

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة العادية 2023

.....-.....-.....

الموضوع

NS 45

4h مدة الإجهاز

علوم المهندس

المادة

8 المعامل

شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية

الشعبة أو المسلك

CONSTITUTION DE L'EPREUVE

- 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'EPREUVE

- 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		
Tâche	Question	Note
11	a	2 pts
	b	3,25 pts
	c	1 pt
	d1	2 pts
	d2	1 pt
	d3	0,5 pt
12	a	1 pt
	b	1 pt
	c	0,75 pt
13	a	4 pts
	b	1 pt
	c	1 pt
Total : 18,5 pts		

Situation d'évaluation 2		
Tâche	Question	Note
21	a	2 pts
	b	2 pts
	c	2 pts
	d	1,5 pt
	e	1,5 pt
22	a	1 pt
	b	1 pt
	c	2 pts
	d	1 pt
	e	1 pt
23	a	1 pt
	b	1 pt
	c	1 pt
	d	1 pt
Total : 19 pts		

Situation d'évaluation 3		
Tâche	Question	Note
31	a	2 pts
	b	3 pts
	c	4 pts
32	a	7,5 pts
	b	1 pt
	c	2 pts
	d	4 pts
	e	1 pt
33	a	2,5 pt
	b	4 pts
	c	1 pt
34	a	2 pts
	b	4,5 pts
	c	0,5 pt
35	a	0,5 pt
	b	2 pts
	c	1 pt
Total : 42,5 pts		

VOLET 2 : PRÉSENTATION 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).

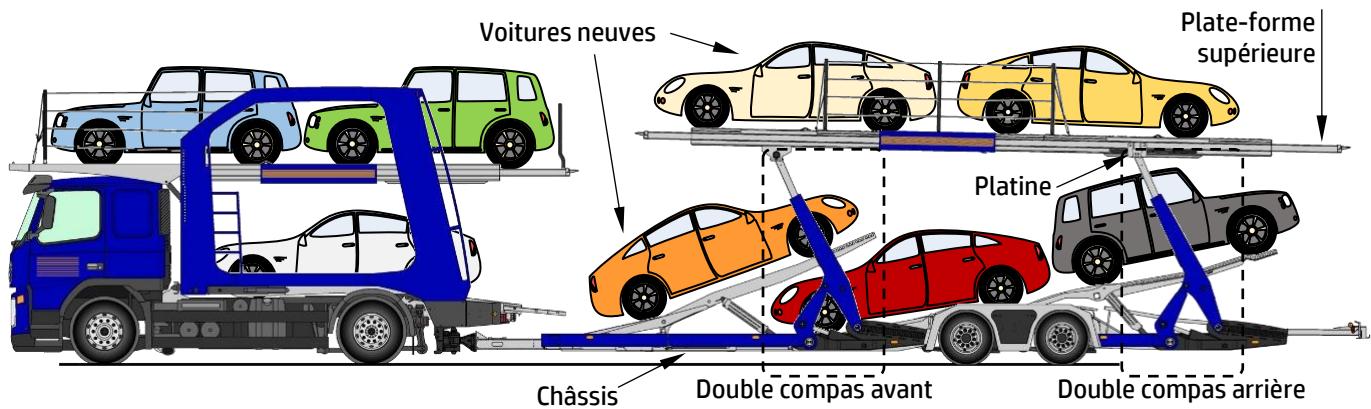


Fig.1 – Camion remorque porte-voitures

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**.

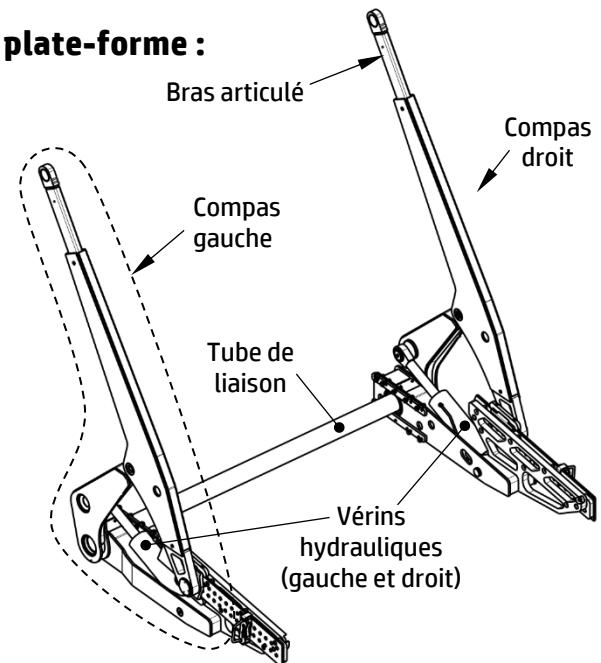
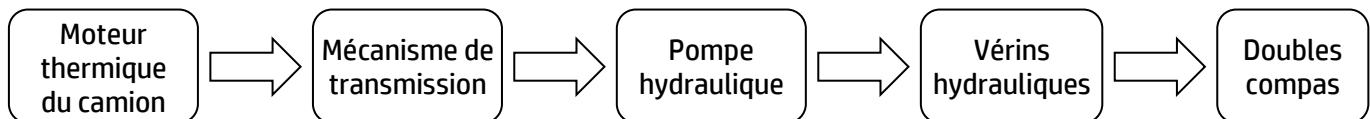


Fig.2 – Double compas

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



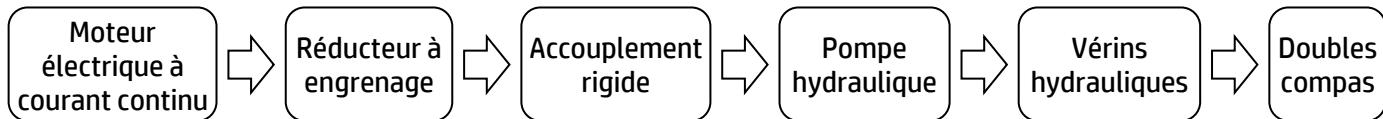
VOLET 3 : SUBSTRAT DU SUJET

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 $D4 = \emptyset 44^{+0,025}_0$. 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**

A qui/quoi rend-t-il service ?

.....
.....

Sur qui/quoi agit-il ?

.....
.....

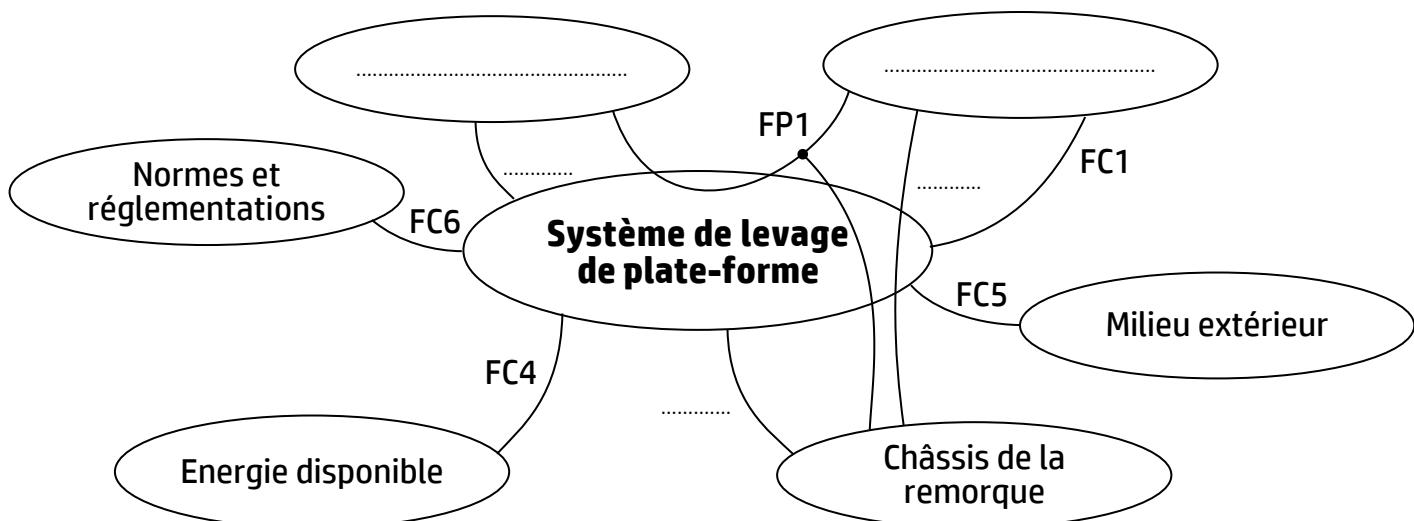
Système de levage de plate-forme

Dans quel but ?

.....

- 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 :

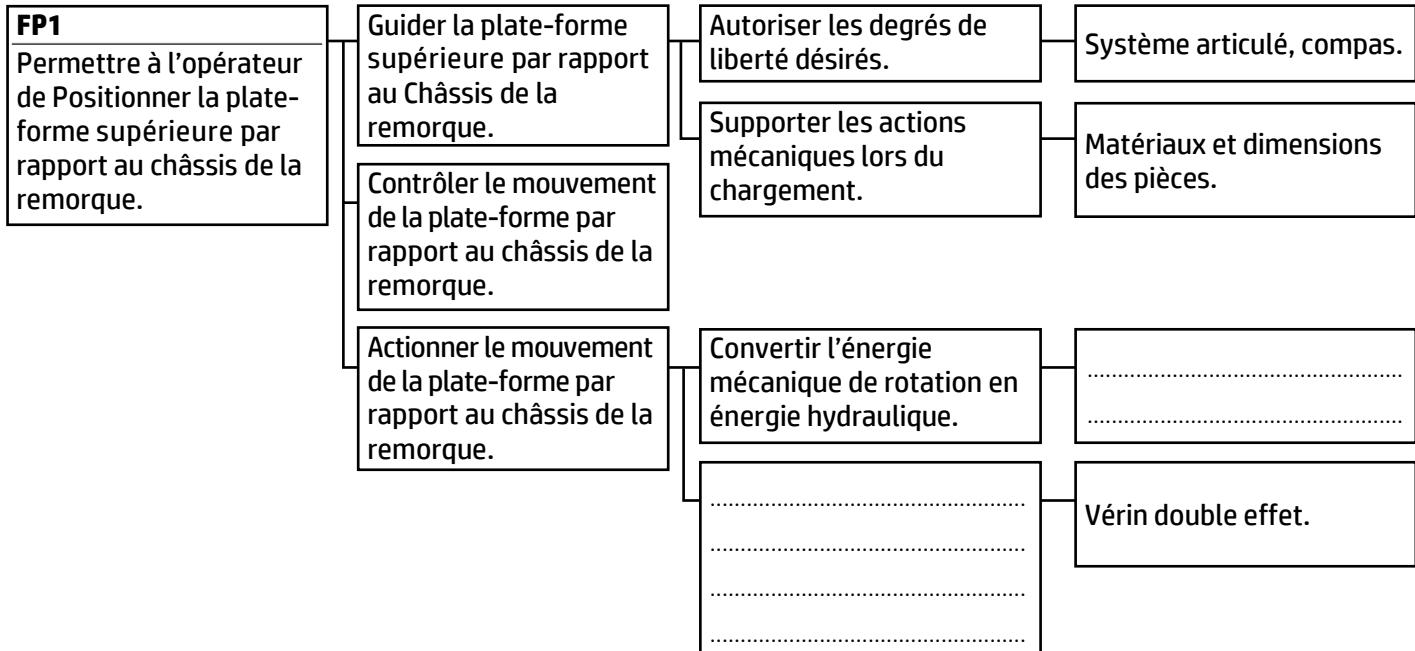


- Tableau des fonctions principales et contraintes :

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).

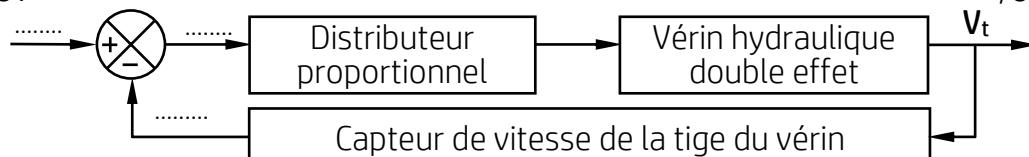
a. Relever le débit volumique maximal Qv_{max} (en m^3/s) à la sortie du distributeur hydraulique proportionnel sachant que la tension maximale de consigne générée par la carte est de 10 V : /1 pt

.....

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

$$Qv \approx \dots \quad Uc \approx \dots$$

c. Placer sur le schéma bloc suivant la tension de la consigne Uc , l'image de la vitesse de la tige du vérin Ur et l'écart ε : /0,75 pt



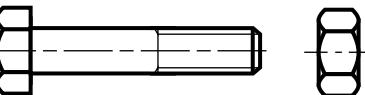
Tâche 13 : Travail graphique.

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

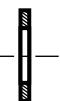
– Une clavette parallèle de forme B :



– Un boulon H d'assemblage des plateaux d'accouplement :

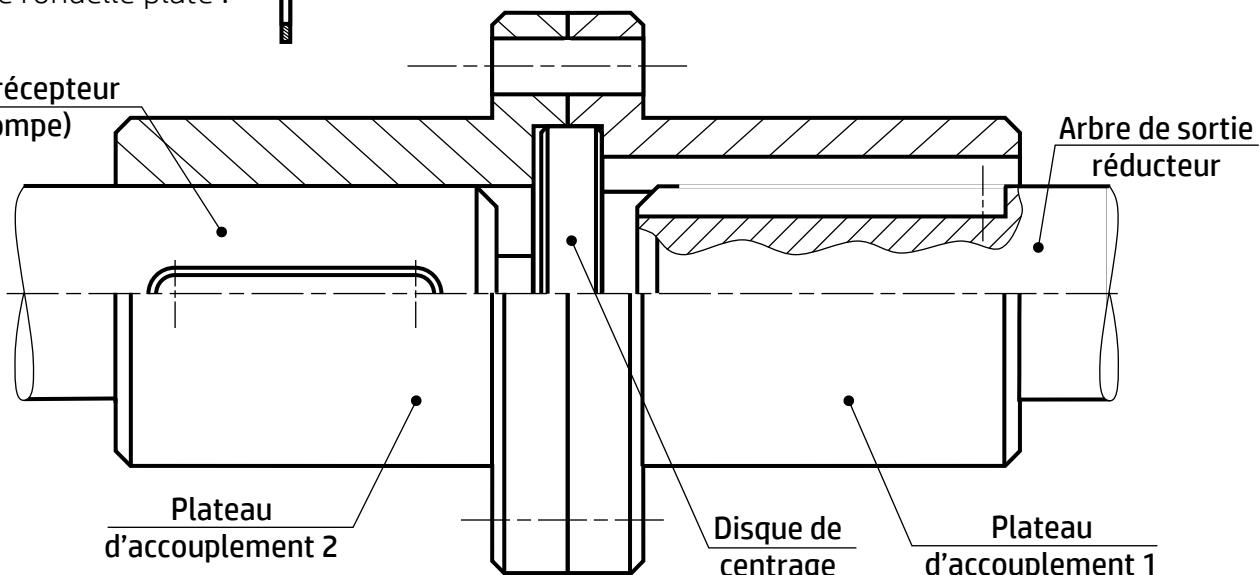


– Une rondelle plate :



Arbre récepteur (pompe)

Arbre de sortie réducteur



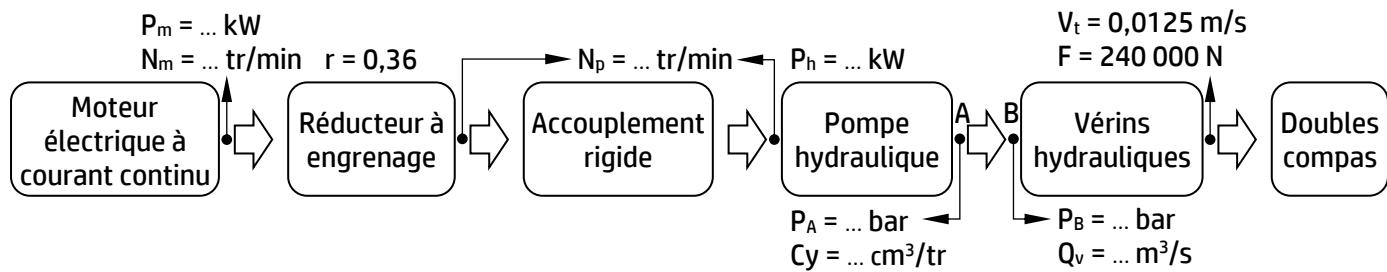
b. Quel est le rôle du disque de centrage ? /1 pt

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 $V_t = 0,0125 \text{ m/s}$, 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 $P_{asp} = 1 \text{ bar}$: /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 $P_h = 3,192 \text{ kW}$: /1 pt

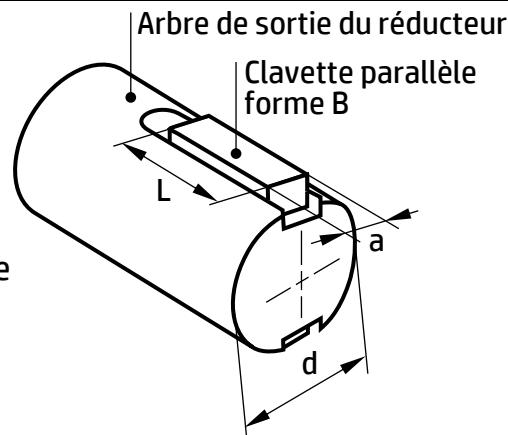
- b. En déduire la puissance mécanique P_m (en kW) du moteur électrique sachant que le rendement du système de transmission est $\eta_t = 0,96$: /1 pt

- c. Calculer la fréquence de rotation N_p (en tr/min) de l'arbre de la pompe hydraulique :
On donne : Débit volumique $Q_v = 7,8 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$; Cylindrée de la pompe $C_y = 8,79 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{tr}$ /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 : $Re = 128 \text{ N/mm}^2$; $Reg = 0,5 \cdot Re$

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

.....
.....

- b. Calculer la résistance pratique au glissement R_{pg} (en 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 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 $\text{Ø}28\text{H7}$ et citer un moyen pour la mesurer ou la contrôler : /3 pts

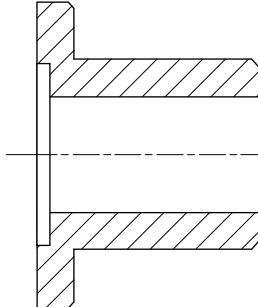
$\text{Ø} :$ $28 :$

$\text{H} :$ $7 :$

Moyen de mesure : Moyen de contrôle :

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

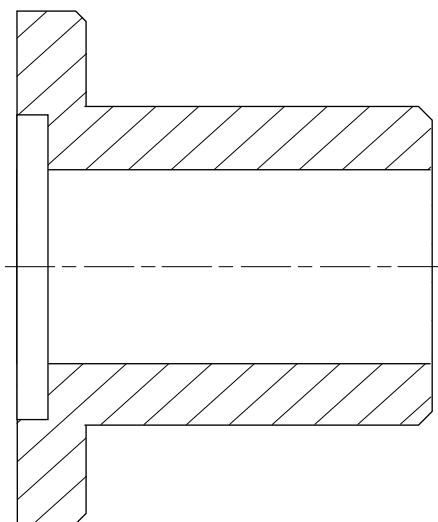
/4 pts

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).

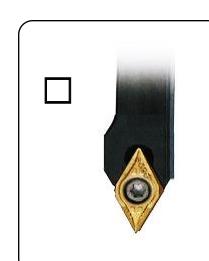
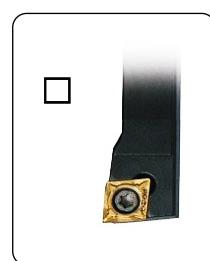
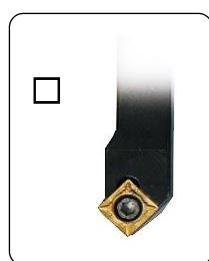
a. Mettre en place sur le croquis de la phase 20 ci-dessous relatif au plateau d'accouplement : /7,5 pts

- les surfaces usinées en trait fort.
- les symboles technologiques (2^{ème} 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)

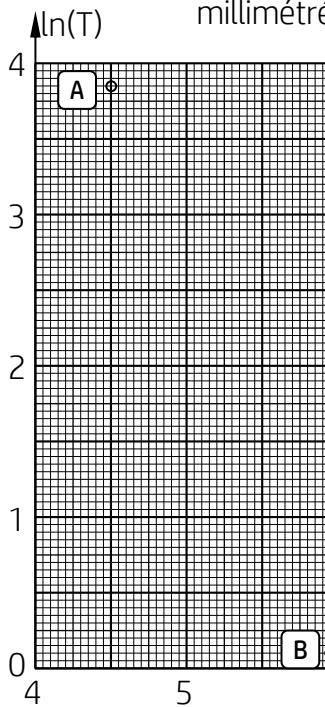
Le fournisseur des plaquettes en carbures métalliques, montées sur l'outil utilisé en phase 20 d'usinage du plateau d'accouplement, a communiqué à travers le tableau suivant l'extrait des résultats enregistrés lors des essais d'usure (critère retenu : $V_B = 0,3$ mm) :

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 $\ln(T) = n \cdot \ln(V_c) + \ln(C_v)$.

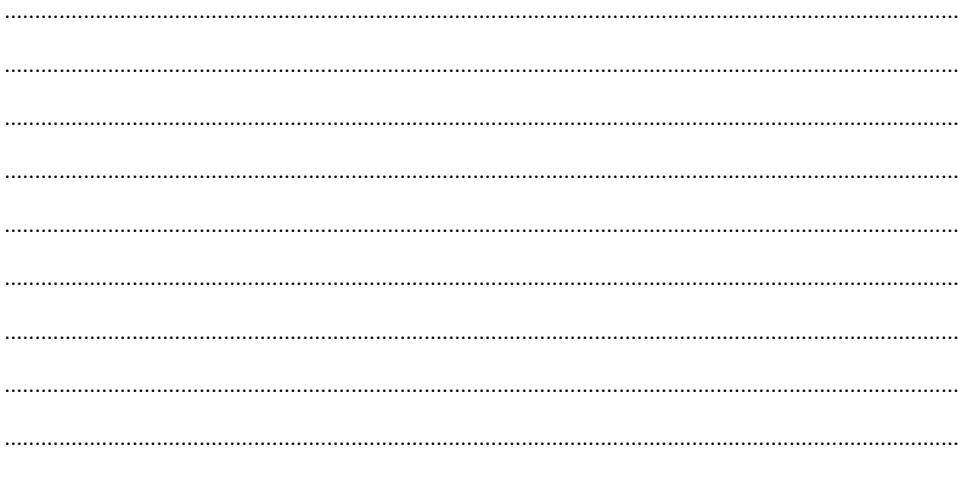
a. Reportez les points correspondants aux essais d'usure (tableau ci-dessus) sur le quadrillage millimétré suivant puis tracer la droite de Taylor (incluant les points A et B) :

/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 ^{er} Bloc de sécurité
N20	G00	G40	G52	X00	2 ^{ème} 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	262	Point 1. Correction du rayon d'outil, Arrosage
N60	G96	.....			Vitesse de coupe en m/min
N70	.....	.....	.....	260	Point 2. Vitesse programmée 0,2 mm/tr
N80			.....		Point 3
N90		.....	.....		Point 4
N100			210		Point 5
N110		.....			Point 6
N120		.....	.....		Point 7
N130	G77	N10	N20		Appel des blocs de sécurité
N140	M02				Fin Programme

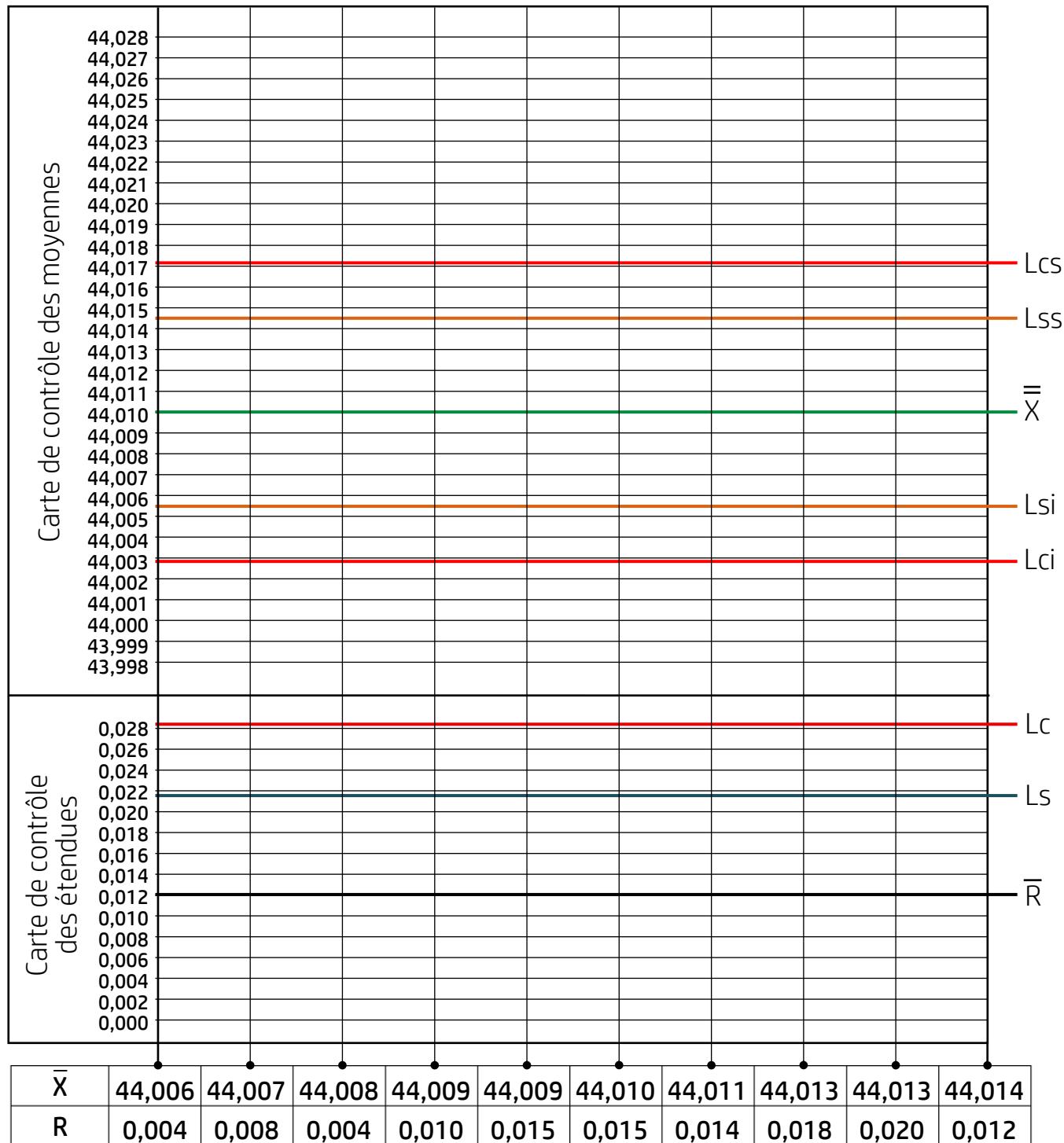
- c. Cocher les deux origines que la commande G52 X00 Z00 permet de superposer : **/0,5 pt**

- 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{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

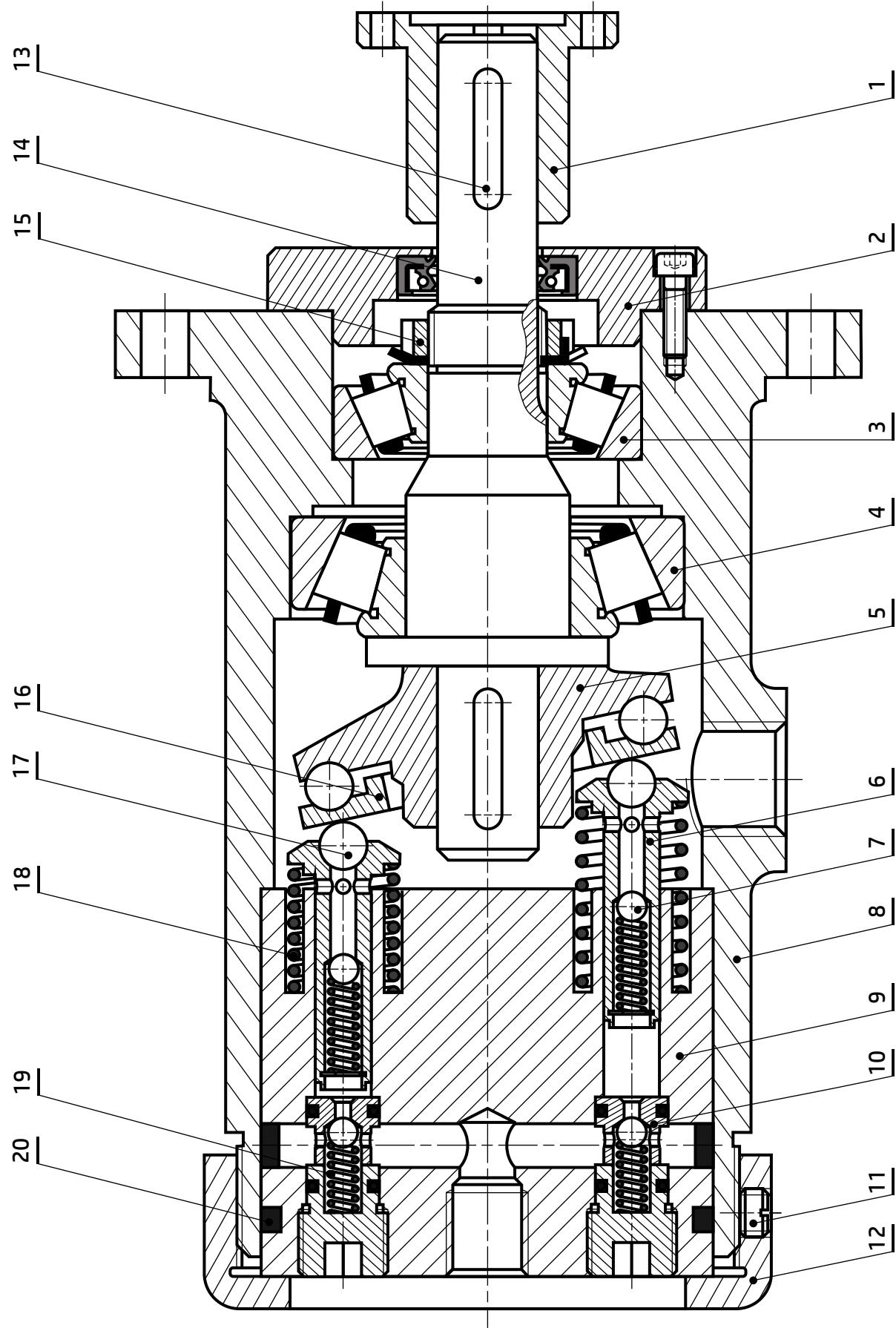


c. Conclure et indiquer la mesure à prendre en cochant les bonnes réponses. Se référer aux exemples d'analyse des cartes de contrôle (DRES page 18/18) : /1 pt

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)

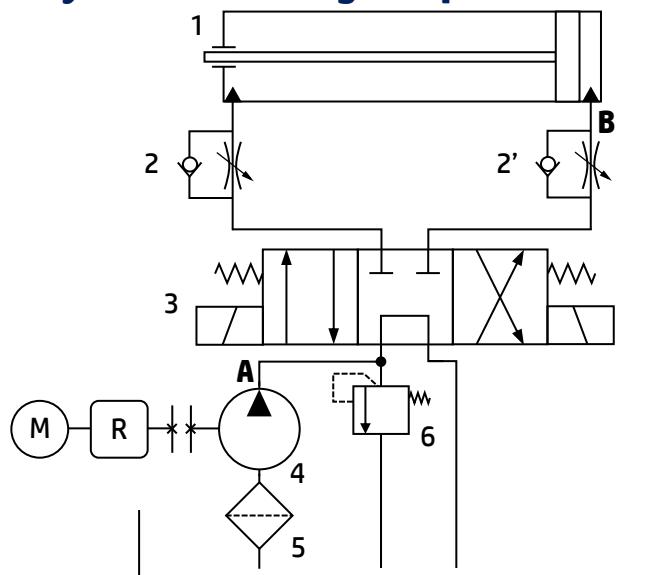
- Dessin d'ensemble de la pompe hydraulique à pistons axiaux :



• Nomenclature (partielle) :

Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation
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)		

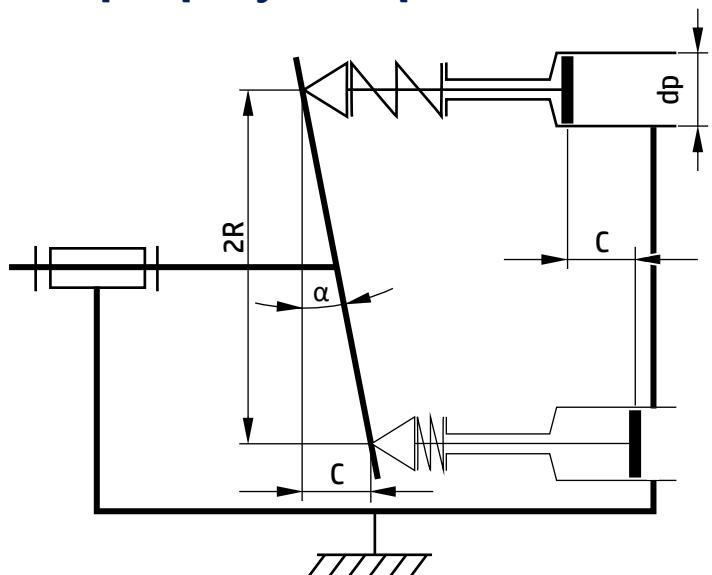
• Schéma du circuit hydraulique du système de levage de plate-forme :



• 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	$V_t = 0,0125 \text{ m/s}$

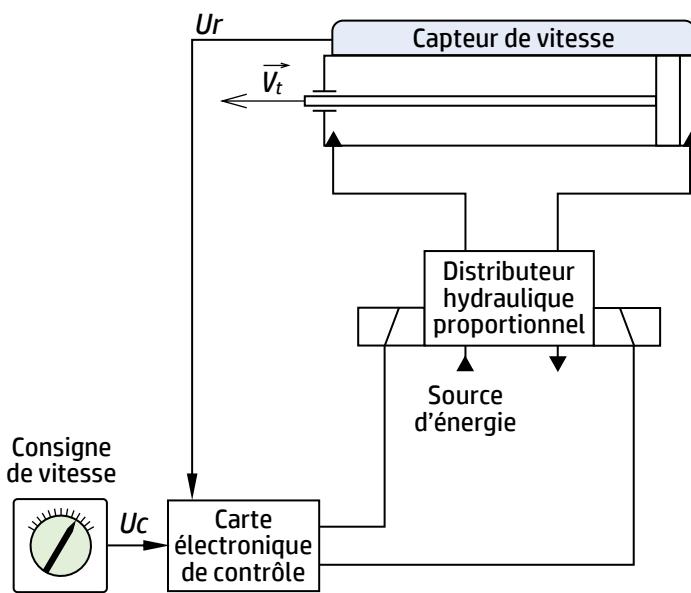
• Schéma cinématique simplifié de la pompe hydraulique :



• Caractéristiques de la pompe hydraulique :

Puissance hydraulique	3,5 kW
Cylindrée	$8,79 \text{ cm}^3/\text{tr}$
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	$\eta_p = 0,9$

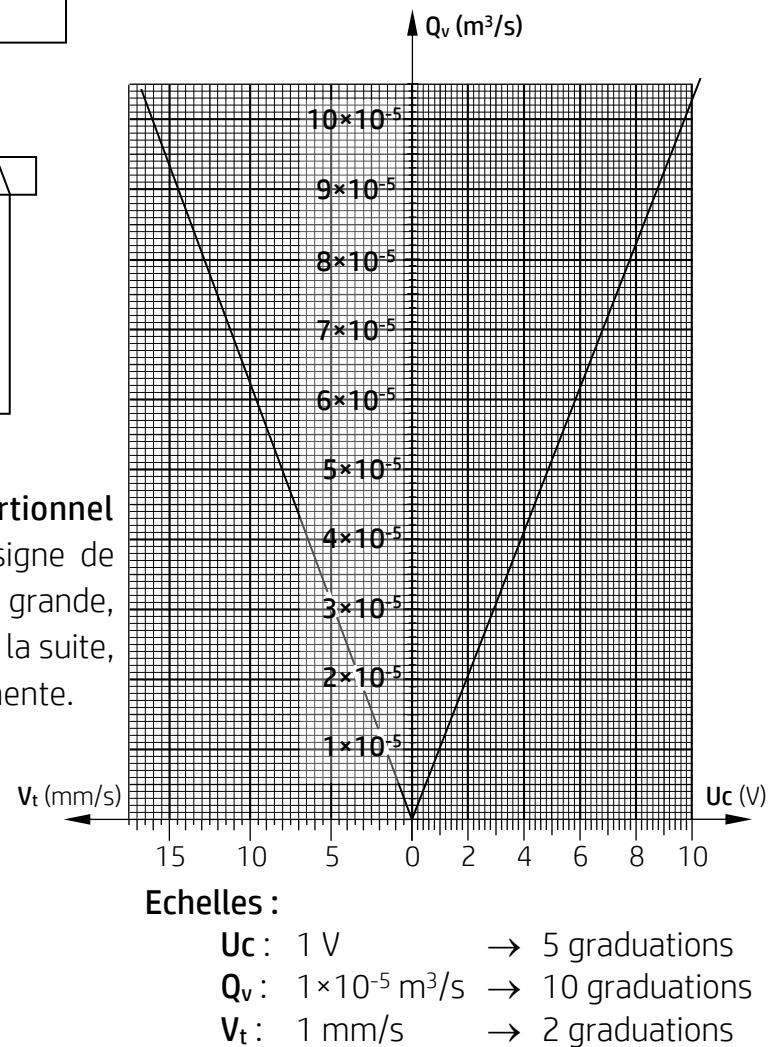
• Schéma d'asservissement du vérin :



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 :



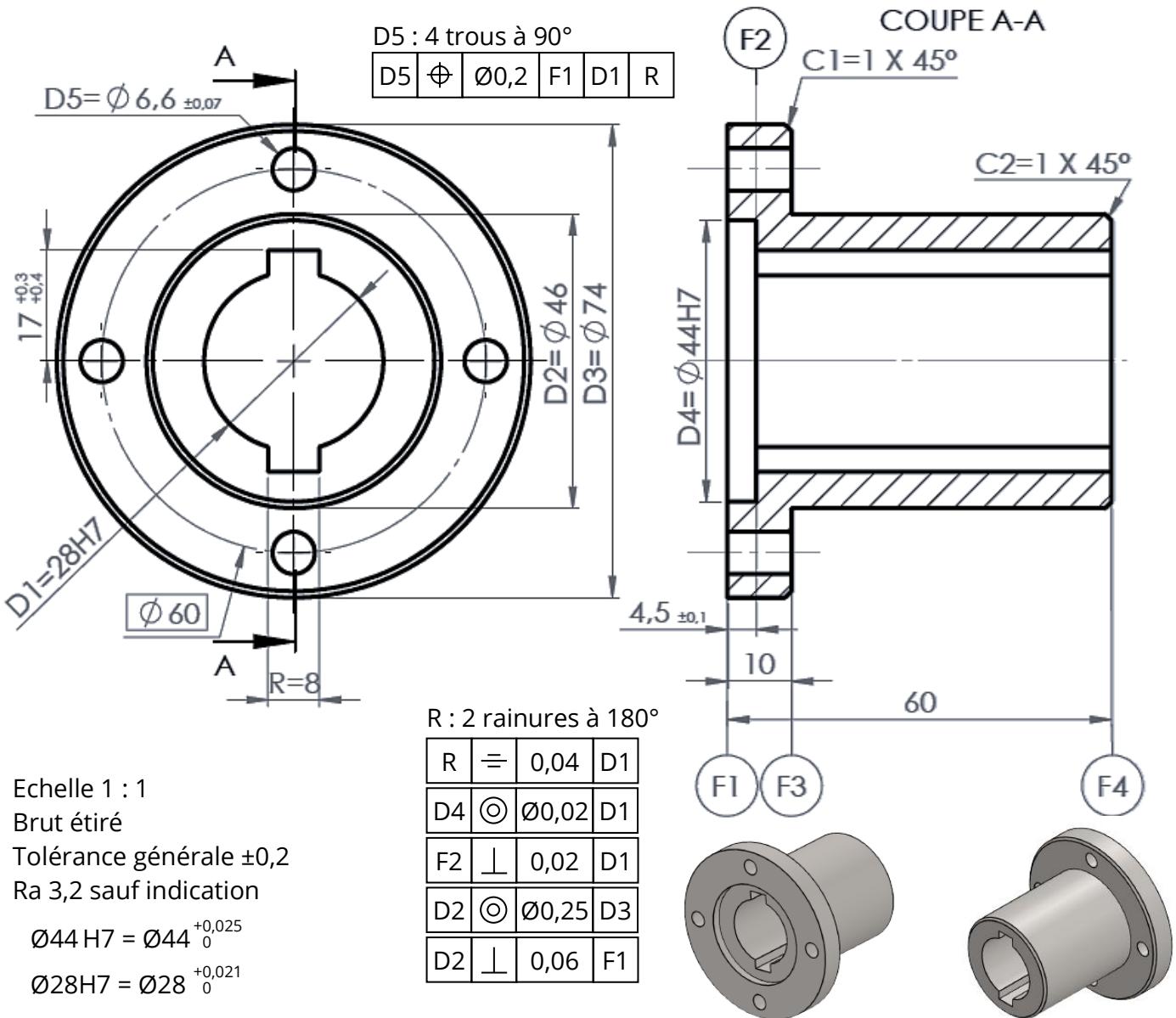
• Hypothèses et données relatives au circuit hydraulique du système de levage de plate-forme : (Voir schéma relatif page 15/18)

- 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 Ø75		
10	Tournage	D_3, F_1, D_4, F_2, D_1		Tour CNC
20	Tournage	F_4, C_2, D_2, F_3, C_1	$3N/F_1 ; 2N/D_3$	Tour CNC
30	Brochage	2 rainures R à 180°	$3N/F_2 ; 2N/D_4$	Brocheuse
40	Perçage	4 trous D_5 à 90°	$3N/F_1 ; 2N/D_1 ; 1N/R$	Perceuse sensitive
50	Contrôle final			

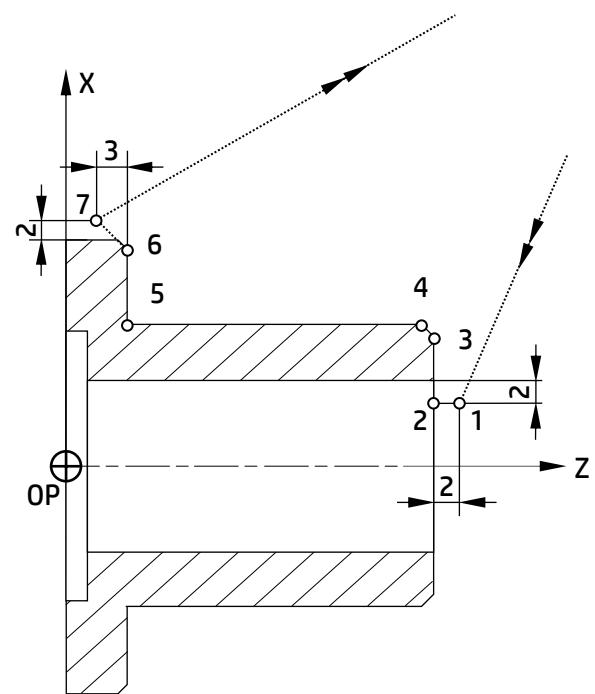
• Données relatives à la fabrication :

Conditions de coupe relatives à la phase 20		Caractéristiques de la machine disponible	
Vitesse de coupe	$V_c = 120 \text{ m/min}$		
Profondeur de passe	$a = 2 \text{ mm}$		
Avance par tour	$f = 0,2 \text{ mm/tr}$		
Pression spécifique	$K_c = 198 \text{ daN/mm}^2$	Puissance du moteur disponible	$P_m = 3,5 \text{ KW}$
		Rendement de la machine	$\eta = 0,7$

• Tableau des codes ISO :

Fonctions préparatoires	<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>
Fonctions auxiliaires	<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
	01 Pas de grande variation de la moyenne	I1 Le processus est bien réglé	M1 Pas de corrections à envisager
	02 Une série de points consécutifs en augmentation	I2 Risque de production mauvaise	M2 1. Rechercher la cause (sans doute spéciale) 2. Régler le processus
	03 La dernière moyenne sort de la limite d'acceptation	I3 Le processus dérive	M3 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
	04 Pas de grande variation de l'étendue	I4 Processus stable	M4 Pas de corrections à envisager
	05 L'étendue d'un échantillon sort de la limite d'acceptation	I5 Le processus n'est pas capable (il produit des pièces mauvaises)	M5 5. Arrêt immédiat du processus 6. Consulter journal de bord et rechercher la cause