



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. Etude statique
3. Etude cinématique
4. Etude de la RdM
5. Etude dynamique et énergétique

PARTIE B

6. Mécanique des fluides

PARTIE C

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

PARTIE D

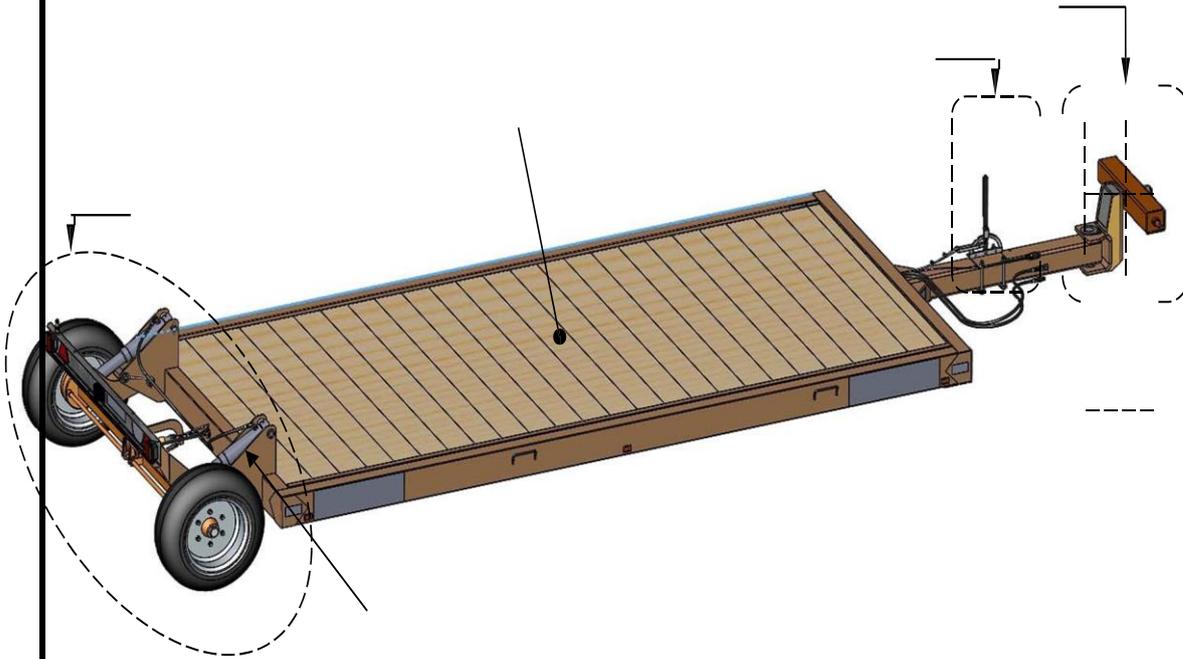
10. Relation produit -matériaux –procédé
11. Etude d'industrialisation
12. Qualification d'un produit

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.

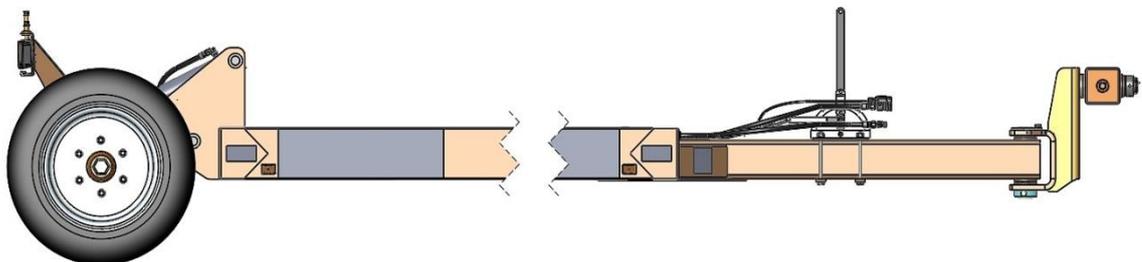


2. PRINCIPE D'UTILISATION :

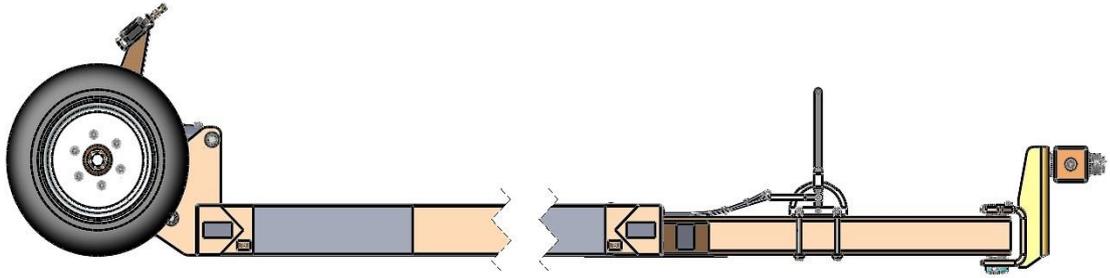
Plateau de remorquage :

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

Une position route (position haute).



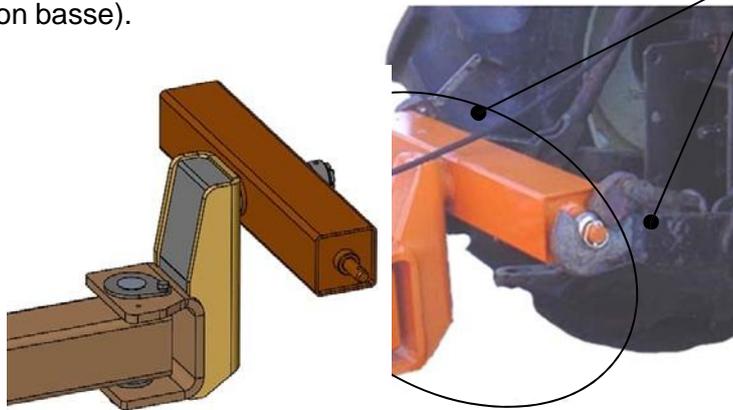
Une position basse (chargement de la remorque).



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).



3. Caractéristique 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 de Coupe câble

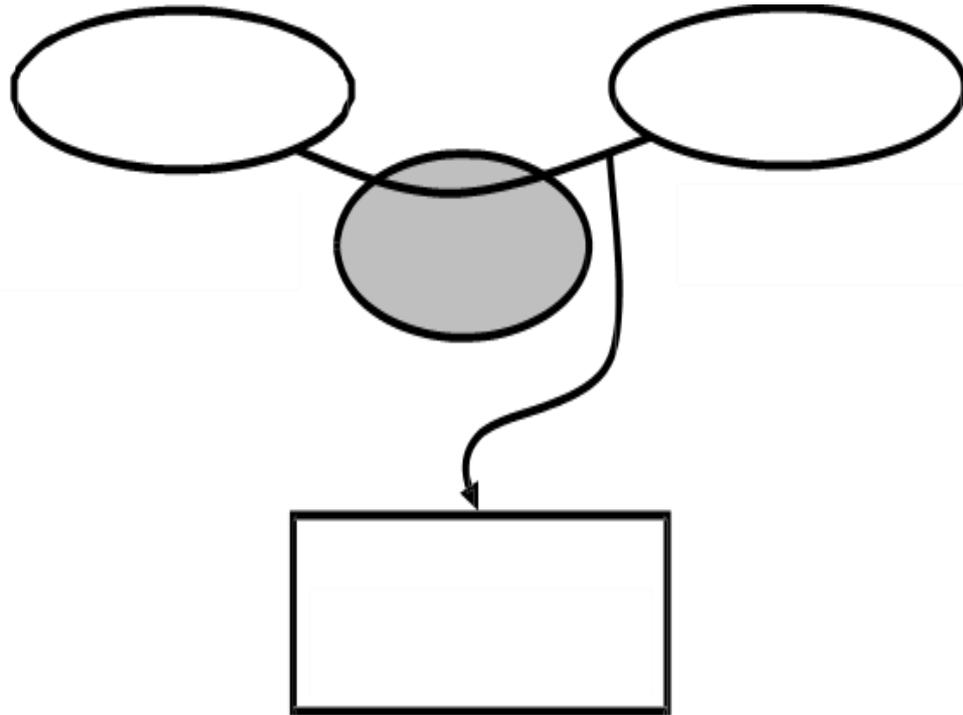
Objectif:

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

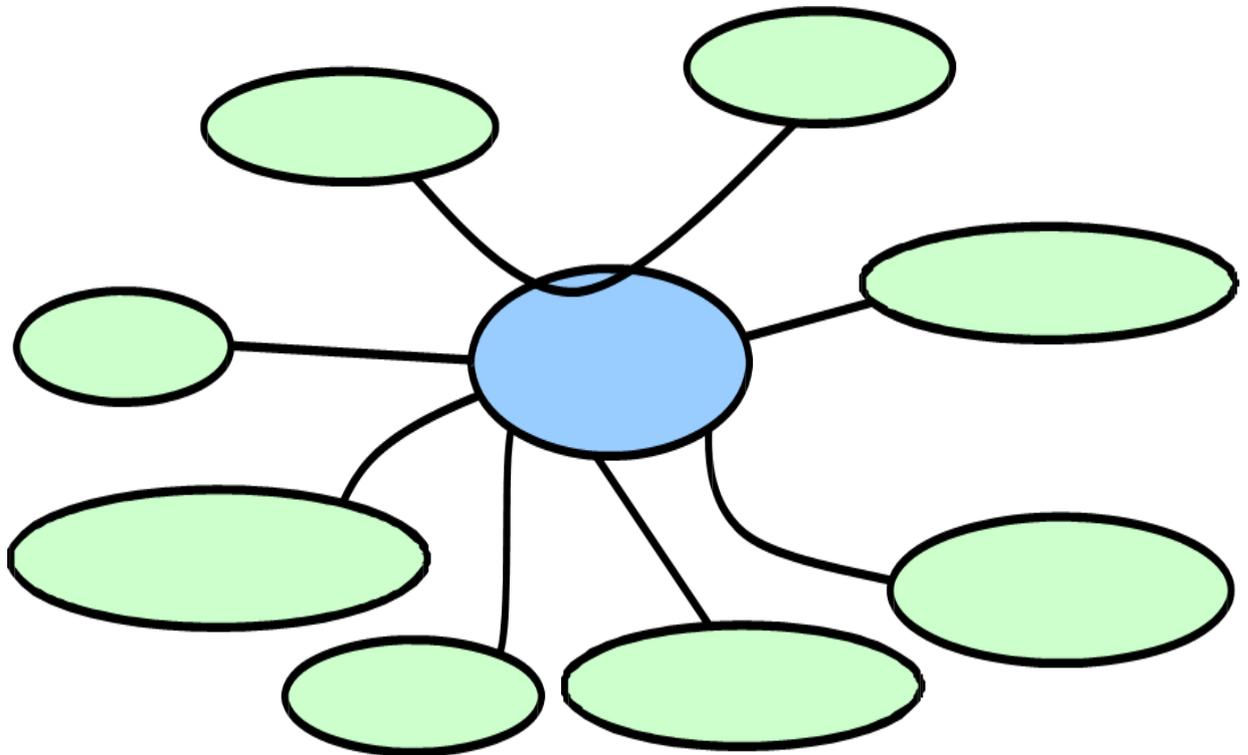
Données :

- Document « présentation et mise en situation ». (pages 1 et 2)

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



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



Grappe des inter-acteurs

FP1 :

FC1 : S'adapter au tracteur.

FC2 : s'adapter à des terrain hostile.

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

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

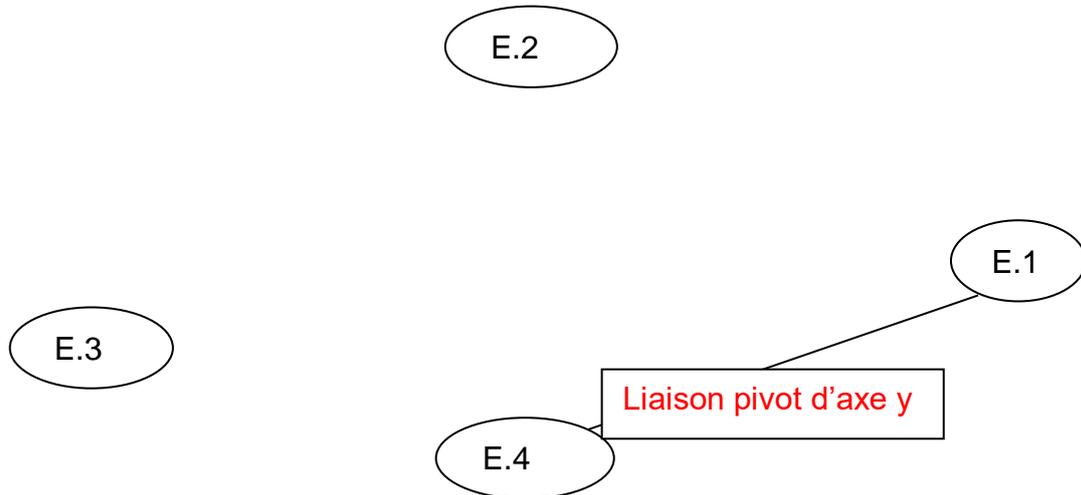
FC5 : Respecter la législation et les normes de sécurité.

FC6 : Verrouiller la position haute.

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

$E1=\{ \}$ - $E2=\{ \}$ - $E3=\{ \}$ - $E4=\{ \}$

Q3: En se basant sur DT et DT compléter le graphe des liaisons



Grphe des liaisons

Q4: Compléter le schéma cinématique en se servant des axes et de la liaison entre SE1 SE4 déjà dessinés ci-dessous

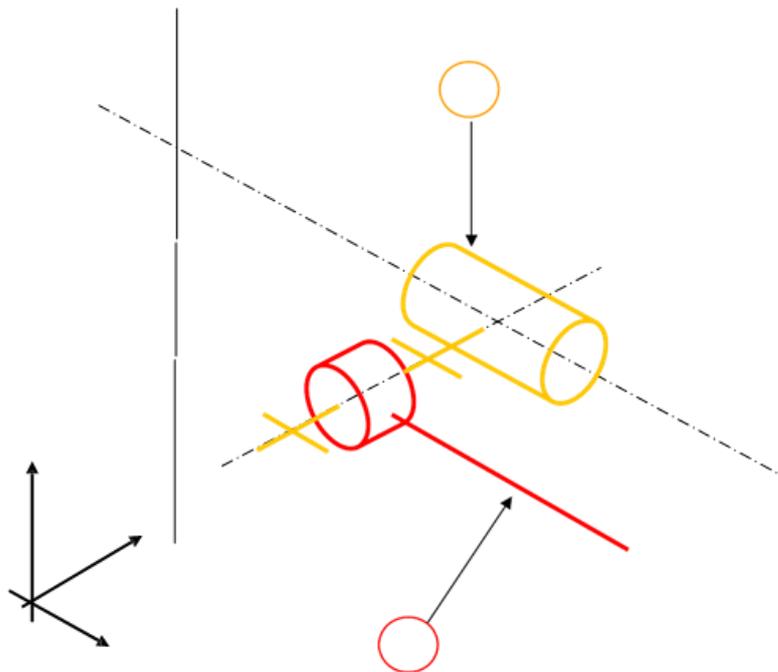
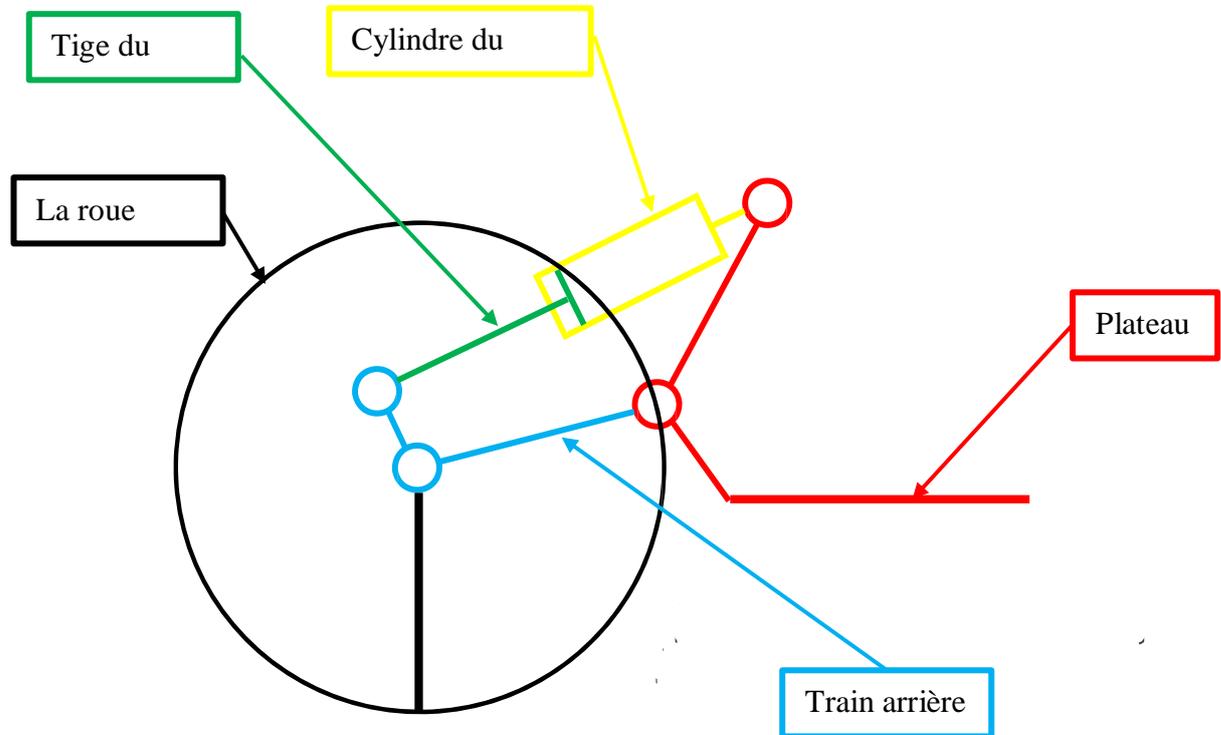


Schéma cinématique

2°) Étude statique***A - Première problématique :***

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

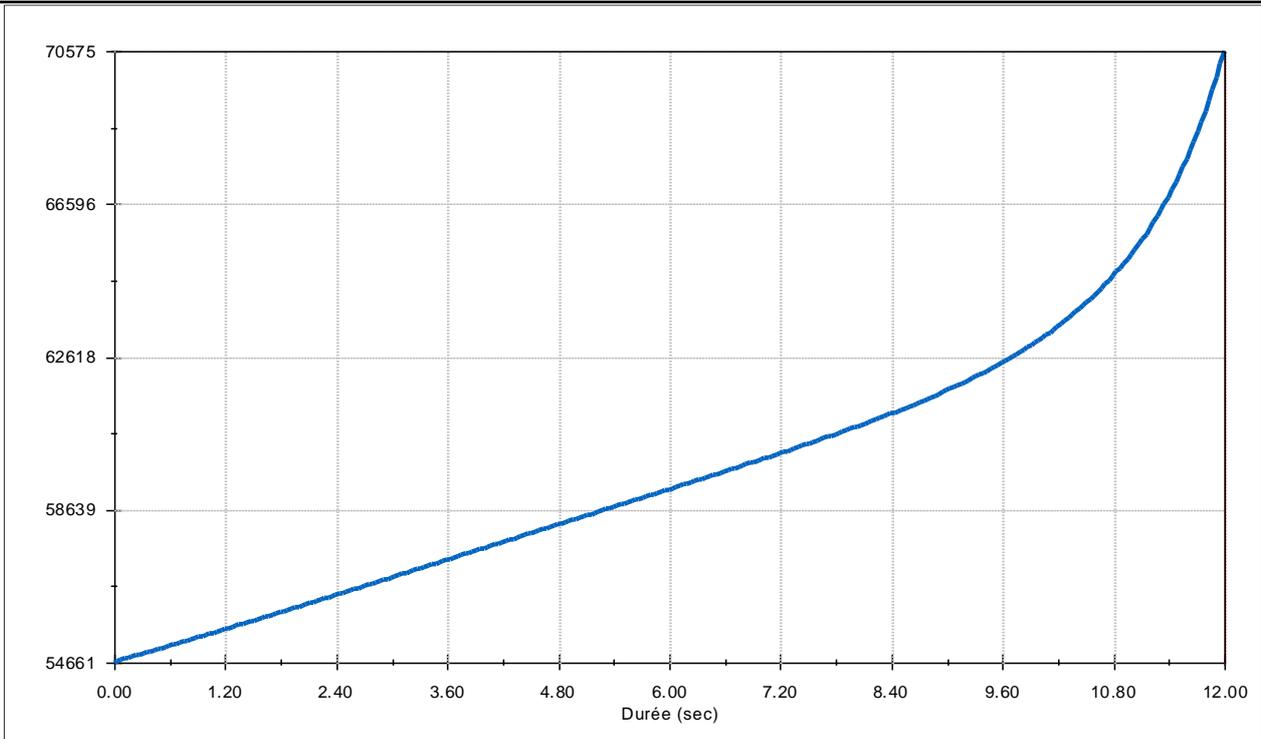
***A-1 Étude des actions mécaniques sur la tige du vérin lors du soulèvement du plateau.***

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 simulation est donné sur la courbe suivante.

Filière:

Épreuve:



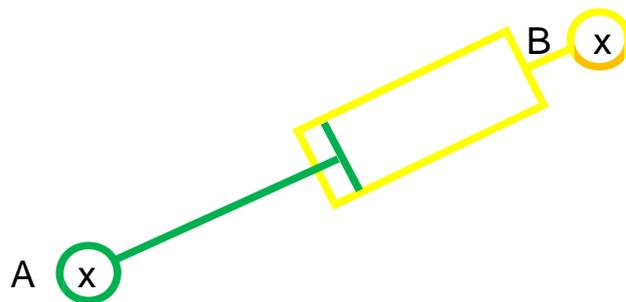
force du vérin

A-1.1 Équilibre du vérin

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

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

F=.....daN



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

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

Q8: Appliquer le Principe Fondamental de la Statique au vérin et en déduire les direction(s) des forces s'appliquant sur le vérin et tracer ces directions dans la figure ci-dessus.

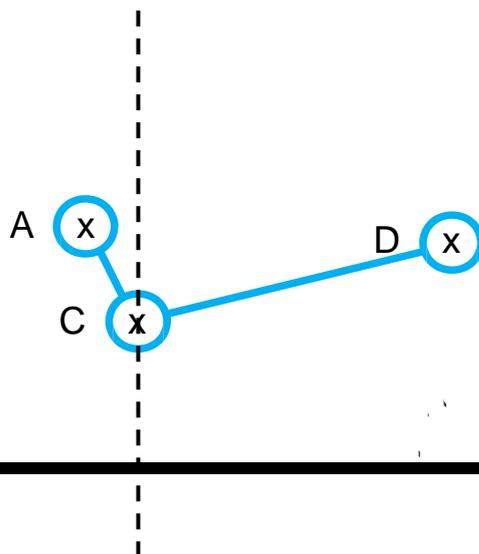
A-13 Résolution graphique de l'équilibre du « train arrière »

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)
$\vec{A}_{Tige/train}$				
$\vec{C}_{Roue/train}$				
$\vec{D}_{plateau/train}$				

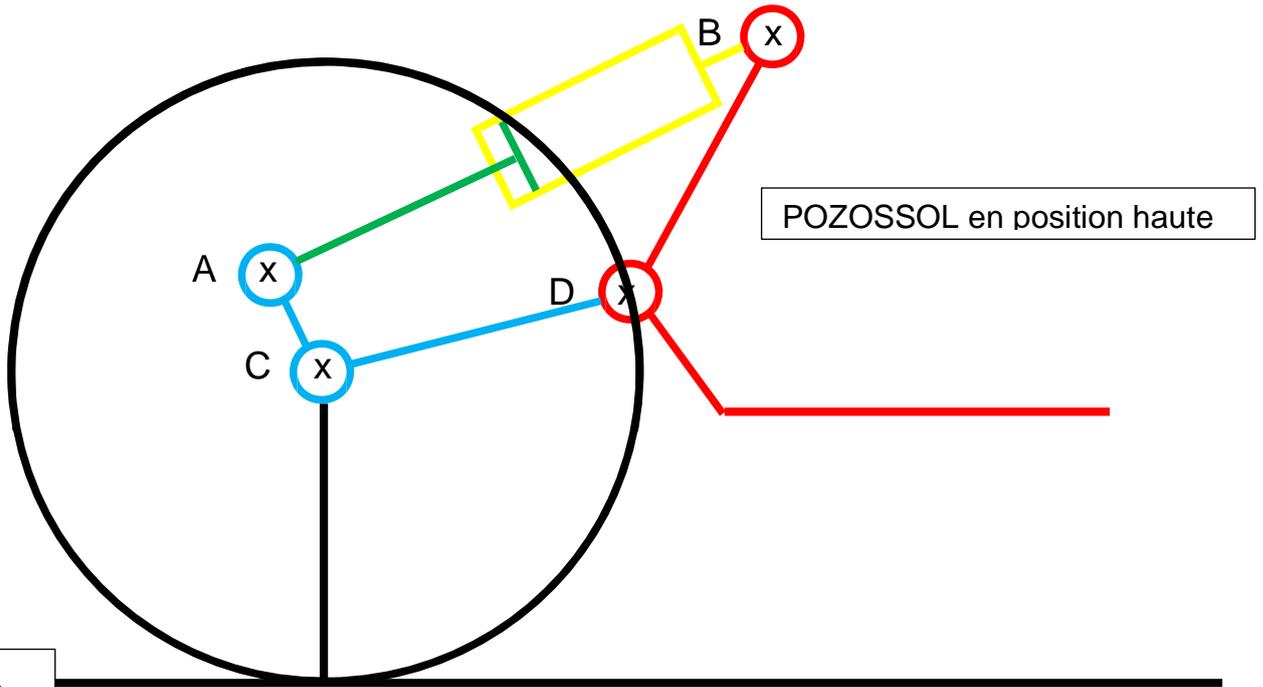
Q10: Appliquer le Principe Fondamental de la Statique au train pour une résolution graphique.

Q11: Tracer la résolution graphique.

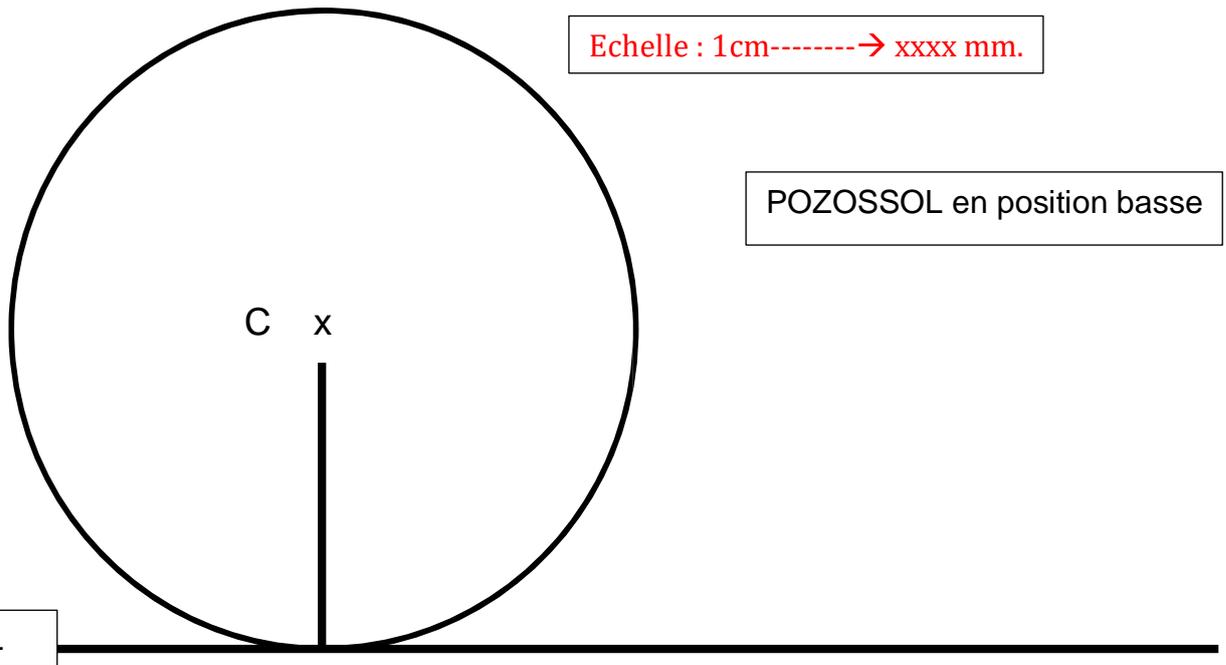


Filière:

Épreuve:



Le SOL



Le SOL

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

.....

.....

Q14: Sachant que la roue reste immobile par rapport au sol. Tracer (sur la fig ci-dessus) la trajectoire $T_{AeTrain/Roue}$

.....

Q15: Sachant que le mouvement de plateau est une translation circulaire tracer sur le schéma ci-dessus le plateau en position basse

Q16: Tracer sur le schéma ci-dessus le Train en position basse

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

Q18: Déduire la course du vérin.

4°) Etude de la Résistance de la tige.

A-2 Vérification du dimensionnement de l'axe 2

Objectif :

Cette partie vise à valider le choix du matériaux de l'axe 2.

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

Le matériau de l'axe 2 est un acier de construction S275 dont $Re = 275 \text{ mpa}$.

Diamètre de l'axe est $d = 60 \text{ mm}$.

Q19: Donner la nature de sollicitation de l'axe 2.

Filière:

Épreuve:

.....
.....
Q20: Calculer la section de l'axe 2.

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

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

.....
.....
.....
.....
.....

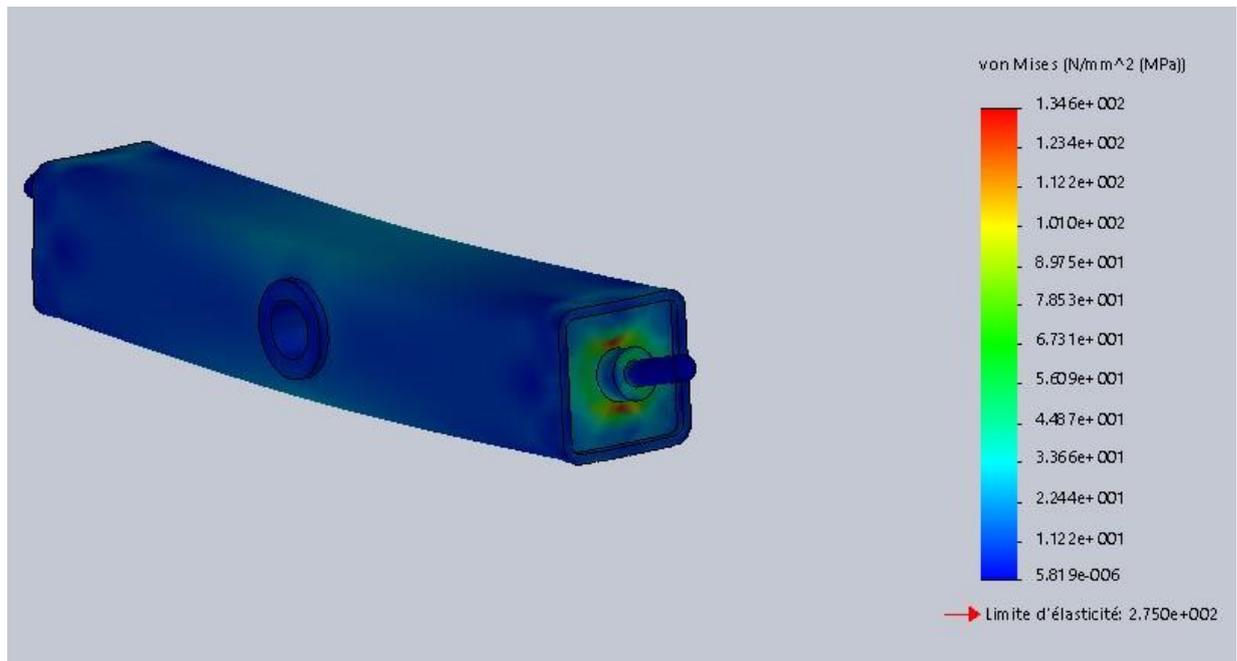
Deuxième étude : Utilisation d'un logiciel de simulation.

Objectif :

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

Données :

- La barre est en acier S275.
- Sa limite élastique $R_e=275\text{MPa}$.



Tracé des contraintes

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

Q24: Relever la contrainte maximale.

.....
.....

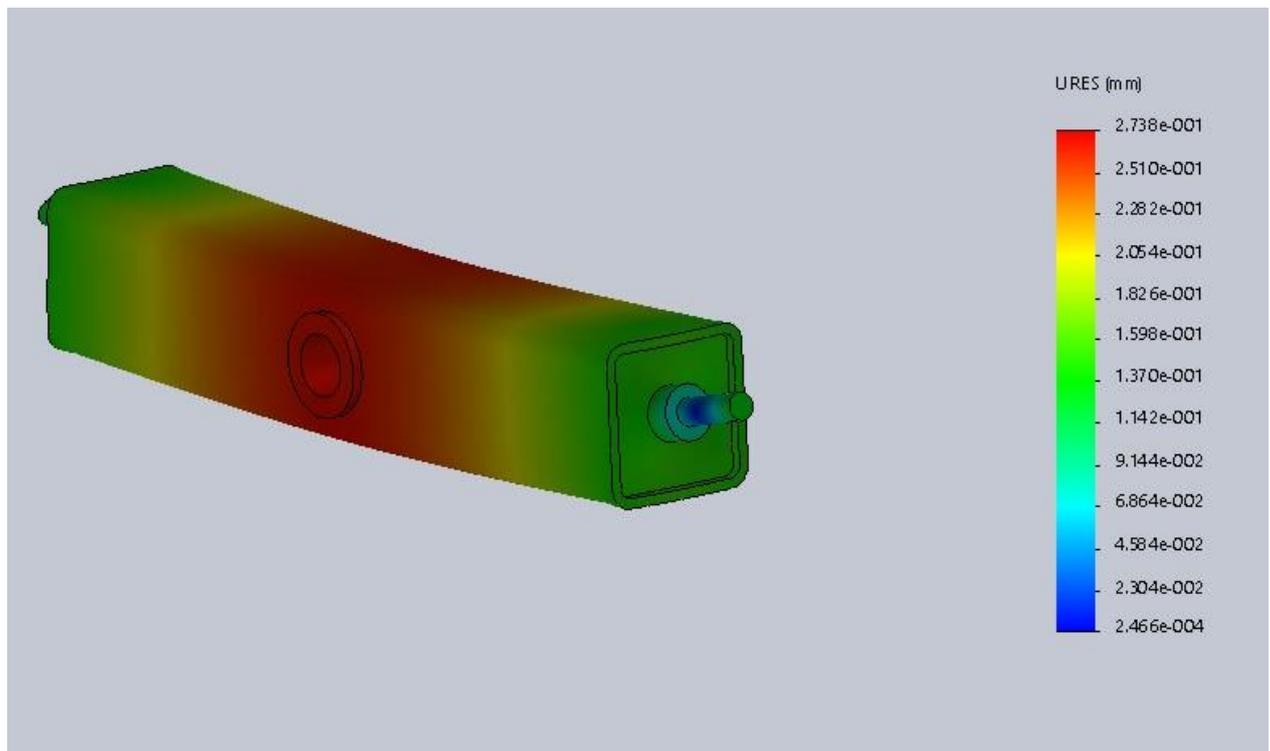
Q25: Conclure sur la résistance de la barre .

.....
.....
.....

Q26: Calculer le coefficient de sécurité.

Vérification de la rigidité de la bielle :

Le cahier de charge impose un allongement de la bielle sous l'effort de coupe reste 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 ?

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

4°) Etude de freinage du chariot.

Parmi Les conditions techniques auxquelles doit répondre le chariot sont :

- La décélération moyenne lors du freinage ne soit jamais inférieure à 3m/s^2 .
- La masse totale du chariot est 6000kg .

Q29: Calculer la force d'inertie engendrée par décélération.

Q30: Calculer l'énergie cinétique du chariot roulant à $v=40\text{km/h}$.

Q31: Calculer la puissance de freinage nécessaire pour stopper le chariot. Le temps de freinage est 4s .

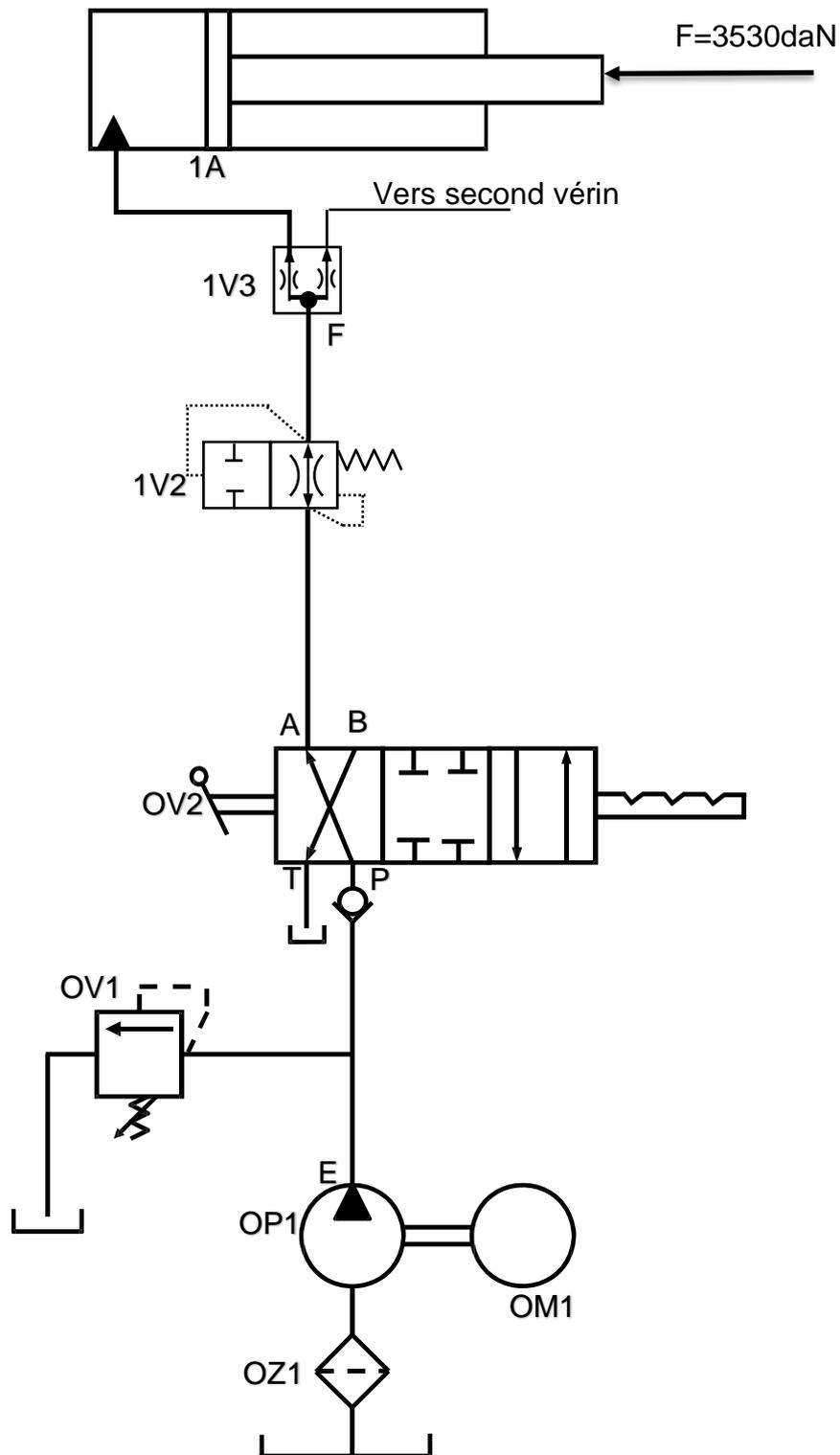
Q32: Lors d'un freinage efficace l'énergie cinétique du chariot est donc convertie en autre forme d'énergie donner cette forme d'énergie.

Filière:

Épreuve:

La partie B

6-mécanique des fluides.



Données :

- Chaque vérin développe une force : $F = 3530 \text{ daN}$
- Taux de charge du vérin $T < 0,6$.
- Le respect des normes de sécurité sur la vitesse de soulèvement du chariot, impose une vitesse de déplacement de la tige de vérin : $V = 20 \text{ mm/s}$.
- On néglige les pertes de charges singulières dans les coudes.
- Les pertes de charges singulières dans le distributeur, valve parachute et diviseur sont données par les courbes caractéristiques extraites du document constructeur.
- La longueur des conduites EF : $L = 8 \text{ m}$,
- On néglige les pertes de charges dans les conduites entre le diviseur et les vérins
- La différence de hauteur est négligeable.

On donne :

- 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 $Re = Vd/\nu$
- Pertes de charges linéaires : $J_{\text{linéaire}} = -\lambda \cdot (L/d) \cdot \rho \cdot (v^2/2)$ en (Pa)
avec L : longueur du tube en (m)
- Pertes de charges singulières : $J = - (1/2) \cdot \rho \cdot V^2$ 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.

Q33: Compléter le tableau suivant

Repère	Nom de l'élément	La Fonction
OZ1		
1V2	Valve parachute	Contrôler la descente des vérins
OP1		
OV1		
OV2		
1A		
1V3		

Q34: Calculer le débit nécessaire pour chaque vérin.

Q35: Déduire le débit de la pompe.

Q36: Calculer la pression au fond des vérins.

Q37: Calculer la vitesse V d'écoulement dans la conduite EF en m/s.

.....
.....
.....

Q38: Calculer le nombre de Reynolds Re .

.....
.....
.....

Q39: Préciser la nature de l'écoulement dans la conduite, et calculer λ le coefficient de pertes de charge linéaire

.....
.....
.....

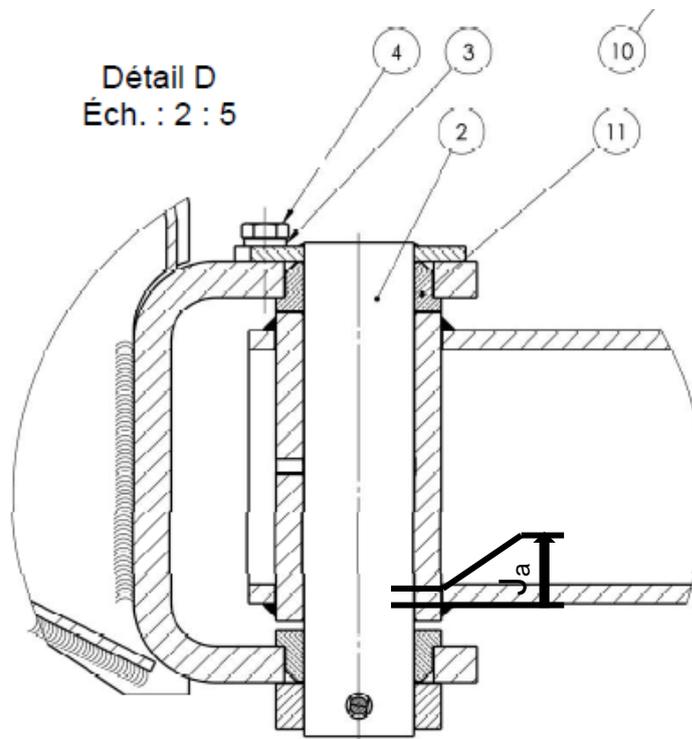
Q40: Calculer les pertes de charges singulières $J_{linéaire}$ en bar.

Q41: On vous donne les pertes charges singuliers des composants suivants :

LA PARTIE C

7- Etude technologique

La liaison pivot entre 5 et 1 nécessite une cote condition J_a . (voir la figure suivante extraite du DTxx)



Q42: Sur la figure ci-dessus, tracer la chaîne des cotes qui influent sur la cote condition j_a .

8- Cotation fonctionnelle : Analyser un ajustement.

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

Q43: Compléter le tableau ci-dessous.

	ARBRE	ALESAGE
Cote tolérancée		
Cote nominale (mm)		
Ecart supérieur	es =	ES =
Ecart Inférieur	ei =	EI =
IT (mm)		
Cote Maxi. (mm)	arbre Maxi =	Alésage Maxi =
Cote mini (mm)	arbre mini =	Alésage mini =

Q44: Calculer Jeu_{Maxi} et Jeu_{mini} .

$\text{Jeu}_{\text{Maxi}} =$	$\text{Jeu}_{\text{Maxi}} =$
$\text{Jeu}_{\text{mini}} =$	$\text{Jeu}_{\text{mini}} =$

Q45: En déduire la nature de l'ajustement, en entourant la bonne réponse.

Ajustement avec du serrage

Ajustement incertain

Ajustement avec du Jeu

Q46: Etude de spécification géométrique :

Interpréter la spécification géométrique extraite du dessin de définition de la roue codeuse document technique DT8. Répondre sur le document page 21.

9- Travail graphique

Le document page 22 représente la solution partielle du guidage en rotation et en translation du galet du détecteur d'enroulement du tuyau.

Q47: Sur le document page 22 :

- Compléter le montage des roulements.
- Indiquer les ajustements nécessaires.

Répondre sur le document page 22.

Le document page 23 représente le dessin de définition incomplet du galet.

Q48: Sur le document page 23, et à partir de la solution dessinée sur le document 22 :

- Compléter la vue de face coupe A-A du galet 1.
- Dessiner une $\frac{1}{2}$ vue de gauche.(représenter les traits cachés)

Répondre sur le document page 23.

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.

.....

.....

Q50: Expliquer avec précision la signification de cette désignation.

.....

.....

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).

.....

.....

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).

.....

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 ?

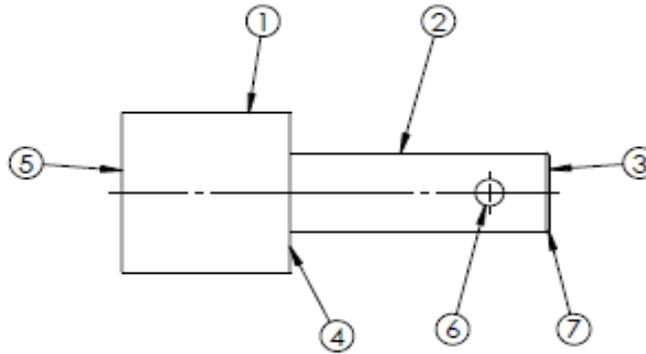
Filière:

Épreuve:

.....

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	
2	
3	
5	Outil à tronçonner	
6	
7	

		Pour réaliser les surfaces repérées 1 et 2 en ébauche l'opérateur a choisi un outil à plaquette carbure .
Q55:		Donner deux avantages d'utilisation des outils en carbure.
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>Surface 1 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La vitesse de coupe $V_c = \dots\dots\dots$ - L'avance $f = \dots\dots\dots$ <p>Surface 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La vitesse de coupe $V_c = \dots\dots\dots$ - L'avance $f = \dots\dots\dots$
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"> - $N = \dots\dots\dots$ - $V_f = \dots\dots\dots$ <p>Surface 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $N = \dots\dots\dots$ - $V_f = \dots\dots\dots$
Q58:		A l'aide des documents technique, déduire la valeur de rayon de bec d'outil utilisé pour cette opération.
		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.
		-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.

Filière:

Épreuve:

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

.....

Q61: A quoi sert ce traitement thermique ?

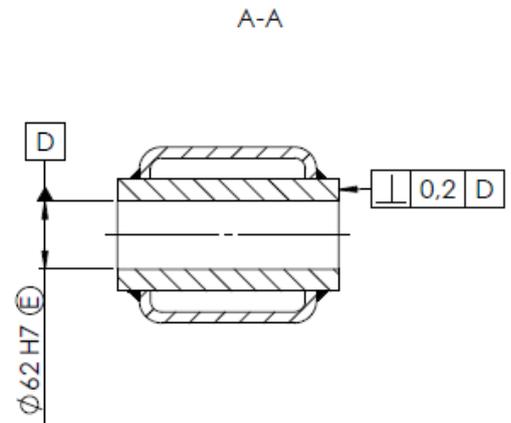
.....

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

PL_2 palpé sur

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 et passant par

Calculer l'angle **α** entre et

Critère :

Vérifier que : $\frac{d \times \tan(\alpha)}{2} \leq \frac{IT}{2}$ avec (IT = mm et d = Ømm)

Filière:

Épreuve:

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.