



Filière :	Conception du Produit Industriel - CPI -	Durée :	6h
Épreuve :	Modélisation et comportement des systèmes industriels ; Analyse et spécifications du produit industriel	Coefficient :	50


REMORQUE AGRICOLE POZOSSOL

Description du sujet

Le sujet comporte quatre parties indépendantes :

PARTIE A

1. Analyse fonctionnelle
2. Étude statique
3. Étude cinématique
4. Étude de la RDM
5. Étude dynamique et énergétique

PARTIE B

6. Mécanique des fluides

PARTIE C

7. Étude technologique
8. Cotation fonctionnelle
9. Travail graphique

PARTIE D

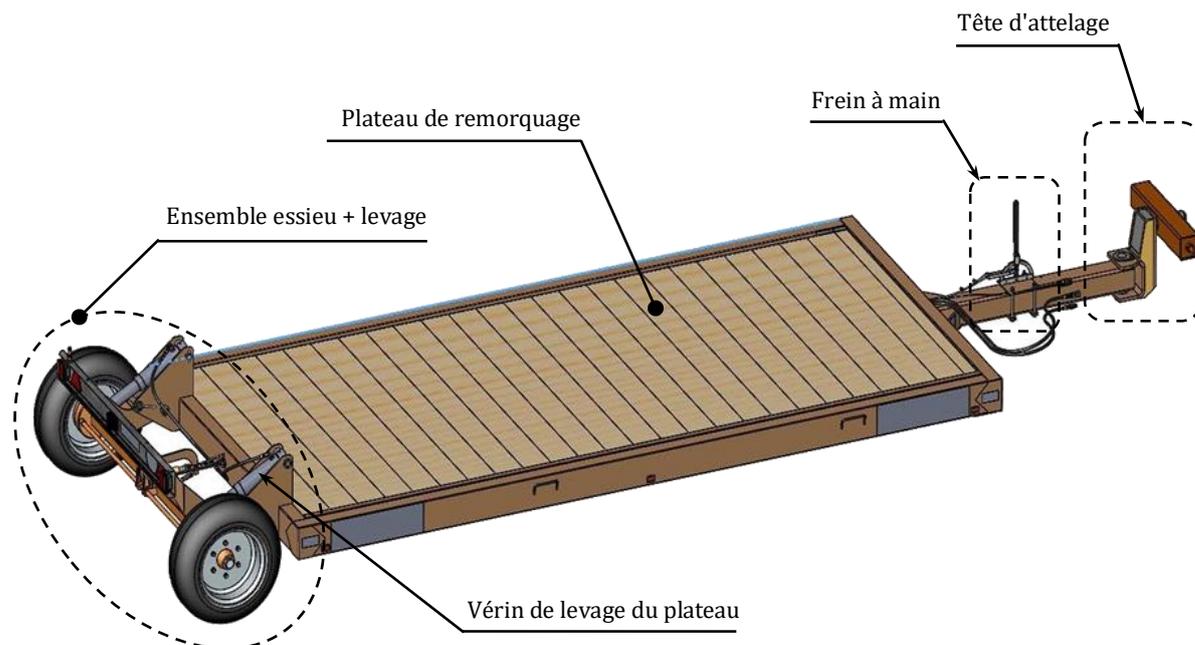
10. Relation produit -matériaux – procédé
11. Étude d'industrialisation
12. Qualification d'un produit

1. MISE EN SITUATION

Les engins agricoles sont souvent équipés d'outils « hors gabarit » (trop larges pour emprunter les routes ouvertes à la circulation). Afin de respecter le code de la route, pour les déplacer, ces outils encombrants doivent être démontés.

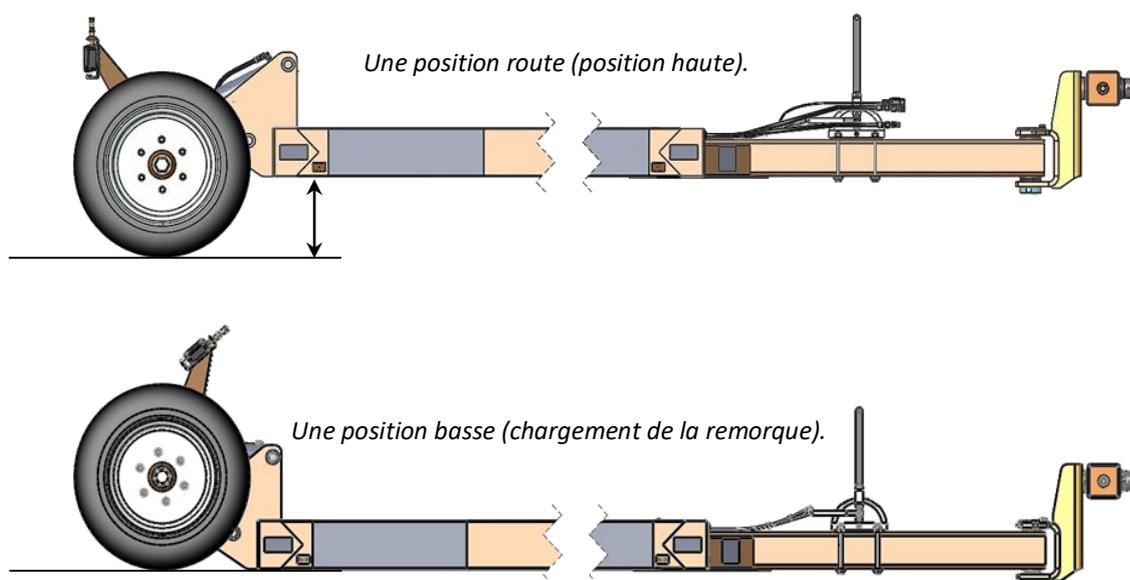
La remorque « Pozossol » est un plateau polyvalent qui permet de transporter des outils agricoles « hors gabarit », allant jusqu'à 10 mètres de longueur et 3500 kg tels que : semoirs, bineuses, coupes de moissonneuses...

Sa simplicité d'utilisation, son bon comportement routier et son faible coût font de cette remorque, un produit compétitif dans le milieu agricole.

**2. PRINCIPE D'UTILISATION :**

- **Plateau de remorquage :**

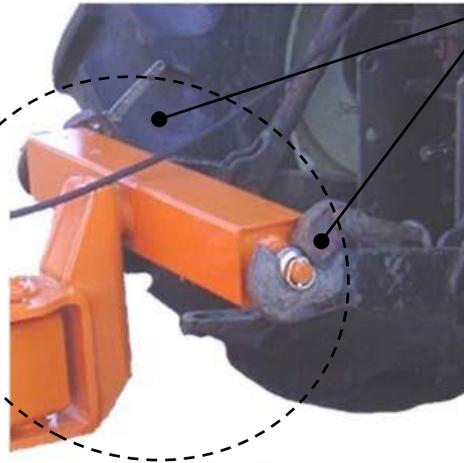
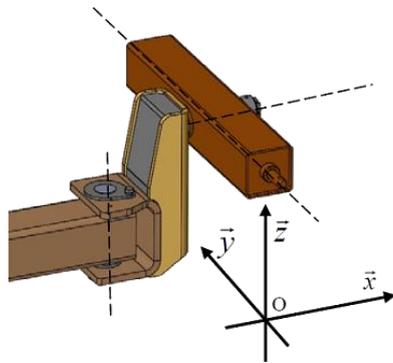
Le plateau « Pozossol » s'utilise suivant deux positions bien distinctes.



Le passage de la position haute à la position basse est obtenu par deux vérins hydrauliques positionnés entre le plateau de remorquage et l'essieu arrière.

- **Tête d'attelage :**

La tête d'attelage permet de solidariser la remorque au tracteur. Sa conception est réalisée de façon à permettre le réglage en hauteur de l'avant de la remorque (position haute, position basse).



Bras de relevage du tracteur. Ils peuvent être montés ou descendus depuis la cabine du tracteur.

Tête d'attelage de la remorque.

3. CARACTERISTIQUE DES REMORQUES POZOSSOL

Modèle	PTAC	PV
Pozossol 5m	5860 Kg	1400 kg
Pozossol 6,5m	6000 Kg	1640 Kg

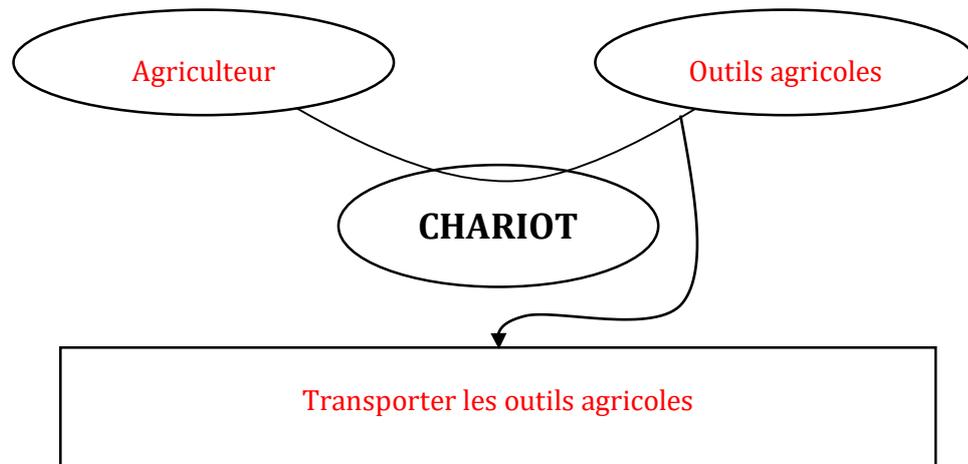
PARTIE A**1°) Analyse fonctionnelle et structurelle du chariot***Objectif :*

L'analyse fonctionnelle et structurelle doit permettre de comprendre le fonctionnement du chariot.

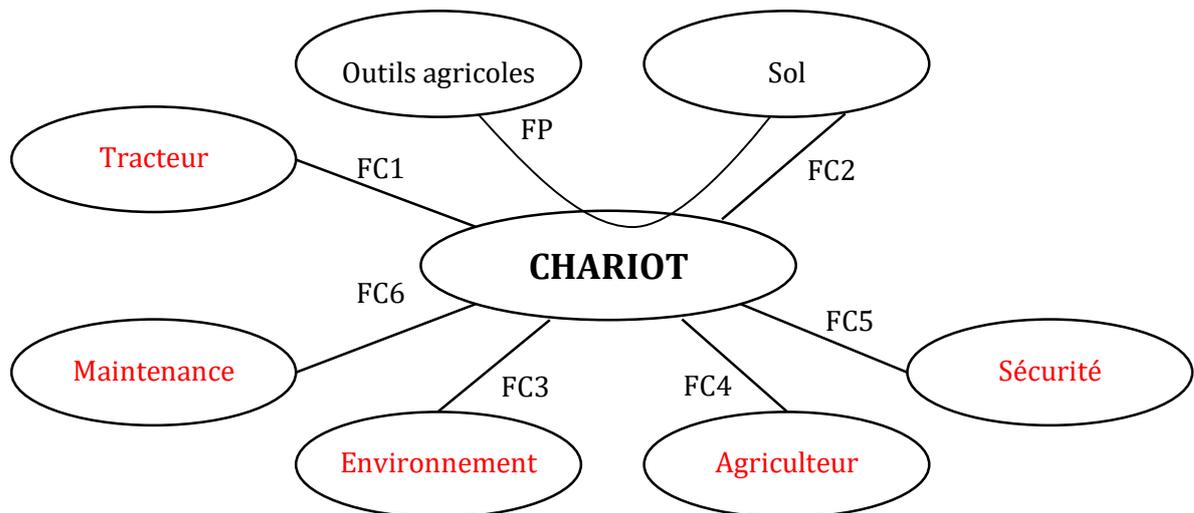
Données :

- Document « présentation et mise en situation ». (Pages 2 et 3)

Q1: Compléter le Diagramme « bête à cornes » du chariot



Q2: Compléter le graphe des inter-acteurs (pieuvre) et donner la fonction principale FP.



FP1 : **Soulever et déposer les outils agricoles sur le sol.**

FC1 : S'adapter au tracteur.

FC2 : S'adapter à des terrains hostiles.

FC3 : Résister aux conditions climatiques et au milieu extérieur environnant.

FC4 : Faciliter les opérations d'utilisation pour l'agriculteur.

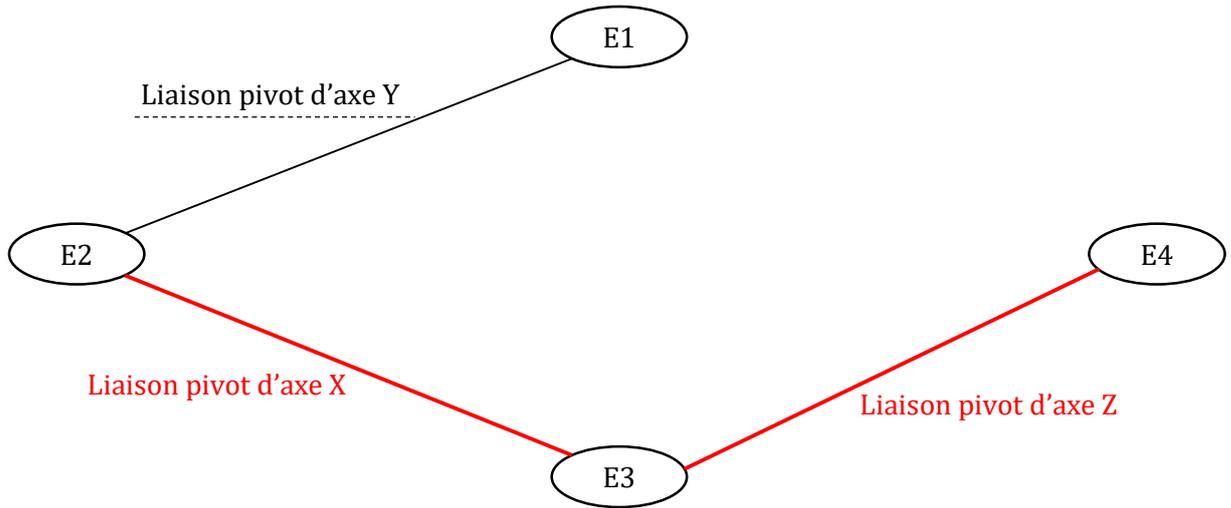
FC5 : Respecter la législation et les normes de sécurité.

FC6 : faciliter l'entretien.

Les classes d'équivalences cinématiques de la tête d'attelage sont :

- E1 = { Bras de relevage du tracteur } (voir Page 3)
- E2 = { Barre de direction (Rep 6) } (voir DT1)
- E3 = { Articulation (Rep 5) } (voir DT1)
- E4 = { Châssis mécanosoudé (Rep 1) } (voir DT1)

Q3: En se basant sur DT1 compléter le graphe des liaisons suivant :



Q4: Compléter le schéma cinématique ci-dessous

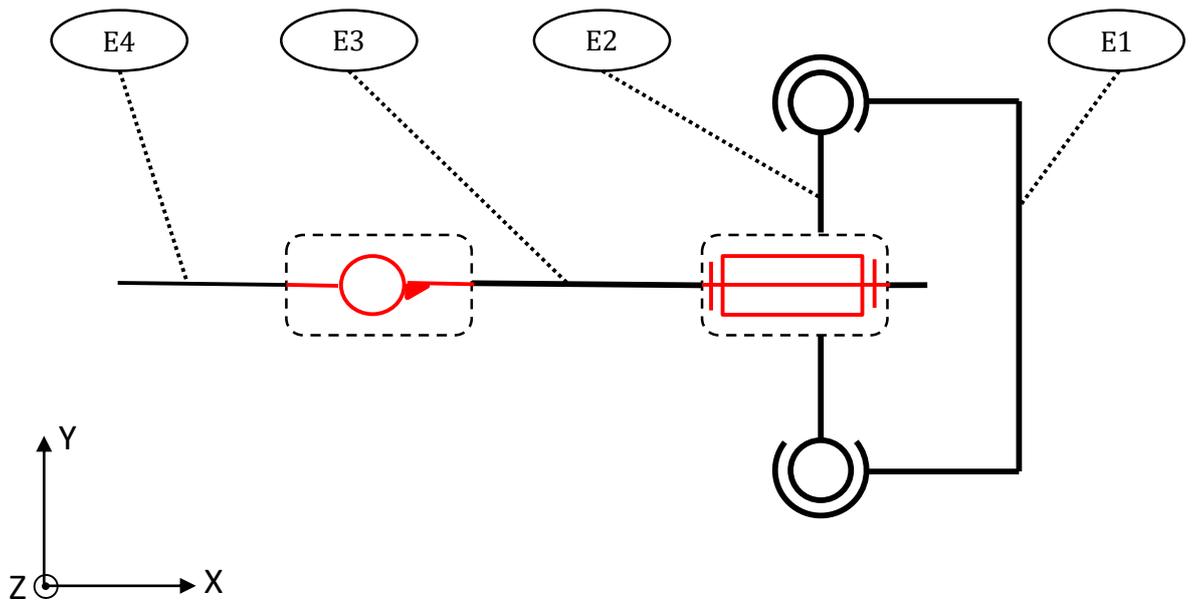
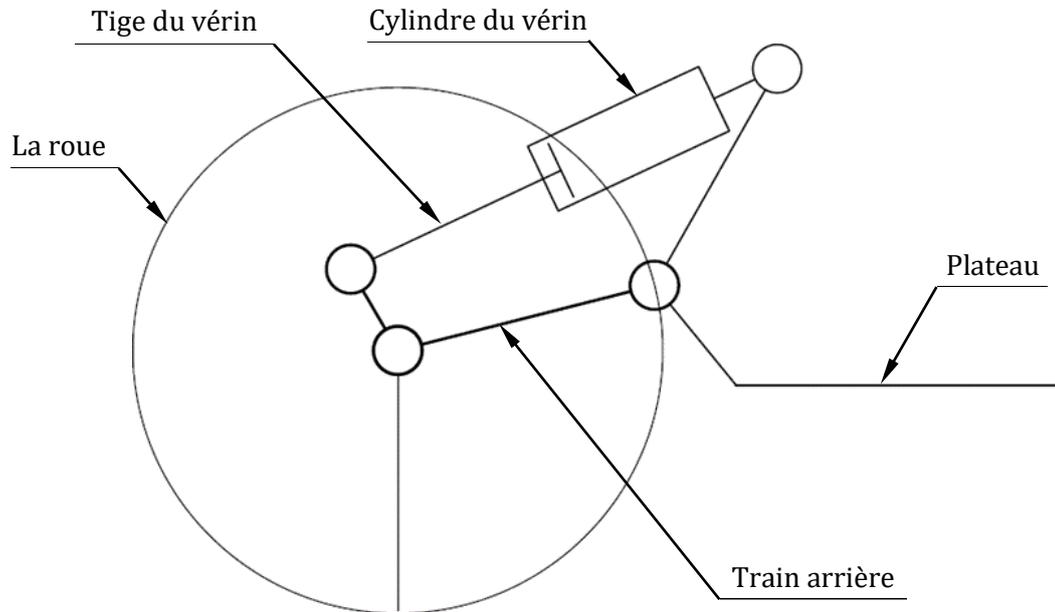


Schéma cinématique

2°) Etude statique

A - Première problématique :

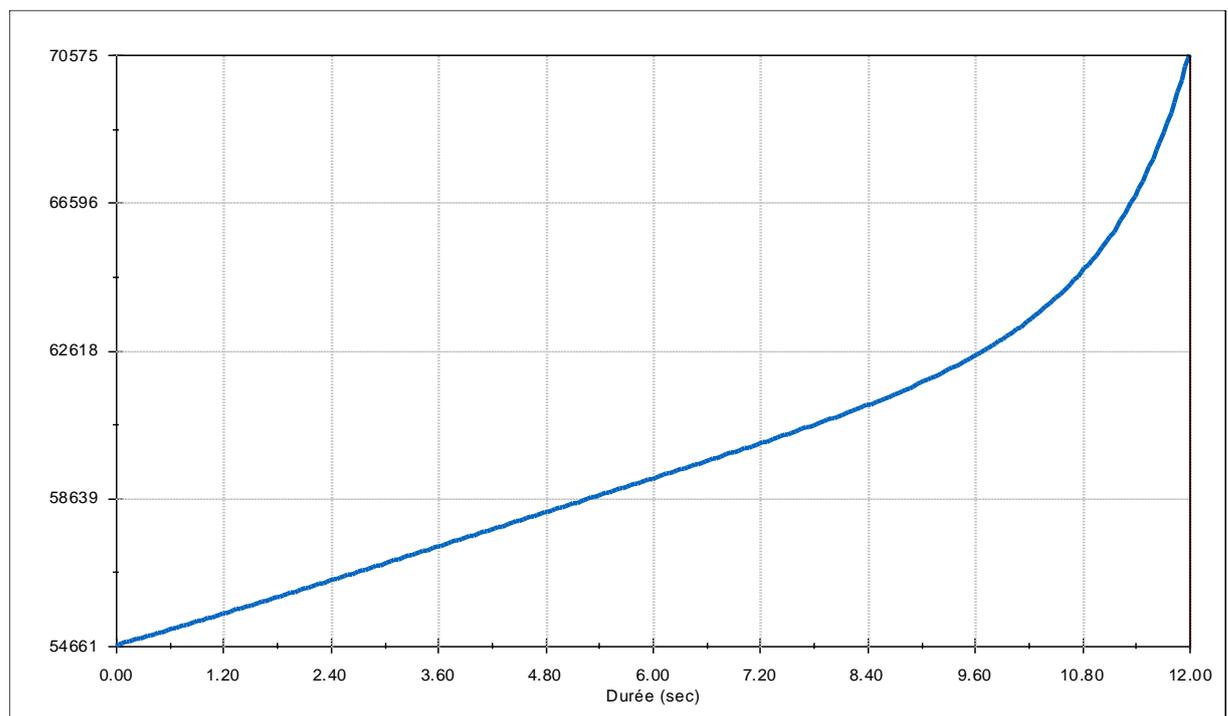
On veut calculer l'effort développé par les deux vérins pour soulever le plateau. Une simulation sur un logiciel de simulation est réalisée en se basant sur le schéma cinématique suivant :



A-1 Étude des actions mécaniques sur la tige du vérin lors du soulèvement du plateau.

Le but de cette étude est de déterminer les efforts appliqués sur la tige du vérin lors du soulèvement du plateau.

Le mouvement du plateau est une translation circulaire, le résultat de la simulation est donné par la courbe suivante.



Force développée par les deux vérins

A-1.1 Équilibre du vérin

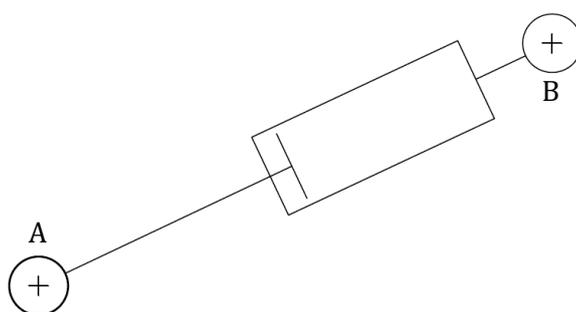
Q5: Relever de la courbe ci-dessus l'effort maxi développé par les vérins.

$$F_{maxi} = 70575 \text{ N}$$

Q6: Déduire l'effort supporté par un seul vérin.

$$F = \frac{F_{maxi}}{2} = 35287.5 \text{ N}$$

$$F = 3528.75 \text{ daN}$$



Q7: On isole le vérin, Compléter le tableau des forces extérieures agissant sur le vérin.

\vec{F}_{ext}	Point d'application	Direction	Sens	Intensité (daN)
$\vec{A}_{Train/Tige}$	A	(AB)		3530
$\vec{B}_{plateau/cylindre}$	B	(AB)		3530

Q8: Appliquer le Principe Fondamental de la Statique au vérin et tracer les forces sur le schéma ci-dessus sans tenir compte de l'échelle.

Le vérin est en équilibre sous l'action de deux forces, donc elles sont égales et directement opposées.

A-13 Résolution graphique de l'équilibre du « train arrière »

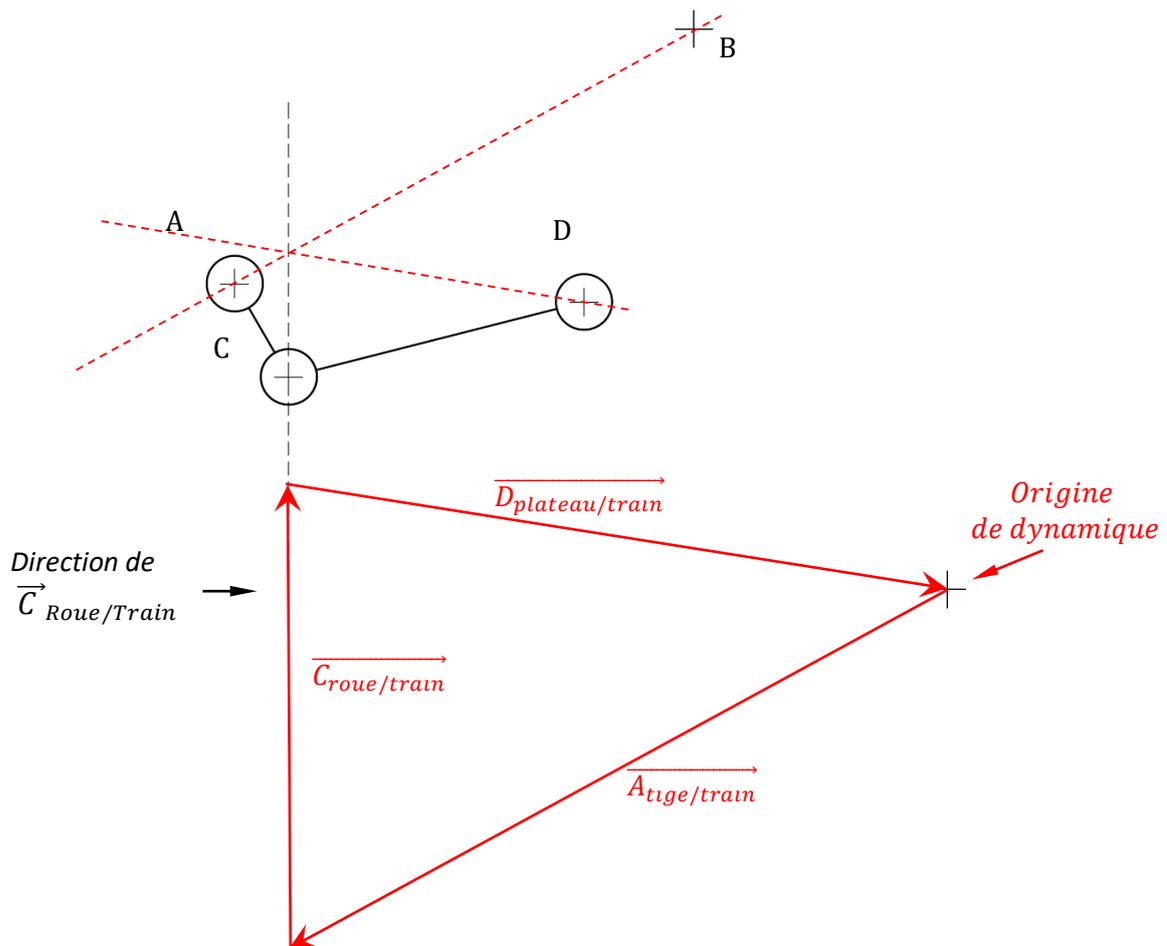
Q9: On isole le train arrière, Compléter le tableau des forces extérieures agissant sur le train.

\vec{F}_{ext}	Point d'application	Direction	Sens	Intensité (daN)
$\vec{A}_{Tige/train}$	A	(AB)		3530
$\vec{C}_{Roue/train}$	C	Verticale	?	?
$\vec{D}_{plateau/train}$	D	?	?	?

Q10: Appliquer le Principe Fondamental de la Statique au train pour une résolution graphique.
 Le train est en équilibre sous l'action de 3 forces, donc elles sont coplanaires et direction
 concourantes au même point, dynamique des forces fermée.

Q11: Tracer la résolution graphique.

Echelle : 1cm \rightarrow 350 daN

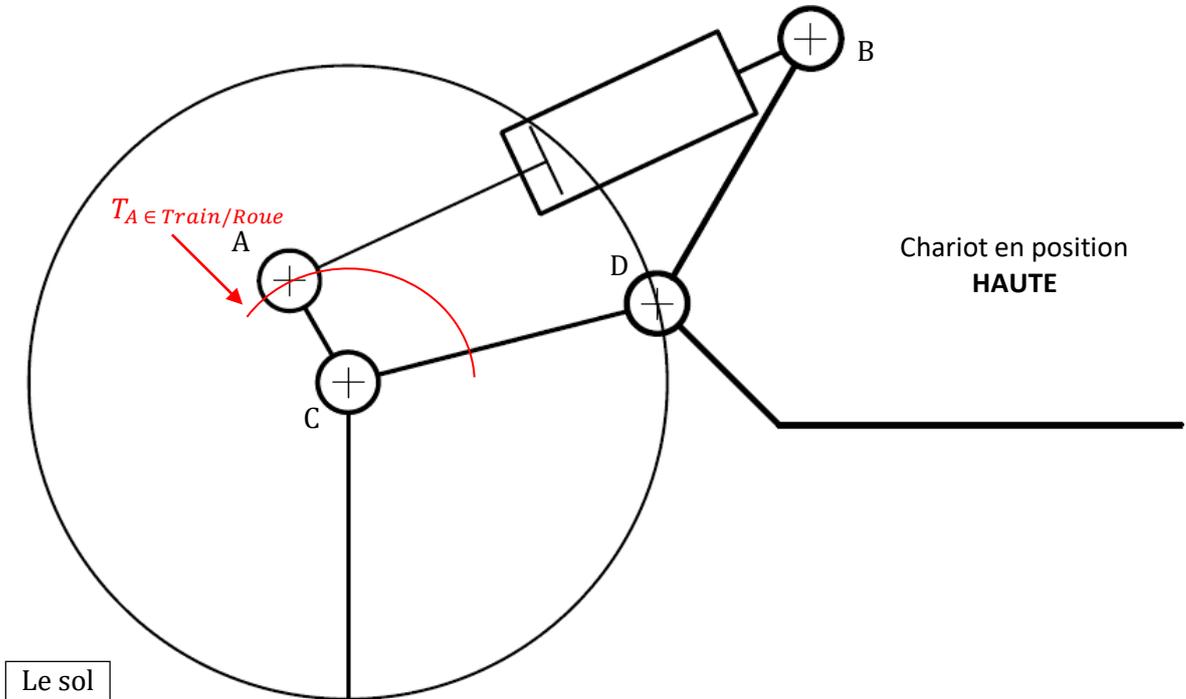


Q12: Compléter le tableau des intensités des forces à partir de la résolution graphique.

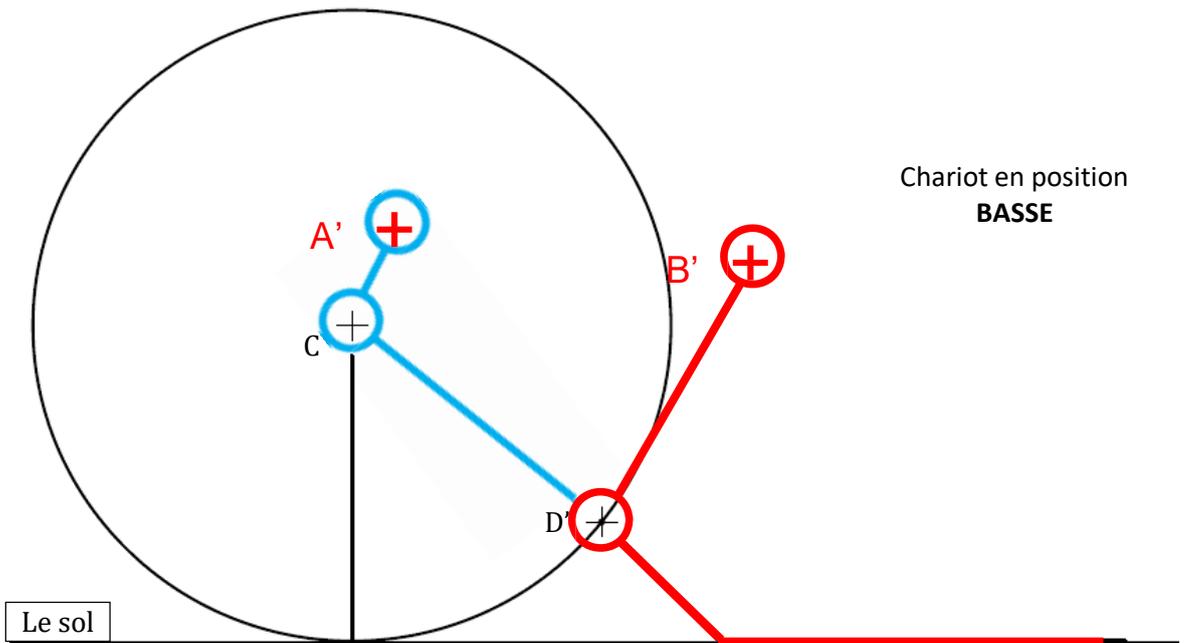
$\vec{A}_{Tige/Train}$	=	3 530	daN
$\vec{C}_{Roue/Train}$	=	2030	daN
$\vec{D}_{Plateau/Train}$	=	3150	daN

3°) Etude cinématique

Le but de cette étude est de déterminer graphiquement la course du vérin en s'appuyant sur le schéma cinématique ci-dessous.



Echelle 1 : 10



Q13: Indiquer le type du mouvement du Train par rapport à la Roue.

Mouvement de rotation de centre C

Q14: Sachant que la roue reste immobile par rapport au sol. Tracer (sur la figure ci-dessus Page 9) la trajectoire $T_{A \in \text{Train/Roue}}$.

Arc de cercle de centre C, rayon CA

Q15: Sachant que le mouvement du plateau est une translation circulaire tracer sur le schéma ci-dessus (Page 9) le plateau en position basse.

Voir la Figure ci-dessus.

Q16: Tracer sur le schéma ci-dessus (Page 9) le Train en position basse

Q17: A l'aide de l'échelle indiqué sur le schéma (Page 9), déterminer la longueur du vérin (distance AB) en position haute, puis (distance A'B') en position basse.

Longueur du vérin en position haute = $75 \cdot 10 = 750 \text{ mm}$

Longueur du vérin en position basse = $50 \cdot 10 = 500 \text{ mm}$

Q18: Déduire la course du vérin.

Course = Longueur de vérin position haute - longueur vérin en position basse.

Course = C = $750 - 500 = 250 \text{ mm}$

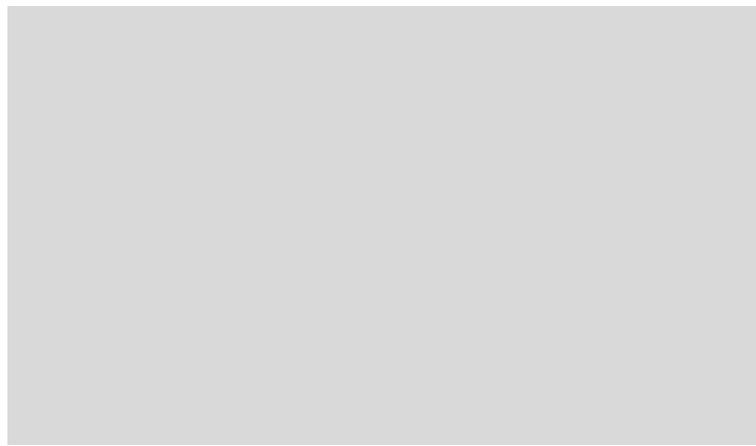
1°) Etude de la Résistance de l'axe (2)**➤ Vérification du dimensionnement de l'axe (2)***Objectif:*

Cette partie vise à valider le choix du matériau de l'axe (2).

Données:

- L'axe (2) est en acier dont $R_e = 275 \text{ MPa}$ et $R_g = 138 \text{ MPa}$.
- Le diamètre de l'axe (2) est $d = 60 \text{ mm}$.

On souhaite maintenant déterminer l'effort maxi que peut tracter l'axe (2).



Q19: En se basant sur DT1, DT2 et la figure ci-dessus, quelle est la nature de la sollicitation de l'axe (2).

Sollicitation de cisaillement

Q20: Calculer la section sollicitée de l'axe (2).

$$S_{\text{cisailée}} = 2 * \frac{\pi d^2}{4} \rightarrow A.N: S_{\text{cisailée}} = \frac{2 * \pi * 60^2}{4} = 5654.86 \text{ mm}^2$$

Q21: On adopte un coefficient de sécurité $s=3$. Ecrire la condition de résistance de l'axe (2).

$$\tau_{\text{maxi}} \leq \frac{R_g}{s} \rightarrow \frac{T}{S_{\text{cisailée}}} \leq \frac{R_g}{s}$$

Q22: Calculer l'effort maxi que peut tracter l'axe (2).

$$T * s \leq R_g * S_{\text{cisailée}} \rightarrow T \leq \frac{R_g * S_{\text{cisailée}}}{s} \rightarrow T \leq 260 \text{ kN.}$$

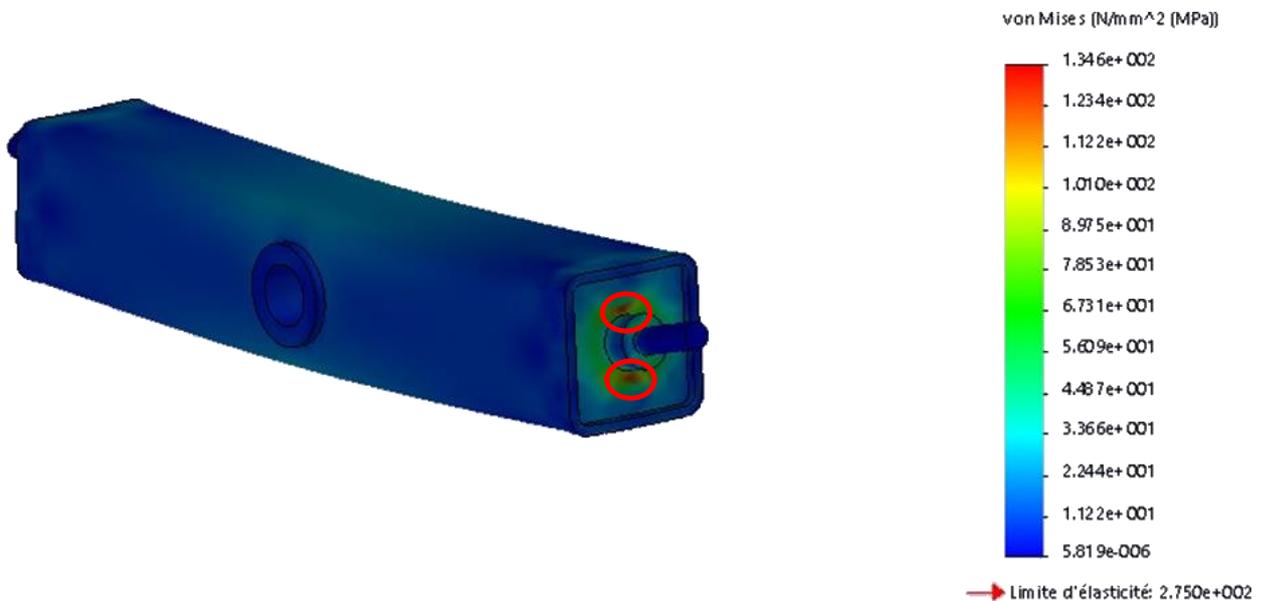
1°) Etude de la Résistance de la barre de direction (6)

➤ Vérification du dimensionnement de la barre (6)*Objectif:*

Cette partie vise à valider le choix de la barre de direction par interprétation des résultats d'une étude conduite sur un logiciel de résistance des matériaux.

Données :

- La barre (6) est en acier dont $Re = 275$ MPa.

Tracé des contraintes

Q23: Entourer dans le dessin ci-dessus la (les) zone (s) critique(s) (contrainte maxi).

Voir le dessin ci-dessus.

Q24: Relever la contrainte maximale.

$$\sigma_{maxi} = 1.346 \cdot 10^2 \text{ MPa} \rightarrow \sigma_{maxi} = 134,6 \text{ MPa}$$

Q25: Conclure sur la résistance de la barre.

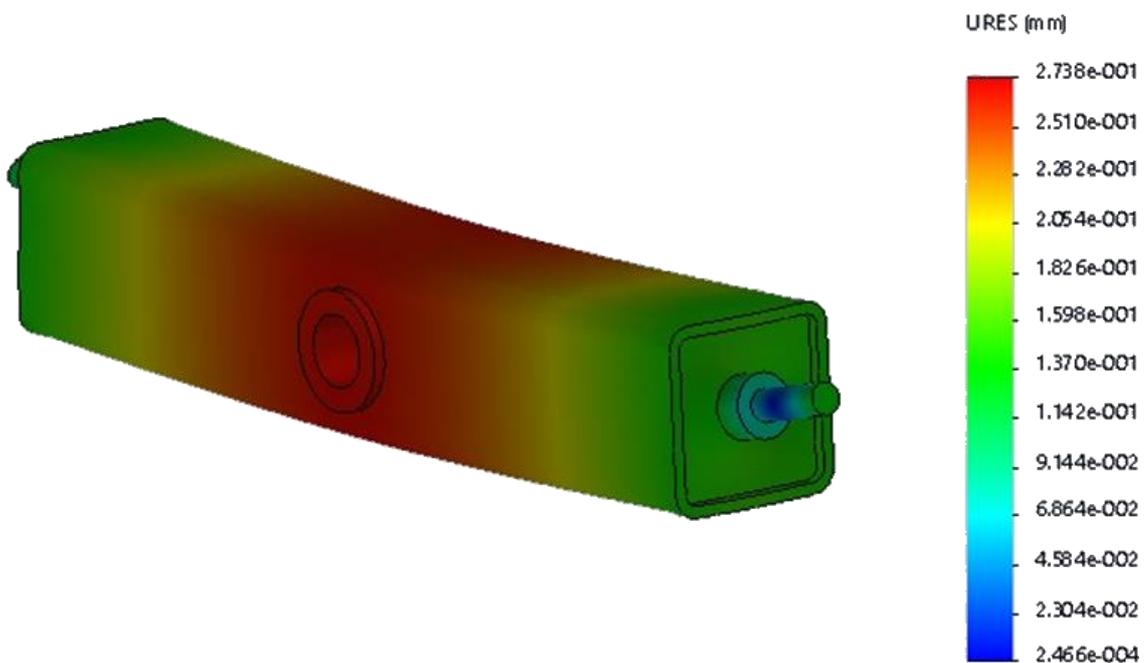
$$\sigma_{maxi} \leq Re = 275 \text{ MPa}; \text{ la barre résiste}$$

Q26: Calculer le coefficient de sécurité.

$$\sigma_{maxi} \leq \frac{Re}{s} \rightarrow s \leq \frac{Re}{\sigma_{maxi}} \text{ A.N: } s \leq 2.043, \text{ donc, on prend } s = 2.$$

➤ Vérification de la rigidité de la barre (6)

Le cahier des charges impose une déformation de la barre inférieure à **1mm**.
On donne le résultat de simulation des déplacements ci-dessous.



Tracé des déplacements

Q27: Quelle est la flèche, (déplacement maxi), de la barre ?

Déplacement maximal de la barre est $f_{maxi} = 2.738 \cdot 10^{-1} = 0.2738 \text{ mm}$

Q28: La barre vérifie-t-elle la condition de rigidité ?

$f_{maxi} = 0.27 \text{ mm} \leq 1 \text{ mm}$, donc la barre est rigide

Q29:

4°) Etude du freinage du chariot.*Données :*

- La décélération moyenne lors du freinage ne soit jamais inférieure à 3m/s^2 .
- La masse totale du chariot est de $6\,000\text{ kg}$.

Q30: Calculer la force d'inertie engendrée par la décélération.

$$F_{\text{inertie}} = m \cdot a \rightarrow F_{\text{inertie}} = 6000 * 3 = 18 \text{ kN}$$

Q31: Calculer l'énergie cinétique du chariot roulant à une vitesse $v = 40\text{km/h}$.

$$E_c = \frac{1}{2} m V^2 \rightarrow \text{A.N: } E_c = 0.5 * 6000 * \left(\frac{4000}{3600}\right)^2 = 370.37 \text{ J}$$

Q32: Calculer la puissance de freinage nécessaire pour stopper le chariot.
Le temps de freinage est de 4s .

$$P_{\text{freinage}} = \frac{E_c}{\Delta t} = \frac{370.37}{4} = 92.592 \text{ kW}$$

Q33: Lors d'un freinage efficace, l'énergie cinétique du chariot est donc convertie en une autre forme d'énergie, quelle est cette forme d'énergie ?

L'énergie est convertie sous forme de chaleur.

Données :

- Chaque vérin développe une force : $F = 3\,530 \text{ daN}$
- Le respect des normes de sécurité sur la vitesse de soulèvement du chariot, impose une vitesse de déplacement de la tige du vérin : $V = 20 \text{ mm/s}$.
- On néglige les pertes de charges singulières dans les coudes.
- La longueur des conduites : $L = 8 \text{ m}$.
- La différence de hauteur est négligeable.

- Diamètre du piston : $D = 100 \text{ mm}$
- Diamètre de la tige : $d = 70 \text{ mm}$
- Diamètre de la conduite : $d_c = 7,9 \text{ mm}$
- Huile hydraulique HP46 : viscosité cinématique $\nu = 46 \text{ Cst} = 46 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$
- La masse volumique de l'huile : $\rho = 878 \text{ kg/m}^3$
- L'accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Détermination de λ par des formules :

$0 < Re < 2000$: Ecoulement laminaire	$\lambda = 64/Re$	Formule de Poiseuille
$2000 < Re < 100\,000$: Ecoulement turbulent lisse	$\lambda = 0,316 \cdot Re^{-0,25}$	Formule de Blasius
$Re > 100\,000$: Ecoulement turbulent rugueux	$\lambda = 0,79 \cdot (\varepsilon / D)^{0,5}$	Formule de Blench

On rappelle les formules suivantes :

- $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
- Nombre de Reynolds $Re = V \cdot d / \nu$
- Pertes de charges linéaires : $J_{\text{linéaire}} = -\lambda \cdot (L/d) \cdot \rho \cdot (v^2/2)$ en (Pa)
avec L : longueur de la conduite en (m)
- Pertes de charges singulières : $J = -\xi (1/2) \cdot \rho \cdot V^2$ en (Pa)
- Formule de Bernoulli généralisée :
 $(1/2)\rho (v_2^2 - v_1^2) + (p_2 - p_1) + \rho g(z_2 - z_1) = J_{12 \text{ singulières}} + J_{12 \text{ linéaire}} + (P_{\text{ext}}/q_v)$
avec P_{ext} : puissance extérieure en Watt.

Q34: Compléter le tableau suivant :

Repère	Nom de l'élément	La Fonction
OZ1	<i>Filtre</i>	<i>Filtrer l'huile</i>
1V2	<i>Valve parachute</i>	<i>Contrôler la descente des vérins</i>
OP1	<i>Pompe hydraulique</i>	<i>Générer la puissance hydraulique</i>
OV1	<i>Limiteur de pression</i>	<i>Protéger la pompe</i>
OV2	<i>Distributeur 4/2</i>	<i>Commander le vérin</i>
1A	<i>Vérin simple effet</i>	<i>Convertir l'énergie hydraulique en énergie mécanique</i>
1V3	<i>Diviseur de débit</i>	<i>Diviser le débit</i>

Q35: Calculer le débit nécessaire pour chaque vérin en l/min.

$$Q_{\text{vérin}} = S_{\text{piston}} \cdot v, \text{ A.N: } Q_{\text{vérin}} = \frac{\pi \cdot 100^2}{4} = 9,42 \text{ l/min}$$

Q36: Déduire le débit de la pompe en l/min.

$$Q_{\text{pompe}} = 2 * Q_{\text{vérin}} = 18.84 \text{ l/min}$$

Q37: Calculer la pression au fond des vérins en bar.

$$P = \frac{F}{S_{\text{piston}}} \text{ A.N: } P = \frac{35300}{\pi * \frac{100^2}{4}} = 44.94 \text{ Bar}$$

Q38: Calculer la vitesse V d'écoulement dans la conduite en m/s.

$$Q_{\text{pompe}} = S_{\text{conduite}} * V_e \rightarrow V_e = \frac{Q_{\text{pompe}}}{S_{\text{conduite}}}, \text{ A.N: } V_e = \frac{18.84 * 10^{-3}}{60 * \frac{\pi * 7.9^2}{4}} = 6.40 \text{ m/s}$$

Avec : $S_{\text{conduite}} = 4.9 * 10^{-5} \text{ mm}^2$ et $Q_{\text{pompe}} = 3.14 * 10^{-4} \text{ m}^3$

Q39: Calculer le nombre de Reynolds Re.

$$R_e = \frac{v \cdot d}{\nu} \text{ A.N: } R_e = \frac{6.4 * 7.9 * 10^{-3}}{46 * 10^{-6}} = 1099.$$

Q40: Préciser la nature de l'écoulement dans la conduite, et calculer λ le coefficient de perte de charge linéaire.

$$0 < R_e < 2000 \text{ écoulement laminaire, } \lambda = \frac{64}{R_e} = 0.058$$

Q41: Calculer les pertes de charges linéaires $J_{\text{linéaire}}$ en bar.

$$J_{\text{linéaire}} = - \lambda \cdot (L/d) \cdot \rho \cdot (v^2/2)$$

$$J_{\text{linéaire}} = - 0,058 \cdot (8/7,9 * 10^{-3}) \cdot 878 \cdot (6,4^2/2) = 1056125 \text{ Pa} = 10,56 \text{ bar}$$

On vous donne les pertes de charges singulières des composants suivants :

- ΔP distributeur = 8 bar
- ΔP valve parachute = 5 bar
- ΔP diviseur = 4 bar
- Les autres composants ont des pertes négligeables.

Q42: Calculer la pression à la sortie de la pompe en bar et déduire la pression de tarage du limiteur de pression.

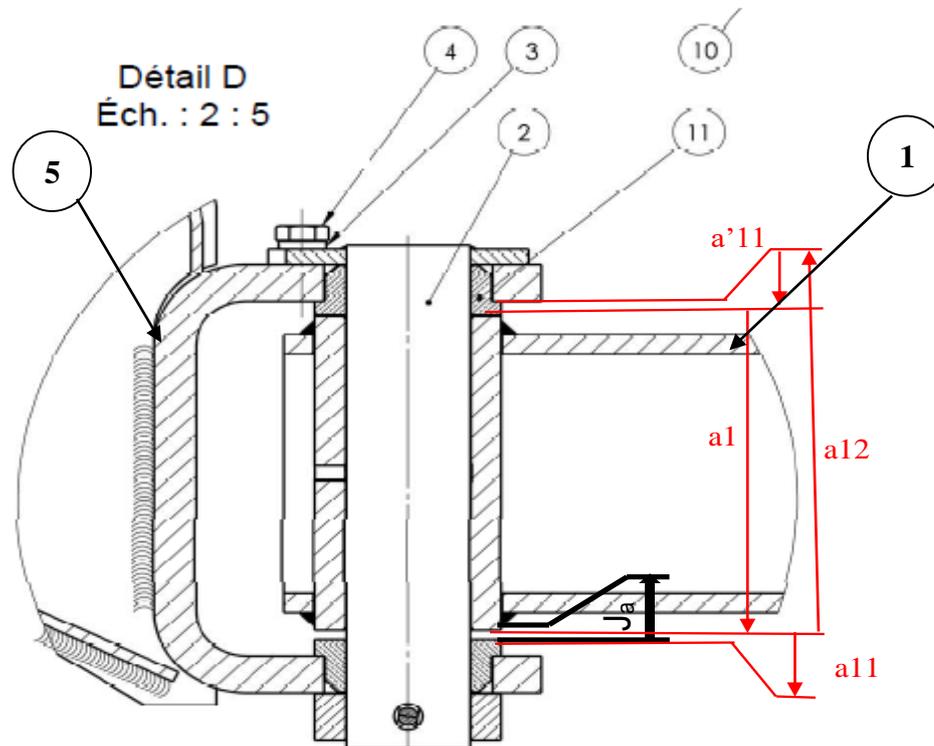
$$P_{\text{pompe}} = P_{\text{verin}} + J_{\text{linéaire}} + \Delta P_{\text{distributeur}} + \Delta P_{\text{valve parachute}} + \Delta P_{\text{diviseur}}$$

$$P_{\text{pompe}} = 44,94 + 10,56 + 8 + 5 + 4 = 72,5 \text{ bar, la pression de tarage de limiteur } P_0 = 72,5 \text{ bars}$$

PARTIE C

7- Etude technologique.

La liaison pivot entre (5) et (1) nécessite une cote condition Ja (voir la figure suivante extraite du DT2)



Q43: Sur la figure ci-dessus, tracer la chaîne des cotes qui influent sur la cote condition ja .

Voir le dessin ci-dessus.

8- Cotation fonctionnelle : Analyser un ajustement.

Le montage entre (2) et (11) nécessite un ajustement $\varnothing 60 \text{ H7/g6}$. (Voir DT2) A l'aide des tableaux des principaux écarts fondamentaux (DT4)

Q44: Compléter le tableau ci-dessous.

	ARBRE	ALESAGE
Cote tolérancée	$\varnothing 60g6$	$\varnothing 60H7$
Cote nominale (mm)	60	60
Ecart supérieur (mm)	$es = - 0.01$	$ES = +0.03$
Ecart Inférieur (mm)	$ei = - 0.029$	$EI = +0$
IT (mm)	0.019	0.03
Cote Maxi. (mm)	arbre Maxi = 59.99	Alésage Maxi = 60.03
Cote mini (mm)	arbre mini = 59.971	Alésage mini = 60

Q45: Calculer Jeu_{Maxi} et Jeu_{mini} .

$$Jeu_{Maxi} = \varnothing Alésage_{maxi} - \varnothing Arbre_{mini}$$

$$= 60.03 - 59.971$$

$$Jeu_{Maxi} = 0.059 \text{ mm}$$

$$Jeu_{mini} = \varnothing Alésage_{mini} - \varnothing Arbre_{maxi}$$

$$= 60 - 59.99$$

$$Jeu_{mini} = 0.01 \text{ mm}$$

Q46: En déduire la nature de l'ajustement, en entourant la bonne réponse.

Ajustement avec serrage

Ajustement incertain

Ajustement avec Jeu

Q47: Etude de spécification géométrique :

Interpréter la spécification géométrique extraite du dessin de définition de la barre de direction DT3.
Répondre sur le document page 20.

9- Travail graphique

Q48: En se basant sur les documents techniques DT1 et DT2, compléter le dessin de définition de l'articulation (5) sur le document page 21.

- Compléter la vue de face
- Compléter la vue de dessous coupe A-A
- Compléter la coupe B-B.

La partie D

10) Relation Produit-Matériau-procédé :

Objectif:

Etude de fabrication de l'axe (bout-barre) de la barre de direction.

Choix de matériau :

Q49: Donner la désignation du matériau de la pièce étudiée.

S460

Q50: expliquer avec précision la signification de cette désignation.

Aciers d'usage général de structure à grain fin soudables à haute résistance, limite minimale d'élasticité 460Mpa

Q51: En se basant sur le dessin de définition de la barre de direction, donner le critère de choix de ce matériau (propriété de mise en œuvre) pour la réalisation de l'axe (bout-barre).

Soudabilité

11) Etude d'industrialisation

Dans le but d'augmenter la productivité, le bureau des méthodes décide de réaliser l'axe par décolletage sur un tour automatique.

Le décolletage est un procédé d'usinage par enlèvement de matière, permettant de réaliser des pièces tournées en partant de barres.

La cadence de production est de moyenne séries.

choix de brut :

Q52: A l'aide des documents **DT** et **DT**,

Déterminer le diamètre mini de brut nécessaire pour la réalisation de l'axe (bout-barre).

$\varnothing \geq 58 \text{ mm}$

Q53: Comme vous pouvez le voir sur la photo ci-dessous, ce tour est équipé d'un embarreur. Quel est l'avantage de ce type d'équipement en termes de productivité ?

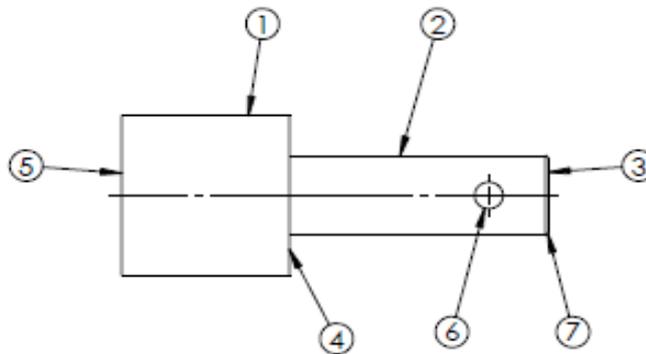


Cet appareillage permet :

- Un gain de flexibilité et de productivité.
- Un chargement automatique de la matière.

Analyse d'usinage :

Q54: A l'aide du document DT, et suivant le repérage des surfaces ci-dessous :



Compléter le tableau suivant :

Rep surface	Opération	Nom d'outil	Silhouette outil
1	chariotage	outil à charioter	
2	chariotage	outil à charioter	
3	Dressage	Outil à dresser	
5	Tronçonnage	Outil à tronçonner	
6	Perçage	Foret	
7	Chanfreinage	Outil à chanfreiner	

		Pour réaliser les surfaces repérées 1 et 2 en ébauche , l'opérateur a choisi un outil a plaquette carbure .
	Q55:	Donner deux avantages d'utilisation des outils en carbure.
		<ul style="list-style-type: none"> - Durée de vie outil - Gain en temps vitesse de coupe et profondeur de passe.
	Q56:	A l'aide de tableau de choix des conditions de coupe et de DT . Déterminer les paramètres de coupe recommandés pour réaliser les deux surfaces 1 et 2 en ébauche. (Indiquez les unités).
		<p>Surface1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La vitesse de coupe $V_c = 250\text{m/min}$ - L'avance $f = 0,4 \text{ mm/tr}$ <p>Surface 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La vitesse de coupe $V_c = 250\text{m/min}$ - L'avance $f = 0,4 \text{ mm/tr}$
	Q57:	Calculer les fréquences de rotation N , ainsi que les vitesses d'avance V_f à régler sur la machine.
		<p>Surface 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $N = \frac{1000.V_c}{\pi.D} = 1474,4 \text{ tr/min}$ - $V_f = f.N = 0,4 \times 1474,4 = 589,7 \text{ mm/min}$ <p>Surface 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $N = \frac{1000.V_c}{\pi.D} = 2948,8 \text{ tr/min}$ - $V_f = f.N = 1179,5 \text{ mm/min}$
	Q58:	A l'aide des documents technique, déduire la valeur de rayon de bec d'outil utilisé pour cette opération.
		On a $r_\epsilon = f_e b / 0,5$ donc $r_\epsilon = 0,8\text{mm}$
		Pour respecter les spécifications géométriques de la barre de direction, la finition des surfaces 1,2 et 4 sera réaliser après soudage des deux axes (bouts barre) sur la barre de direction.
	Q59:	Quel est le procédé de soudage parmi les trois types ci-dessous est adopté pour réaliser la barre de direction ? entourer la bonne réponse.
		<ul style="list-style-type: none"> -Soudage par résistance électrique - Soudage à l'arc - Soudage à la flamme

Après soudage des deux bouts de barre, la barre de direction va subir un traitement thermique de recuit.

Q60: De quel type de recuit s'agit-il ?

Recuit de détente

Q61: A quoi sert ce traitement thermique ?

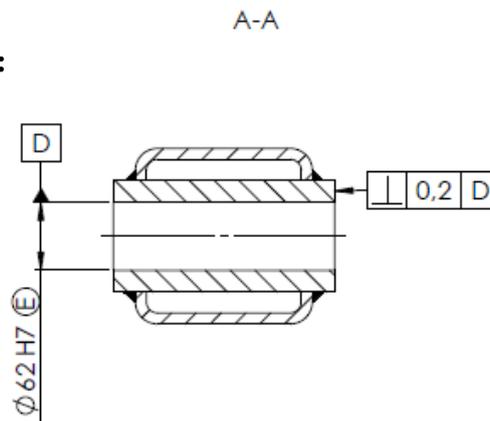
éliminer ou à abaisser le niveau des contraintes résiduelles induites dans les assemblages par des opérations de soudage.

Qualification de la barre de direction:

Contrôle Tridimensionnel

Une spécification géométrique est particulièrement observée et fait l'objet d'un contrôle strict. Chaque pièce est mesurée à l'aide d'une machine à mesurer tridimensionnelle.

La spécification à contrôler est ci-contre (voir **DT**):



Q62: Compléter la gamme de mesure MMT pour le contrôle de cette spécification.

Gamme de mesure :

Éléments palpés :

CY_1 palpé sur **la surface cylindrique de référence D**.

PL_2 palpé sur **la surface tolérancée**.

Éléments construits :

Construire l'axe **DR_3** ; axe du cylindre **CY_1** associé au référence **D** (critère des moindres carrés)

Construire le point **PT_4** tel que **PT_4 = DR_3 ∩ PL_2**

Construire le plan **PL_5** perpendiculaire à **DR_3** et passant par **PT_4**

Calculer l'angle **α** entre **PL_2** et **PL_5**

Critère :

Vérifier que : $\frac{d \times \tan(\alpha)}{2} \leq \frac{IT}{2}$ avec ($IT = 0,2$ mm et $d = \text{Ø } 102$ mm)

BAREME

PARTIE A			
Q 1	3,5 pts	Q 38	1pts
Q 2	1pts	Q 39	1,5pts
Q 3	1pts	Q 40	1,5pts
Q 4	1pts	Q 41	1,5pts
Q 5	1pts	Q 42	1,5pts
Q 6	1pts	Q 43	1pts
Q 7	1pts	Q 44	1pts
Q 8	1pts	Q 45	3pts
Q 9	1pts	Q 46	3,5pts
Q 10	1pts	Q 47	1pts
Q 11	1pts	Q 48	1pts
Q 12	1pts	Q 49	8pts
Q 13	1pts	Q 50	8pts
Q 14	2pts	Q 51	5pts
Q 15	1pts	Q 52	2pts
Q 16	1pts	Q 53	2pts
Q 17	2pts	Q 54	4pts
Q 18	2pts	Q 55	2pts
Q 19	2pts	Q 56	2pts
Q 20	1pts	Q 57	1pts
Q 21	1pts	Q 58	1pts
Q 22	1pts	Q 59	1pts
Q 23	1pts	Q 60	1pts
Q 24	2pts	Q 61	4pts
Q 25	1pts		
Q 26	0,5pts		
Q 27	0,5pts		
Q 28	1pts		
Q 29	1pts		
Q 30	0,5pts		
Q 31	0,5pts		
Q 32	1pts		
Q 33	0,5pts		
Q 34	0,5pts		
Q 35	1pts		
Q 36	1pts		
Q 37	1pts		

Total sur 100 pts.