

# الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

## الدورة العادية 2023

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

الموضوع

NS 45

4h

مدة الإنجاز

علوم المهندس

المادة

8

المعامل

شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية

الشعبة أو المملك

## CONSTITUTION DE L'ÉPREUVE

- Volet 1 : Présentation de l'épreuve et grille de notation.....: Page 1/18.
- Volet 2 : Présentation du support .....: Page de 2/18.
- Volet 3 : Substrat du sujet .....: Pages de 3/18 à 13/18.
  - Situations d'évaluation .....: Pages 3/18 et 4/18.
  - Documents réponses (DREP) « A rendre par le candidat » .....: Pages de 5/18 à 13/18.
    - Situation d'évaluation n° 1 .....: Pages de 5/18 à 7/18.
    - Situation d'évaluation n° 2 .....: Pages de 7/18 à 9/18.
    - Situation d'évaluation n° 3 .....: Pages de 9/18 à 13/18.
- Volet 4 : Ressources (DRES) .....: Pages de 14/18 à 18/18.

## VOLET 1 : PRESENTATION DE L'ÉPREUVE

- Système à étudier : **Système de levage de plate-forme**
- Coefficient : 8
- Moyen de calcul autorisé : Calculatrice non programmable
- Documents autorisés : Aucun

Les candidats rédigeront leurs réponses sur les documents réponses (DREP) prévus à cet effet.

## GRILLE DE NOTATION :

TOTAL : ..... /80 POINTS

Situation d'évaluation 1			Situation d'évaluation 2			Situation d'évaluation 3		
Tâche	Question	Note	Tâche	Question	Note	Tâche	Question	Note
11	a	2 pts	21	a	2 pts	31	a	2 pts
	b	3,25 pts		b	2 pts		b	3 pts
	c	1 pt		c	2 pts		c	4 pts
	d1	2 pts		d	1,5 pt	32	a	7,5 pts
	d2	1 pt		e	1,5 pt		b	1 pt
	d3	0,5 pt	22	a	1 pt		c	2 pts
12	a	1 pt		b	1 pt		d	4 pts
	b	1 pt		c	2 pts	e	1 pt	
	c	0,75 pt		d	1 pt	33	a	2,5 pt
13	a	4 pts	e	1 pt	b		4 pts	
	b	1 pt	23	a	1 pt		c	1 pt
	c	1 pt		b	1 pt	34	a	2 pts
Total : 18,5 pts		c		1 pt	b		4,5 pts	
d	1 pt	d		1 pt	c		0,5 pt	
			Total : 19 pts			35	a	0,5 pt
							b	2 pts
							c	1 pt
						Total : 42,5 pts		

## VOLET 2 : PRESENTATION DU SUPPORT

### Mise en situation :

Le transport de voitures neuves, à partir des usines de fabrication aux différents points de vente, se fait par des camions remorques porte-voitures (Fig.1).

Afin d'optimiser le chargement du camion remorque, on utilise un « système de levage de plate-forme » qui permet à l'opérateur de positionner la **plate-forme supérieure**. Ce système est constitué :

- du **moteur thermique** du camion qui assure soit l'une, soit l'autre des deux fonctions :
  - entraîner le camion remorque pour **transporter** les convois de **voitures neuves** ;
  - entraîner une **pompe** afin **d'alimenter** le système en énergie hydraulique.
- de deux **doubles compas** actionnés par des **vérins hydrauliques** et commandés manuellement par l'opérateur. Chaque double compas est constitué d'un **compas gauche** et d'un **compas droit** reliés par un **tube de liaison** (Fig.2).

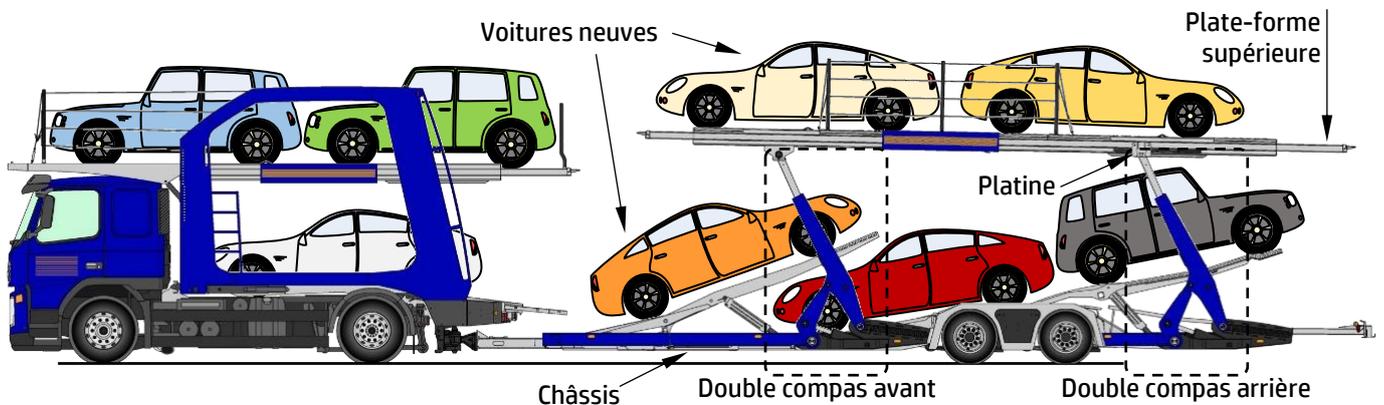


Fig.1 – Camion remorque porte-voitures

### Principe de fonctionnement du système de levage de plate-forme :

La manœuvre séparée des doubles compas (avant et arrière) animés, chacun, par **deux** vérins hydrauliques identiques, permet d'incliner la plate-forme supérieure pour permettre l'accès des véhicules à celle-ci et de régler la hauteur utile entre le châssis et la plate-forme supérieure.

La pompe, alimentant le système de levage de plate-forme en énergie hydraulique, est entraînée par le moteur thermique du camion, via un mécanisme de transmission constitué d'un embrayage, d'une boîte de vitesses munie d'une prise de force et d'un accouplement rigide.

Chaque double compas comporte deux bras articulés :

- sur la plate-forme supérieure pour le double compas **avant** ;
- sur une platine (Fig.1), elle-même en liaison glissière par rapport à la plate-forme supérieure, pour le double compas **arrière**.

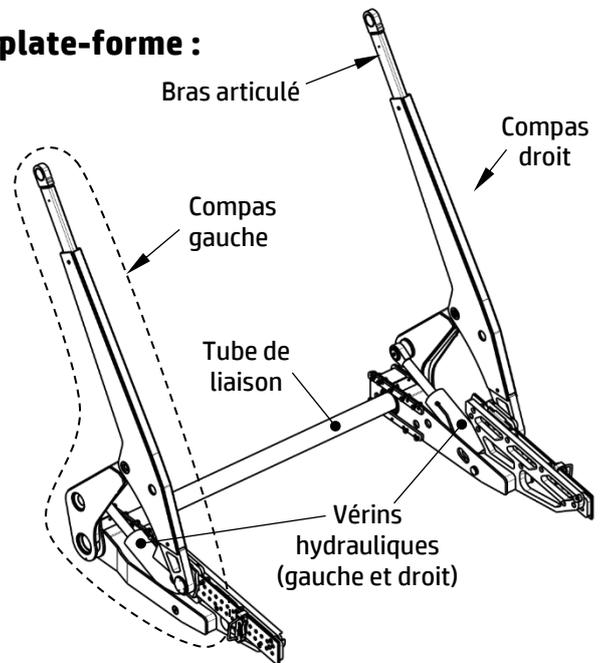
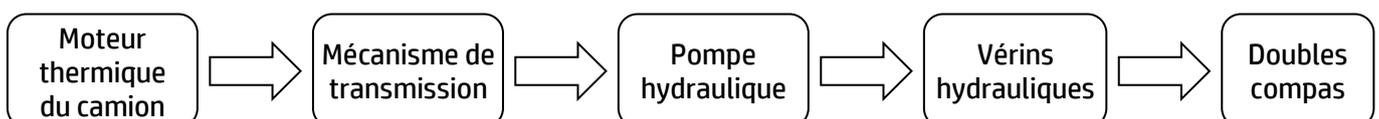


Fig.2 – Double compas

Le système de levage de plate-forme existant est représenté par le schéma synoptique suivant :



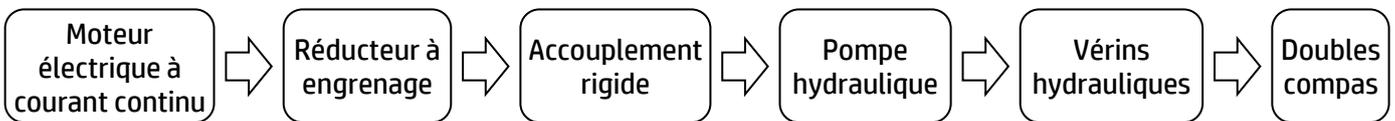
## VOLET 3 : SUBSTRAT DU SUJET

La manœuvre de la plate-forme supérieure nécessite l'entraînement de la pompe hydraulique, ce qui impose le fonctionnement du moteur du camion. Pour **améliorer** et **optimiser** le fonctionnement du système de levage de plate-forme, le fabricant envisage de **remplacer** la solution constructive d'entraînement de la pompe par un **moteur électrique** à courant continu au lieu du **moteur thermique** du camion. L'alimentation du moteur électrique doit se faire avec une tension de 48 volts à partir de batteries, la puissance de ce moteur électrique sera la plus réduite possible.

Les avantages de la **nouvelle solution** sont :

- Economie d'énergie par réduction de la consommation du carburant : le moteur du camion (environ 400 kW de puissance) étant largement surdimensionné pour cette utilisation.
- Optimisation du circuit hydraulique : la pompe pouvant être située plus près des vérins.

Le nouveau schéma synoptique du système sera comme suit :



Vous faites partie de l'équipe chargée d'étudier la solution envisagée. Pour cela, vous serez amenés à :

- 1- Appréhender et analyser le fonctionnement du système de levage de plate-forme ;
- 2- Concevoir une solution constructive relative à l'amélioration proposée ;
- 3- Etudier le comportement mécanique d'un élément du système de levage de plate-forme ;
- 4- Vérifier les caractéristiques de la pompe et choisir le moteur électrique adéquat ;
- 5- Préparer partiellement le dossier de fabrication d'une pièce du mécanisme de transmission.

### Situation d'évaluation n°1 :

Pour cerner les différents aspects du système de levage de plate-forme, il serait convenable de procéder à son analyse fonctionnelle et technique et d'identifier des éléments de sa chaîne d'énergie. Pour cela, on vous demande d'effectuer les tâches suivantes :

#### Tâche 11 :

Avant tout, il est indispensable de comprendre le fonctionnement du système de levage de plate-forme, appréhender le circuit hydraulique et faire son analyse technique. En se référant à la présentation du support (pages 2/18 et 3/18), répondre aux questions des (DREP pages 5/18 et 6/18).

#### Tâche 12 :

Par soucis de rendre le système plus fiable et plus sécurisé, on se propose d'étudier la possibilité de l'asservir afin de mieux contrôler la vitesse de sortie des tiges des vérins et, par la suite, celle de la plate-forme supérieure. La solution consiste à contrôler l'alimentation des vérins par un distributeur hydraulique proportionnel commandé électriquement (DRES page 16/18). Pour cela, répondre aux questions du (DREP page 6/18).

#### Tâche 13 :

La liaison de l'arbre du réducteur avec l'arbre d'entrée de la pompe hydraulique est assurée par un accouplement rigide. On vous demande de répondre aux questions du (DREP page 7/18).

### Situation d'évaluation n°2 :

Pour s'assurer du bon fonctionnement du système de levage de plate-forme, il est primordial de vérifier la résistance mécanique de ses éléments, valider les caractéristiques de la pompe hydraulique et choisir le moteur électrique adéquat. Pour cela, on vous demande d'effectuer les tâches suivantes :

**Tâche 21 :**

Le cahier des charges fonctionnel impose que les **deux** vérins hydrauliques actionnant le double compas arrière (le plus sollicité) doivent fournir (ensemble) un effort minimal  $F = 24 \times 10^4$  N, la vitesse minimale de sortie des tiges des vérins est  $V_t = 12,5$  mm/s. L'objectif de cette tâche est de vérifier quelques caractéristiques de la pompe hydraulique. En se référant aux (**DRES pages 15/18 et 16/18**), répondre aux questions du (**DREP pages 7/18 et 8/18**). On admet que le système est symétrique (côté droit similaire au côté gauche).

**Tâche 22 :**

Le moteur électrique à courant continu, suggéré par la nouvelle solution, doit permettre à la pompe de fournir la puissance hydraulique nécessaire au système de levage de plate-forme. En se référant aux (**DRES pages 15/18 et 16/18**), répondre aux questions des (**DREP pages 8/18 et 9/18**).

**Tâche 23 :**

La transmission du couple entre l'arbre du réducteur et celui d'entrée de la pompe hydraulique est assurée par deux clavettes sollicitées au cisaillement. Ces deux clavettes doivent être dimensionnées pour pouvoir résister à cette sollicitation. Pour cela, répondre aux questions du (**DREP page 9/18**).

**Situation d'évaluation n°3 :**

Selon la nouvelle solution, la transmission de puissance mécanique entre l'arbre du réducteur et l'arbre d'entrée de la pompe hydraulique est assurée par un accouplement rigide (voir **Travail graphique page 7/18**). L'un des constituants de cet accouplement est le plateau d'accouplement (**DRES page 17/18**) qui sera fabriqué en série et que vous êtes chargés de préparer partiellement son dossier de fabrication et d'assurer son suivi de production par contrôle statistique. Pour cela, on vous demande d'accomplir les tâches suivantes :

**Tâche 31 :**

Avant de commencer, il convient de vérifier les notions de base concernant la lecture et l'analyse du dessin de définition. D'après le dessin de définition du plateau d'accouplement (**DRES page 17/18**), répondre aux questions des (**DREP pages 9/18 et 10/18**).

**Tâche 32 :**

Dans cette tâche, on s'intéresse à l'étude partielle de la phase **20** du plateau d'accouplement et à la validation de la machine-outil disponible. Se référer au (**DRES page 17/18**) et répondre aux questions des (**DREP pages 10/18 et 11/18**).

**Tâche 33 :**

Pour réaliser la phase **20** du plateau d'accouplement selon les conditions de coupe recommandées par le constructeur et mentionnées au (**DRES page 17/18**), il est essentiel de déterminer la durée de vie de l'outil à plaquette amovible (carbures métalliques) utilisé afin de prévoir le besoin en plaquettes. En se référant au (**DRES page 17/18**), répondre aux questions du (**DREP page 11/18**).

**Tâche 34 :**

En vue d'améliorer davantage la productivité des pièces fabriquées, on réalise la phase **20** de l'avant-projet d'étude de fabrication sur un tour à commande numérique deux axes et demi (par programmation manuelle). Utiliser les (**DRES pages 17/18 et 18/18**) et répondre aux questions du (**DREP page 12/18**).

**Tâche 35 :**

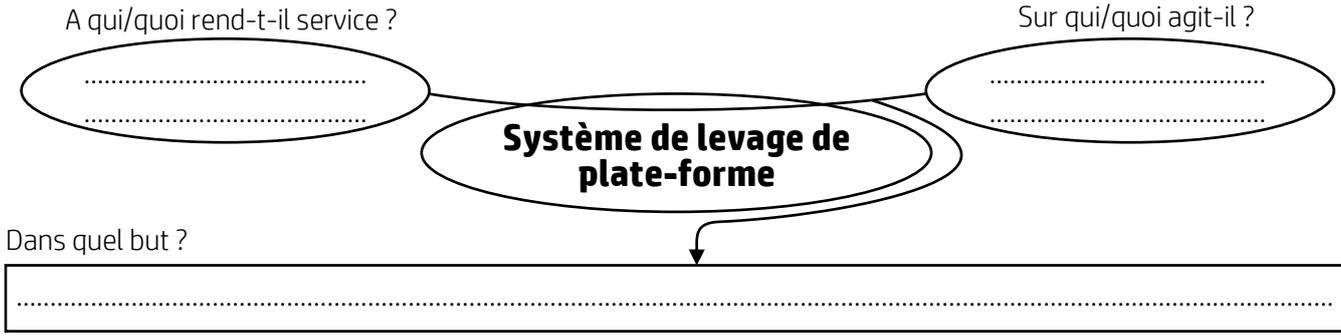
L'étude porte sur le contrôle de la fabrication du diamètre  $D4 = \varnothing 44 \begin{smallmatrix} +0,025 \\ 0 \end{smallmatrix}$ . La vérification de cette spécification est faite au 1/1000 de millimètre. On décide d'établir une carte de contrôle de la moyenne et de l'étendue en prélevant un échantillon de 5 pièces par heure, on se limitera aux 10 premiers échantillons. En utilisant le (**DRES page 18/18**), répondre aux questions du (**DREP page 13/18**).

## DOCUMENTS REPONSES (DREP)

### Situation d'évaluation n°1 :

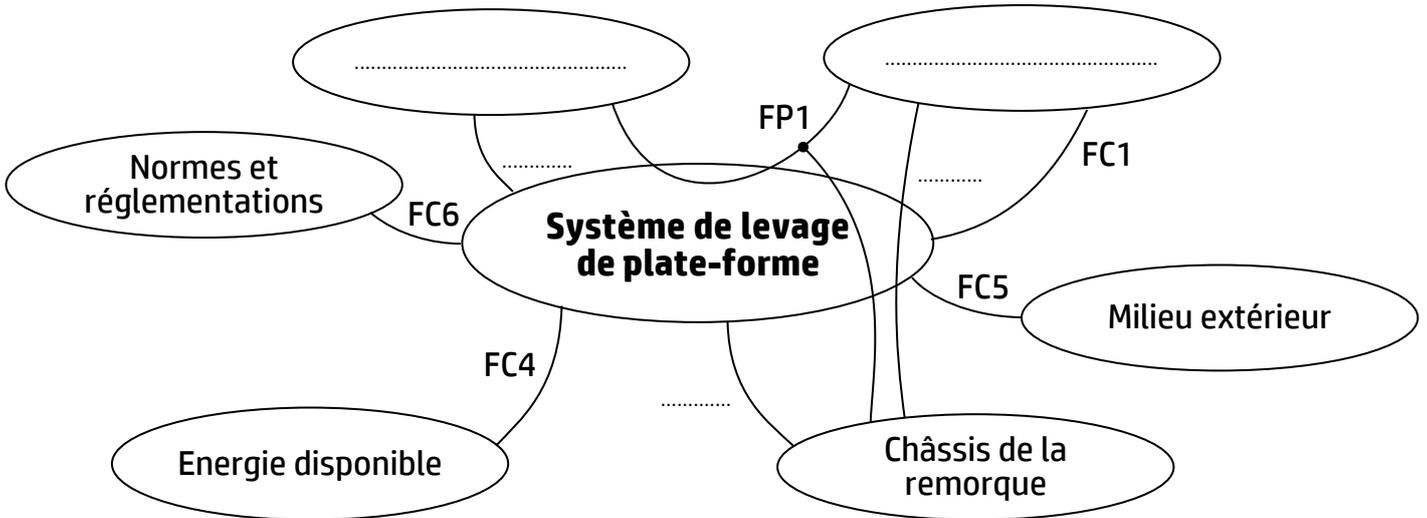
#### Tâche 11 : Analyse fonctionnelle et technique du système de levage de plate-forme.

- a. En se référant à la présentation du support et au principe de fonctionnement du système de levage de plate-forme (pages 2/18 et 3/18), compléter le diagramme « bête à cornes » suivant décrivant la fonction globale du système étudié : /2 pts



- b. Compléter le diagramme des interactions (pieuvre) suivant et le tableau ci-dessous par les éléments du milieu extérieur et les fonctions contraintes convenables : /3,25 pts

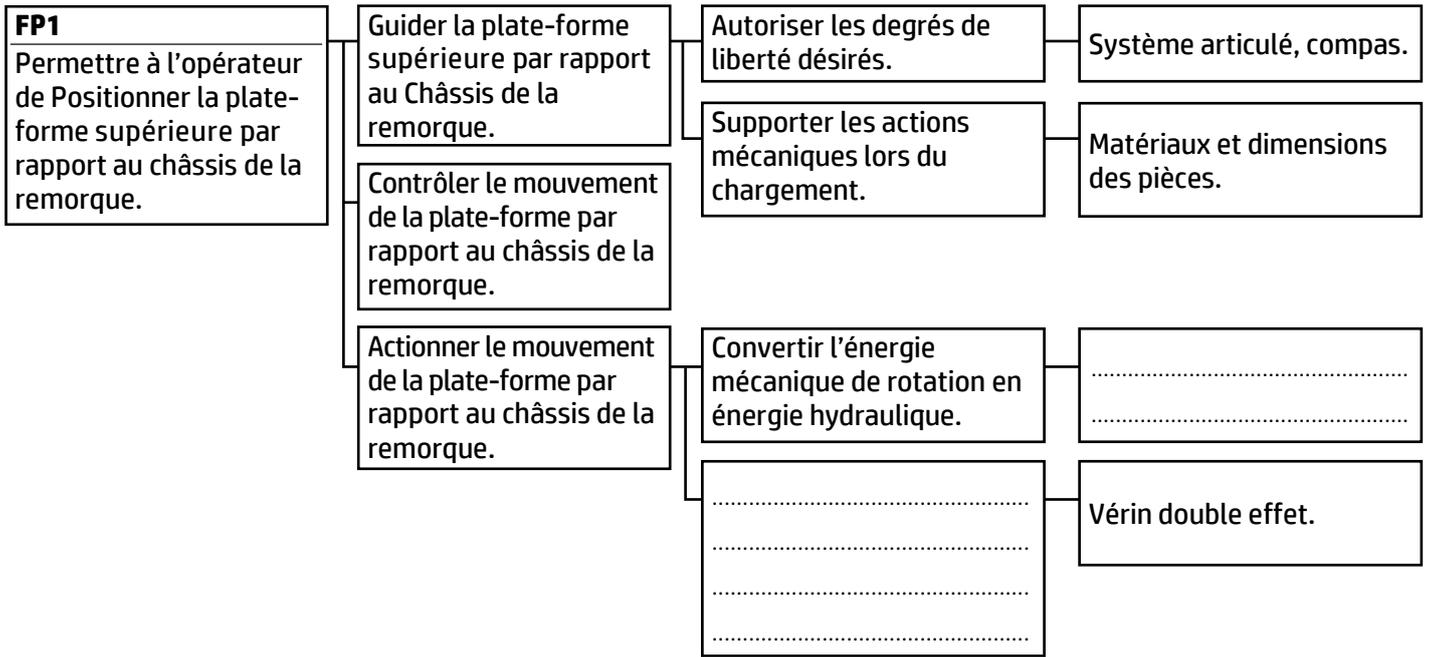
– Diagramme des interactions :



– Tableau des fonctions principales et contraintes :

FP1	Permettre à l'opérateur de positionner la plate-forme supérieure par rapport au châssis de la remorque.
FP2	Maintenir en position bloquée la plate-forme par rapport au châssis de la remorque pendant le déplacement routier.
FC1	.....
FC2	S'adapter au châssis de la remorque.
FC3	Être ergonomique et d'utilisation simple et facile par l'opérateur.
FC4	.....
FC5	.....
FC6	.....

c. Compléter le diagramme FAST relatif à la fonction principale **FP1** : /1 pt



d. En se référant au schéma du circuit hydraulique du système étudié (DRES page 15/18) :

d1. Compléter le tableau ci-dessous : /2 pts

Repère	Nom de l'élément	Fonction de l'élément
2 et 2'	Régulateur de débit	.....
3	Distributeur 4/3	.....
5	Filtre	.....
6	.....	Protéger le circuit hydraulique des surpressions de l'huile.

d2. Expliciter la désignation du distributeur 4/3 (repère 3) : /1 pt

.....  
 .....

d3. Sur lequel des deux régulateurs de débit faut-il agir pour régler la vitesse de sortie du vérin ? /0,5 pt

.....

**Tâche 12 : Asservissement (Utiliser les courbes du DRES page 16/18).**

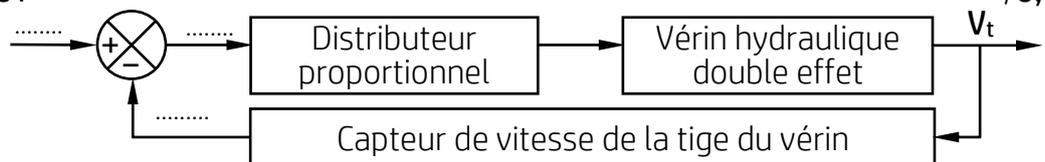
a. Relever le débit volumique maximal  $Q_{v_{max}}$  (en  $m^3/s$ ) à la sortie du distributeur hydraulique proportionnel sachant que la tension maximale de consigne générée par la carte est de 10 V : /1 pt

.....

b. Relever le débit volumique  $Q_v$  (en  $m^3/s$ ) à la sortie du distributeur proportionnel et la tension de consigne  $U_c$  (en V) correspondant à la vitesse de sortie des tiges des vérins  $V_t = 12,5 \text{ mm/s}$  : /1 pt

$Q_v \approx$  .....       $U_c \approx$  .....

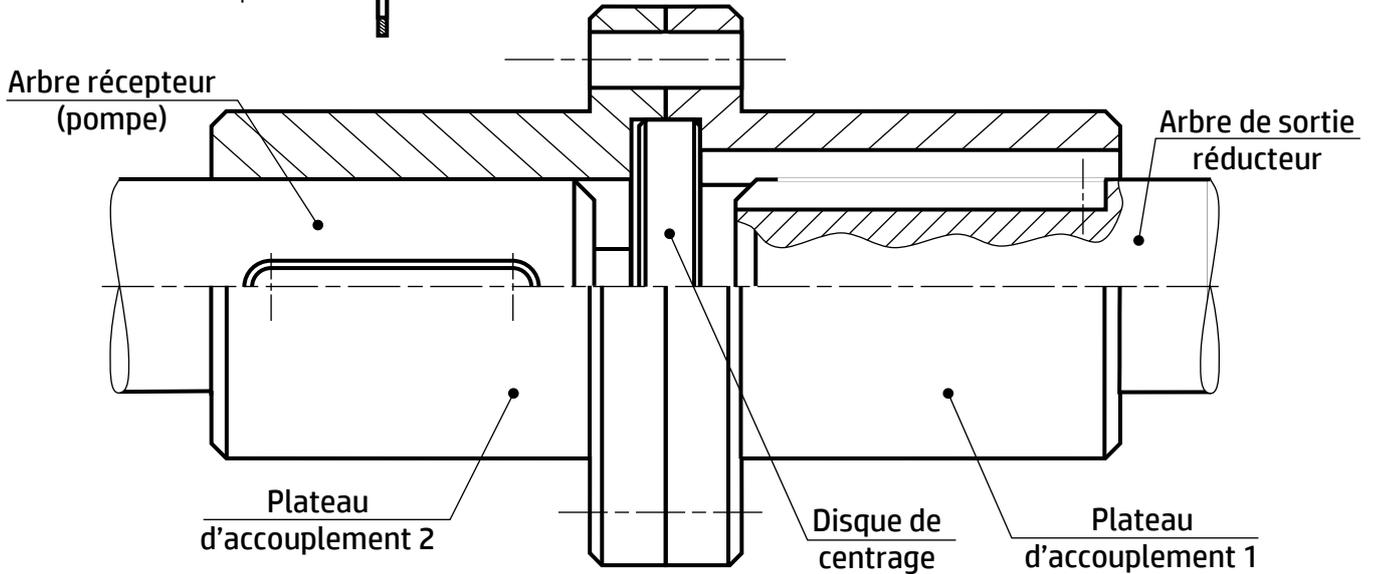
c. Placer sur le schéma bloc suivant la tension de la consigne  $U_c$ , l'image de la vitesse de la tige du vérin  $U_r$  et l'écart  $\varepsilon$  : /0,75 pt



**Tâche 13 : Travail graphique.**

a. Compléter la demi-vue en coupe du dessin ci-dessous par les éléments suivants : /4 pts

- Une clavette parallèle de forme B :
- Un boulon H d'assemblage des plateaux d'accouplement :
- Une rondelle plate :



b. Quel est le rôle du disque de centrage ? /1 pt

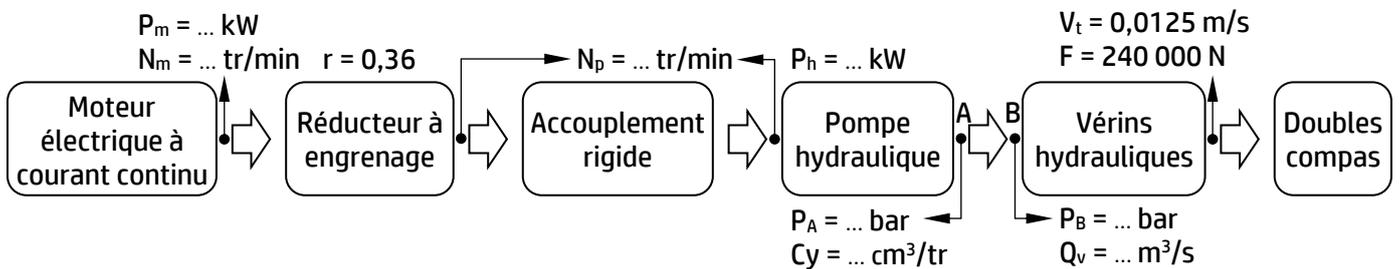
.....

c. Cocher l'ajustement convenable entre le disque de centrage et les plateaux d'accouplement : /1 pt

- H7g6 : ajustement avec jeu
- H7m6 : ajustement serré monté au maillet
- H7p6 : ajustement serré monté à la presse

**Situation d'évaluation 2 :**

Rappelons la nouvelle représentation du schéma synoptique du système de levage de plate-forme :



**Tâche 21 : Vérification de quelques caractéristiques de la pompe hydraulique.**

Se référer aux (DRES pages 15/18 et 16/18).

a. Montrer que la pression  $P_B$  dans un vérin hydraulique est de **409,526 bar**, sachant que la force développée par l'ensemble des **deux vérins** pour soulever et stabiliser la plate-forme supérieure est égale à  $F = 240\,000 \text{ N}$  : /2 pts

.....

.....

.....

- b. Calculer la pression de refoulement  $P_A$  (en bar) à la sortie de la pompe hydraulique en appliquant l'équation de Bernoulli entre les points **A** et **B** : /2 pts

.....

.....

.....

- c. Calculer le débit volumique  $Q_{v1}$  (en  $m^3/s$ ) dans **un** vérin sachant que la vitesse de sortie des tiges des **deux vérins** du double compas est  $V_t = 0,0125$  m/s, puis en déduire le débit volumique  $Q_v$  à la sortie de la pompe : /2 pts

.....

.....

.....

- d. Déduire la puissance hydraulique nette  $P_h$  (en kW) de la pompe en s'assurant qu'elle est légèrement inférieure à celle donnée par le constructeur sur le (**DRES** page **15/18**). On rappelle que la pression d'aspiration à l'entrée de la pompe est  $P_{asp} = 1$  bar : /1,5 pt

.....

.....

- e. Calculer la cylindrée  $C_y$  (en  $cm^3/tr$ ) de la pompe hydraulique, en utilisant son schéma cinématique simplifié et ses caractéristiques sur le (**DRES** page **15/18**) en s'assurant qu'elle est égale à la valeur donnée par le constructeur : /1,5 pt

.....

.....

### Tâche 22 : Choix du moteur électrique à courant continu.

- a. Calculer la puissance mécanique  $P_p$  (en kW) de la pompe hydraulique. Prendre  $P_h = 3,192$  kW : /1 pt

.....

.....

- b. En déduire la puissance mécanique  $P_m$  (en kW) du moteur électrique sachant que le rendement du système de transmission est  $\eta_t = 0,96$  : /1 pt

.....

.....

- c. Calculer la fréquence de rotation  $N_p$  (en tr/min) de l'arbre de la pompe hydraulique :  
**On donne** : Débit volumique  $Q_v = 7,8 \times 10^{-5} m^3/s$  ; Cylindrée de la pompe  $C_y = 8,79 \times 10^{-6} m^3/tr$  /2 pts

.....

.....

- d. En déduire la fréquence de rotation  $N_m$  (en tr/min) de l'arbre du moteur électrique sachant que le rapport de réduction du réducteur à engrenage est  $r = 0,36$  : /1 pt

.....

.....

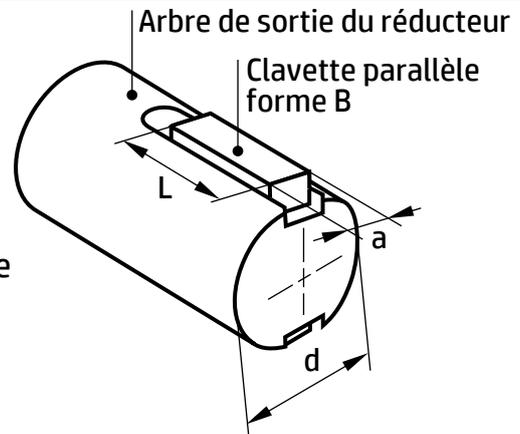
- e. Choisir le moteur électrique optimal en utilisant le tableau du choix du moteur électrique (DRES page 16/18) : /1 pt

Référence	Puissance (kW)	Fréquence de rotation (tr/mn)
.....	.....	.....

### Tâche 23 : Etude de la résistance au cisaillement.

On donne :

- Couple de l'arbre de sortie du réducteur  $C = 90 \text{ N}\cdot\text{m}$   
 Diamètre de l'arbre de sortie du réducteur  $d = 28 \text{ mm}$   
 Clavettes en acier **S128** :  $R_e = 128 \text{ N/mm}^2$  ;  $R_{eg} = 0,5 \cdot R_e$   
 Coefficient de sécurité  $s = 3$   
 Epaisseur de la clavette  $a = 8 \text{ mm}$



- a. Calculer l'effort tangentiel  $T$  (en N) transmis par chacune des deux clavettes : /1 pt

.....  
 .....

- b. Calculer la résistance pratique au glissement  $R_{pg}$  (en  $\text{N/mm}^2$ ) du matériau de la clavette : /1 pt

.....  
 .....

- c. Ecrire l'expression de la condition de résistance et en déduire la section minimale sollicitée  $S_{min}$  (en  $\text{mm}^2$ ) : /1 pt

.....  
 .....

- d. En déduire la longueur minimale  $L_{min}$  d'une clavette : /1 pt

.....  
 .....

### Situation d'évaluation 3 :

#### Tâche 31 : Analyse du dessin de définition (DRES page 17/18).

- a. Donner la désignation du matériau du plateau d'accouplement sachant que c'est un acier non allié pour traitements thermiques contenant 0,45% de carbone : /2 pts

.....

- b. Expliquer la spécification  $\text{Ø}28\text{H}7$  et citer un moyen pour la mesurer ou la contrôler : /3 pts

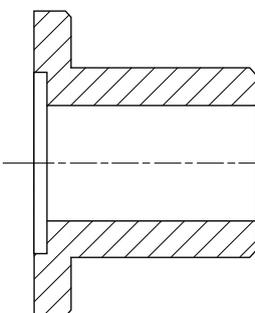
Ø : ..... 28 : .....

H : ..... 7 : .....

Moyen de mesure : ..... Moyen de contrôle : .....

c. Compléter le tableau suivant relatif à la spécification  $F2 \perp 0,02 D1$  :

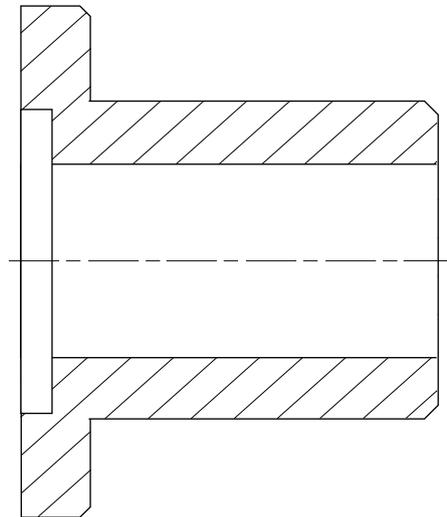
/4 pts

Nom de la tolérance	Type de tolérance	Interprétation	Croquis de la zone de tolérance
.....	.....	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	

**Tâche 32 : Etude partielle de la phase 20 et validation de la machine disponible (DRES page 17/18).**

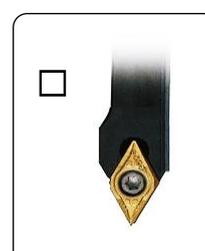
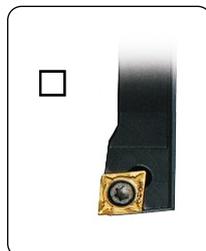
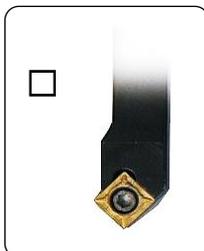
a. Mettre en place sur le croquis de la phase 20 ci-dessous relatif au plateau d'accouplement : /7,5 pts

- les surfaces usinées en trait fort.
- les symboles technologiques (2<sup>ème</sup> norme) de mise et de maintien en position isostatique.
- les cotes fabriquées non chiffrées (se limiter aux spécifications dimensionnelles).



b. Cocher l'outil utilisé :

/1 pt



c. Calculer l'effort de coupe  $F_c$  (en N) :

/2 pts

.....

d. Déterminer la puissance de coupe  $P_c$  (en kW) et en déduire la puissance fournie par le moteur de la machine  $P_{fm}$  :

/4 pts

.....

.....

e. Comparer  $P_{fm}$  avec la puissance du moteur disponible et conclure :

/1 pt

.....

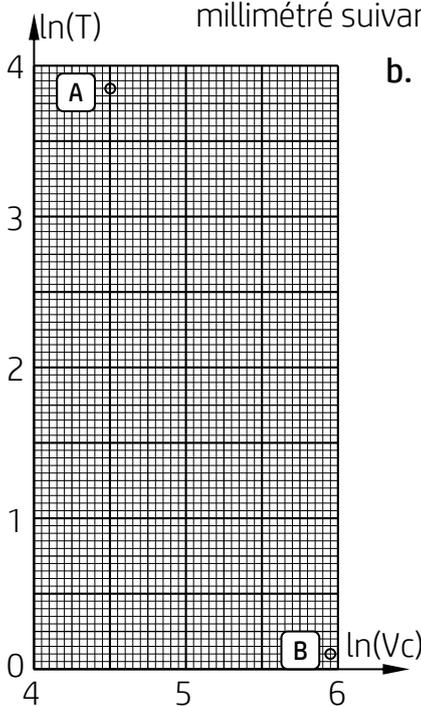
### Tâche 33 : Durée de vie de l'outil (DRES page 17/18)

Le fournisseur des plaquettes en carbures métalliques, montées sur l'outil utilisé en phase 20 d'usinage du plateau d'accouplement, a communiqué à travers le tableau suivant l'extrait des résultats enregistrés lors des essais d'usure (critère retenu :  $V_B = 0,3$  mm) :

Essai	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$
$V_C$ (m/min)	100	150	200	300
$\ln(V_C)$	4,60	5,00	5,30	5,70
$T$ (min)	36,60	12,81	6,05	2,12
$\ln(T)$	3,60	2,55	1,80	0,75

Selon ces résultats, on peut tracer une droite dite droite de Taylor d'équation  $\ln(T) = n \cdot \ln(V_C) + \ln(C_v)$ .

a. Reportez les points correspondants aux essais d'usure (tableau ci-dessus) sur le quadrillage millimétré suivant puis tracer la droite de Taylor (incluant les points A et B) : /2,5 pts



b. Utiliser les données des essais  $E_1$  et  $E_4$ , et montrer que les valeurs des paramètres de la loi de Taylor sont  $n = -2,59$  et  $C_v = 5,46 \times 10^6$  : /4 pts

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

c. Calculer la durée de vie de l'outil  $T$  correspondant à la vitesse de coupe  $V_C = 120$  min :

/1 pt

.....

.....

### Tâche 34 : Programmation CN manuelle.

- a. Compléter le tableau des coordonnées des points programmés du profil fini (points de 1 à 7) en mode absolu en se référant au dessin de définition (DRES page 17/18) et au croquis des points caractéristiques du parcours d'outil (DRES page 18/18) : /2 pts

Points	1	2	3	4	5	6	7
X (Ø)	24	24	.....	.....	46	.....	.....
Z	62	60	.....	.....	10	.....	.....

- b. Compléter, en mettant dans chaque case le mot convenable, le programme ISO relatif à la dernière passe de la phase 20 en se référant au tableau des coordonnées (ci-dessus), au croquis des points caractéristiques du parcours d'outil et au tableau des codes ISO (DRES page 18/18) : /4,5 pts

On donne :  $V_c = 120 \text{ m/min}$  ;  $N = 1500 \text{ tr/min}$  ;  $f = 0,2 \text{ mm/tr}$

N10	G90	G80	M05	M09		1 <sup>er</sup> Bloc de sécurité
N20	G00	G40	G52	X00	Z00	2 <sup>ème</sup> Bloc de sécurité
N30	.....	.....	.....			Chargement de l'outil n°3, Correcteur n°3
N40	.....	.....	.....	M41		Fréquence de rotation en tr/min, Sens trigo.
N50	.....	.....	X24	Z62		Point 1. Correction du rayon d'outil, Arrosage
N60	G96	.....				Vitesse de coupe en m/min
N70	.....	.....	.....	Z60		Point 2. Vitesse programmée 0,2 mm/tr
N80			.....			Point 3
N90			.....	.....		Point 4
N100				Z10		Point 5
N110			.....			Point 6
N120			.....	.....		Point 7
N130	G77	N10	N20			Appel des blocs de sécurité
N140	M02					Fin Programme

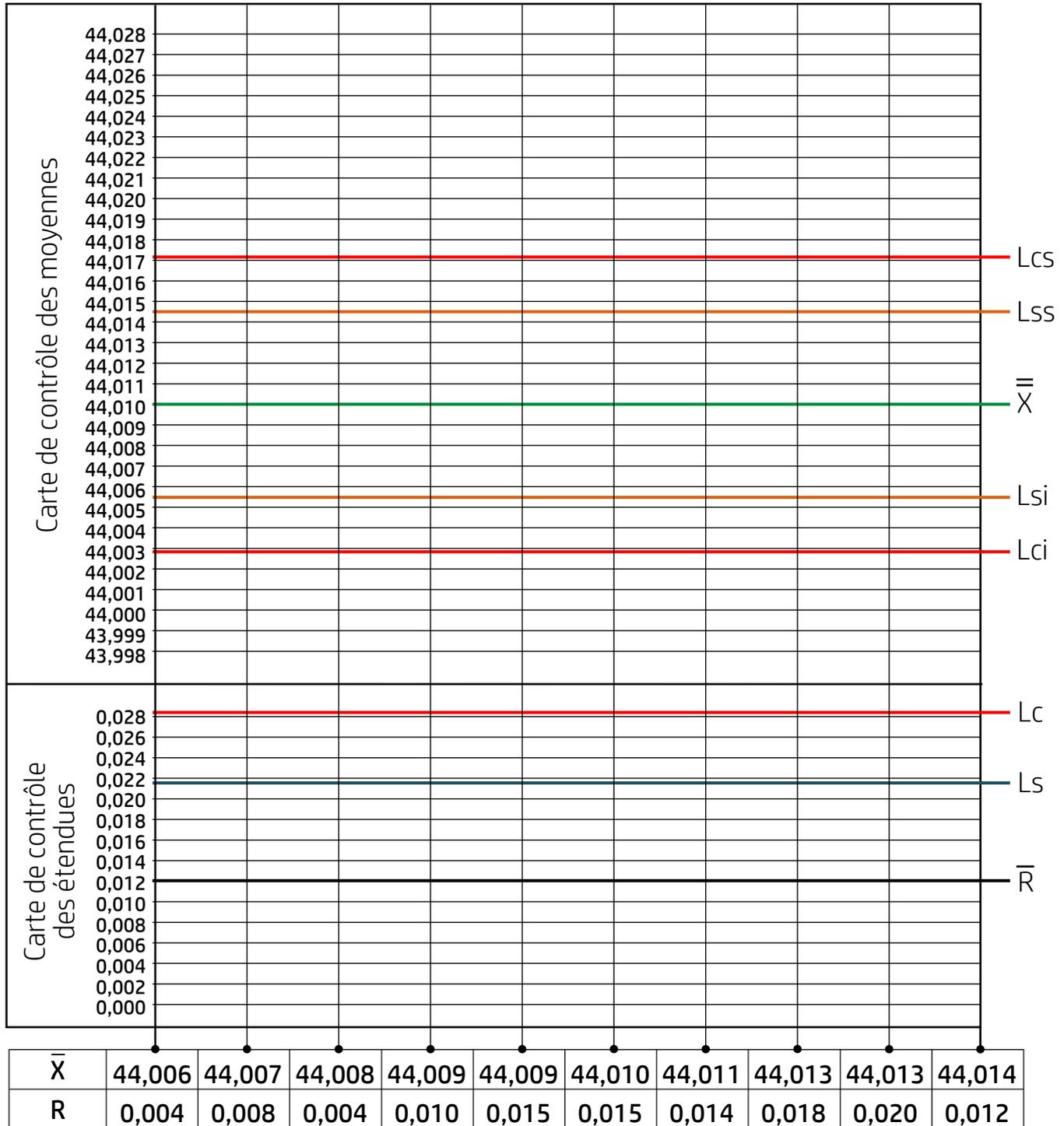
- c. Cocher les deux origines que la commande G52 X00 Z00 permet de superposer : /0,5 pt

- L'origine mesure et l'origine programme  
 L'origine mesure et l'origine porte-pièce  
 L'origine mesure et l'origine pièce  
 L'origine mesure et l'origine outil (tourelle)

**Tâche 35 : Maîtrise statistique des procédés. D'après les données du tableau ci-dessous :**

a. Calculer la moyenne des moyennes  $\bar{\bar{X}}$  (en mm) et la moyenne des étendues  $\bar{R}$  (en mm) : /0,5 pt

b. Tracer, sur les cartes de contrôle suivantes l'évolution de la moyenne et de l'étendue au cours du temps : /2 pts

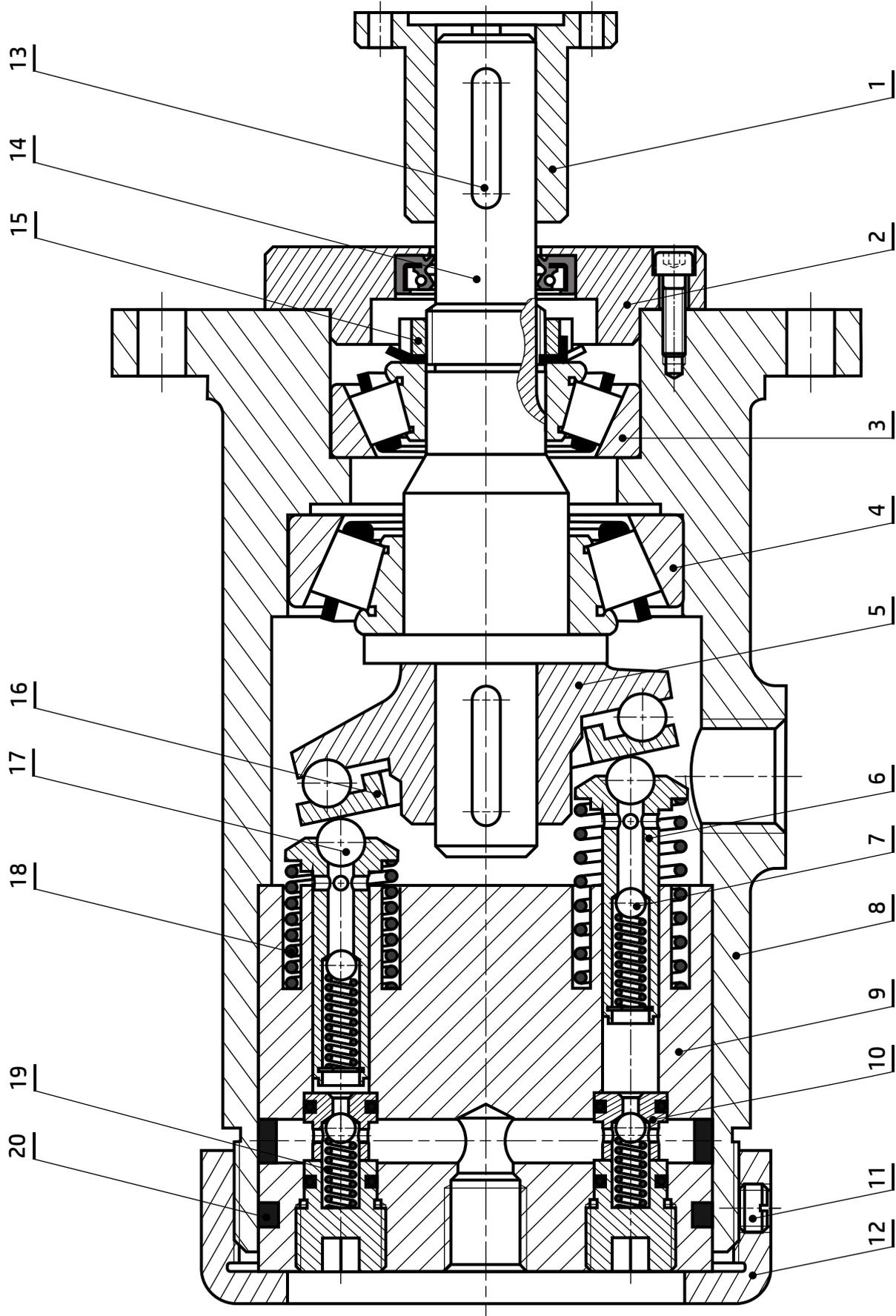


c. Conclure et indiquer la mesure à prendre en cochant les bonnes réponses. Se référer aux exemples d'analyse des cartes de contrôle (DRES page 18/18) : /1 pt

Deux observations (2)			Deux Interprétations (2)			Une mesure à prendre (1)		
<input type="checkbox"/> 01	<input type="checkbox"/> 02	<input type="checkbox"/> 03	<input type="checkbox"/> I1	<input type="checkbox"/> I2	<input type="checkbox"/> I3	<input type="checkbox"/> M1	<input type="checkbox"/> M2	<input type="checkbox"/> M3
<input type="checkbox"/> 04	<input type="checkbox"/> 05		<input type="checkbox"/> I4	<input type="checkbox"/> I5		<input type="checkbox"/> M4	<input type="checkbox"/> M5	

## VOLET 4 : DOCUMENTS RESSOURCES (DRES)

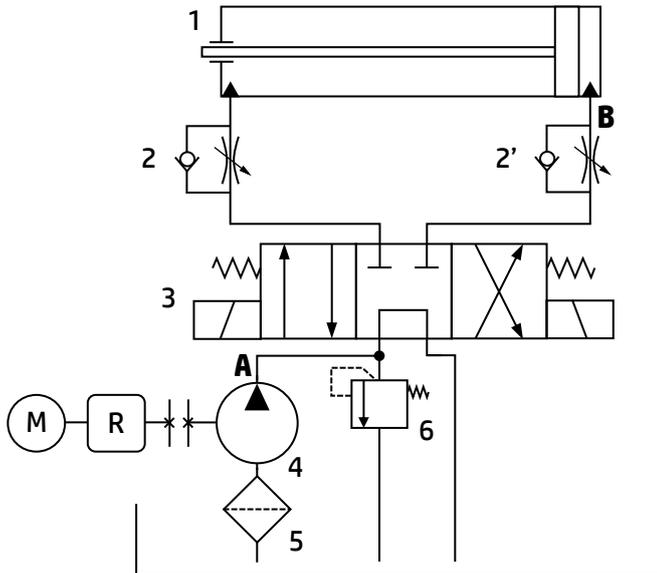
### • Dessin d'ensemble de la pompe hydraulique à pistons axiaux :



### • Nomenclature (partielle) :

16	1	Plaque intermédiaire		
15	1	Ecrou à encoches		
14	1	Arbre d'entraînement		
13	2	Clavette (côté pompe)		Forme A
12	1	Chapeau taraudé		
11	1	Vis de pression		
10	5	Clapet de refoulement		
9	1	Barillet		
8	1	Corps		
7	5	Bille de contrôle d'aspiration		
6	5	Piston		
5	1	Plateau incliné		
4	1	Roulement à rouleaux coniques avant		
3	1	Roulement à rouleaux coniques arrière		
2	1	Couvercle		
1	1	Plateau d'accouplement (côté pompe)		
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation

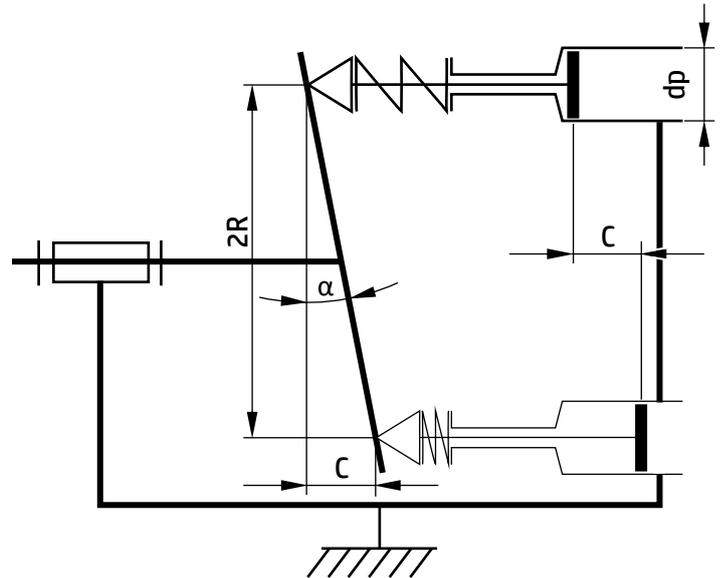
### • Schéma du circuit hydraulique du système de levage de plate-forme :



### • Caractéristiques du vérin hydraulique :

Diamètre d'alésage	$d_v = 63 \text{ mm}$
Rendement vérin	$\eta_v = 0,94$
Force développée par 2 vérins	$F = 240\,000 \text{ N}$
Vitesse de sortie de la tige	$V_t = 0,0125 \text{ m/s}$

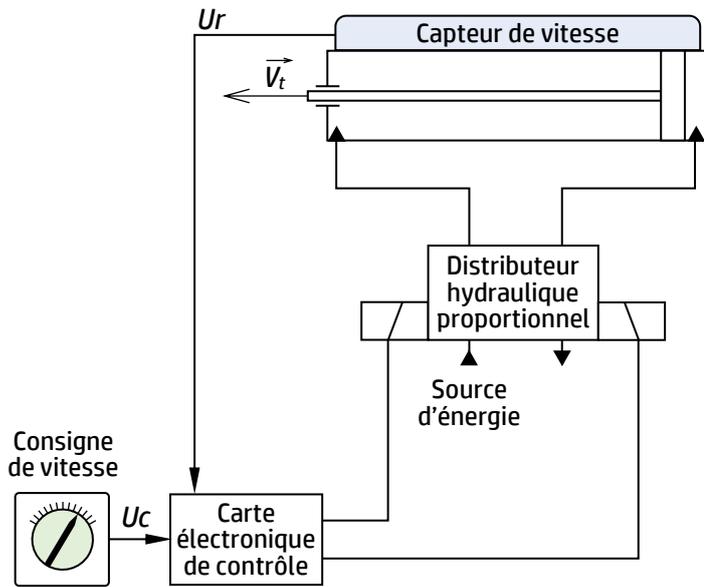
### • Schéma cinématique simplifié de la pompe hydraulique :



### • Caractéristiques de la pompe hydraulique :

Puissance hydraulique	3,5 kW
Cylindrée	8,79 cm <sup>3</sup> /tr
Rayon du barillet (9)	$R = 40 \text{ mm}$
Diamètre des pistons	$d_p = 12 \text{ mm}$
Nombre de pistons	5
Angle d'inclinaison du plateau (5)	$\alpha = 11^\circ$
Rendement pompe	$\eta_p = 0,9$

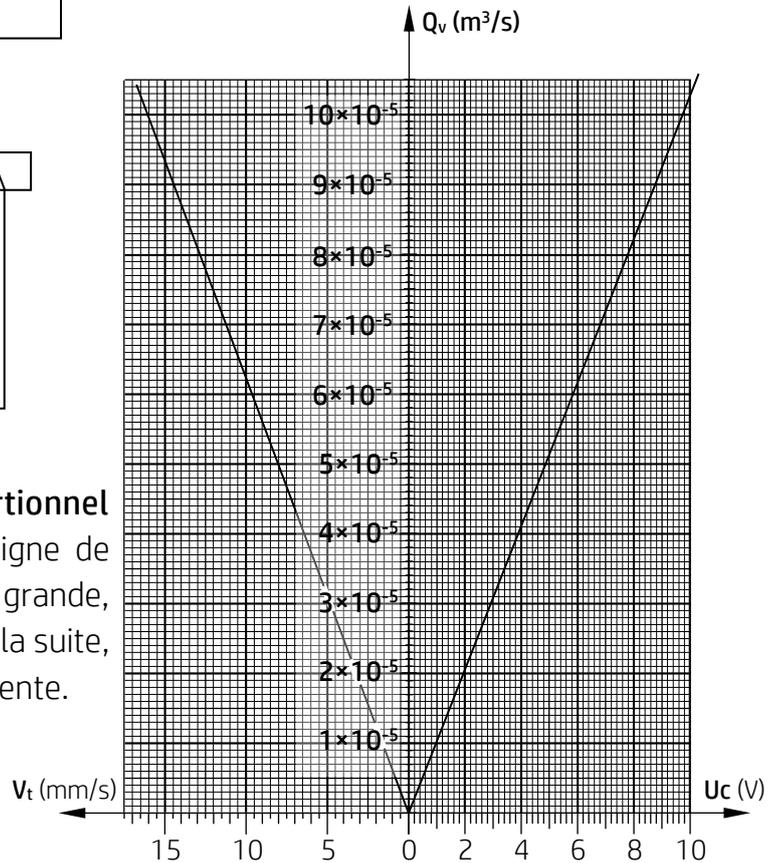
### • Schéma d'asservissement du vérin :



Le tiroir du **distributeur hydraulique proportionnel** a un déplacement proportionnel à la consigne de vitesse  $U_c$  : Plus la tension de la consigne est grande, plus le débit volumique est important, et par la suite, la vitesse de sortie des tiges des vérins augmente.

Un capteur de vitesse permet de mesurer la vitesse  $V_t$  de la tige du vérin, il génère une tension  $U_r$ , image de cette vitesse, qui sera comparée à la consigne  $U_c$  afin de réguler la position du tiroir du distributeur.

### • Courbes linéaires reliant tension de la consigne, débit volumique à la sortie du distributeur et vitesse de sortie des vérins :



Echelles :

- $U_c$  : 1 V → 5 graduations
- $Q_v$  :  $1 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$  → 10 graduations
- $V_t$  : 1 mm/s → 2 graduations

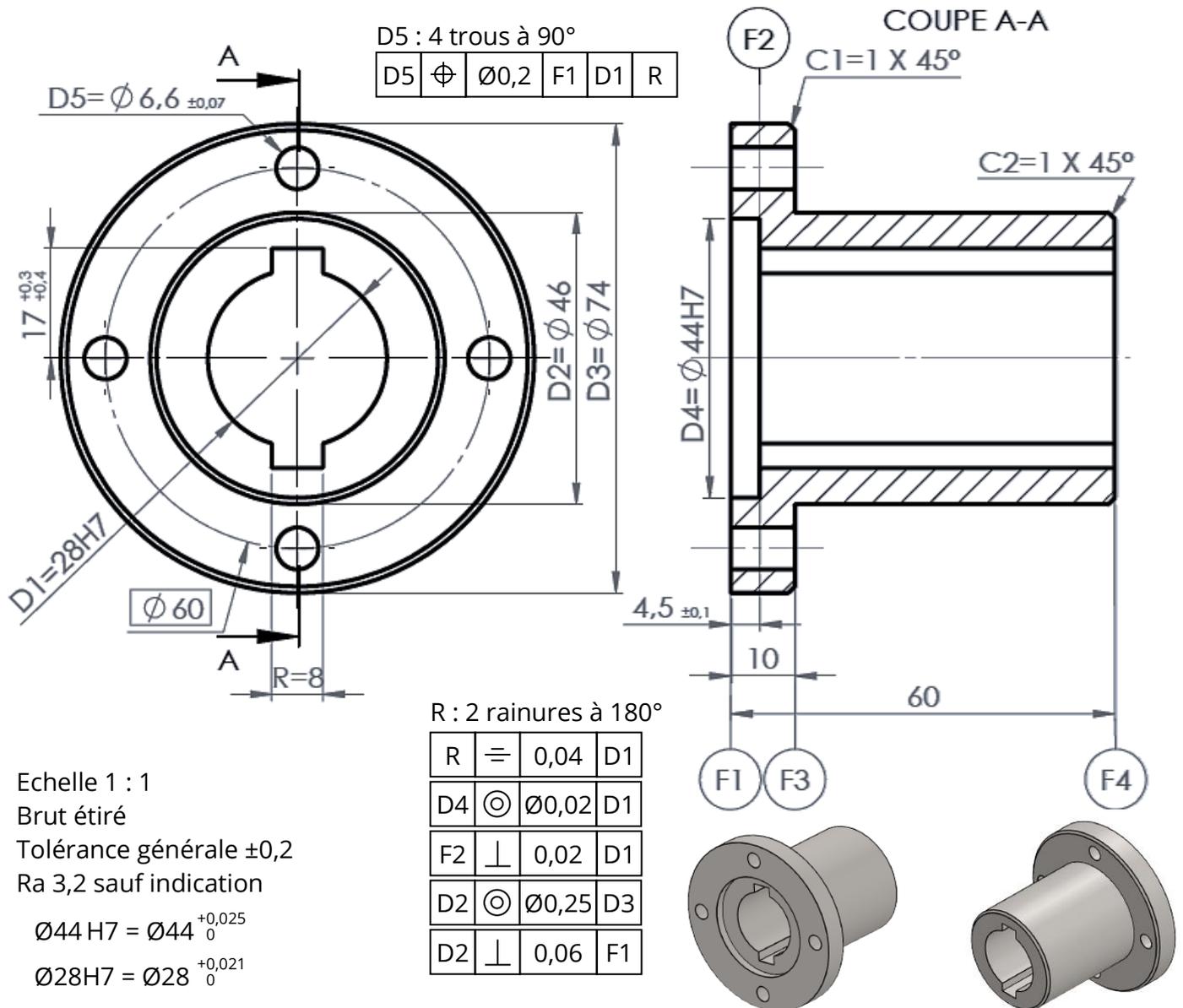
### • Hypothèses et données relatives au circuit hydraulique du système de levage de plate-forme : (Voir schéma relatif page 15/18)

- On suppose que pendant toute la phase de manœuvre, les tiges des deux vérins ont une vitesse de sortie stabilisée et constante ;
- Les points **A** et **B** sont supposés au même niveau ( $Z_A = Z_B$ ).
- Fluide incompressible de masse volumique  $\rho = 880 \text{ kg/m}^3$  et de vitesse constante dans la conduite **A-B** ( $V_A = V_B$ ) ;
- Les pertes de charges dans la conduite de refoulement **A-B** sont estimées à  $J_{A-B} = -120 \text{ J/kg}$  ;

### • Tableau du choix du moteur électrique brushless à courant continu :

Référence	BLDC-750R3	BLDC-1000R3	BLDC-2000R3	BLDC-5000R3	BLDC-10KR2
Puissance (kW)	0,75	1	2	5	10
Fréquence de rotation (tr/mn)	3000	3000	2000	1500	2000
Tension d'alimentation (V)	24V/48V	36V/48V	24V/48V/72V	48V/72V/96	48V/72V/96V

### • Dessin de définition du plateau d'accouplement :



### • Avant-projet d'étude de fabrication :

Série de fabrication : lots de 200 pièces par mois pendant 3 mois

Phase	Désignation	Surfaces usinées	Mise en position isostatique	Machine-outil
00	Contrôle de brut	Etiré ∅75		
10	Tournage	D3, F1, D4, F2, D1		Tour CNC
20	Tournage	F4, C2, D2, F3, C1	3N/F1 ; 2N/D3	Tour CNC
30	Brochage	2 rainures R à 180°	3N/F2 ; 2N/D4	Brocheuse
40	Perçage	4 trous D5 à 90°	3N/F1 ; 2N/D1 ; 1N/R	Perceuse sensitive
50	Contrôle final			

### • Données relatives à la fabrication :

#### Conditions de coupe relatives à la phase 20

Vitesse de coupe	<b>Vc</b> = 120 m/min
Profondeur de passe	<b>a</b> = 2 mm
Avance par tour	<b>f</b> = 0,2 mm/tr
Pression spécifique	<b>Kc</b> = 198 daN/mm <sup>2</sup>

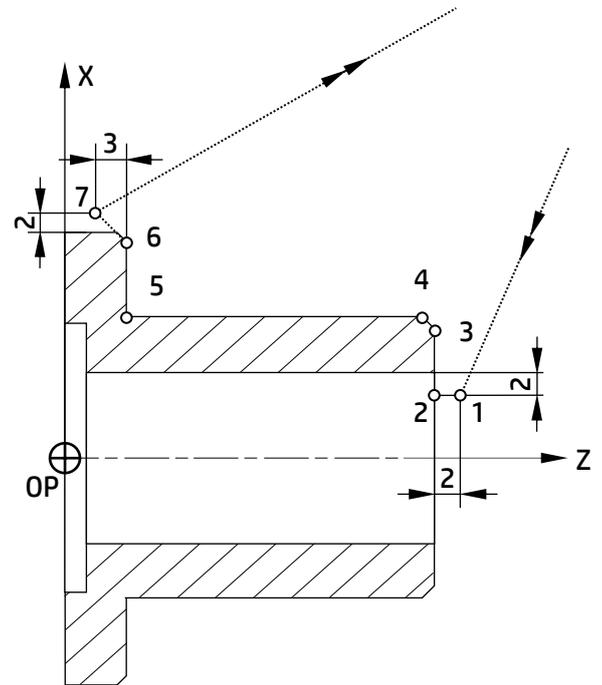
#### Caractéristiques de la machine disponible

Puissance du moteur disponible	<b>P<sub>m</sub></b> = 3,5 KW
Rendement de la machine	<b>η</b> = 0,7

### • Tableau des codes ISO :

<b>Fonctions préparatoires</b>	<p>G00 : Interpolation linéaire en avance rapide            G01 : Interpolation linéaire en avance programmée            G02 : Interpolation circulaire sens horaire            G03 : Interpolation circulaire sens trigonométrique            G04 : Temporisation            G40 : Annulation de la correction d'outil            G41 : correction du rayon d'outil à gauche du profil            G42 : correction du rayon d'outil à droite            G52 : Programmation absolue (origine mesure)            G77 : Appel inconditionnel de blocs            G92 : Limitation de la vitesse de broche            G95 : Vitesse d'avance en mm/tr            G96 : Vitesse de coupe avec S en m/min            G97 : Vitesse de rotation broche en tr/min</p>
<b>Fonctions auxiliaires</b>	<p>M02 : Fin du programme            M03 : Rotation de broche sens horaire            M04 : Rotation de broche sens trigonométrique            M05 : Arrêt broche            M06 : Changement d'outil            M08 : Arrosage N° 1            M09 : Arrêt d'arrosage            M42 : Gamme de vitesse de broche</p>

### • Croquis des points caractéristiques du parcours d'outil :



### • Exemples d'analyse des courbes des moyennes et des étendues :

#### Variation des moyennes

Résultat du contrôle	Observations	Interprétations	Mesures à prendre
<p>Zone de surveillance</p> <p>Zone de surveillance</p>	<b>01</b> Pas de grande variation de la moyenne	<b>I1</b> Le processus est bien réglé	<b>M1</b> Pas de corrections à envisager
<p>Zone de surveillance</p> <p>Zone de surveillance</p>	<b>02</b> Une série de points consécutifs en augmentation	<b>I2</b> Risque de production mauvaise	<b>M2</b> 1. Rechercher la cause (sans doute spéciale) 2. Régler le processus
<p>Zone de surveillance</p> <p>Zone de surveillance</p>	<b>03</b> La dernière moyenne sort de la limite d'acceptation	<b>I3</b> Le processus dérive	<b>M3</b> 3. Voir le journal de bord pour trouver la cause commune afin de la corriger durablement 4. Régler le processus

#### Variation des étendues

Résultat du contrôle	Observations	Interprétations	Mesures à prendre
<p>Zone de surveillance</p> <p>Zone de surveillance</p>	<b>04</b> Pas de grande variation de l'étendue	<b>I4</b> Processus stable	<b>M4</b> Pas de corrections à envisager
<p>Zone de surveillance</p> <p>Zone de surveillance</p>	<b>05</b> L'étendue d'un échantillon sort de la limite d'acceptation	<b>I5</b> Le processus n'est pas capable (il produit des pièces mauvaises)	<b>M5</b> 5. Arrêt immédiat du processus 6. Consulter journal de bord et rechercher la cause

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
الدورة العادية 2023

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX-XXXX

مخاض الإجابة

NR 45

4h

مدة الإنجاز

علوم المهندس

المادة

8

المعامل

شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية

الشعبة أو المملك

# ELEMENTS DE REponses

**LE CORRECTEUR EST TENU DE PRENDRE EN CONSIDERATION LES EXPRESSIONS CORRECTES ET LES INCERTITUDES DE CALCUL DU CANDIDAT**

**GRILLE DE NOTATION :**

**TOTAL :** ..... /80 POINTS

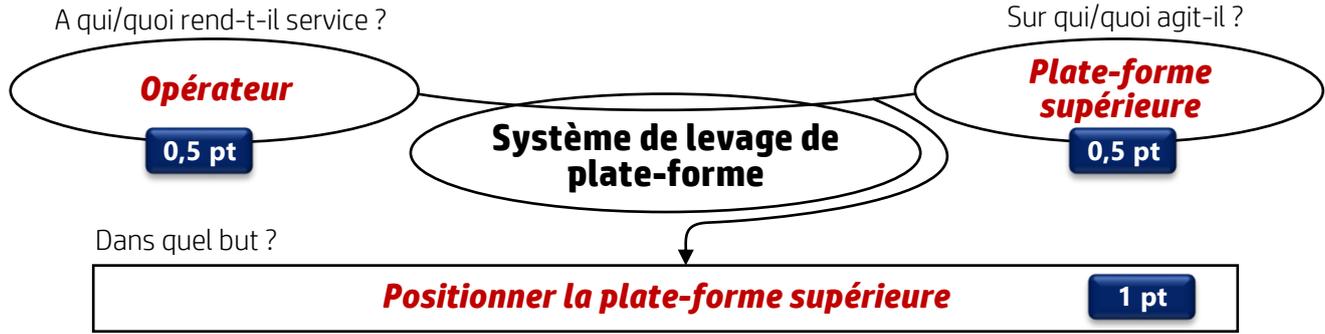
Situation d'évaluation 1			Situation d'évaluation 2			Situation d'évaluation 3		
Tâche	Question	Note	Tâche	Question	Note	Tâche	Question	Note
11	a	2 pts	21	a	2 pts	31	a	2 pts
	b	3,25 pts		b	2 pts		b	3 pts
	c	1 pt		c	2 pts		c	4 pts
	d1	2 pts		d	1,5 pt	32	a	7,5 pts
	d2	1 pt		e	1,5 pt		b	1 pt
d3	0,5 pt	22	a	1 pt	c		2 pts	
12	a		1 pt	b	1 pt	d	4 pts	
	b		1 pt	c	2 pts	e	1 pt	
	c		0,75 pt	d	1 pt	33	a	2,5 pt
13	a	4 pts	e	1 pt	b		4 pts	
	b	1 pt	23	a	1 pt		c	1 pt
	c	1 pt		b	1 pt	34	a	2 pts
Total : 18,5 pts		c		1 pt	b		4,5 pts	
		d		1 pt	c		0,5 pt	
		Total : 19 pts		35	a	0,5 pt		
					b	2 pts		
					c	1 pt		
				Total : 42,5 pts				

## DOCUMENTS REPONSES (DREP)

### Situation d'évaluation n°1 :

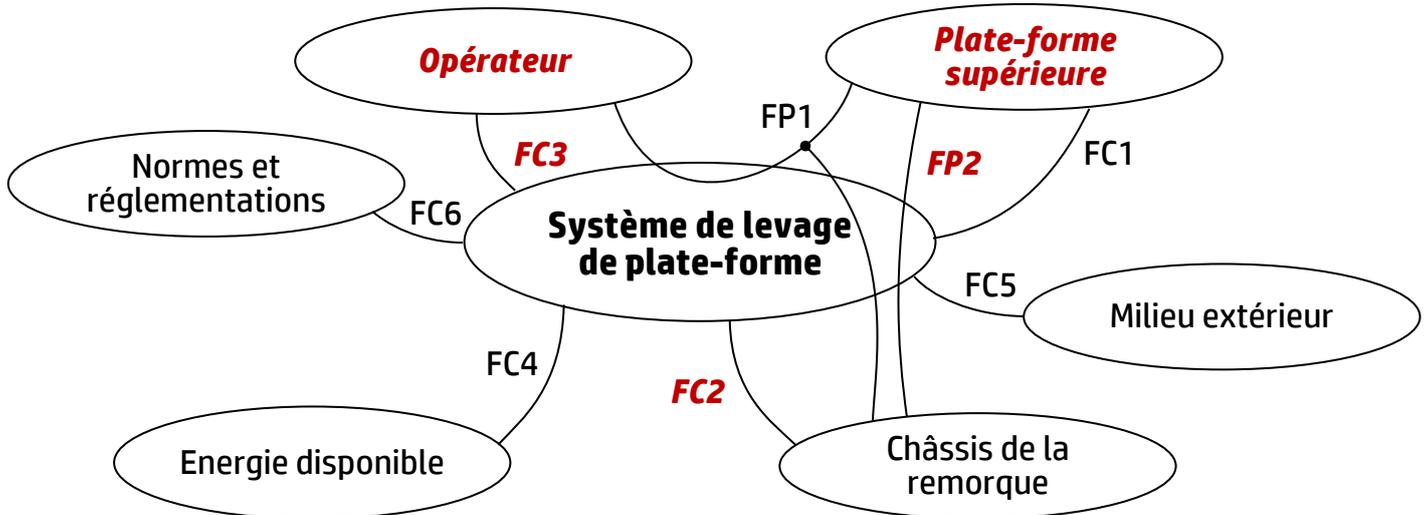
#### Tâche 11 : Analyse fonctionnelle et technique du système de levage de plate-forme.

- a. En se référant à la présentation du support et au principe de fonctionnement du système de levage de plate-forme (pages 2/18 et 3/18), compléter le diagramme « bête à cornes » suivant décrivant la fonction globale du système étudié : /2 pts



- b. Compléter le diagramme des interactions (pieuvre) suivant et le tableau ci-dessous par les éléments du milieu extérieur et les fonctions contraintes convenables : 5×0,25 pt /3,25 pts

– Diagramme des interactions :

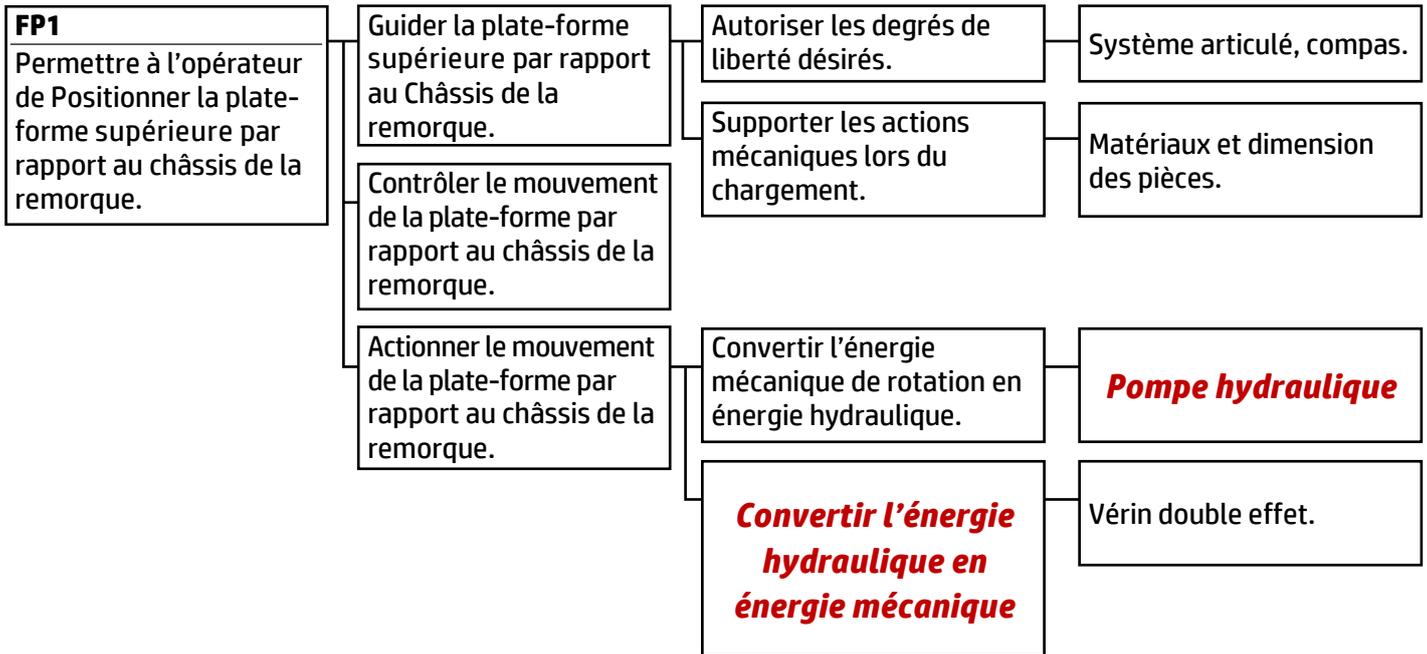


– Tableau des fonctions principales et contraintes :

4×0,5 pt

FP1	Permettre à l'opérateur de positionner la plate-forme supérieure par rapport au châssis de la remorque.
FP2	Maintenir en position bloquée la plate-forme par rapport au châssis de la remorque pendant le déplacement routier.
FC1	<b>S'adapter à la plate-forme supérieure</b>
FC2	S'adapter au châssis de la remorque.
FC3	Être ergonomique et d'utilisation simple et facile par l'opérateur.
FC4	<b>S'adapter aux sources d'énergies disponibles</b>
FC5	<b>Résister aux agressions du milieu extérieur</b>
FC6	<b>Respecter les normes et les réglementations</b>

c. Compléter le diagramme FAST relatif à la fonction principale FP1 : **2×0,5 pt** /1 pt



d. En se référant au schéma du circuit hydraulique du système étudié (DRES page 15/18) :

d1. Compléter le tableau ci-dessous : **4×0,5 pt** /2 pts

Repère	Nom de l'élément	Fonction de l'élément
2 et 2'	Régulateur de débit	<b>Régler le débit et la vitesse du fluide dans la conduite</b>
3	Distributeur 4/3	<b>Distribuer l'énergie hydraulique au vérin</b>
5	Filtre	<b>Filtrer l'huile des impuretés</b>
6	<b>Limiteur de pression</b>	Protéger le circuit hydraulique des surpressions de l'huile.

d2. Expliciter la désignation du distributeur 4/3 (repère 3) : /1 pt

**Distributeur 4 orifices et 3 positions, monostable à commande électromagnétique (et rappel par ressort)**

d3. Sur lequel des deux régulateurs de débit faut-il agir pour régler la vitesse de sortie du vérin ? /0,5 pt

**Régulateur de débit n° 2**.....

**Tâche 12 : Asservissement (Utiliser les courbes du DRES page 16/18).**

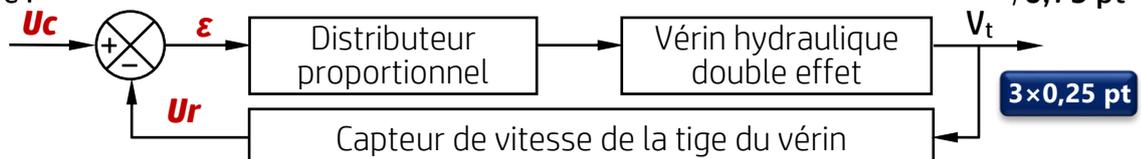
a. Relever le débit volumique maximal  $Q_{v_{max}}$  (en  $m^3/s$ ) à la sortie du distributeur hydraulique proportionnel sachant que la tension maximale de consigne générée par la carte est de 10 V : /1 pt

**$Q_{v_{max}} \approx 10,25 \times 10^{-5} m^3/s$**

b. Relever le débit volumique  $Q_v$  (en  $m^3/s$ ) à la sortie du distributeur proportionnel et la tension de consigne  $U_c$  (en V) correspondant à la vitesse de sortie des tiges des vérins  $V_t = 12,5 mm/s$  : /1 pt

**$Q_v \approx 7,8 \times 10^{-5} m^3/s$ .....  $U_c \approx 7,6 V$ ..... **2×0,5 pt****

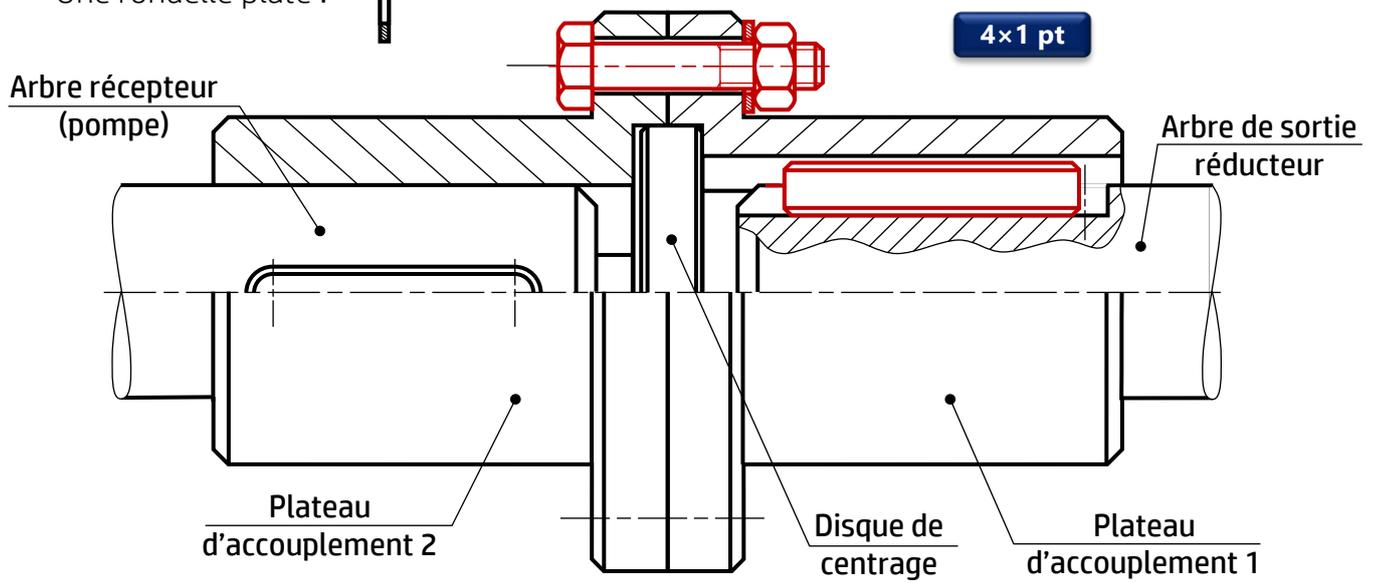
c. Placer sur le schéma bloc suivant la tension de la consigne  $U_c$ , l'image de la vitesse de la tige du vérin  $U_r$  et l'écart  $\varepsilon$  : /0,75 pt



**Tâche 13 : Travail graphique.**

a. Compléter la demi-vue en coupe du dessin ci-dessous par les éléments suivants : /4 pts

- Une clavette parallèle de forme B :
- Un boulon H d'assemblage des plateaux d'accouplement :
- Une rondelle plate :



b. Quel est le rôle du disque de centrage ? /1 pt

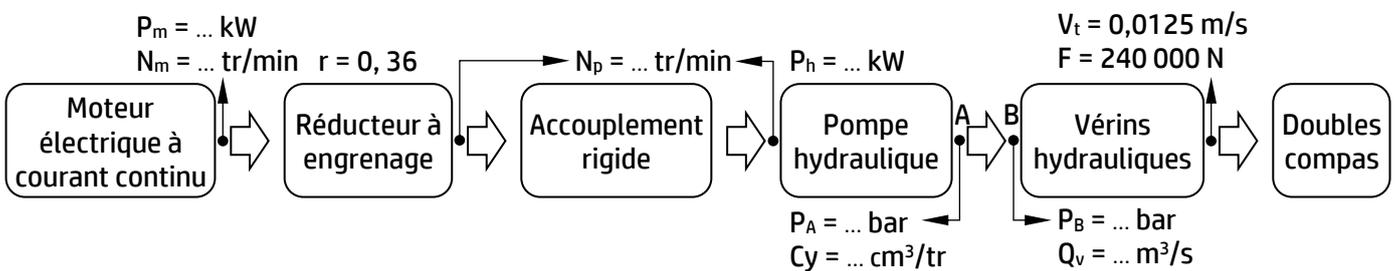
**Aligner l'axe de l'arbre de sortie réducteur avec celui de l'arbre récepteur (pompe).**.....

c. Cocher l'ajustement convenable entre le disque de centrage et les plateaux d'accouplement : /1 pt

- H7g6 : Ajustement avec jeu**
- H7m6 : Ajustement serré monté au maillet
- H7p6 : Ajustement serré monté à la presse

**Situation d'évaluation 2 :**

Rappelons la nouvelle modélisation de la chaîne énergétique du système de levage :



**Tâche 21 : Vérification de quelques caractéristiques de la pompe hydraulique.**

Se référer aux (DRES pages 15/18 et 16/18).

a. Montrer que la pression  $P_B$  dans un vérin hydraulique est de **409,526 bar**, sachant que la force développée par l'ensemble des **deux vérins** pour soulever et stabiliser la plate-forme supérieure est égale à  $F = 240\,000\text{ N}$  : /2 pts

$$P_B = \frac{F}{2 \cdot S_V \cdot \eta_V} = \frac{F}{2 \frac{\pi \cdot d_V^2}{4} \cdot \eta_V} = \frac{24 \times 10^4}{\frac{2\pi \times 63^2 \times 10^{-6}}{4} \times 0,94} \times 10^{-5} \Rightarrow P_B = 409,526 \text{ bar}$$

- b. Calculer la pression de refoulement  $P_A$  (en bar) à la sortie de la pompe hydraulique en appliquant l'équation de Bernoulli entre les points A et B. /2 pts

$$\frac{1}{2}(\cancel{V_B^2} - \cancel{V_A^2}) + \frac{1}{\rho}(P_B - P_A) + g(\cancel{Z_B} - \cancel{Z_A}) = J_{A-B} \Rightarrow \frac{1}{\rho}(P_B - P_A) = J_{A-B}$$

$$P_A = P_B - \rho \cdot J_{A-B} = 409,526 - 880 \times (-120) \times 10^{-5} \Rightarrow P_A = 410,582 \text{ bar}$$

- c. Calculer le débit volumique  $Q_{v1}$  (en  $m^3/s$ ) dans un vérin sachant que la vitesse de sortie des tiges des deux vérins du double compas est  $V_t = 0,0125$  m/s, puis en déduire le débit volumique  $Q_v$  à la sortie de la pompe : /2 pts

$$Q_{v1} = S_{v1} \cdot V_t = \frac{\pi \cdot d_v^2}{4} V_t = \frac{\pi \cdot 63^2}{4} \times 0,0125 \Rightarrow Q_{v1} = 3,896 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/s$$

2×1 pt

$$Q_v = 2 \cdot Q_{v1} \Rightarrow Q_v = 2 \times 3,896 \cdot 10^{-5} = 7,792 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/s$$

- d. Déduire la puissance hydraulique nette  $P_h$  (en kW) de la pompe en s'assurant qu'elle est légèrement inférieure à celle donnée par le constructeur sur le (DRES page 15/18). On rappelle que la pression d'aspiration à l'entrée de la pompe est  $P_{asp} = 1$  bar : /1,5 pt

$$P_h = Q_v \cdot \Delta P = Q_v \cdot (P_A - P_{asp}) \Rightarrow P_h = 7,792 \times 10^{-5} \times (410,582 - 1) \times 10^5$$

$$P_h = 3,192 \text{ kW}$$

- e. Calculer la cylindrée  $Cy$  (en  $cm^3/tr$ ) de la pompe hydraulique, en utilisant son schéma cinématique simplifié et ses caractéristiques sur le (DRES page 15/18) en s'assurant qu'elle est égale à la valeur donnée par le constructeur : /1,5 pt

$$Cy = 5 \cdot C \cdot S_p = 5 \cdot 2 \cdot R \cdot tg(\alpha) \cdot \frac{\pi \cdot d_p^2}{4} \Rightarrow Cy = 5 \cdot 2 \cdot 40 \cdot tg(11^\circ) \cdot \frac{\pi \cdot 12^2}{4}$$

$$Cy = 8,793 \text{ cm}^3/tr$$

### Tâche 22 : Choix du moteur électrique à courant continu.

- a. Calculer la puissance mécanique  $P_p$  (en kW) de la pompe hydraulique. Prendre  $P_h = 3,192$  kW : /1 pt

$$\eta_p = \frac{P_h}{P_p} \Rightarrow P_p = \frac{P_h}{\eta_p} \Rightarrow P_p = \frac{3,192}{0,9} \Rightarrow P_p = 3,546 \text{ kW}$$

- b. En déduire la puissance mécanique  $P_m$  (en kW) du moteur électrique sachant que le rendement du système de transmission est  $\eta_t = 0,96$  : /1 pt

$$\eta_t = \frac{P_p}{P_m} \Rightarrow P_m = \frac{P_p}{\eta_t} \Rightarrow P_m = \frac{3,546}{0,96} \Rightarrow P_m = 3,694 \text{ kW}$$

- c. Calculer la fréquence de rotation  $N_p$  (en tr/min) de l'arbre de la pompe hydraulique.

On donne : Débit volumique  $Q_v = 7,8 \times 10^{-5} \text{ m}^3/s$  ; Cylindrée de la pompe  $Cy = 8,79 \times 10^{-6} \text{ m}^3/tr$  /2 pts

$$Q_v = \frac{Cy \cdot N_p}{60} \Rightarrow N_p = \frac{60 \cdot Q_v}{Cy} = \frac{60 \cdot 7,8 \times 10^{-5}}{8,793 \times 10^{-6}} \Rightarrow N_p = 532,208 \text{ tr/min}$$

- d. En déduire la fréquence de rotation  $N_m$  (en tr/min) de l'arbre du moteur électrique sachant que le rapport de réduction du réducteur à engrenage est  $r = 0,36$  : /1 pt

$$N_m = \frac{N_p}{r} \Rightarrow N_m = \frac{532,208}{0,36} = 1478,355 \text{ tr/min}$$

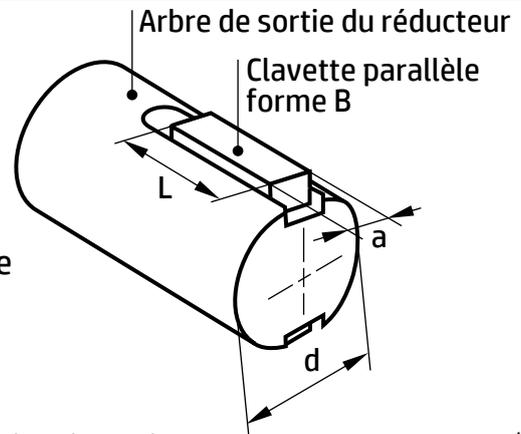
- e. Choisir le moteur électrique optimal en utilisant le tableau du choix du moteur électrique (DRES page 16/18) : /1 pt

Référence	Puissance (kW)	Fréquence de rotation (tr/mn)
<b>BLDC-5000R3</b> 0,5 pt	<b>5 kW</b> 0,25 pt	<b>1500 tr/min</b> 0,25 pt

### Tâche 23 : Etude de la résistance au cisaillement.

On donne :

- Couple de l'arbre de sortie du réducteur  $C = 90 \text{ N}\cdot\text{m}$   
 Diamètre de l'arbre de sortie du réducteur  $d = 28 \text{ mm}$   
 Clavettes en acier **S128** :  $Re = 128 \text{ N/mm}^2$  ;  $Reg = 0,5 \cdot Re$   
 Coefficient de sécurité  $s = 3$   
 Epaisseur de la clavette  $a = 8 \text{ mm}$



- a. Calculer l'effort tangentiel  $T$  (en N) transmis par chacune des deux clavettes : /1 pt

$$C = T \cdot \frac{d}{2} + T \cdot \frac{d}{2} = T \cdot d \Rightarrow T = \frac{C}{d} \Rightarrow T = \frac{90}{28 \times 10^{-3}} = 3214,286 \text{ N}$$

- b. Calculer la résistance pratique au glissement  $Rpg$  (en  $\text{N/mm}^2$ ) du matériau de la clavette : /1 pt

$$Rpg = \frac{Reg}{s} \Rightarrow Rpg = \frac{0,5 \cdot Re}{s} = \frac{0,5 \times 128}{3} = 21,333 \text{ N/mm}^2$$

- c. Ecrire l'expression de la condition de résistance et en déduire la section minimale sollicitée  $S_{min}$  (en  $\text{mm}^2$ ) : /1 pt

$$\tau_{max} \leq Rpg \Rightarrow \frac{T}{S} \leq Rpg \Rightarrow S \geq \frac{T}{Rpg} \Rightarrow S_{min} = \frac{3214,286}{21,333} = 150,669 \text{ mm}^2$$

- d. En déduire la longueur minimale  $L_{min}$  de la clavette : /1 pt

$$S_{min} = a \times L_{min} \Rightarrow L_{min} = \frac{S_{min}}{a} = \frac{150,669}{8} = 18,834 \text{ mm}$$

### Situation d'évaluation 3 :

Tâche 31 : Analyse du dessin de définition (DRES page 17/18).

- a. Donner la désignation du matériau du plateau d'accouplement sachant que c'est un acier non allié pour traitements thermiques contenant 0,45% de carbone : /2 pts

**C45**

- b. Expliquer la spécification  $\varnothing 28H7$  et citer un moyen pour la mesurer ou la contrôler : /3 pts

$\varnothing$  : **Symbole du diamètre** ..... 28 : **Dimension nominale** ..... 6×0,5 pt

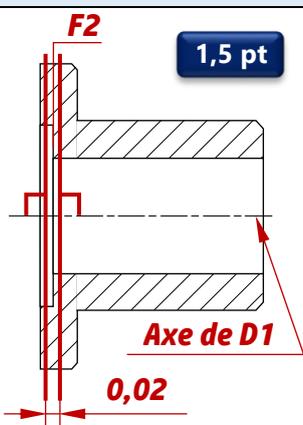
H : **Position de la tolérance** ..... 7 : **Qualité de la tolérance** .....

Moyen de mesure : **Alésomètre**, ..... Moyen de contrôle : **Tampon lisse**, .....

**Micromètre d'intérieur**

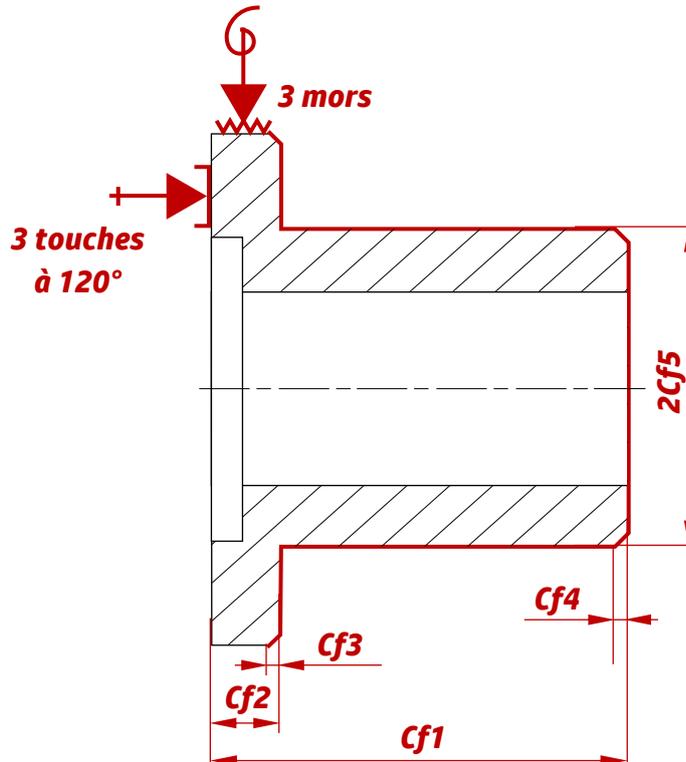
**Jauge plate**

c. Compléter le tableau suivant relatif à la spécification  $F2 \perp 0,02 D1$  : /4 pts

Nom de la tolérance	Type de tolérance	Interprétation	Croquis de la zone de tolérance
<b>Perpendicularité</b>  <div style="background-color: #003366; color: white; padding: 2px; border-radius: 5px; display: inline-block;">0,5 pt</div>	<b>Orientation</b> .....  <div style="background-color: #003366; color: white; padding: 2px; border-radius: 5px; display: inline-block;">0,5 pt</div>	<b>La surface tolérancée F2 doit être comprise entre 2 plans parallèles distants de 0,02 mm et perpendiculaires à l'axe de référence D1.</b>  <div style="background-color: #003366; color: white; padding: 2px; border-radius: 5px; display: inline-block;">1,5 pt</div>	 <div style="background-color: #003366; color: white; padding: 2px; border-radius: 5px; display: inline-block; margin-top: 10px;">1,5 pt</div>

**Tâche 32 : Etude partielle de la phase 20 et validation de la machine disponible (DRES page 17/18).**

- a. Mettre en place sur le croquis de la phase 20 ci-dessous relatif au plateau d'accouplement : /7,5 pts
- les surfaces usinées en trait fort. 1 pt
  - les symboles technologiques (2<sup>ème</sup> norme) de mise et de maintien en position isostatique. 2x2 pts
  - les cotes fabriquées non chiffrées (se limiter aux spécifications dimensionnelles). 5x0,5 pt



b. Cocher l'outil utilisé : /1 pt



c. Calculer l'effort de coupe  $F_c$  (en N) : /2 pts

$$F_c = K_c \cdot a \cdot f = 1980 \times 2 \times 0,2 = 792 \text{ N}$$

d. Déterminer la puissance de coupe  $P_c$  (en kW) et en déduire la puissance fournie par le moteur de la machine  $P_{fm}$ : /4 pts

$$P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60} = \frac{792 \cdot 120}{60} = 1584 \text{ W} = 1,584 \text{ kW} \quad \text{2 pts}$$

$$\eta = \frac{P_c}{P_{fm}} \Rightarrow P_{fm} = \frac{P_c}{\eta} = \frac{1,584}{0,7} = 2,263 \text{ kW} \quad \text{2 pts}$$

e. Comparer  $P_{fm}$  avec la puissance du moteur disponible et conclure : /1 pt

$$P_{fm} < P_m \text{ donc la machine disponible est valide.}$$

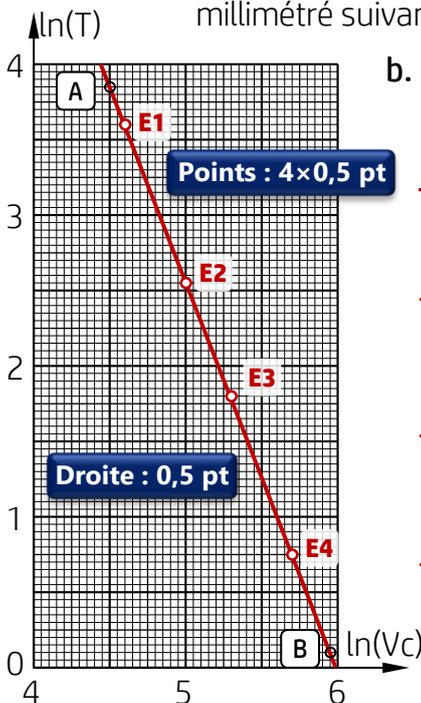
**Tâche 33 : Durée de vie de l'outil (DRES page 17/18)**

Le fournisseur des plaquettes en carbures métalliques, montées sur l'outil utilisé en phase 20 d'usinage du plateau d'accouplement, a communiqué à travers le tableau suivant l'extrait des résultats enregistrés lors des essais d'usure (critère retenu :  $V_B = 0,3 \text{ mm}$ ) :

Essai	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>
Vc (m/min)	100	150	200	300
ln(Vc)	4,60	5,00	5,30	5,70
T (min)	36,60	12,81	6,05	2,12
ln(T)	3,60	2,55	1,80	0,75

Selon ces résultats, on peut tracer une droite dite droite de Taylor d'équation  $\ln(T) = n \cdot \ln(Vc) + \ln(Cv)$ .

a. Reportez les points correspondants aux essais d'usure (tableau ci-dessus) sur le quadrillage millimétré suivant puis tracer la droite de Taylor (incluant les points A et B) : /2,5 pts



b. Utiliser les données des essais E<sub>1</sub> et E<sub>4</sub>, et montrer que les valeurs des paramètres de la loi de Taylor sont  $n = -2,59$  et  $Cv = 5,46 \times 10^6$  : /4 pts

$$\begin{cases} 3,60 = 4,6 \cdot n + \ln(Cv) \\ 0,75 = 5,7 \cdot n + \ln(Cv) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3,60 - 0,75 = (4,6 - 5,7) \cdot n \\ 0,75 = 5,7 \cdot n + \ln(Cv) \end{cases} \quad \text{Démarche : 2 pts}$$

$$\begin{cases} 2,85 = -1,1 \cdot n \\ n = -\frac{2,85}{1,1} = -2,59 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0,75 = 5,7 \cdot (-2,59) + \ln(Cv) \\ n = -2,59 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \ln(Cv) = 0,75 + 14,763 = 15,513 \\ n = -2,59 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \ln(Cv) = 0,75 + 14,763 = 15,513 \\ Cv = 5,46 \times 10^6 \end{cases}$$

$$\begin{cases} n = -2,59 \\ Cv = 5,46 \times 10^6 \end{cases} \quad \text{1 pt}$$

$$\begin{cases} n = -2,59 \\ Cv = 5,46 \times 10^6 \end{cases} \quad \text{1 pt}$$

c. Calculer la durée de vie de l'outil T correspondant à la vitesse de coupe  $V_c = 120 \text{ min}$ . /1 pt

$$T = Cv \cdot V_c^n = 5,46 \times 10^6 \times 120^{-2,59} = 22,49 \text{ min}$$

### Tâche 34 : Programmation CN manuelle.

- a. Compléter le tableau des coordonnées des points programmés du profil fini (points de 1 à 7) en mode absolu en se référant au dessin de définition (**DRES** page 17/10) et au croquis des points caractéristiques du parcours d'outil (**DRES** page 18/10) : /2 pts

Points	1	2	3	4	5	6	7
X (Ø)	24	24	44	46	46	72	78
Z	62	60	60	59	10	10	7

- b. Compléter, en mettant dans chaque case le mot convenable, le programme ISO relatif à la dernière passe de la phase 20 en se référant au tableau des coordonnées (ci-dessus), au croquis des points caractéristiques du parcours d'outil et au tableau des codes ISO (**DRES** page 18/18) : /4,5 pts

On donne :  $V_c = 120 \text{ m/min}$  ;  $N = 1500 \text{ tr/min}$  ;  $f = 0,2 \text{ mm/tr}$

N10	G90	G80	M05	M09		1 <sup>er</sup> Bloc de sécurité
N20	G00	G40	G52	X00	Z00	2 <sup>ème</sup> Bloc de sécurité
N30	M06	T03	D03			Chargement de l'outil n°3, Correcteur n°3
N40	G97	S1500	M04	M41		Fréquence de rotation en tr/min, Sens trigo.
N50	G42	M08	X24	Z62		Point 1. Correction du rayon d'outil, Arrosage
N60	G96	S120				Vitesse de coupe en m/min
N70	G01	G95	F0.2	Z60		Point 2. Vitesse programmée 0,2 mm/tr
N80		X44				Point 3
N90		X46	Z59			Point 4
N100			Z10			Point 5
N110		X72				Point 6
N120		X78	Z7			Point 7
N130	G77	N10	N20			Appel des blocs de sécurité
N140	M02					Fin Programme

- c. Cocher les deux origines que la commande G52 X00 Z00 permet de superposer : /0,5 pt

- L'origine mesure et l'origine programme  
 L'origine mesure et l'origine porte-pièce  
 L'origine mesure et l'origine pièce

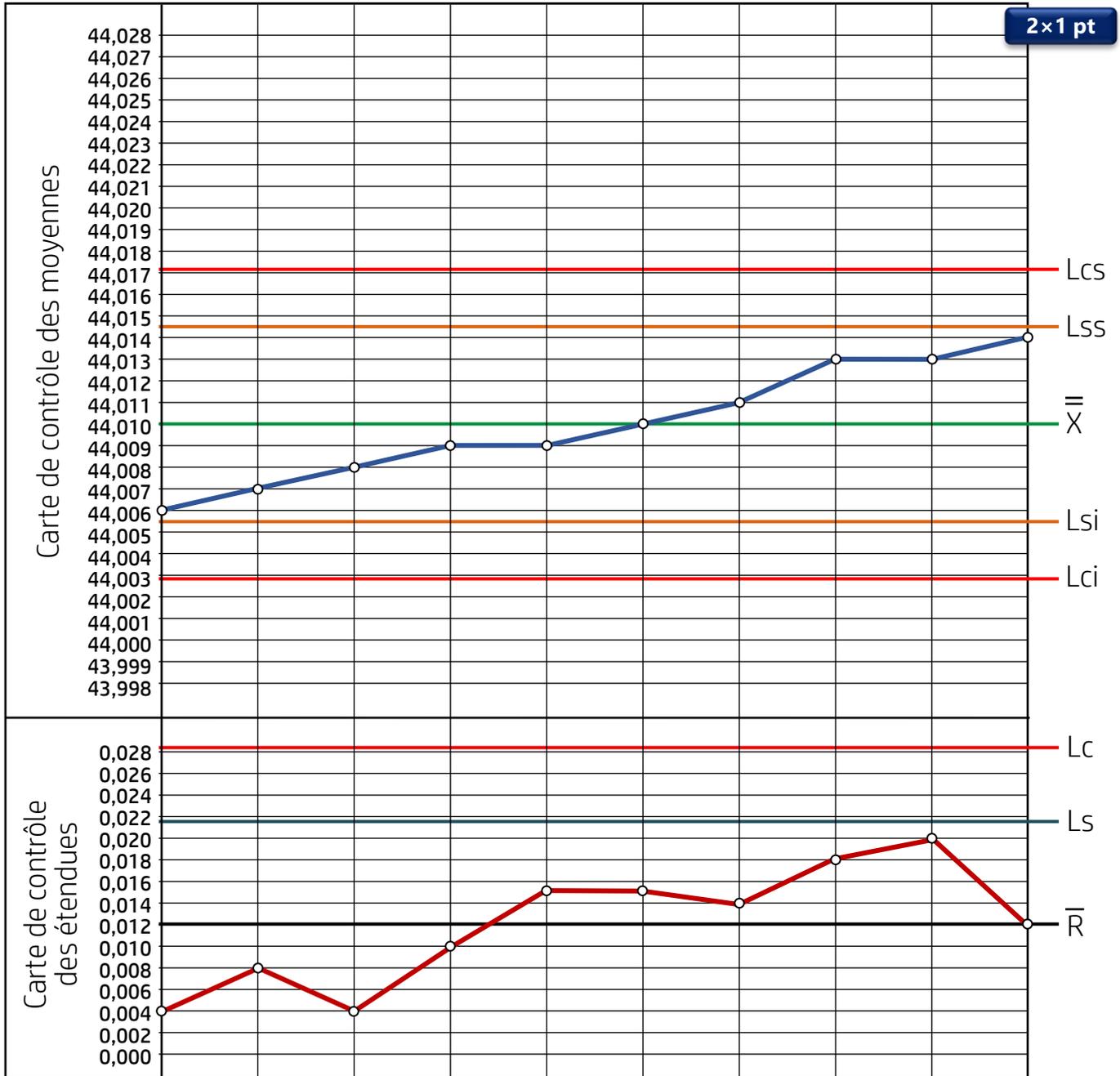
**L'origine mesure et l'origine outil (tourelle)**

**Tâche 35 : Maîtrise statistique des procédés. D'après les données du tableau ci-dessous :**

a. Calculer la moyenne des moyennes  $\bar{\bar{X}}$  (en mm) et la moyenne des étendues  $\bar{R}$  (en mm) : /0,5 pt

$\bar{\bar{X}} = 440,10/10 = 44,010 \text{ mm}$  .....  $\bar{R} = 0,12/10 = 0,012 \text{ mm}$  ..... **2×0,25 pt**

b. Tracer, sur les cartes de contrôle suivantes l'évolution de la moyenne et de l'étendue au cours du temps : /2 pts



$\bar{X}$	44,006	44,007	44,008	44,009	44,009	44,010	44,011	44,013	44,013	44,014
R	0,004	0,008	0,004	0,010	0,015	0,015	0,014	0,018	0,020	0,012

c. Conclure et indiquer la mesure à prendre en cochant les bonnes réponses. Se référer aux exemples d'analyse des cartes de contrôle (DRES page 18/18) : /1 pt

Deux observations (2)			Deux Interprétations (2)			Une mesure à prendre (1)		
<input type="checkbox"/> 01	<input checked="" type="checkbox"/> 02	<input type="checkbox"/> 03	<input type="checkbox"/> I1	<input checked="" type="checkbox"/> I2	<input type="checkbox"/> I3	<input type="checkbox"/> M1	<input checked="" type="checkbox"/> M2	<input type="checkbox"/> M3
<input checked="" type="checkbox"/> 04	<input type="checkbox"/> 05	<b>0,25 pt</b>	<input checked="" type="checkbox"/> I4	<input type="checkbox"/> I5	<b>0,25 pt</b>	<input type="checkbox"/> M4	<input type="checkbox"/> M5	<b>0,5 pt</b>