

**DOSSIER
TRAVAIL
DEMANDÉ**

DOSSIER TRAVAIL DEMANDE

PARTIE 1 : " Analyse du fonctionnement et de l'architecture"

Question 1 : → sur document réponse DR1 (voir DT1 + DT2 + DT3 + DT7)

- Sur DR1, après étude des Fig.1 et 3, compléter la Fig.2 en y reportant les pièces manquantes et les différentes pressions d'aspiration, refoulement, alimentation, échappement. (flèches + couleurs + noms).

Question 2 : → sur document réponse DR2 (voir DT1 + DT2 + DT3 + DT7)

- Compléter le chronogramme proposé :
hypothèses : - lorsque l'un des vérins d'inversion est actif, l'autre est à l'échappement
 - les pistons de pompage sont à l'arrêt pendant les commutations
 - les pistons de pompage sont supposés se déplacer à vitesse constante
- Conclure quant au débit.

Question 3 : → sur document réponse DR3 (voir DT2 + DT3 + DT7)

- Compléter le FAST de description de l'existant proposé en y reportant les quatre solutions constructives manquantes.

Question 4 : → sur document réponse DR4

Etude partielle du circuit de commande hydraulique.

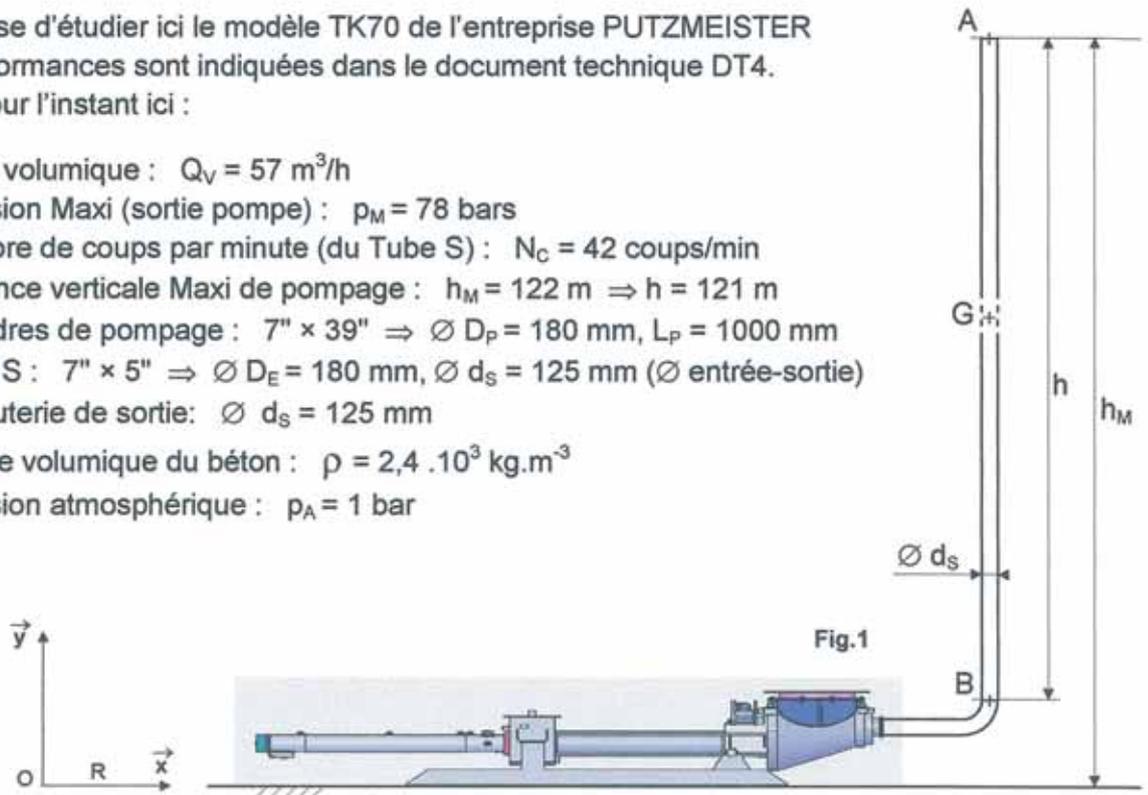
- Surligner en couleur le circuit de puissance correspondant à la sortie de tige du vérin d'entraînement 1 (représenté ici en fin de course) et les conséquences sur l'alimentation d'un des vérins d'inversion, après action sur le distributeur de commande.

PARTIE 2 : " Validation des performances "

On se propose d'étudier ici le modèle TK70 de l'entreprise PUTZMEISTER dont les performances sont indiquées dans le document technique DT4.

On retient pour l'instant ici :

- Débit volumique : $Q_V = 57 \text{ m}^3/\text{h}$
- Pression Maxi (sortie pompe) : $p_M = 78 \text{ bars}$
- Nombre de coups par minute (du Tube S) : $N_C = 42 \text{ coups/min}$
- Distance verticale Maxi de pompage : $h_M = 122 \text{ m} \Rightarrow h = 121 \text{ m}$
- Cylindres de pompage : $7" \times 39" \Rightarrow \varnothing D_P = 180 \text{ mm}, L_P = 1000 \text{ mm}$
- Tube S : $7" \times 5" \Rightarrow \varnothing D_E = 180 \text{ mm}, \varnothing d_S = 125 \text{ mm}$ (\varnothing entrée-sortie)
- Tuyauterie de sortie : $\varnothing d_S = 125 \text{ mm}$
- Masse volumique du béton : $\rho = 2,4 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- Pression atmosphérique : $p_A = 1 \text{ bar}$



" Pression de refoulement "

Question 5: → sur Feuille de copie

- Dans une première hypothèse d'étude statique (par exemple entre deux coups du tube S) et de pertes de charge négligées, calculer (en Pa puis en bars) la pression p_{B1} au point B.

Question 6: → sur Feuille de copie

La poussée du béton après chaque coup du Tube S (voir Questions 1 et 2), nous place en réalité dans un problème dynamique.

Soit G le centre de gravité de la colonne de béton entre A et B dessinée ci-dessus Fig.1.

Des calculs antérieurs donnent, pour le débit désiré, une accélération $a_G = 4 \text{ m.s}^{-2}$ du point G.

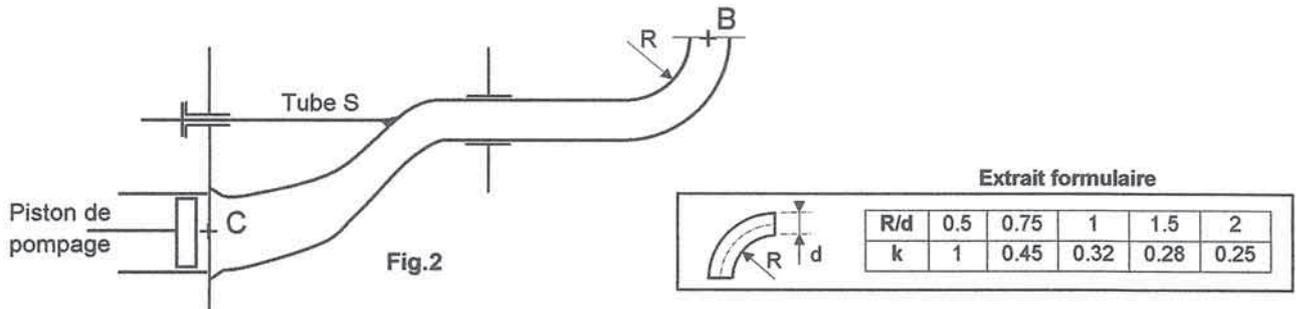
- En appliquant le Principe Fondamental de la Dynamique sur la colonne AB de béton, et en négligeant toujours les pertes de charge, calculer (en Pa puis en bars) la nouvelle pression p_{B2} au point B (faire un croquis).

Question 7: → sur Feuille de copie

En fait les pertes de charge béton/tuyauterie de sortie sont loin d'être négligeables et s'élèvent à $p_{PC/m} = 0,3 \text{ bar/m}$.

- Calculer (en bars) la pression réelle p_B au point B.

Question 8: → sur Feuille de copie



L'entreprise considère que $p_C = p_B$.

Les pertes de charge singulières sont de la forme $\Delta p = \rho \cdot k \cdot \frac{V^2}{2}$ (Δp en Pa)

- Sachant qu'ici, $R = 250 \text{ mm}$ et $V =$ vitesse de déplacement du béton $= 1,3 \text{ m.s}^{-1}$, déterminer les pertes de charges dues au coude de la tuyauterie avant le point B.
- En déduire que l'hypothèse de l'entreprise peut être validée.
- Conclure quant aux spécifications du constructeur.

" Débit volumique "

Question 9: → sur Feuille de copie

Le constructeur donne donc :

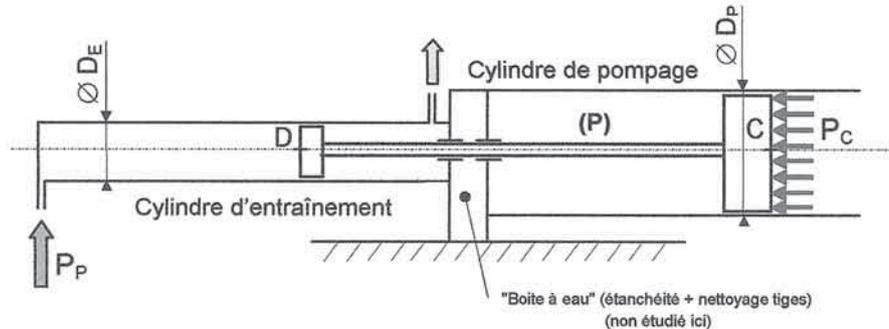
- Cylindres de pompage : $7" \times 39" \Rightarrow \varnothing D_P = 180 \text{ mm}, L_P = 1000 \text{ mm}$
- Nombre de coups par minute (du Tube S) : $N_C = 42 \text{ coups/min}$

A cause de la longueur du piston, la course réelle de celui-ci est $c = 880 \text{ mm}$

- Calculer le débit volumique Q_V (en m^3/h).
- Conclure quant aux spécifications du constructeur.

" Cylindres d'entraînement "

Question 10: → sur Feuille de copie



Hypothèses :

- $p_C = 78$ bars
 - on se place juste avant le démarrage de l'ensemble coulissant (P) = piston d'entraînement + tige + piston de pompage (\Rightarrow statique).
 - $\varnothing D_P = 180$ mm, $\varnothing D_E = 100$ mm
 - taux de charge $\tau = 0,85$ (équivalent à un rendement, mais au niveau des efforts applicable à (P) en raison des divers frottements d'étanchéité.
- Calculer (en bars) la pression d'alimentation (ou de poussée) $p_P = p_D$ des cylindres d'entraînement. Faire un croquis (ensemble isolé + efforts appliqués).

Question 11: → sur Feuille de copie

- Dans l'hypothèse d'un débit volumique constant en sortie de pompe $Q_V = 57$ m³/h et d'une vitesse constante V_P du piston de pompage actif, calculer cette vitesse.
- En déduire le débit volumique Q_E nécessaire de la pompe d'entraînement (en m³/s).

Question 12: → sur Feuille de copie

- En déduire la puissance P_E nécessaire au niveau du groupe d'entraînement.
- Conclure quant aux spécifications du constructeur.

PARTIE 3 "Amélioration de la fiabilité du système"

L'étude va maintenant se concentrer sur l'ensemble Tube S + Vérins d'inversion + Trémie, visible essentiellement sur le plan DT2.

On a vu au §4 de la Présentation générale et dans les questions précédentes, que les performances sont très élevées. Elles vont donc provoquer de fortes sollicitations sur les éléments ci-dessus.

La très violente commutation en rotation alternée (75° en $0,25$ s) d'un Tube S de 100 kg plein de béton et plongé dans ce même béton, induit, sous cette accélération angulaire, des efforts et des déformations qui provoquent à leur tour de fortes usures et donc des problèmes d'étanchéité qui précipitent la détérioration des pièces.

On se propose de mettre en évidence ces aléas, et d'apporter des améliorations aux solutions techniques retenues.

" Etude cinématique du système de commutation "

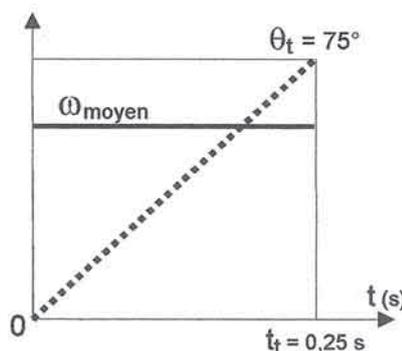
Le but de cette étude est de définir quelques données nécessaires à la simulation dynamique sous modeleur 3D du mécanisme.

Hypothèses :

- On nommera (S) l'ensemble pivotant par rapport au bâti 0, (T) la tige du vérin d'inversion et (C) le corps de ce vérin.
- Sur la Fig.2 du DR5, cette rotation a donc lieu autour de l'axe $O\vec{Z}$, l'ensemble (S) est dessiné dans une position quelconque.
- On rappelle que l'amplitude de ce mouvement est $\theta_t = 75^\circ$ et doit s'effectuer en $t_t = 0,25$ s.
- On donne $OA = 150$ mm, \varnothing piston du vérin d'inversion $d_i = 60$ mm (vérin en poussée).
- Pour les tracés : Echelle des vitesses : $1\text{mm} \rightarrow 0,01 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Pour une première approche du mécanisme on se fixe ici $\omega_{S/0} = \omega_{\text{moyen}}$. La vitesse angulaire moyenne de S par rapport à 0 est considérée comme constante sur toute la période t_t .

On aura donc :



Question 13: → sur document réponse DR5, Fig.2 + cadre réponses

- Calculer ω_{moyen} . L'exprimer en degrés par milliseconde ($^{\circ}/\text{ms}$) (unité imposée par la simulation dynamique), puis en rad.s^{-1} .

Question 14: → sur document réponse DR5, Fig.2 + cadre réponses

- Tracer la direction du vecteur vitesse $\vec{V}_{A \in S/0}$. Justifier.
- Calculer $\|\vec{V}_{A \in S/0}\|$ (m.s^{-1}), tracer $\vec{V}_{A \in S/0}$.

Question 15: → sur document réponse DR5, Fig.2 + cadre réponses

- Comparer $\vec{V}_{A \in S/0}$ et $\vec{V}_{A \in T/0}$. Justifier.

Question 16: → sur document réponse DR5, Fig.2 + cadre réponses

- Tracer la direction du vecteur vitesse $\vec{V}_{A \in T/C}$. Justifier.
- Que représente, concrètement, au niveau du mécanisme, ce vecteur ?
- Ecrire la composition des vecteurs vitesse au point A, en déduire graphiquement le vecteur $\vec{V}_{A \in T/C}$. Relever $\|\vec{V}_{A \in T/C}\|$.

Question 17: → sur document réponse DR5, Fig.2 + cadre réponses

Dans la position du dessin, calculer le débit volumique instantané Q_i nécessaire à l'alimentation du vérin d'inversion (en m^3/s).

Les questions 13 à 17 ont permis de découvrir quelques caractéristiques du mécanisme mais avec des hypothèses très simplificatrices.

En réalité, plusieurs facteurs sont à considérer :

- a- il y a, bien sûr, pour le Tube S, une phase d'accélération angulaire positive (à $t = 0$; $\omega_{S/0} = 0$) (démarrage), une phase $\omega \approx \text{constante}$ et une phase d'accélération angulaire négative (à $t = t_t$; $\omega_{S/0} = 0$) (freinage), jusqu'à l'arrêt.

- b- de même, pour la tige du vérin d'inversion en translation (installation du débit, translation \approx constante, coupure du débit).
- c- tous les solides du mécanisme ont une masse non négligeable, en particulier le Tube S et le volume de béton V_b à l'intérieur du tube.
- d- afin d'assurer l'étanchéité au niveau de la bague de coupe 3 du Tube S, l'ensemble pivotant est poussé (faible translation sur \vec{Oz}) contre la bague de coupe 24 de la Trémie avec un effort important (étude ultérieure) et un frottement non négligeable.
- e- enfin le Tube S est noyé dans le béton remplissant la Trémie.

" Simulation dynamique "

Afin de combiner au plus près les facteurs a et b ci-dessus, il a été adopté le pilotage du vérin d'inversion (Pivot Glissant 1) en vitesse (mm.ms^{-1}) selon la courbe de la Fig.1 du DT5, provoquant la rotation souhaitée du Tube S.

Afin de modéliser les actions énoncées lignes d et e ci-dessus, il a été installé un effort \vec{T} radial sur le Tube S, dans le plan A de la bague de coupe et en son centre B. Dans le repère $R_1(x_1, y_1, z_1)$ lié au Tube S, cet effort est supposé de norme constante et de direction fixe (sur $-\vec{x}_1$) par rapport à cette bague.

Les masses des éléments (Tube S + V_b) sont calculées par le logiciel et intégrées au modèle 3D.

Question 18: → sur Feuille de copie (voir DT5)

- Quelle est donc la course C_i du vérin d'inversion permettant la rotation souhaitée du Tube S ?

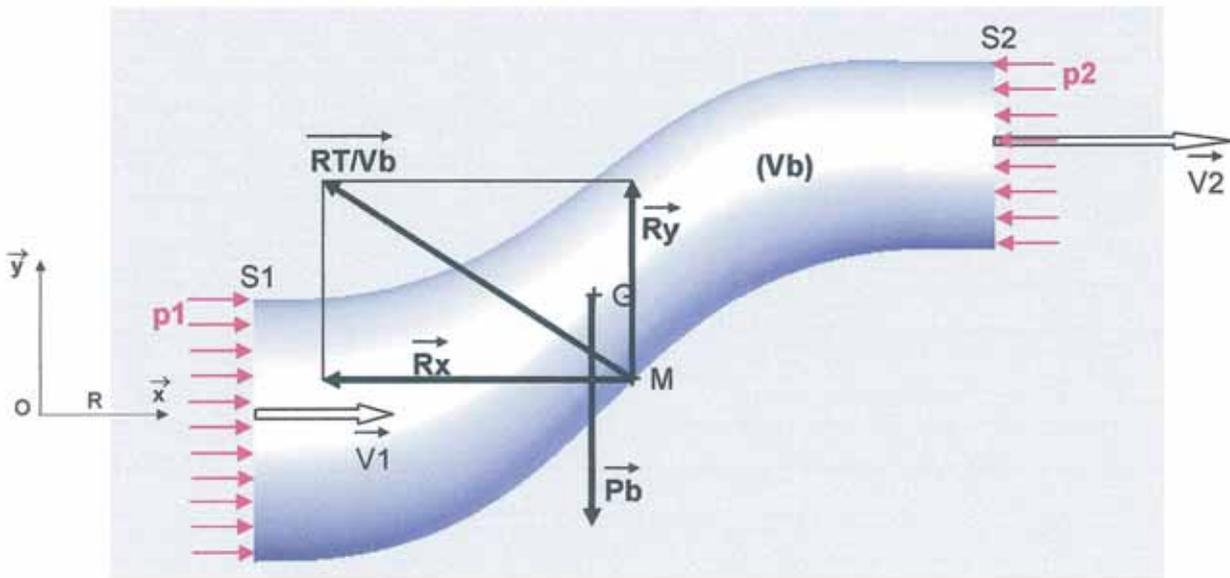
Question 19: → sur Feuille de copie (voir DT5, Fig.3)

- A quel instant t_1 retrouve-t-on la valeur de $\omega_{S/O} = \omega_{\text{moyen}}$ calculée question 13 ?
- Expliquer l'allure de la courbe dans les phases OM, MN et NP.

" Etude dynamique du système de commutation "

La première partie de cette étude va consister à quantifier l'effort \vec{T} apparaissant sur le modèle du DT5 justifié ci-dessus, et à analyser le mode de création de cet effort.

- Pour cela, isolons d'abord, ci-dessous, le volume de béton (V_b) compris dans le Tube S, pendant la phase de refoulement (pas de pivotement, et déplacement du béton).



Données :	en Entrée	section S1 ($\varnothing d1 = 180$ mm)
		pression $p1 = 78$ bars
		vitesse $V1$ du béton
	en Sortie	section S2 ($\varnothing d2 = 125$ mm)
		pression $p2 = p1 = 78$ bars (voir question 8)
		vitesse $V2$ du béton

Volume de (V_b): $V_b = 0,01$ m³

On rappelle que $\left| \begin{array}{l} Q_v = 57 \text{ m}^3/\text{h} = \text{débit volumique} = \text{constante} \\ \rho_{\text{béton}} = 2,4 \cdot 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3} \end{array} \right.$

Le volume de béton (V_b) isolé (et en mouvement) est donc soumis aux actions extérieures suivantes :

- Forces de pression (\vec{F}_{P1} en entrée, \vec{F}_{P2} en sortie)
- Son propre poids \vec{P}_b
- L'action du Tube S sur (V_b) dont la résultante $\vec{RT/V_b}$ $\left| \begin{array}{l} R_x \\ R_y \\ 0 \end{array} \right.$ (dans R) de direction et de norme inconnue, sera supposée appliquée au point M.

Afin de déterminer R_x et R_y , nous utiliserons ici le Théorème d'Euler applicable à un volume de fluide en mouvement et qui s'énonce :

$$\boxed{\sum \vec{F}_{Ext/Vb} = Qm \cdot (\vec{V}_2 - \vec{V}_1)} \quad \text{avec} \quad \left| \begin{array}{l} Qm = \text{débit massique (kg.s}^{-1}\text{)} \\ \vec{V}_1 \text{ et } \vec{V}_2 = \text{vitesses d'entrée et de sortie du fluide} \\ \text{(m.s}^{-1}\text{)} \end{array} \right.$$

Question 20: → sur Feuille de copie

- Calculer Qm (kg.s^{-1}).

Question 21: → sur Feuille de copie

- Calculer V_1 et V_2 (m.s^{-1}).

Question 22: → sur Feuille de copie

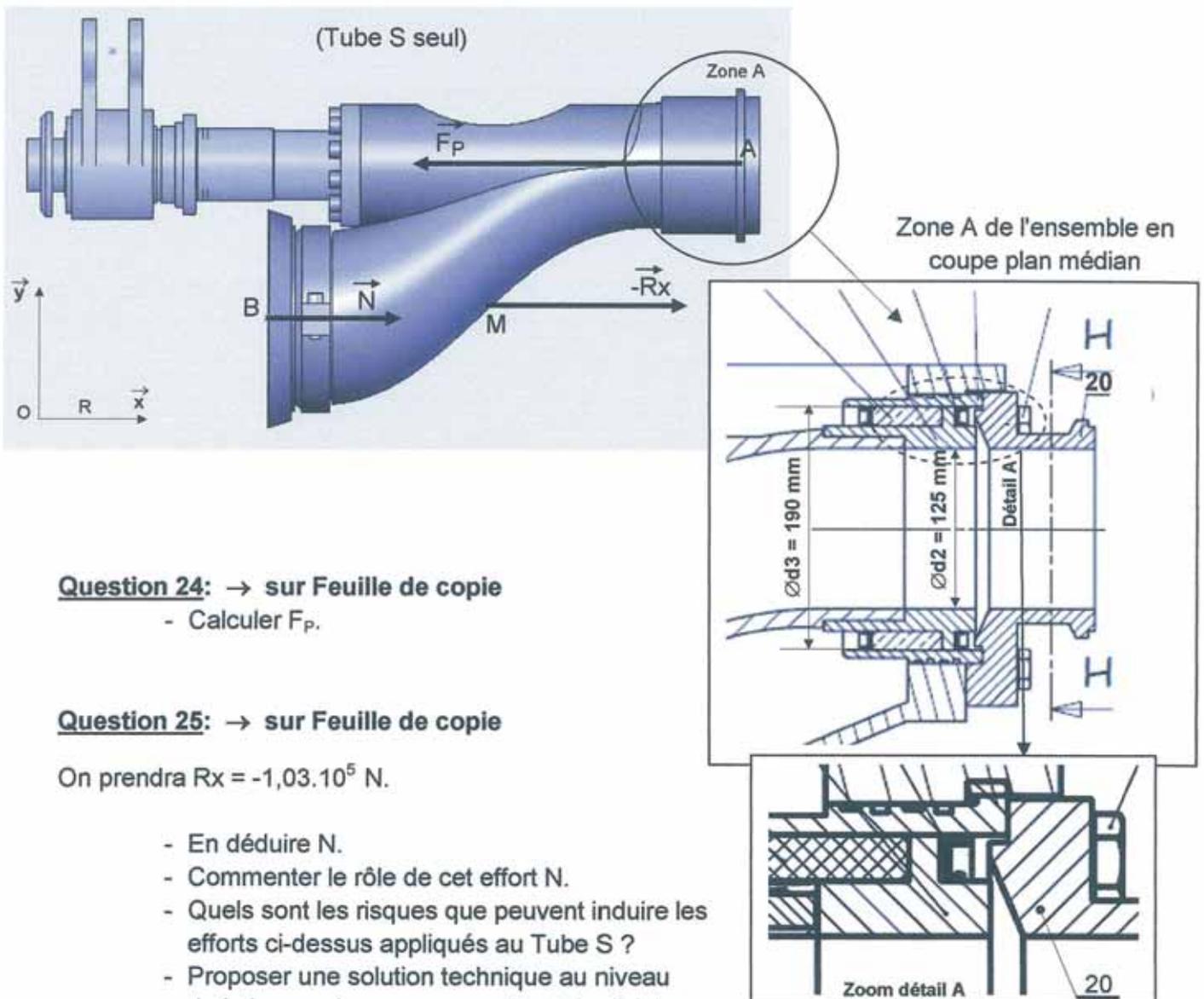
- Déterminer R_x et R_y .

Question 23: → sur Feuille de copie

On constate que $[Qm \cdot (V_2 - V_1)]$ et R_y sont négligeables devant l'importante valeur de R_x .

- Quelle est la conséquence concrète de cette valeur de R_x sur l'équilibre du Tube S ?

Isolons maintenant le Tube S, toujours en phase de refoulement (pas de pivotement).
 Le chanfrein usiné sur la bride de sortie 20 (voir ci-dessous, zoom détail Zone A de l'ensemble), permet à la pression $p_2 = p_1 = 78$ bars de s'exercer sur la section droite du Tube S, créant ainsi un effort \vec{F}_P s'opposant à $-\vec{R}_x$ et qui, s'il est suffisant, pourra plaquer le Tube S contre la bague de coupe de Trémie 24 (étanchéité directe) qui résistera sur \vec{x} avec un effort \vec{N} .
 Le Tube S est alors immobile en translation sur l'axe \vec{x} (statique).



Question 24: → sur Feuille de copie

- Calculer F_p .

Question 25: → sur Feuille de copie

On prendra $R_x = -1,03 \cdot 10^5$ N.

- En déduire N .
- Commenter le rôle de cet effort N .
- Quels sont les risques que peuvent induire les efforts ci-dessus appliqués au Tube S ?
- Proposer une solution technique au niveau de la bague de coupe permettant de réduire ces risques.
- Quelles vont être les répercussions sur le mécanisme, de cette importante valeur de N ?

Examinons maintenant (voir DR6, Fig.1+2) l'ensemble (S) = Tube S + volume de béton (Vb) à l'instant du démarrage en rotation (commutation) et selon la Vue G.

On retrouve en B l'action \vec{N} trouvée ci-dessus (on prendra $N = 22400 \text{ N}$).

Le coefficient de frottement entre la bague de coupe 3 du Tube S et celle 24 de la Trémie est $f = \tan\varphi = 0,1$

Question 26: → sur document réponse DR6 + cadre réponse

- Dessiner, sur la Vue G, Fig.2, sans échelle, l'angle φ et l'effort tangentiel \vec{T} sur (S) induit par le mouvement avec frottement.
- Calculer la valeur de T.

C'est cette valeur de T (augmentée de 760 N afin d'ajouter au modèle l'action du béton de la trémie sur l'extérieur du tube, ramenée en B) qui a été installée dans la simulation dynamique proposée DT5 et dans le document réponse DR6.

La deuxième partie de cette étude va concerner les efforts à produire par les vérins d'inversion et ceux à supporter par les paliers entre la Trémie et le Tube S, ces derniers étant essentiellement la source de la problématique qui nous intéresse ici, exposée au §4 de la Présentation Générale.

" Effort à produire par les vérins d'inversion " → voir DR6

Isolons, Fig.3, l'ensemble (S) = Tube S + volume de béton (Vb) placé à l'instant du démarrage (\Rightarrow étude statique, à la limite du glissement), sous l'action du vérin d'inversion. (voir également Fig. 1 et 2).

- Hypothèses :

Action de l'autre vérin d'inversion négligeable

Frottement dans les paliers négligeable

- Données :**
- | | |
|---|---|
| $OA = 150 \text{ mm} \Rightarrow$ dans R_1 , \vec{OA} | $\left. \begin{array}{l} 32,47 \\ 146,45 \\ 0 \end{array} \right\}$ |
| $OG = 133,5 \text{ mm}, OB = 190 \text{ mm}$ | |
| $ \vec{T} = 3000 \text{ N}$ | |
| masse de (S): $m_S = 124 \text{ kg}$ | |

Question 27: → sur Feuille de copie

- Exprimer le théorème des moments, au point O, du Principe Fondamental de la Statique sur (S), en projection sur \vec{z}_1 .
- A l'aide d'une relation géométrique simple, exprimer une deuxième relation entre X_A et Y_A .
- Résoudre, en déduire $\|A_{T/S}\|$.

Question 28: → sur Feuille de copie

Le document technique DT5 présente, Fig.4, la courbe de variation de l'effort à fournir par le vérin d'inversion, un des résultats de la simulation dynamique du mouvement avec exactement les données précédentes.

- Justifier la forte différence avec les résultats des calculs, en particulier en début de mouvement.

Les vérins d'inversion ont un diamètre de piston $d_i = 60$ mm. Pour fournir un effort de 10000 N, une pression de 35 bars suffirait.

Or le constructeur annonce une pression d'alimentation de 150 bars de ces vérins.

La raison en est la fréquence importante de cisaillement de cailloux (agrégats du béton) à la sortie du cylindre de pompage par la bague de coupe du Tube S (voir DR7).

Le document technique DT4, spécifications Putzmeister, annonce une taille maxi possible de ces agrégats (Maximum aggregate size) de 19 mm.

Leur cisaillement exige alors un effort $T_c = 20000$ N.

Les répercussions de cet effort sur le mécanisme sont évidemment très importantes, en particulier au niveau des vérins d'inversion, de la bague de coupe et surtout des paliers de guidage.

Question 29: → sur DR7 + cadre réponses

La Fig.1 du DR7 permet de repérer la position du Tube S lors du cisaillement d'un agrégat de taille maxi.

- Sur la Fig.2, DR7 (angle de pivotement du Tube S), relever à quel instant t_c a lieu ce cisaillement.

Question 30: → sur DR4

- Dans le cas où un agrégat de taille supérieure à 19 mm viendrait bloquer le système, entourer, sur le schéma hydraulique du DR4, le composant assurant la sécurité de la pompe.

Question 31: → sur DR7 + cadre réponses

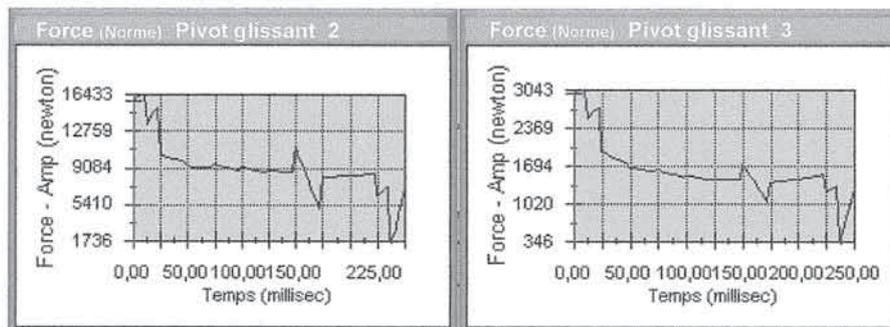
L'introduction de cet effort de cisaillement dans la simulation dynamique donne, Fig.3, la nouvelle courbe de variation de l'effort à fournir par le vérin d'inversion.

- En déduire la pression d'alimentation du vérin d'inversion p_i (en bars) nécessaire dans ce cas. Conclusion.

" Analyse et critique du choix des paliers " → voir DT6 + DR8

Le Tube S est guidé en rotation par deux coussinets (paliers 7 et 19) modélisés par deux pivots glissants, respectivement 2 et 3 sur DT5.

Vu la configuration du système, le Pivot glissant 2 sera, quelque soit le fonctionnement, toujours beaucoup plus chargé que le Pivot glissant 3. (voir ci-dessous, en fonctionnement normal)



On concentrera donc notre étude sur le Pivot glissant 2 (palier 7).

Données :

- Les constructeurs ont installé pour ces guidages des coussinets SKF du type Composite POM, dont les caractéristiques sont affichées sur le DT6.
- Le produit $p.v$ maxi ($N.mm^{-2}.m.s^{-1}$) pour ce matériau est de 2,8
- Les dimensions du palier 7 sont : alésage $d = 90$ mm, largeur $B = 65$ mm
- La vitesse de glissement dans le palier est fonction de la vitesse angulaire du Tube S dont les courbes de variation sont données DR8.
- Les courbes de variation de la charge supportée par le palier sont également données DR8.

Sachant que la tenue de ces paliers pose problème, on se propose d'en vérifier l'aptitude en fonctionnement normal et en cisaillement d'agrégat.

Les Fig.2 et 3 du DR8, donnent les courbes simultanées de variation de $\omega_{S/0}$ et de la charge F sur le palier dans les deux cas de fonctionnement. La position où le produit $p.v$ sera maxi est repérée par un segment vertical.

- Système en fonctionnement normal : voir (Fig.2+ Fig.1, DR8) + DT6

Question 32: → sur Feuille de copie

- Calculer la vitesse de glissement maxi v_1 ($m.s^{-1}$). Conclusion.

Question 33: → sur Feuille de copie

- Calculer la pression spécifique p_1 ($N.mm^{-2}$). Conclusion.

Question 34: → sur Feuille de copie

- Calculer le produit $p_1 \cdot v_1$ ($N.mm^{-2}.m.s^{-1}$). Conclusion.

→ sur DR8 + cadre réponses

- Sur le diagramme de la Fig.1, positionner le point A (v_1, p_1). Conclusion.

- Fonctionnement avec cisaillement d'agrégat : voir (Fig.3+ Fig.1, DR8) + DT6

Les mêmes calculs que précédemment, donnent ici $v_2 = 0,25 m.s^{-1}$ et $p_2 = 10,24 N.mm^{-2}$.

Question 35: → sur DR8 + cadre réponses

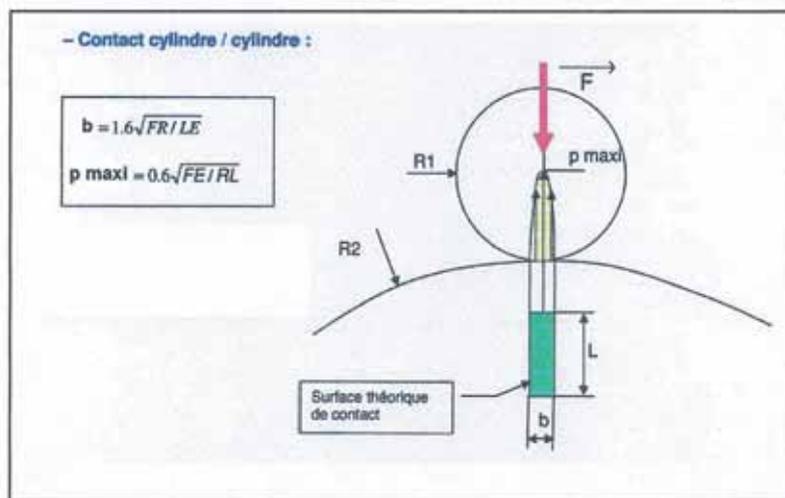
- Sur le diagramme de la Fig.1, positionner le point B (v_2, p_2). Conclusion.

Les résultats précédents (questions 32 à 35) ne confirment pas totalement les observations, à savoir une usure importante et rapide de ces paliers.

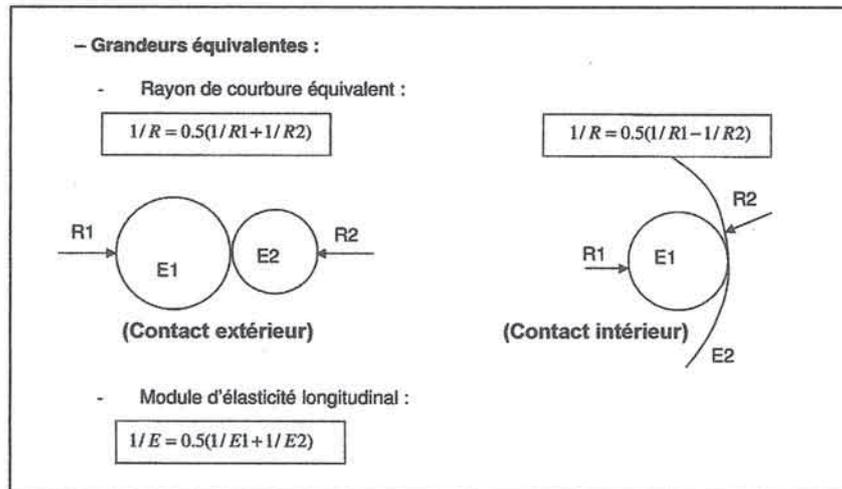
On soupçonne que cette distorsion est due au calcul de la pression spécifique, son expression, donnée par le fabricant, étant basée sur un emploi en rotation normale d'un arbre dans un palier. Ici cette rotation est alternée et l'effort appliqué, en cas de cisaillement d'agrégat, est bref et violent.

On se propose d'améliorer le modèle (mais sans tenir compte des chocs) en utilisant le modèle de Hertz, afin d'affiner le calcul de la pression spécifique.

Modèle de Hertz:



Modèle de Hertz:



Données:

- Les dimensions du palier 7 sont : alésage $d = 90 \text{ mm}$, largeur $B = L = 65 \text{ mm}$
- Ajustement dans ce palier: $\varnothing 90\text{H}7\text{h}7$ avec $\varnothing 90\text{H}7 \Rightarrow \varnothing 90^{+35}_0$ $\varnothing 90\text{h}7 \Rightarrow \varnothing 90^{-35}_0$
- $E_{\text{acier}} = E_{\text{POM}} \Rightarrow E1 = E2 = 20000 \text{ MPa}$

Question 36: → sur Feuille de copie

- Calculer $p'1 \text{ (N.mm}^{-2}\text{)} = p_{\text{max}}$ en fonctionnement normal selon le modèle de Hertz.

→ sur DR8 + cadre réponses

- Sur le diagramme de la Fig.1, positionner le point A' ($v1, p'1$). Conclusion.
- Calculer $p'2 \text{ (N.mm}^{-2}\text{)} = p_{\text{max}}$ en fonctionnement avec cisaillement d'agrégat selon le modèle de Hertz.

→ sur DR8 + cadre réponses

- Sur le diagramme de la Fig.1, positionner le point B' ($v2, p'2$). Conclusion.

Question 37: → sur Feuille de copie

- Quelles solutions proposez-vous afin de remédier à ce problème ?

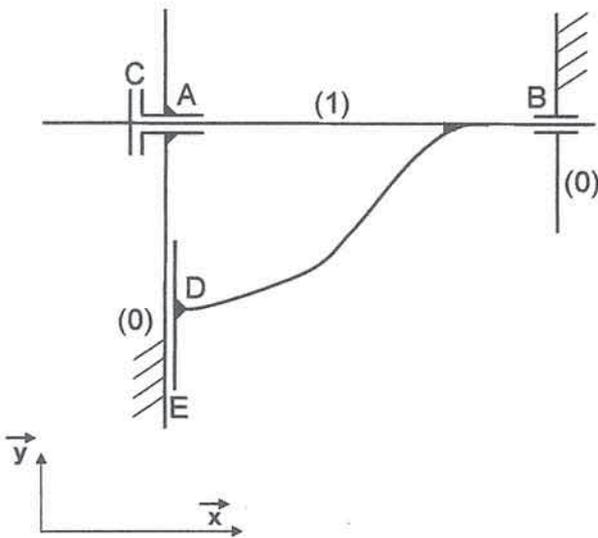
PARTIE 4 : " Etude technologique du système "

" Problème d'hyperstatisme "

On se propose d'étudier l'hyperstatisme éventuel du mécanisme au niveau de la liaison Tube S /Trémie afin de vérifier que le Tube S ne subit pas d'efforts ou de moments parasites dans les liaisons dus à son architecture et à son montage.

Ces actions induiraient des usures néfastes aux étanchéités qui peuvent à leur tour provoquer des fuites (eau + béton), elles-mêmes génératrices d'usure rapide et de destruction au final.

En première hypothèse, le mécanisme peut se schématiser comme suit:



(0) = Ensemble Trémie

(1) = Ensemble Tube S

en A – Pivot glissant d'axe \vec{x}

en B – Pivot glissant d'axe \vec{x}

en C – Appui plan de normale \vec{x} à l'arrêt, mais aucun contact en fonctionnement (voir questions 24 et 25).

en D – Encastrement (centrage cylindrique + serrage bague par bride)

en E – Appui plan de normale \vec{x}

Question 38: → sur document réponse DR9

- Calculer, en fonctionnement, le degré d'hyperstatisme h du mécanisme.

On rappelle que
$$h = m_u + m_i + \sum n_s - 6(n-1)$$
 (aspect statique)

avec

m_u = mobilité utile

m_i = mobilité interne

n_s = nombre d'inconnues statiques des liaisons

n = nombre total de pièces

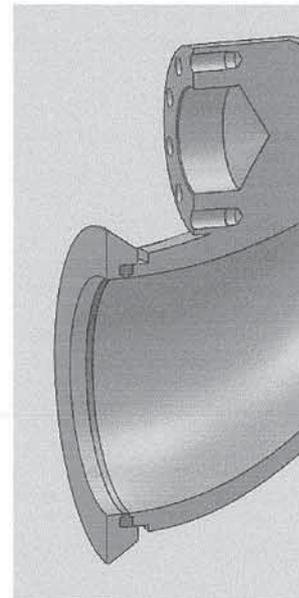
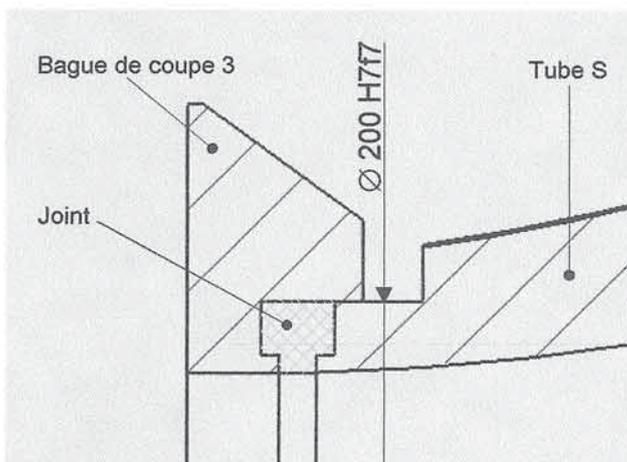
Question 39: → sur document réponse DR9

Le guidage par paliers POM, avec les ajustements choisis et les dimensions du mécanisme, permet de considérer comme centrage court un palier dont le rapport L/D (longueur /diamètre) est $\leq 0,75$

- Après vérification, quelles sont les nouvelles liaisons admissibles ici en A et B entre (1) et (0) ?
- Modifier le schéma cinématique, calculer le nouveau degré d'hyperstatisme h' du mécanisme.

Question 40: → sur document réponse DR9

L'entreprise a décidé de modifier et simplifier la liaison entre la Bague de coupe 3 et le Tube S selon la configuration suivante:



- Montrer que ces modifications permettent de rendre le mécanisme isostatique. Expliquer, faire un croquis, modifier le schéma cinématique.

" Maintenance "

On a vu que le palier 7 était beaucoup plus fortement sollicité que le palier 19, et donc son contrôle et (ou) son remplacement relativement fréquents.

Question 41: → sur Feuille de copie (voir DT1 + DT2 + DT7)

Hypothèses:

- Le palier droit 19 a déjà été démonté, et donc également les pièces 23, 20, 35, 18, 17 et 22.
- Le Tube 2 a lui aussi été déjà démonté, et donc également les pièces 16, 36, 3, 4, 15, et 21.

- Etablir la liste chronologique des actions permettant le démontage de ce palier 7.

Exemple:

- dévisser l'écrou 12.
- ...

DOSSIER RÉPONSE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

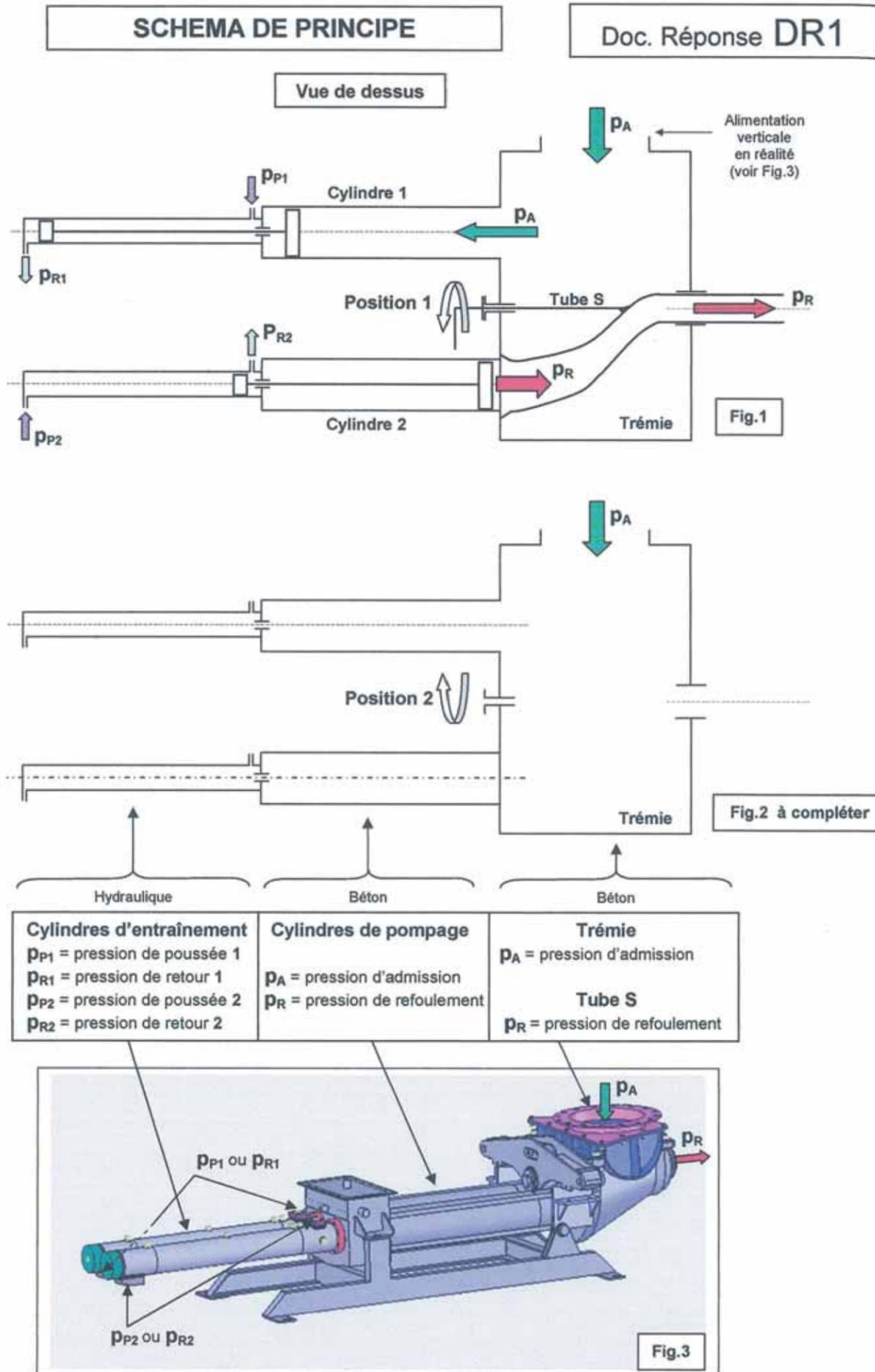
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat _____

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFE GME 1

NE PAS DÉGRAFER CETTE LIASSE

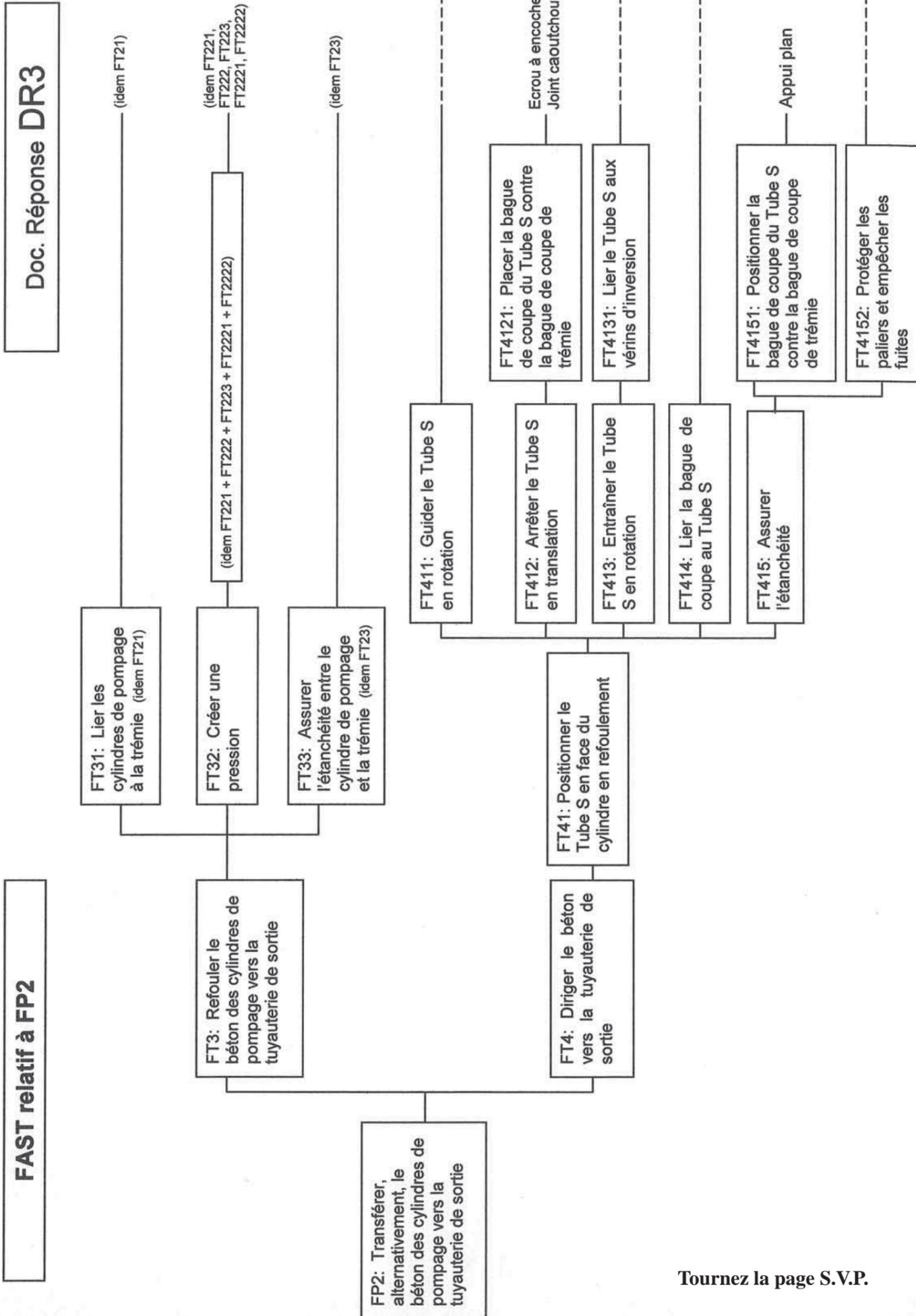


Tournez la page S.V.P.

Ea

NE RIEN ÉCRIRE

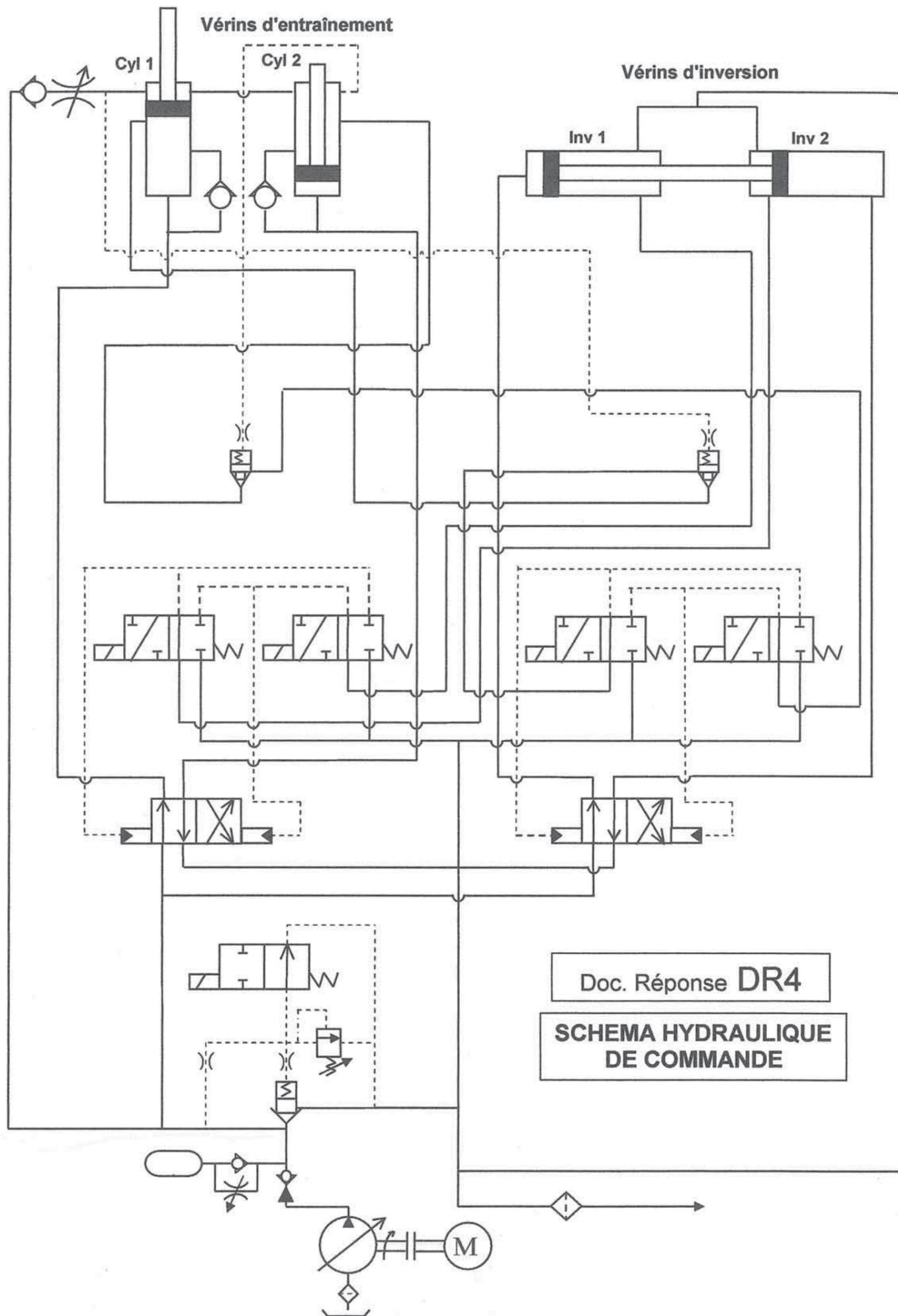
DANS CE CADRE



Tournez la page S.V.P.

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE



NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

ETUDE CINEMATIQUE DU SYSTEME DE COMMUTATION

Doc. Réponse DR5

Question 13:

ω_{moyen} :

Question 14:

Direction de $\vec{V}_{A \in S/0}$:

$\|\vec{V}_{A \in S/0}\| =$

Question 15:

Question 16:

Direction de $\vec{V}_{A \in T/C}$:

Que représente ce vecteur ?

Composition des vitesses:

$\|\vec{V}_{A \in T/C}\| =$

Question 17: Débit volumique instantané Q_i :

Fig.2

Vue F

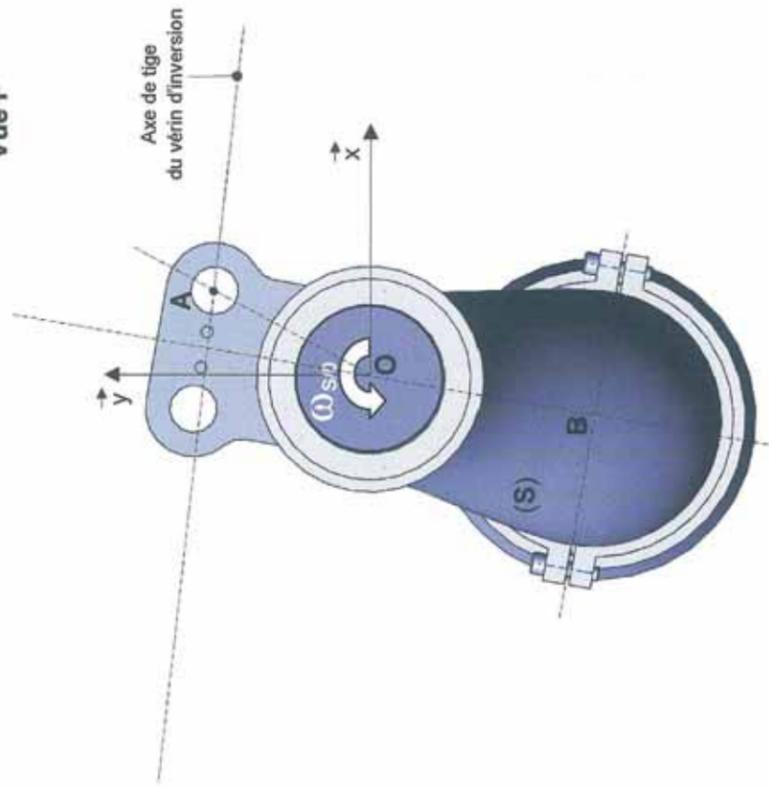
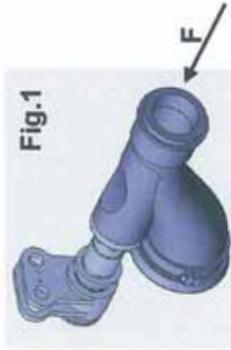


Fig.1



Echelle des vitesses : 1mm \rightarrow 0,01 m.s⁻¹

Tournez la page S.V.P.

Doc. Réponse DR6

ETUDE DYNAMIQUE DU SYSTEME DE COMMUTATION

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

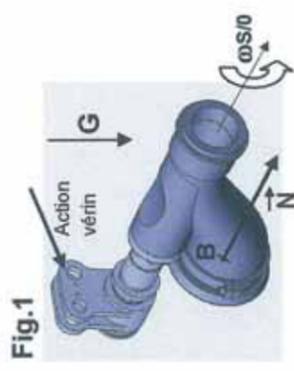


Fig.1

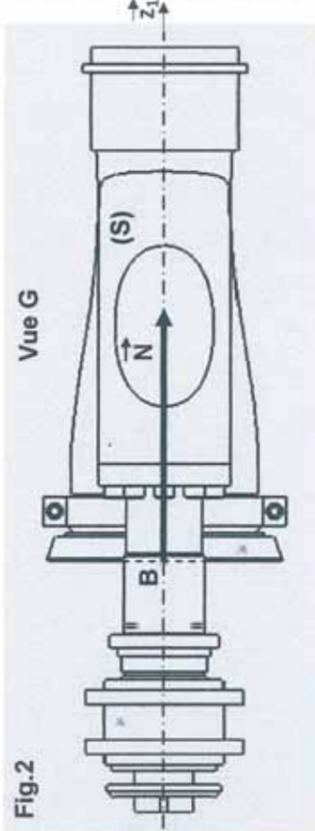


Fig.2

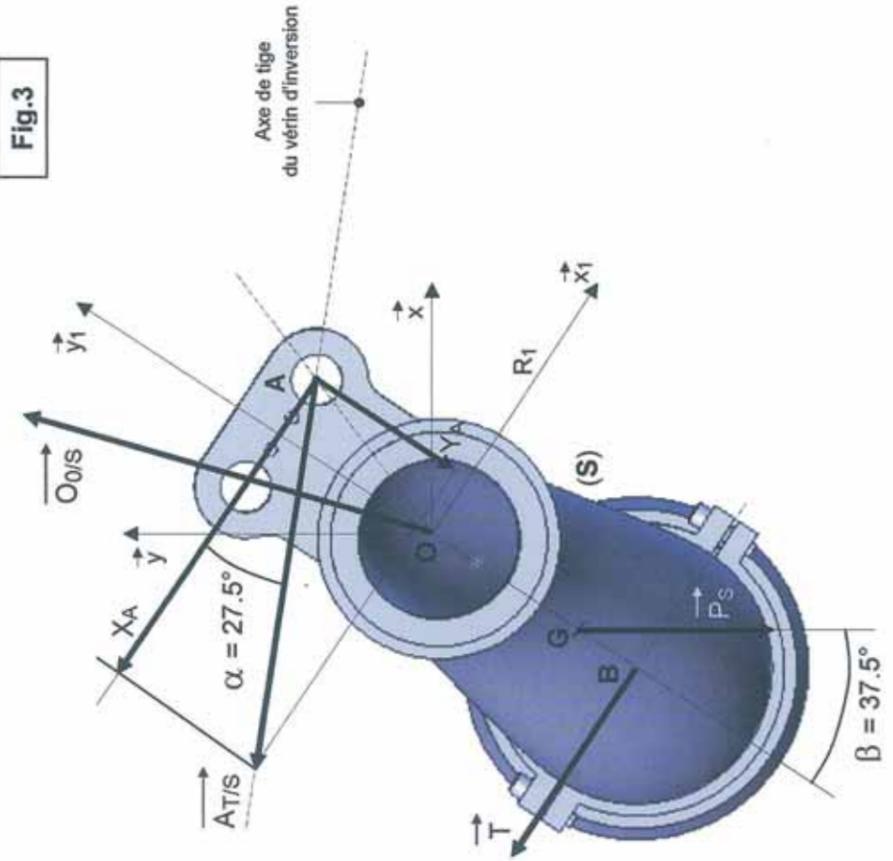


Fig.3

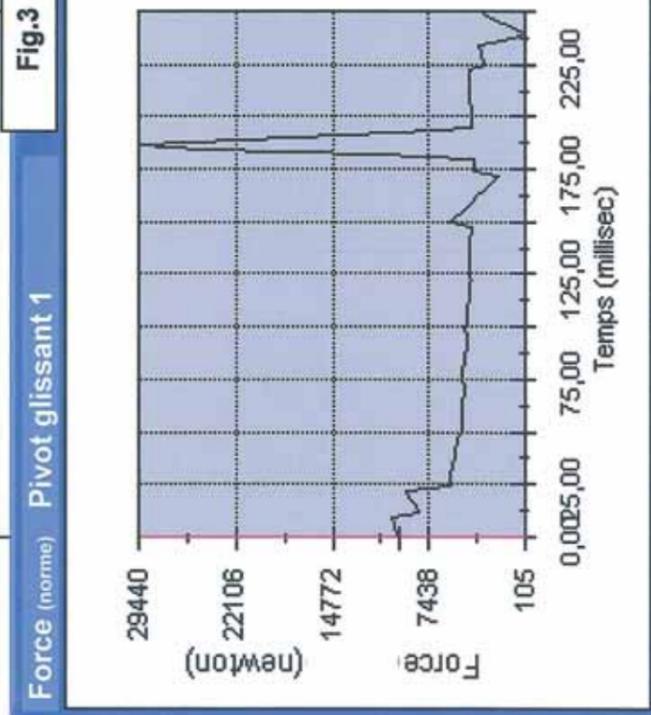
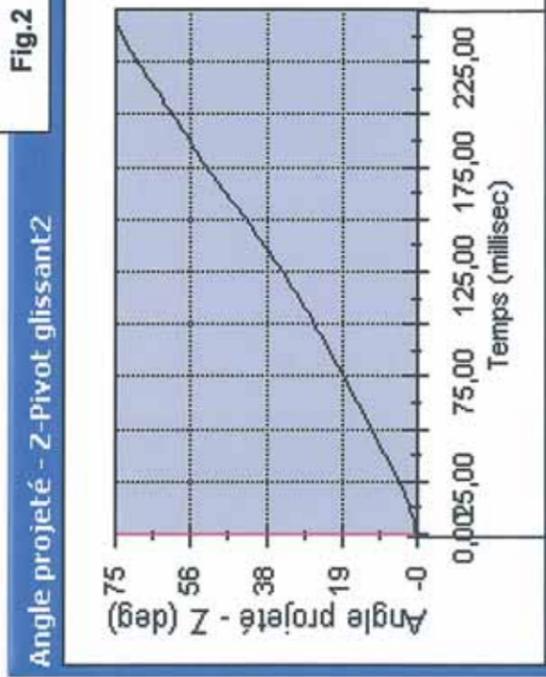
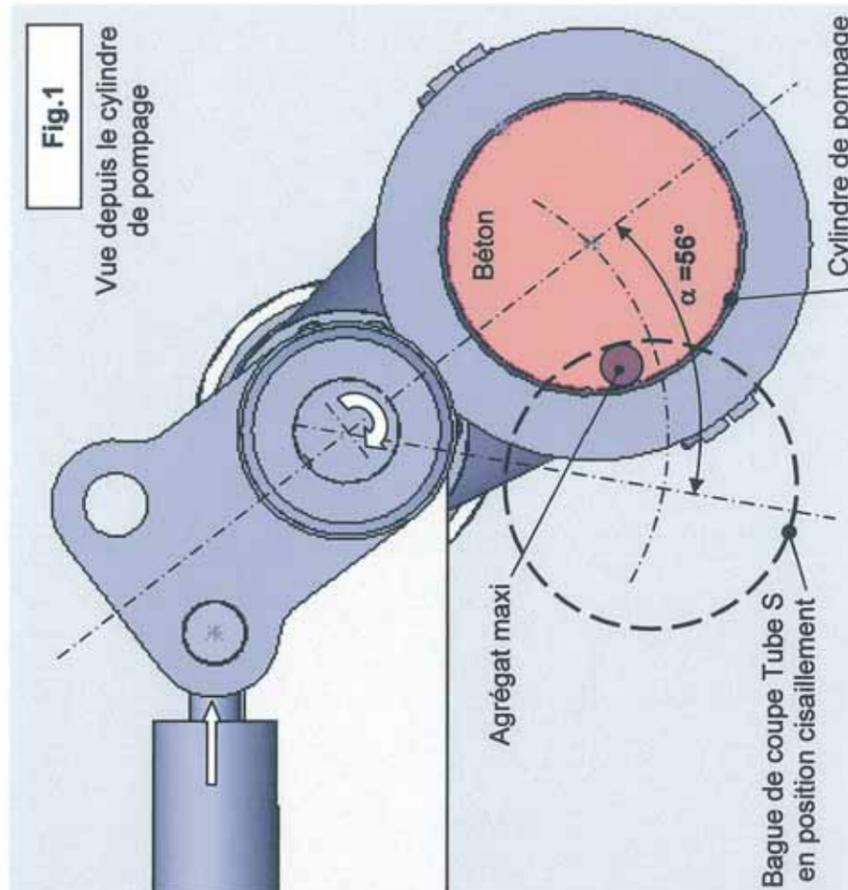
Question 26:
valeur de T:

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

CISAILLEMENT D'AGREGAT

Doc. Réponse DR7



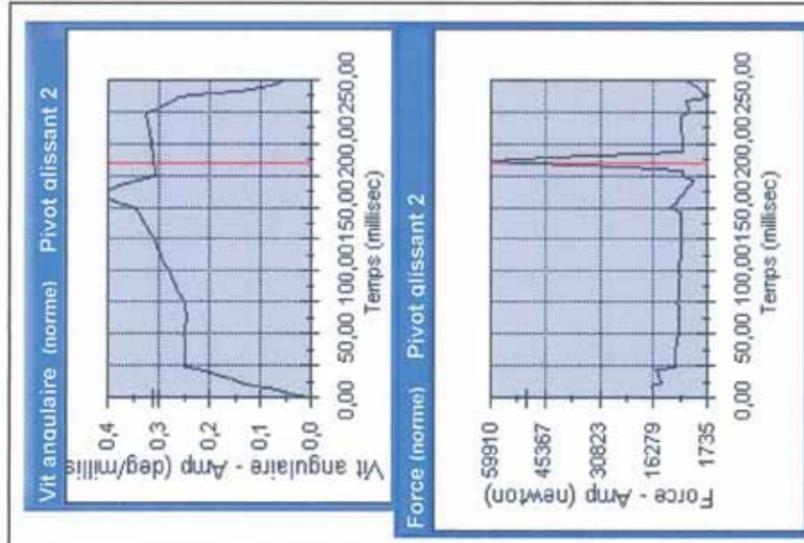
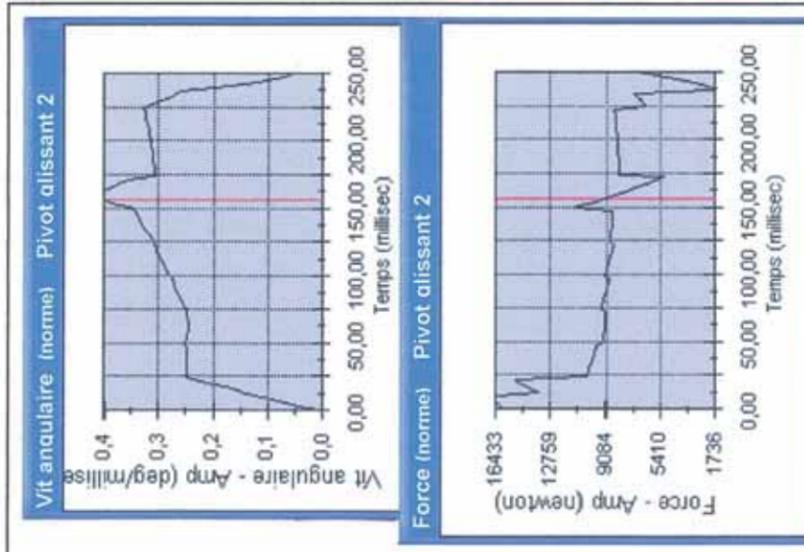
Question 29: tc =

Question 31: pi =

Tournez la page S.V.P.

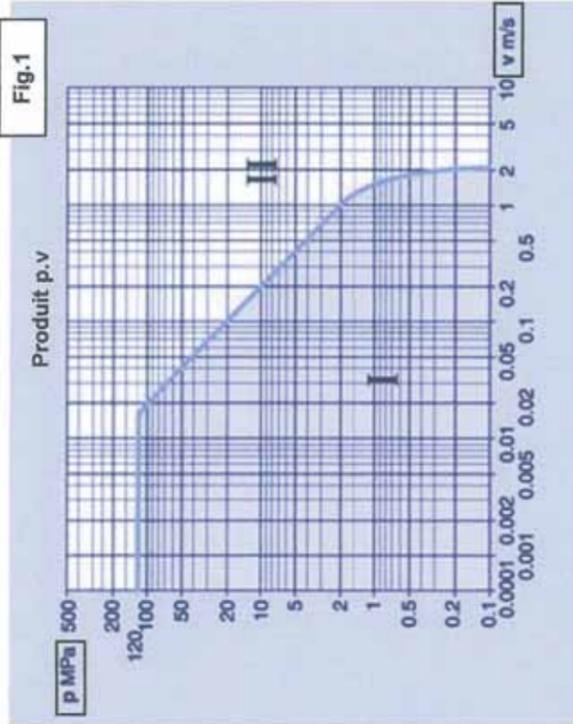
ANALYSE ET CRITIQUE DU CHOIX DES PALIERS

Doc. Réponse DR8



Conclusions :
Question 34:

Question 35:



Application :

- Point de fonctionnement en zone I \Rightarrow < p.v maxi \Rightarrow fonctionnement correct.
- Point de fonctionnement en zone II \Rightarrow > p.v maxi \Rightarrow risque d'échauffement si près de I
risque de fusion si loin de I

Conclusions : **Question 36:**

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

HYPERSTATISME

Doc. Réponse **DR9**

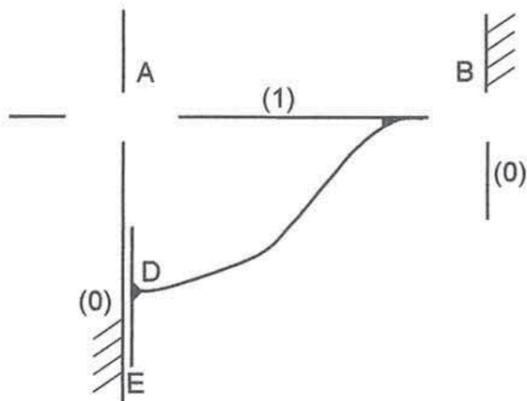
Question 38: degré d'hyperstatisme h du mécanisme:

Question 39:

vérification rapports L/D :

Nouvelles liaisons admissibles ici en A et B entre (1) et (0):

Modification du schéma cinématique, nouveau degré d'hyperstatisme h' du mécanisme:



Question 40: Modifications du mécanisme: