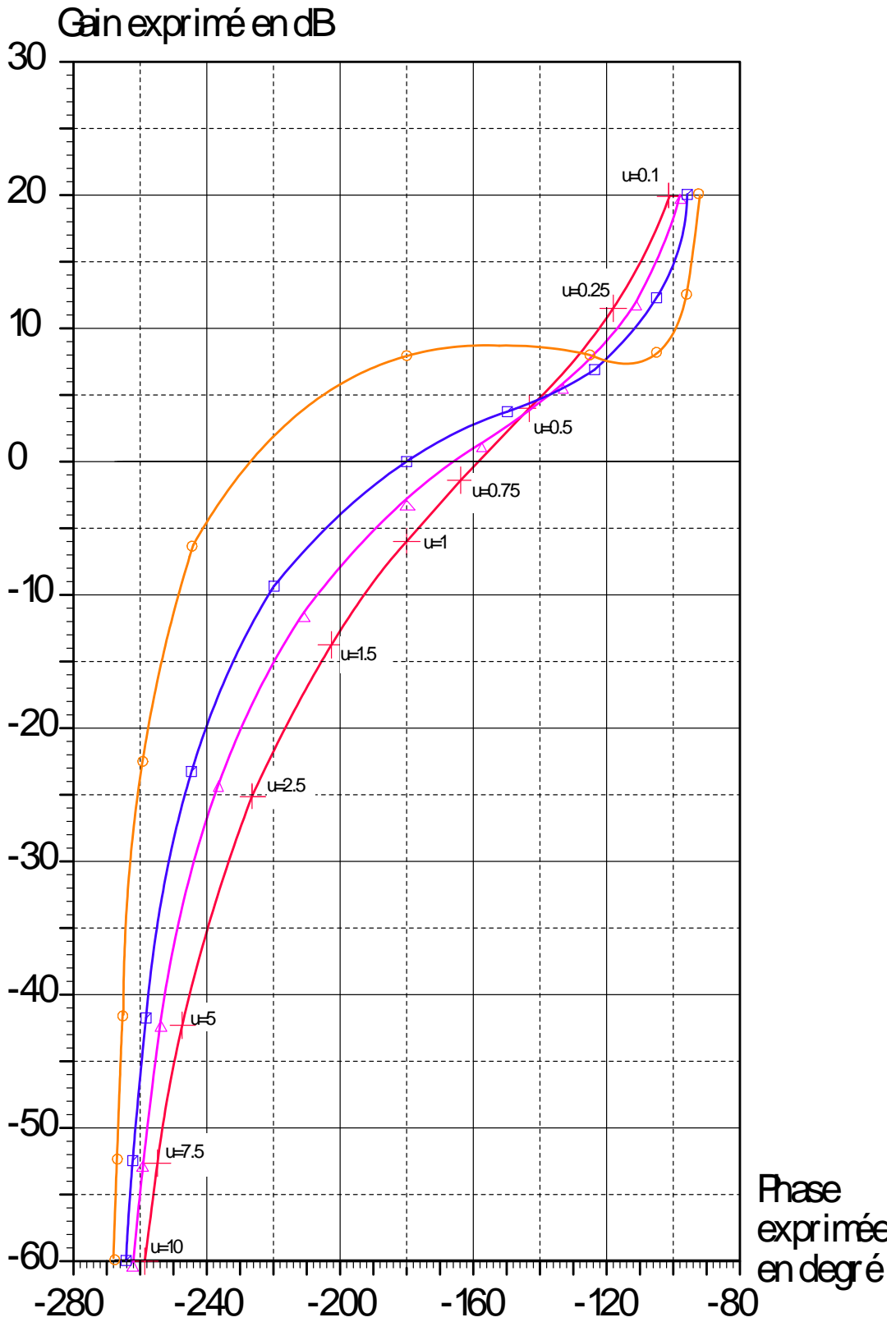


Document 7

### Diagramme de Black

pour la fonction  $F(j.u) = \frac{1}{j.u.(1+2.\xi.j.u+(j.u)^2)}$

- +  $\xi=1$
- △  $\xi=0,7$
- $\xi=0,5$
- $\xi=0,2$



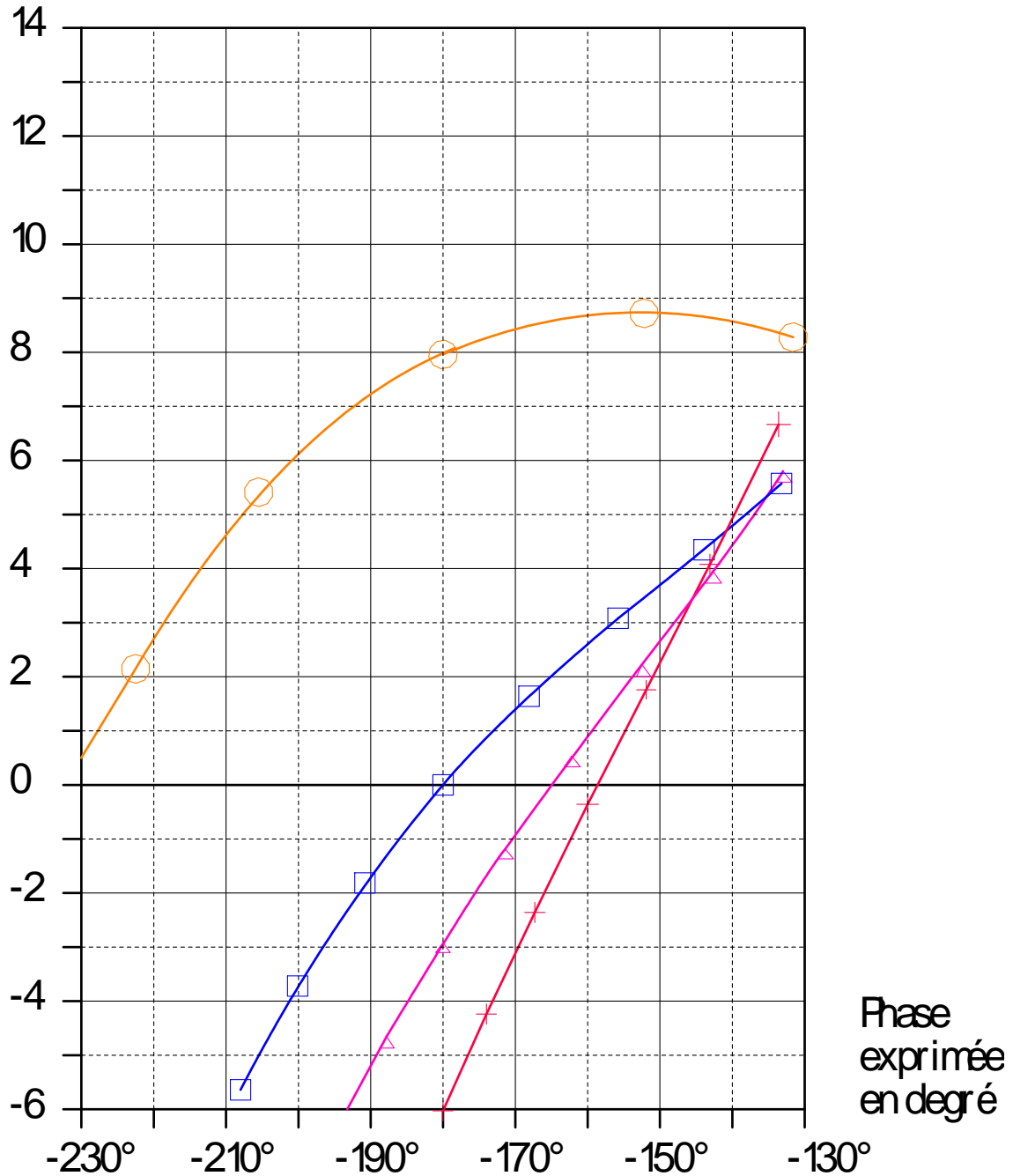
Document 8.1

Zoom du diagramme de Black, du document 8.1

pour la fonction  $F(j.u) = \frac{1}{j.u.(1+2.\xi.j.u+(j.u)^2)}$

+  $\xi=1$      $\triangle$   $\xi=0,7$      $\square$   $\xi=0,5$      $\circ$   $\xi=0,2$

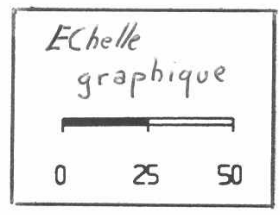
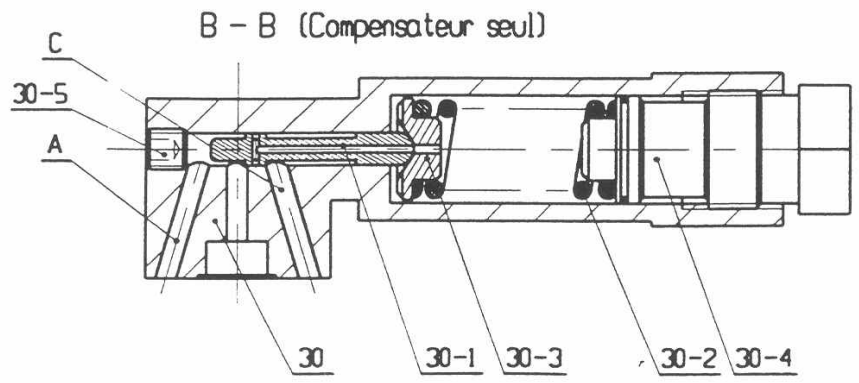
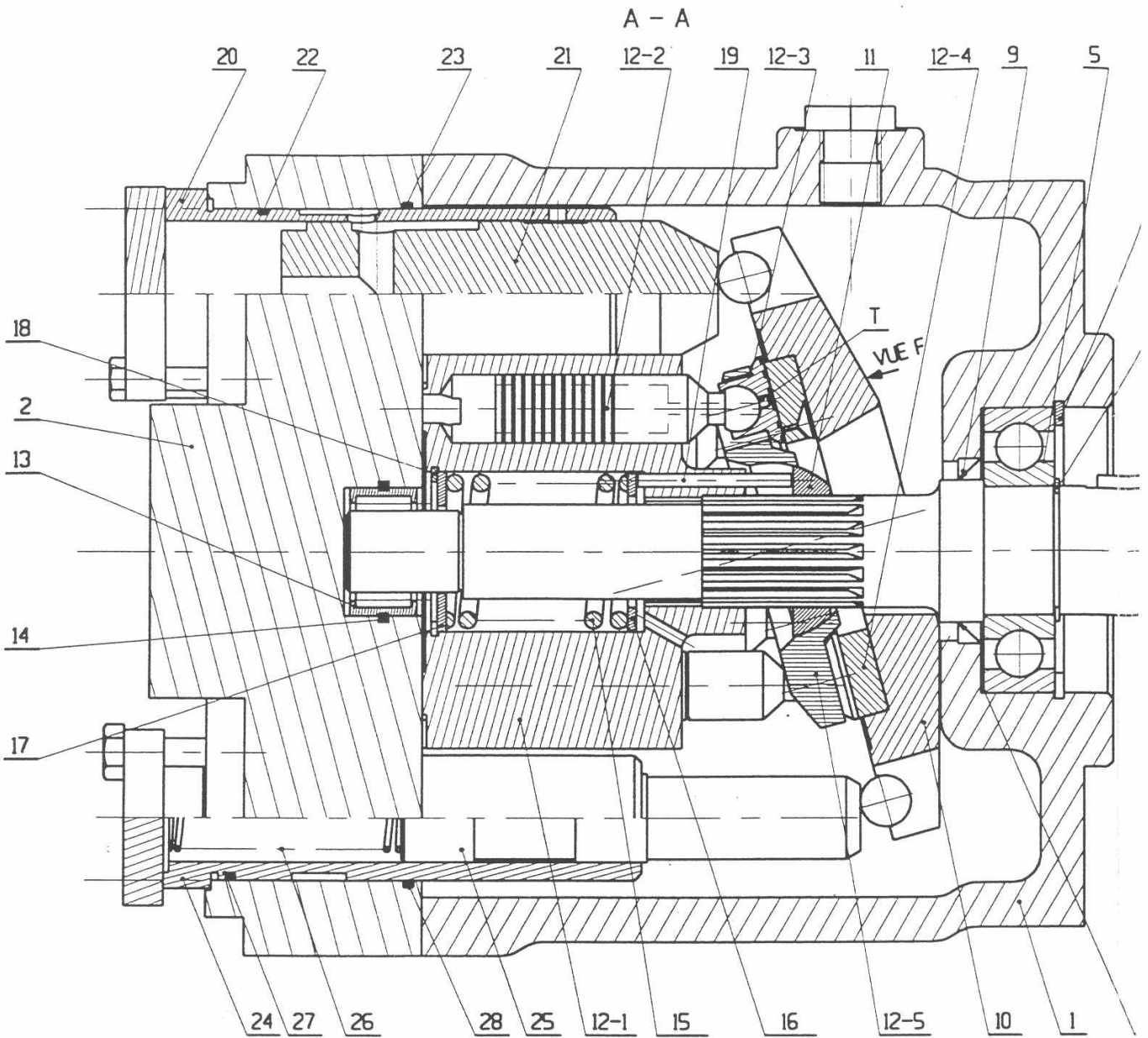
Gain exprimé en dB

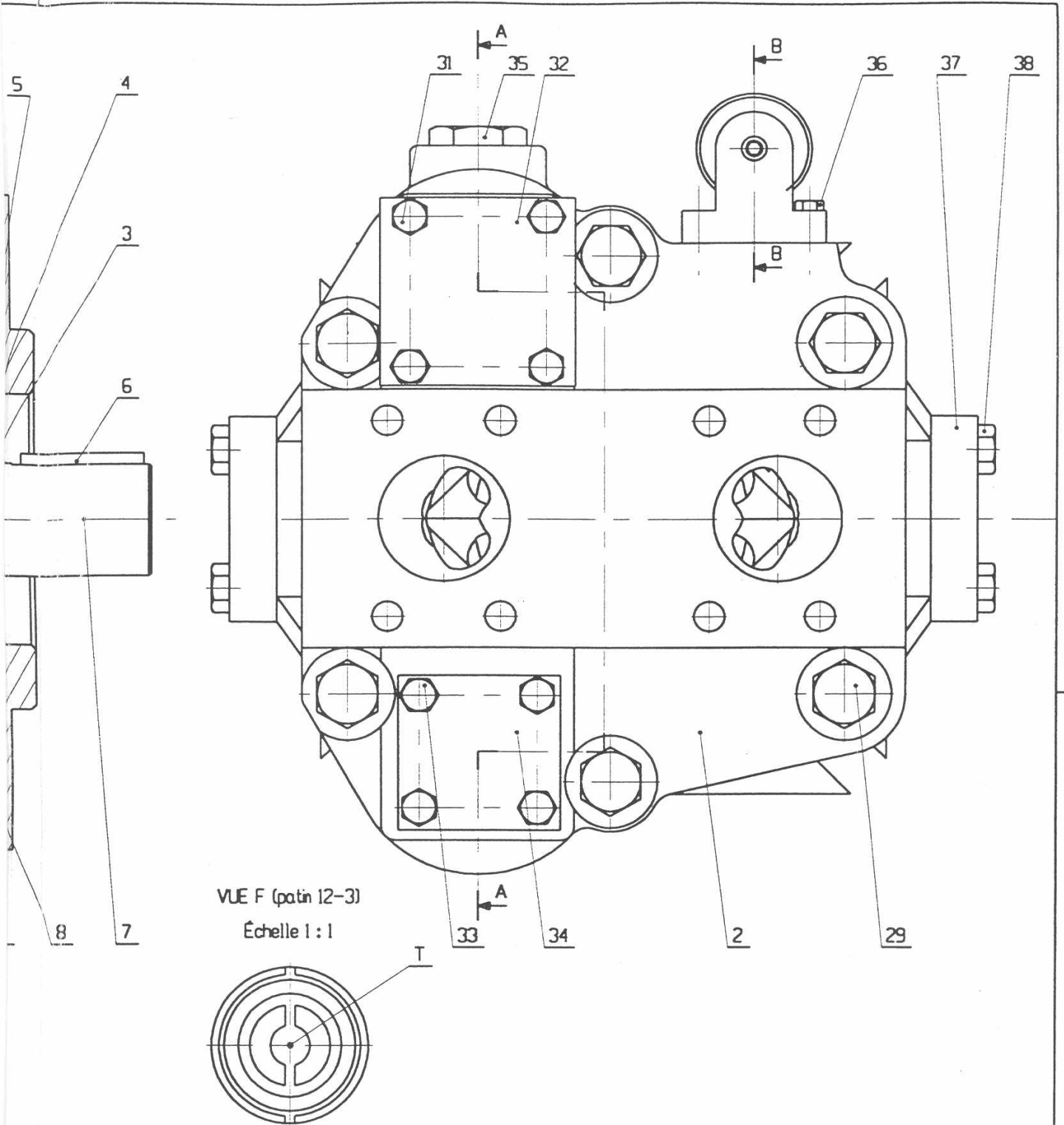


Document 8.2








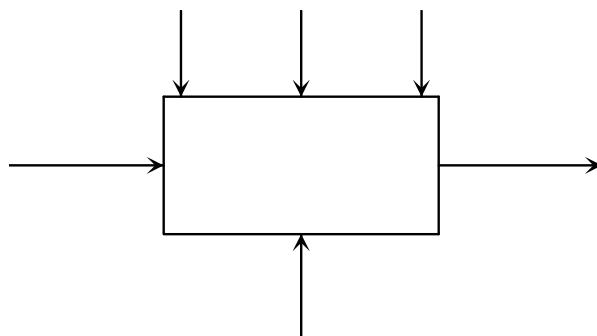


VUE F (patin 12-3)  
Échelle 1 : 1

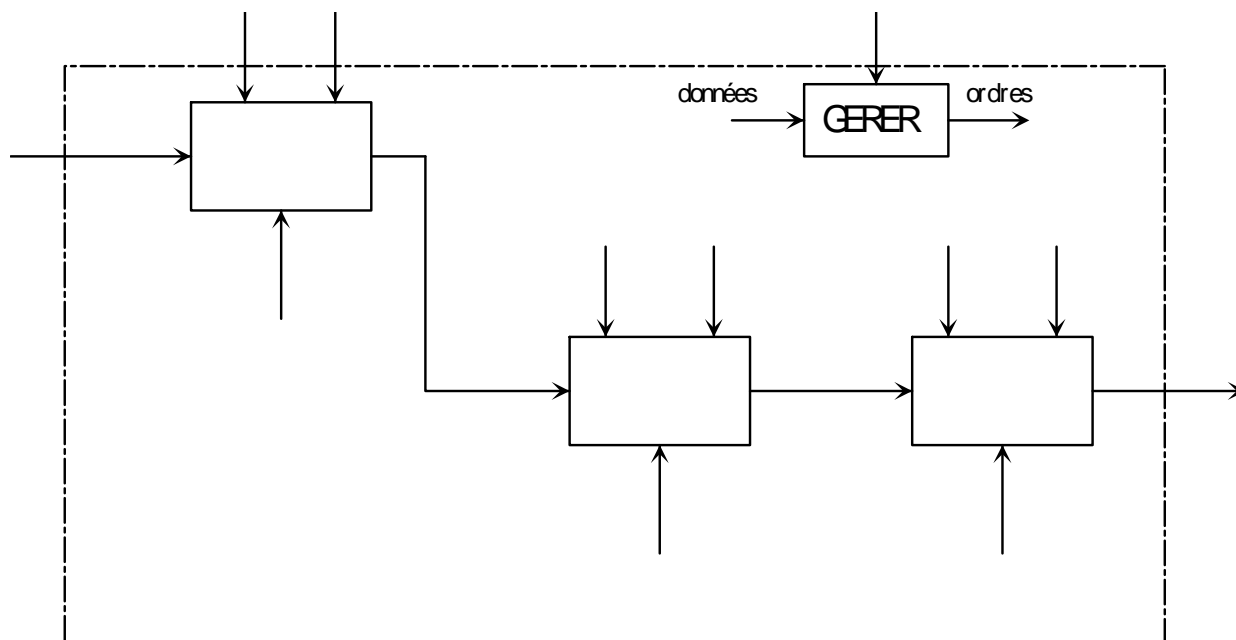
	Pompe hydraulique à cylindrée autoréglable	
Format : A3 (Ech. 1 : 2)	DOCUMENT 4	
Voir échelle graphique	J. 6444-Ce	
Réalisé d'après documentation VICKERS		

# Document réponse

Question 1.1.



Question 1.2.



Question 2.1.

Question 2.2.

Question 2.3.

Question 2.4.1.

Question 2.4.2.

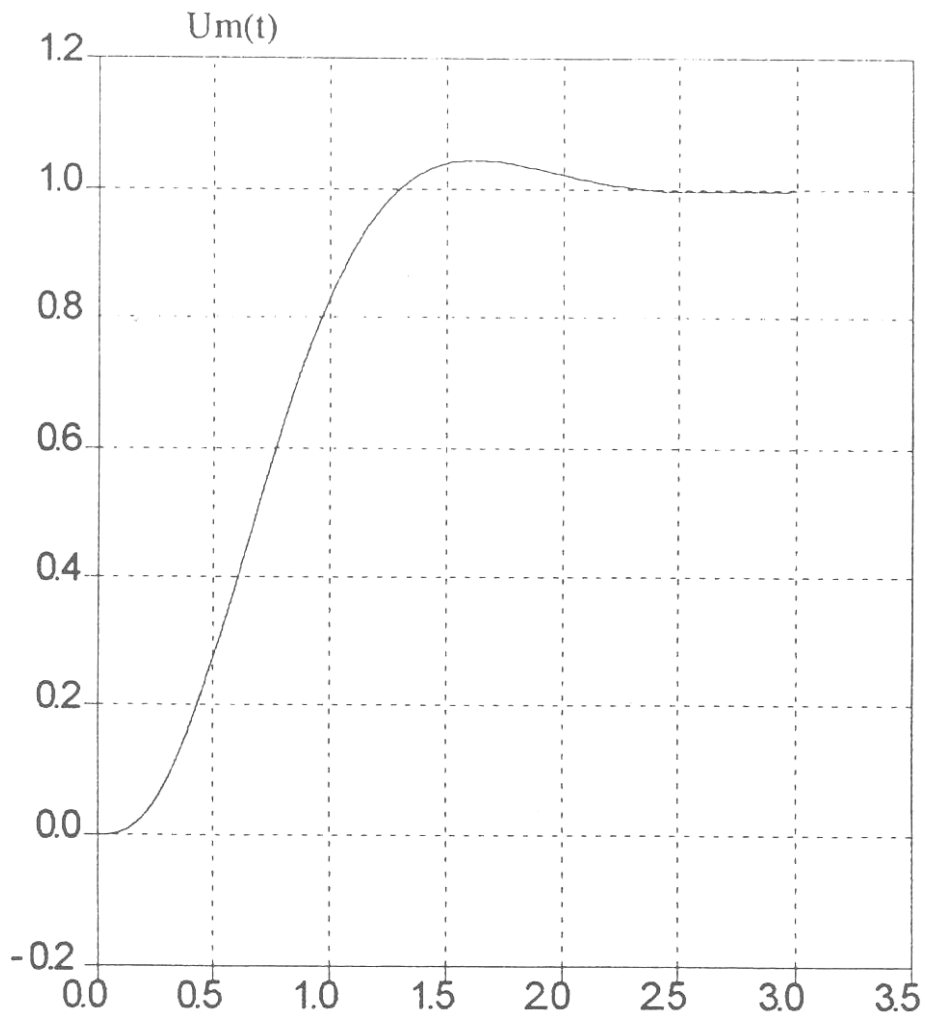
Question 2.5.1.

Question 2.5.2.

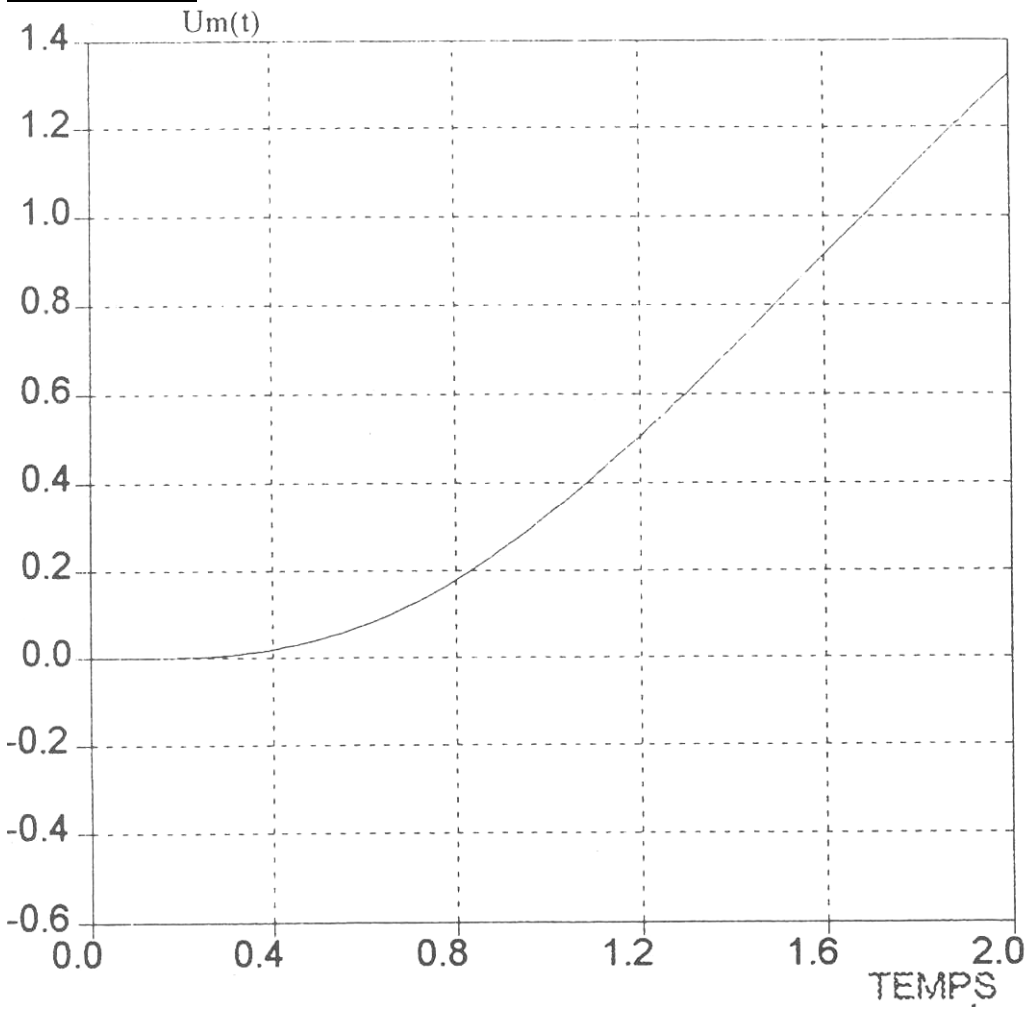
Question 2.6.1.

Question 2.6.2.

Question 2.7.  
Question 2-7.



Question 2.8.1

Question 2.8.2.

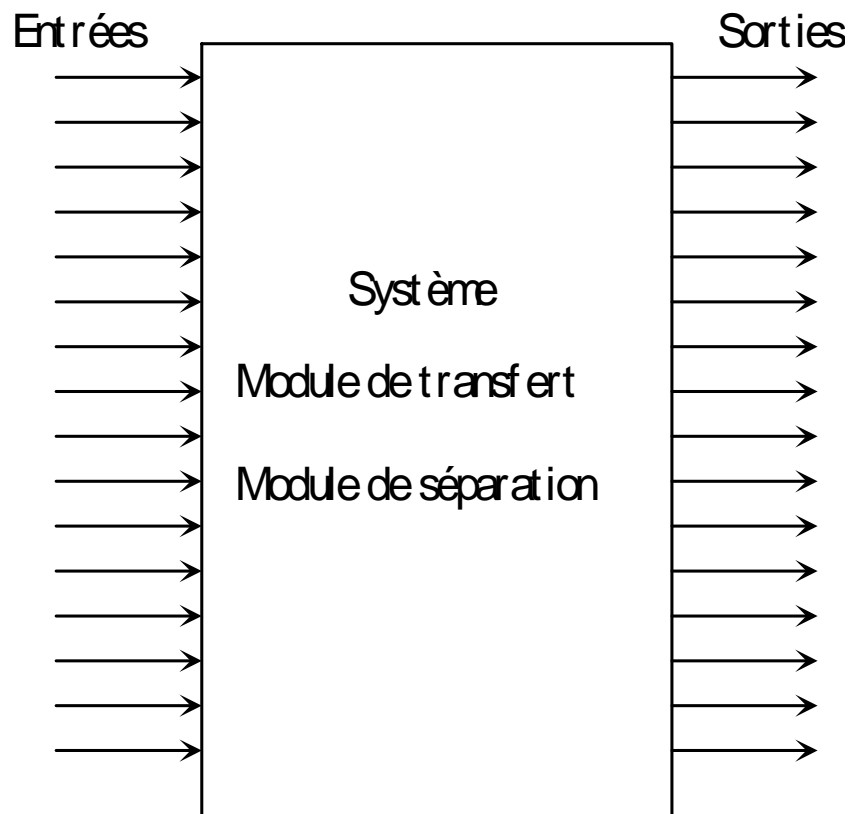
Valeur numérique de l'erreur de traînage en  $y(t)$

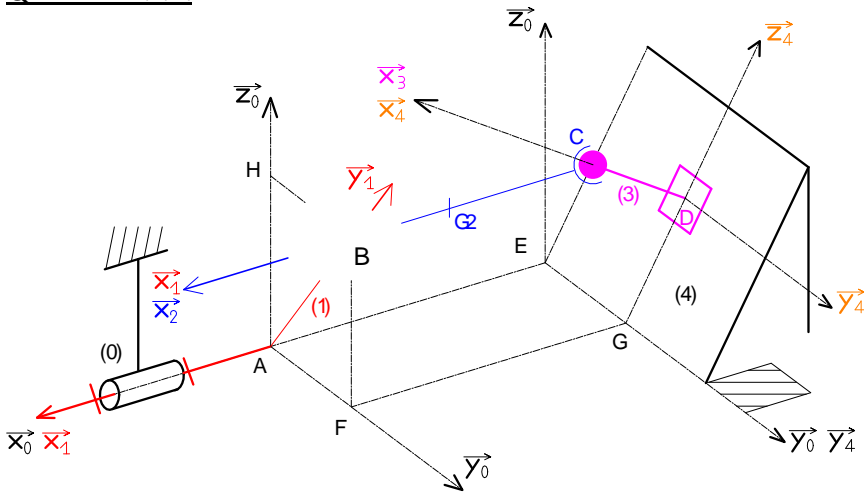
Question 2.9.

Question 2.10.

Question 2.11.

Question 3.



Question 4.1.1.Question 4.1.2.Question 4.1.3.Question 4.1.4.



Question 4.2.1

Question 4.2.2.

Question 4.2.3.

Question 4.2.4.

Question 4.2.5.

Question 4.2.6.

Question 4.2.7.

Question 4.2.8.

Question 4.2.9.

Question 4.3.1.

Question 4.3.2.

**Zone réservée à une rédaction libre****Préciser clairement le numéro de la question traitée**