**PROPOSITION DU POIDS DES COMPÉTENCES À ÉVALUER**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **C1** | **S'Informer  Analyser** | C11 | Décoder un CdCf |  |  |
| C12 | Analyser un produit | Q1>Q18,Q22>Q29,Q37,Q38 | 70% |
| C13 | Analyser une pièce |  |  |
| C14 | Collecter des données |  |  |
|  | | | | | |
| **C2** | **Traiter Décider** | C21 | Organiser son travail |  |  |
| C22 | Etudier et choisir une solution | Q19>Q21,Q30>Q36,Q39>Q45 | 30% |
|  | | | | | |
| **C3** | **Mettre en œuvre Produire** | C31 | Définir une solution. un projet en exploitant des outils informatiques |  |  |
| C32 | Produire les dessins de définition de produit |  |  |
| C33 | Produire les documents connexes |  |  |
|  | | | | | |
| **C4** | **Communiquer Informer** | C41 | Communiquer dans le cadre d'une revue de proiet |  |  |
| C42 | Communiquer en entreprise |  |  |

**BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL**

**Étude et Définition de Produits Industriels**

Épreuve E1 - Unité U 11

**Étude du comportement mécanique d'un système technique**

**SESSION 2023**

Durée : 3 heures Coefficient : 3

Compétences sur lesquelles porte l'épreuve :

**C 12 : Analyser un produit**

**C 13 : Analyser une pièce**

**C 21 : Organiser son travail**

**C 22 : Étudier et choisir une solution**

Ce sujet comporte :

- Dossier de présentation pages : 2/20 à 3/20

- Dossier technique pages : 4/20 à 7/20

- Dossier travail pages : 8/20 à 20/20

Documents à rendre par le candidat :

- Dossier travail pages : 8/20 à 20/20

Il est conseillé au candidat de prévoir 20 min pour la lecture du sujet.

Le dossier travail comporte des indications de temps pour traiter chacune des parties.

L’usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L’usage de calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

.

**1ère Partie**

**Déterminer les caractéristiques du vérin hydraulique de basculement de la cuve**

**Compétences visées**

C123 : Expliciter un fonctionnement

C225 : Dimensionner un élément, des composants, des constituants

**Étude cinématique**

* **Déterminer** la course du vérin pour respecter l’angle d’inclinaison de 70°.

La figure 1de la page 10/20 représente la cuve du DUMPER en position horizontale.

Toutes les mesures et tous les tracés seront effectués sur cette figure.

**Question n° 1** : **Compléter** le tableau ci-dessous, en indiquant la nature du mouvement, le centre ou l'axe entre les pièces du système.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Mouvements** | **Nature du mouvement** | **Centre** | **Axe** |
| Mvt2/1 | **Rotation** | **C** | **z** |
| Mvt3/4 | **Translation** |  | **AB** |
| Mvt(3 + 4)/1 | **Rotation** | **B** | **z** |

**Question n° 2**: **Compléter** le tableau ci-dessous, en indiquant les caractéristiques de chaque trajectoire.

|  |  |
| --- | --- |
| **Trajectoires** | **Éléments géométrique associé à la trajectoire**  **(Ligne rectiligne, Arc de cercle,…)** |
| T A Є 4/3 | **Droite d’axe AB** |
| T A Є 2/1 | **Cercle de centre C et de rayon CA** |
| T A Є (3 + 4)/1 | **Cercle de centre B et de rayon BA** |

**Question n° 3** : **Tracer et repérer** en couleur les trajectoires ci-contre, sur la figure 1 de la page 10/20.

**Question n° 4** : **Calculer** la distance **BA réelle.**

* **Mesurer** la distance **BA** sur la figure 1 de la page 10/20.
* **Reporte**r la distance **BA mesurée** dans le cadre ci-dessous.
* **Calculer** la distance **BA réelle** (en fonction de l’échelle) dans le cadre ci-dessous.
* **Reporter**la distance **BA réelle** dans le tableau de la question 18 de la page 14/20.

|  |  |
| --- | --- |
| **Distance BA mesurée** | **Distance BA réelle** |
| **BA mesurée**= **78 mm** | **BA réelle**= **78 x 5 = 390 mm** |

**Question n° 5** : **Tracer** le point **A’** sur la figure 1 de la page 10/20.

Le point **A’** correspond à la position du point **A**, quand la cuve est inclinée de 70°, par rapport à la droite **CA**.

**Question n° 6** : **Calculer** la distance **BA’ réelle.**

* **Mesurer** la mesure **BA’** sur la figure 1 de la page 10/20.
* **Reporter** la distance **BA’ mesurée** dans le cadre ci-dessous.
* **Calculer** la distance **BA’ réelle** (en fonction de l’échelle) dans le cadre ci-dessous.
* **Reporter** la distance **BA’ réelle** dans le tableau de la question 18 de la page 14/20.

|  |  |
| --- | --- |
| **Distance BA’ mesurée** | **Distance BA’ réelle** |
| **BA’ mesurée** = **112 mm** | **BA’ réelle** = **112 x 5 = 560 mm** |

**Question n° 7** : **Calculer** la course du vérin utile en fonction des résultats précédents.

* **Calculer** la course du vérin utile en fonction des résultats précédents
* **Reporter** la course du vérin utile dans le tableau de la question 18 de la page 14/20.

|  |  |
| --- | --- |
| **Course du vérin** | **C** = **BA’ réelle– BA réelle** = **560 – 390 = 170 mm** |

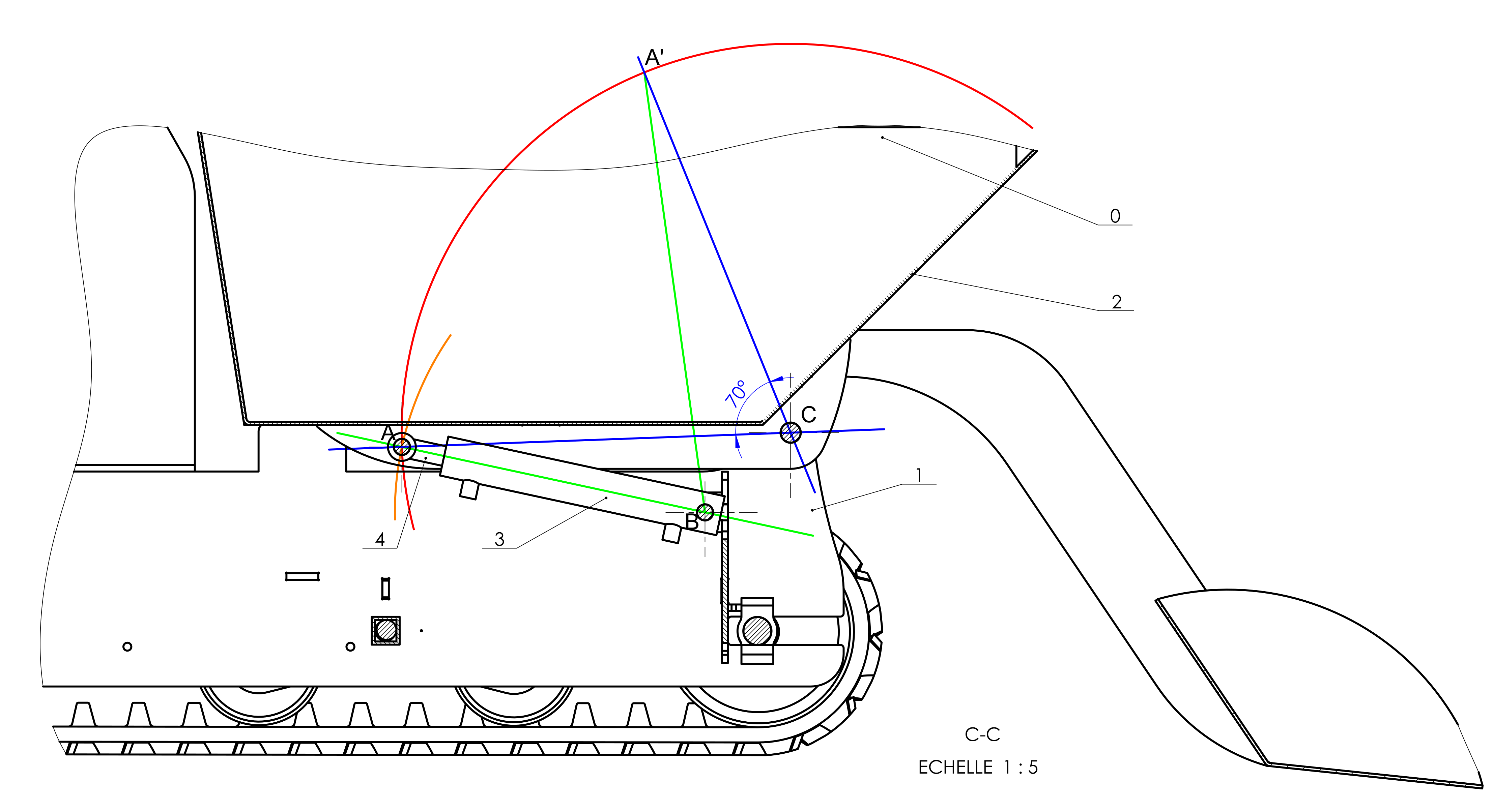
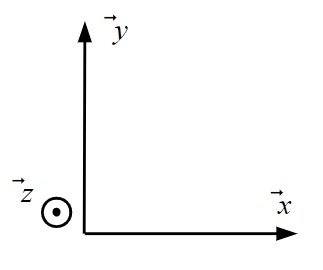


Figure 1

**T A Є (3 + 4)/1**

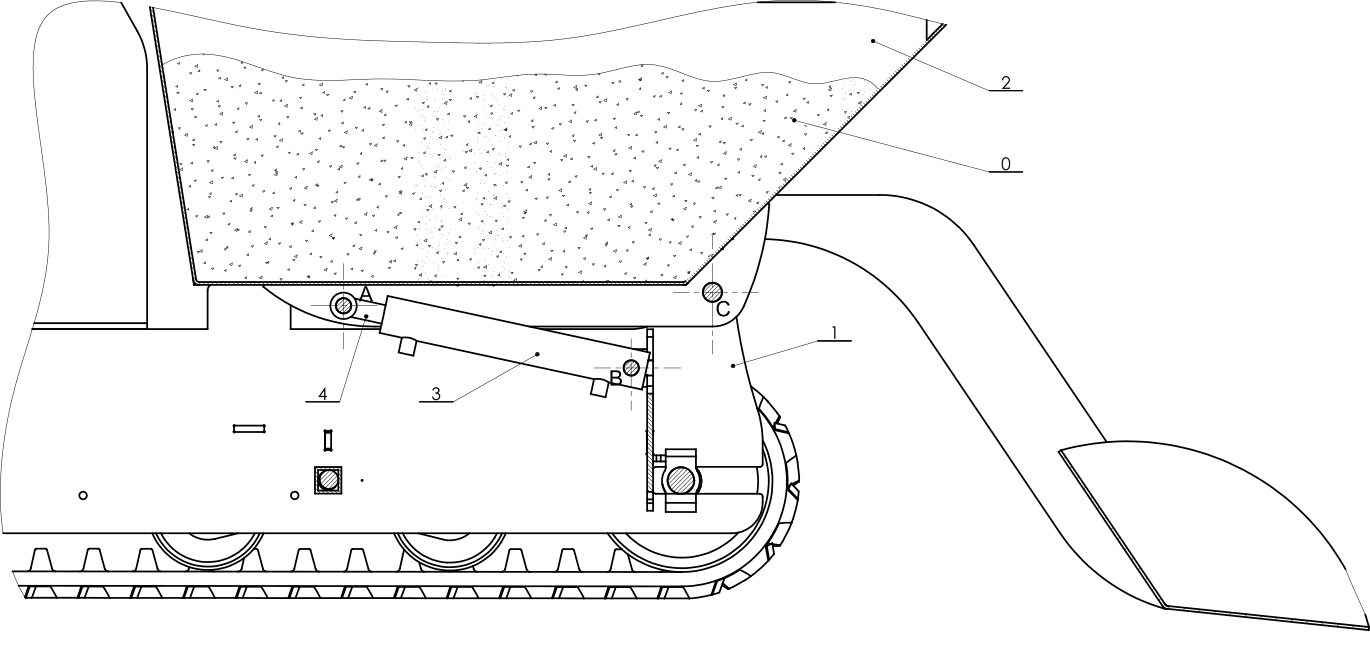
**T A Є 2/1**

**T A Є 2/1**

**Étude statique**

Pour le vérin de basculement rep.(3 + 4) de la figure ci-dessous :

* **Calculer** l’intensité de la force appliquée sur le vérin.
* **Déterminer** les caractéristiques du vérin.
* **Réaliser** le bon de commande du vérin.



**Question n° 8** : **Calculer** le poids total de l’ensemble (cuve rep.2 + charge rep.0), on prendra

**g = 9,81m/s².**

masse cuve rep.2 = 100 kg

masse charge rep.0 = 750 kg

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Masse (Kg)** | **Poids (N)** |
| **Cuve rep 2** | **m2** = **100 Kg** | **P2** = **100 x 9,81 = 981 N** |
| **Charge rep.0** | **m0** = **750 Kg** | **P0** = **750 x 9.81 = 7357,5 N** |
|  | **Poids TOTAL** | **P** = **8338,5 N** |

**Question n° 9** : **Isoler** le vérin rep. (3 + 4) et **faire** le bilan des actions mécaniques en complétant le tableau.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Action Mécaniques** | **Point d’application** | **Droite d’action** | **Sens** | **Intensité en N** |
|  | **B** | **? (AB toléré)** | **?** | **?** |
|  | **A** | **? (AB toléré)** | **?** | **?** |

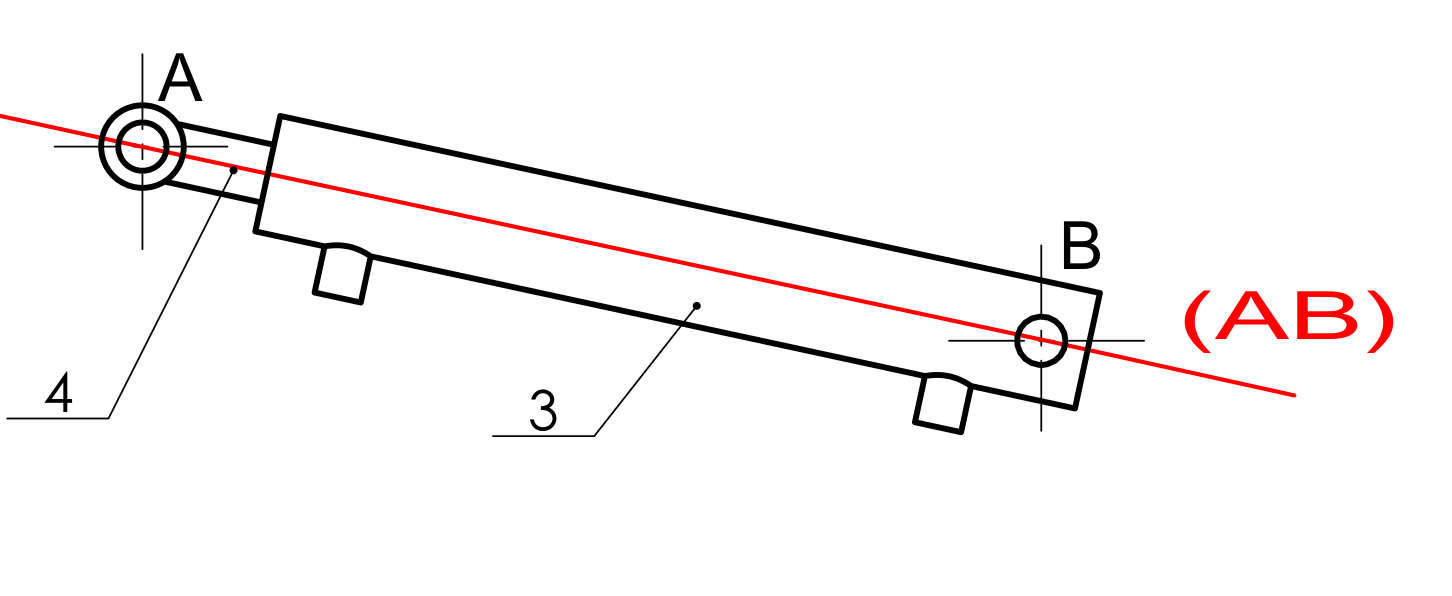


Figure 2

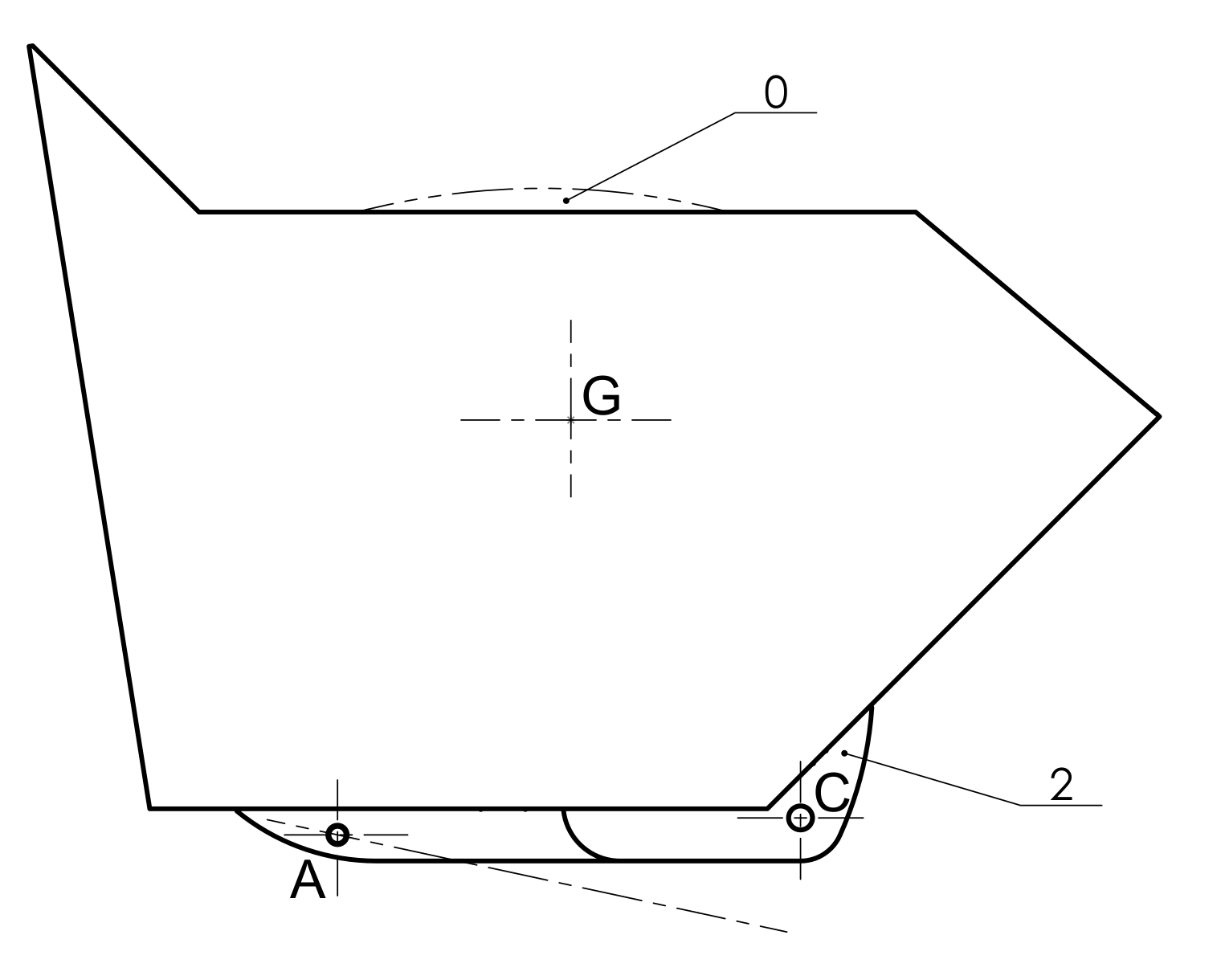
**Question n°10** : **Appliquer** le Principe Fondamental de la Statique sur le vérin rep.(3 + 4).

|  |
| --- |
| **Le vérin (3 +4) est en équilibre sous l'action de deux forces.**  **PFS : =**  **Les deux forces sont donc égales et directement opposées.** |

**Question n° 11** : **Déterminer** la (ou les) direction(s) des forces et.

|  |
| --- |
| **Droite passant par A et B** |

**Question n° 12** : **Tracer** la (ou les) direction(s) des forces et, sur la figure 2.

**Question n°13** : **Isoler** la cuve rep.2 + charge rep.0 et **faire** le bilan des actions mécaniques en complétant le tableau ci-dessous.

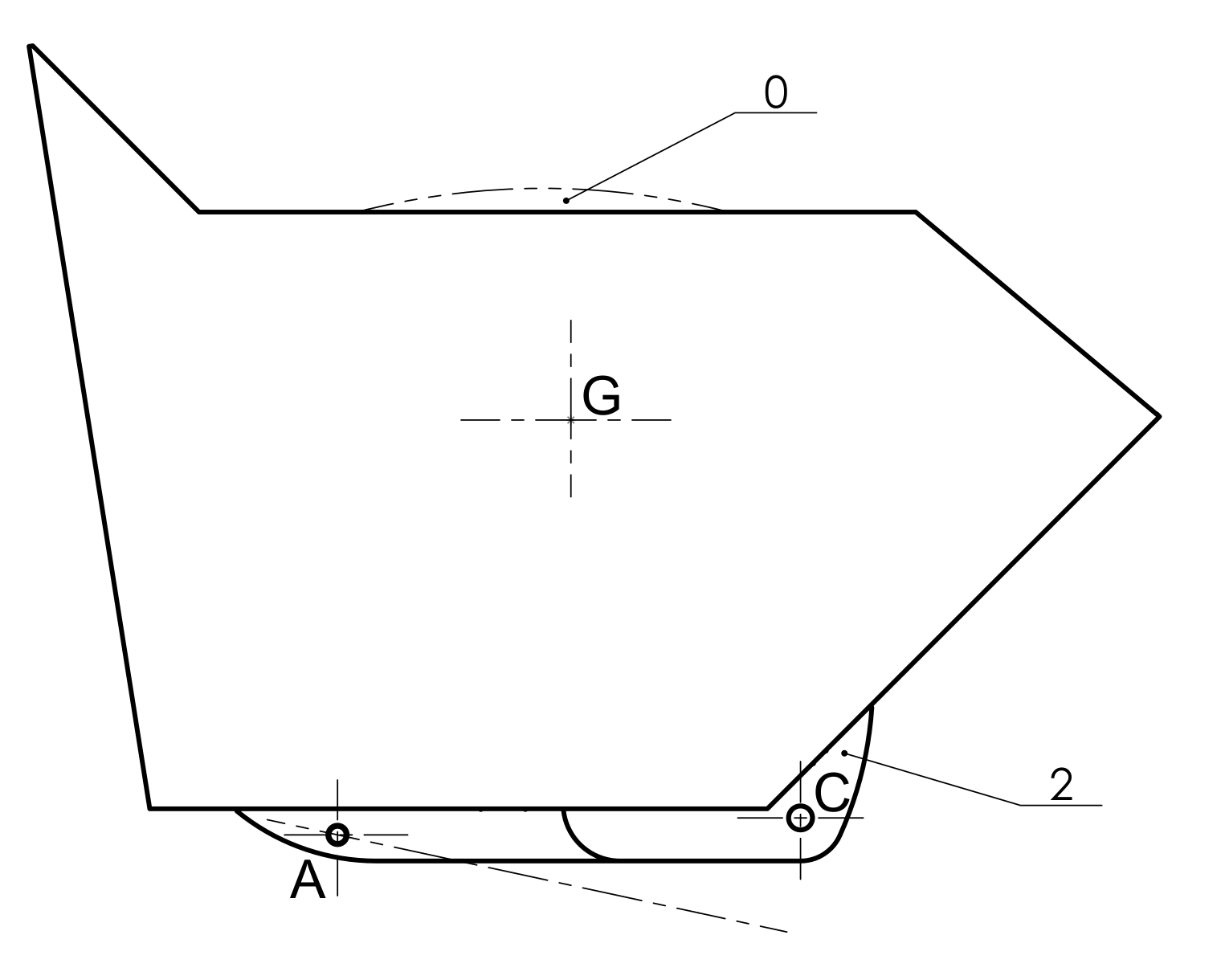


Figure 3

Direction de

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Action Mécaniques** | **Point d’application** | **Droite d’action** | **Sens** | **Intensité en N** |  |
|  | **G** | **verticale** | **↓** | **8500 N** |  |
|  | **A** | **(AB)** | **?** | **?** |  |
|  | **C** | **?** | **?** | **?** |  |

**Question n° 14** : **Appliquer** le Principe Fondamental de la Statique sur la cuve rep.2 + charge rep.0

|  |
| --- |
| **Le système (2 +0) est en équilibre sous l'action de trois forces et non parallèles.**  **PFS : =**  **Les directions des trois forces sont donc concourantes en un point I et leur somme vectorielle =** |

**Question n° 15** : **Tracer** la direction de la force sur la figure 4.

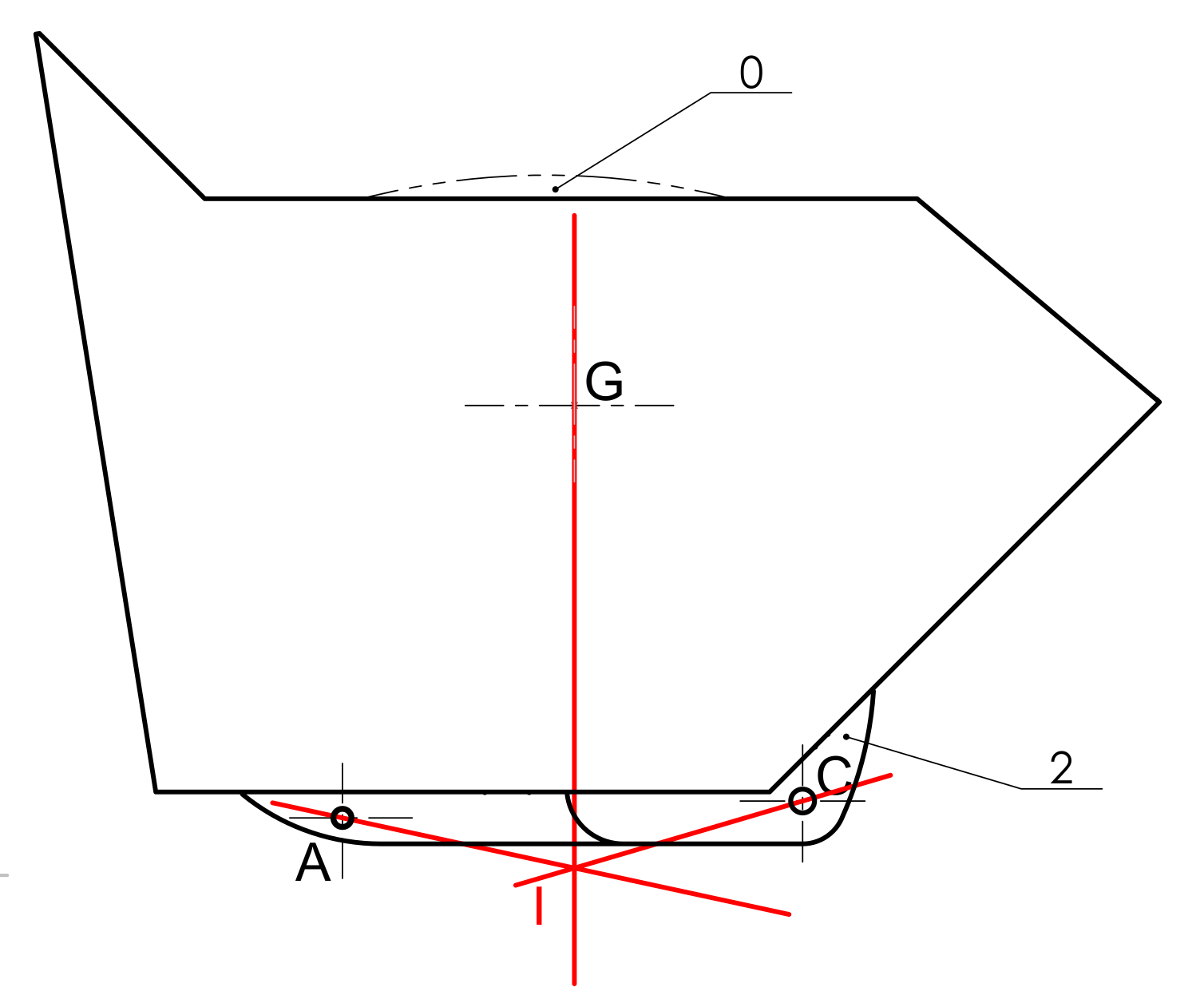


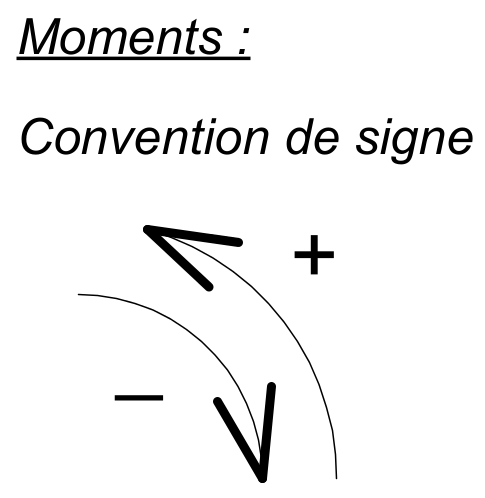
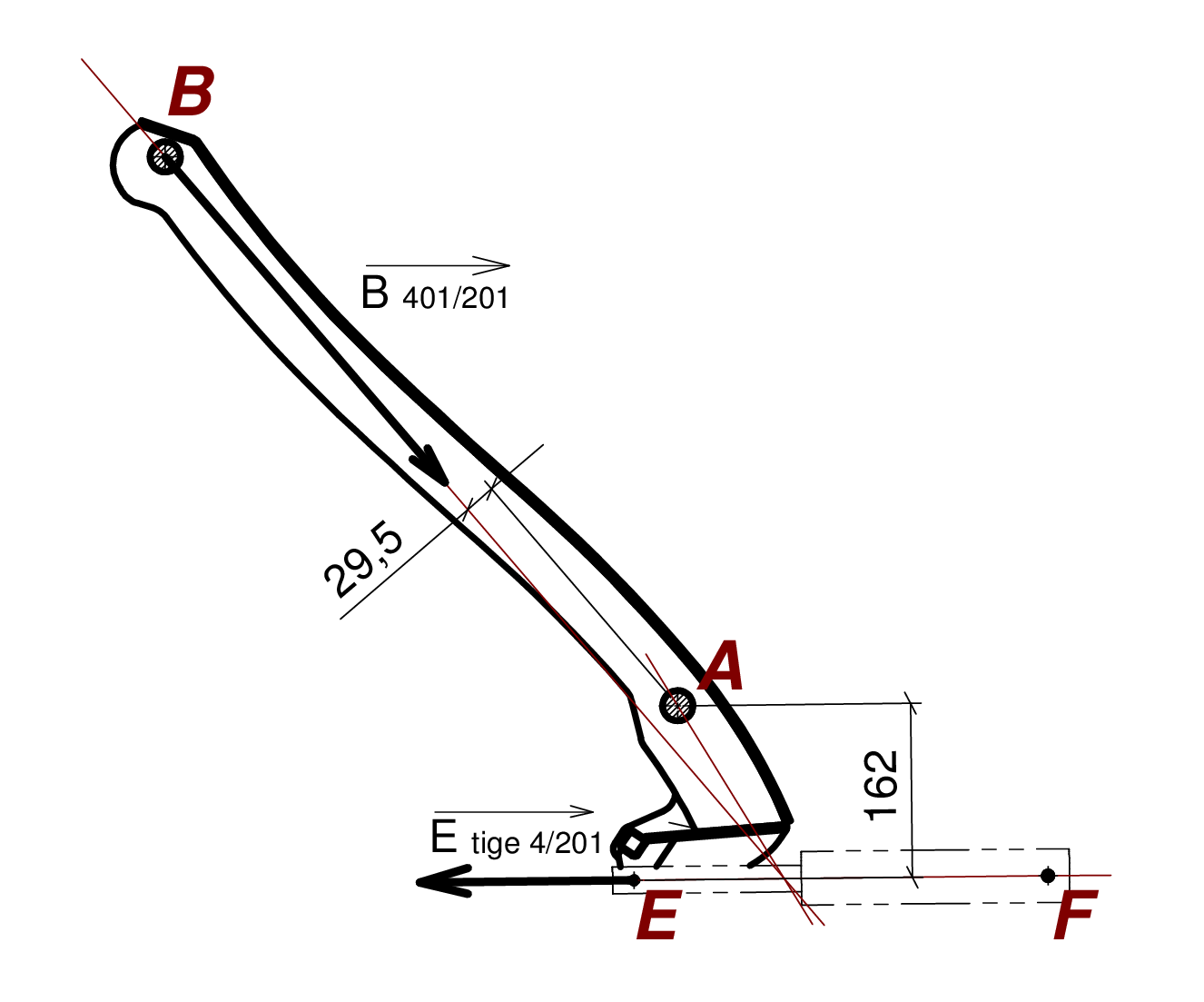
Figure 4

Direction de

**Question n° 16** : **Déterminer** graphiquement et .(Échelle des forces ci-dessous)

|  |
| --- |
| =**169 x 100 = 16900** N |
| =**172 x 100 = 17200** N |

|  |  |
| --- | --- |
| Echelle des forces : 1 mm 100N |  |

** Après avoir réalisé l'étude de la tige de vérin rep.4, pour la suite de l'étude, on prendra les valeurs suivantes :

L’intensité de la force est : = 17500 N

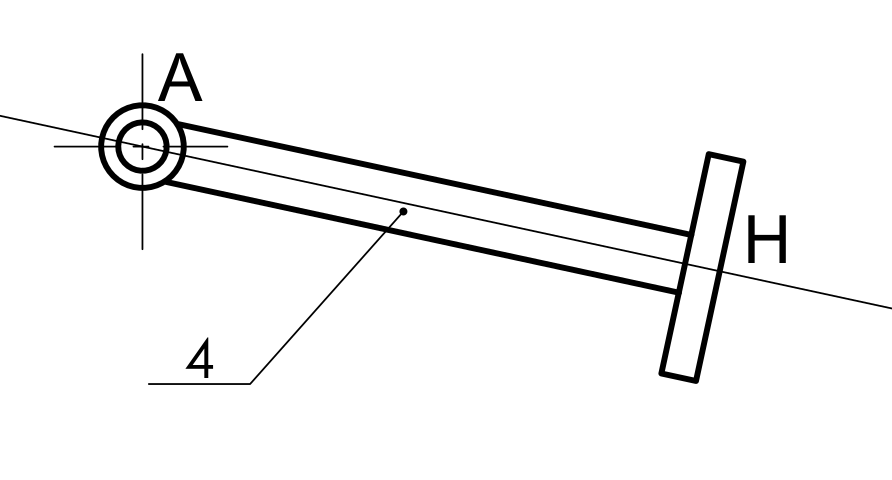


Figure 5

**Question n° 17** : **Calculer** le diamètre minimal du piston du vérin rep.(3 + 4).

On prendra comme pression hydraulique : p = 150 bars.

* **Calculer** le diamètre minimal du piston du vérin rep. (3 + 4).
* **Reporter** la course du vérin utile dans le tableau de la question 18 de la page 14/20.

|  |  |
| --- | --- |
| **Diamètre minimal du piston** |  |

|  |
| --- |
| **Ø Piston minimal= 38,54 mm** |

.

**Question n° 18** : **Compléter** les caractéristiques du vérin de basculement de la cuve, trouvées aux questions précédentes.

|  |  |
| --- | --- |
| Distance réelle tige rentrée | **BA** = **390 mm** |
| Distance réelle tige sortie | **BA’** = **560 mm** |
| Course utile du vérin | **C** = **170 mm** |
| Diamètre minimal du piston | **Ø Piston minimal** = **38,54 mm** |

**Question n° 19** : **Choisir** le vérin hydraulique du basculement de la cuve.

En fonction des résultats trouvés précédemment et des caractéristiques du vérin hydraulique de la figure ci-contre, **compléter** le tableau ci-dessous, en prenant les caractéristiques les plus proches.

|  |  |
| --- | --- |
| Diamètre alésage du piston | **ØAL** = **40 mm** |
| Course du vérin | **K** = **200 mm** |
| Distance tige rentrée | **Z** = **370 mm** |

**Question n° 20** : **Compléter** le bon de commande du vérin hydraulique.

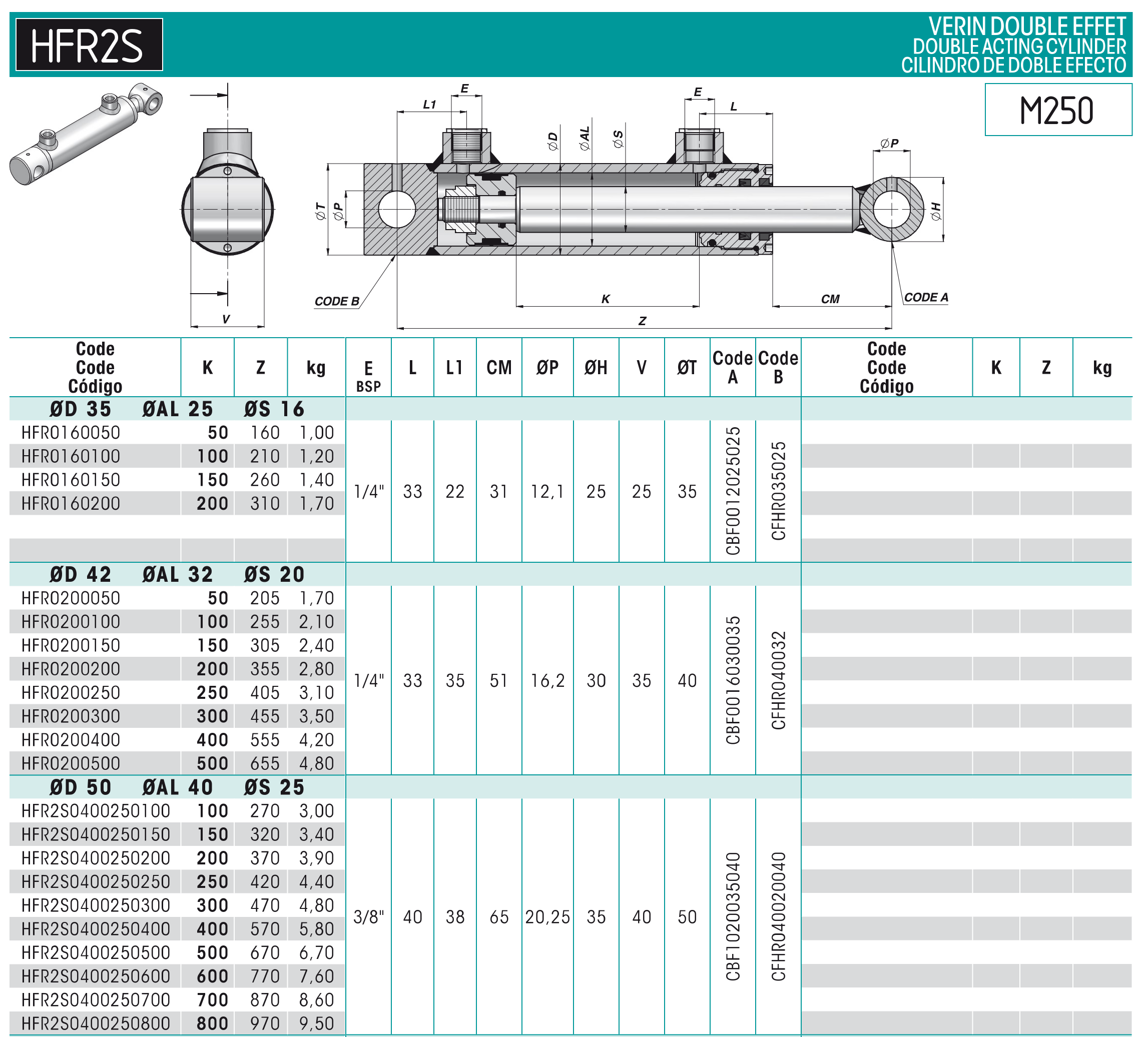
**Compléter** le bon de commande ci-dessous, en vous aidant du document constructeur ci−contre.

|  |
| --- |
| **Vérin Référence** : **HFR2S0400250200** |

**Question n° 21** : **Indiquer** si le diamètre du piston est suffisant pour basculer la cuve et **justifier** votre réponse.

|  |
| --- |
| **Oui, par rapport au Ø du piston calculé, il y a une petite marge, mais, si le constructeur souhaite avoir une marge plus importante de sécurité, en fonction de la masse de la charge, il faut choisir un vérin avec un Ø du piston plus important.** |

**Caractéristiques du vérin hydraulique de basculement de la cuve**

**

**Étude de Résistance Des Matériaux** : Temps estimatif (15 minutes)

* **Vérifier** les caractéristiques de l’axe d’articulation du vérin de basculement.

**Données** :

Matériau de l’axe d’articulation du vérin rep.6 : **S 355**

Diamètre de l’axe d'articulation du vérin rep.6 : **∅20 mm**

Effort dans la liaison au niveau de l’axe d'articulation du vérin rep.6:

Le coefficient de sécurité à respecter est de : **s = 5**

**Question n° 22** : **Déterminer** à l’aide des ressources, page 5/20, la famille de matériau, en entourant la bonne réponse.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Acier non allié | Alliage de cuivre | Alliage d’aluminium | Matière plastique |
| Acier faiblement allié | Acier fortement allié | Fer | Alliage de zinc |

**Question n° 23** : **Décoder** à l’aide des ressources, page 5/20, les symboles de la composition du matériau.

|  |  |
| --- | --- |
| **S** | **Acier d’usage général** |
| **355** | **Limite minimale d’élasticité en MPa** |

**Question n° 24** : **Entourer** la sollicitation à laquelle est soumis l'axe d'articulation du vérin rep.6.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Traction | Cisaillement | Compression |

**Question n° 25** : **Calculer** à l’aide des ressources, page 5/20, la limite élastique au glissement Reg.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

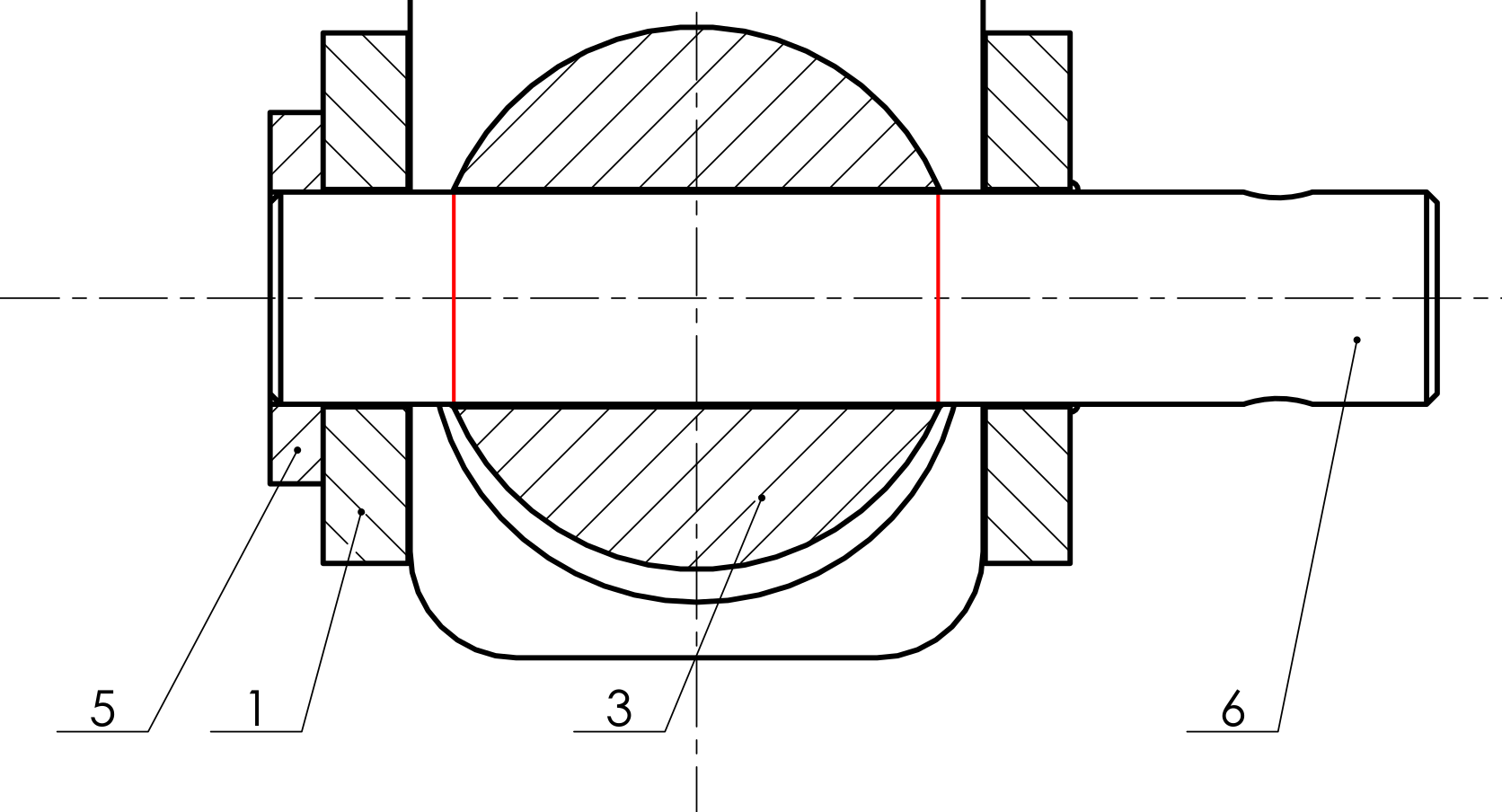
**Question n° 26** : **Calculer** à l’aide des ressources, page 5/20, la résistance pratique

au glissement Rpg

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

**Question n° 27** : **Tracer** sur le dessin ci-dessous les sections sollicitées et l’inscrire dans le cadre.

|  |
| --- |
| **Nbre de sections sollicitées** : **2** |



Question n° 28 : **Calculer** la surface totale des sections sollicitées.

|  |  |
| --- | --- |
| **deux sections cisaillées** |  |

Pour la suite de l'étude, on prendra, **S = 630 mm²**

**Question n° 29** : **Calculer** à l’aide des ressources, page 5/20, la contrainte tangentielle **.**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

**Question n° 30** : L’axe du vérin de basculement de la cuve est-il suffisamment dimensionné ? **Justifier** votre réponse.

|  |
| --- |
| **Oui car la contrainte de cisaillement est inférieure à Rpg = 35,5MPa** |

**2ème Partie**

**Déterminer la cylindrée des 2 moteurs hydrauliques des roues d’entraînements en fonction de la vitesse de déplacement du DUMPER.**

**Compétence visée**

C223 : Procéder à une analyse comparative des composants, choisir et argumenter.

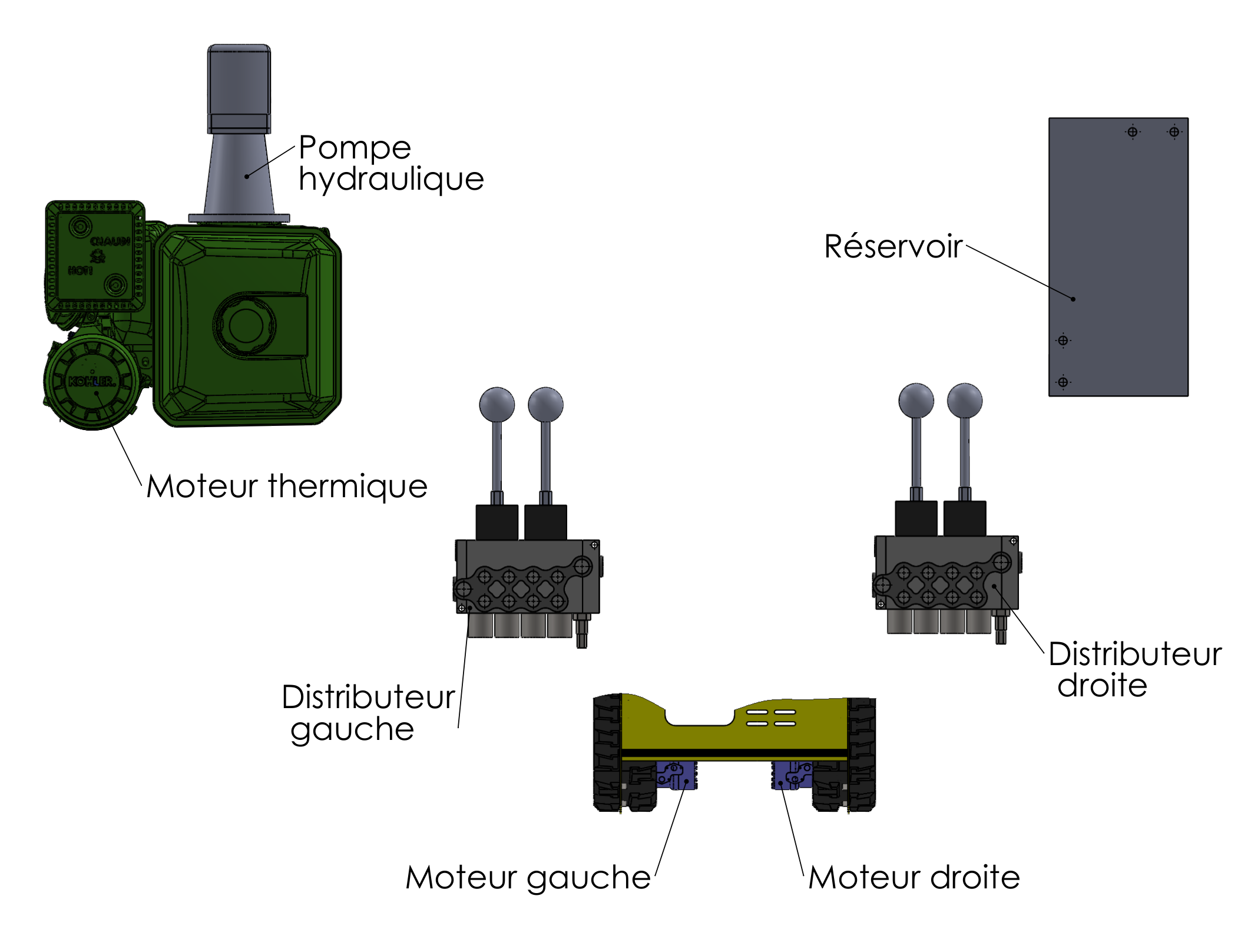
**Étude cinématique**

* **Déterminer** la cylindrée des moteurs hydrauliques des roues d’entraînement en fonction de la vitesse de déplacement du DUMPER.

**Schéma de fonctionnement**

2

9



1

3

10

4

5

7

8

6

|  |  |
| --- | --- |
| **LISTING** | |
| **Rep** | **Emplacement** |
| **1** | Réservoir pompe 1 |
| **2** | Réservoir Pompe 2 |
| **3** | Sortie pompe 2 – Entrée distributeur 2 (gauche) |
| **4** | Sortie pompe 1 – Entrée distributeur 1 (droite) |
| **5** | Distributeur 2 – Moteur hydraulique gauche |
| **6** | Distributeur 2 – Moteur hydraulique gauche |
| **7** | Distributeur 1 – Moteur hydraulique droite |
| **8** | Distributeur 1 – Moteur hydraulique droite |
| **9** | Sortie distributeur 2 (gauche) – Retour réservoir |
| **10** | Sortie distributeur 1 (droite) – Retour réservoir |

**Question n° 31** : **Convertir** à l’aide des ressources, page 5/20, la vitesse de déplacement du DUMPER en m/s.

|  |  |
| --- | --- |
| **V** = **= 0,72 m/s** | **V** = **0,72 m/s** |

**Question n° 32** : **Calculer** la vitesse angulaire en rad/s.

Diamètre des roues d’entraînements et des chenilles rep 10 : Ø155 mm

**== 9,20rad/s**

**ω**= **9,29** rad/s

**Question n° 33** : **Convertir** la vitesse angulaire en tr/min.

**= = 88,7 tr/min**

**N** = **88,7** tr/min

**Question n° 34** : **Calculer** à l’aide des ressources, page 5/20, la cylindrée des moteurs hydrauliques.

**On donne** :

Fréquence de rotation : N = 89 tr/min

Débit fourni par la pompe pour 1 moteur : Q = 17 l/min

**== 0,191l/tr**

**Cyl**= **0,191** l/tr

**Question n° 35** : **Convertir** la cylindrée des moteurs hydrauliques en cm³/tr.

|  |  |
| --- | --- |
| **Cyl** = **0,191 x 1000 = 191 cm³/tr** | **Cyl** = **191** cm³/tr |

**Question n° 36** : **Déterminer** le code de référence du moteur hydraulique.

**Déterminer** le code de référence du moteur hydraulique d’entraînement des roues en s’aidant de l’extrait de la documentation ci-dessous.

**Code de référence** : **MCRN200CD0**



**Caractéristiques des moteurs hydrauliques de marque CONTARINI**

**3ème Partie**

**Étudier et vérifier les caractéristiques du vérin du chargeur**

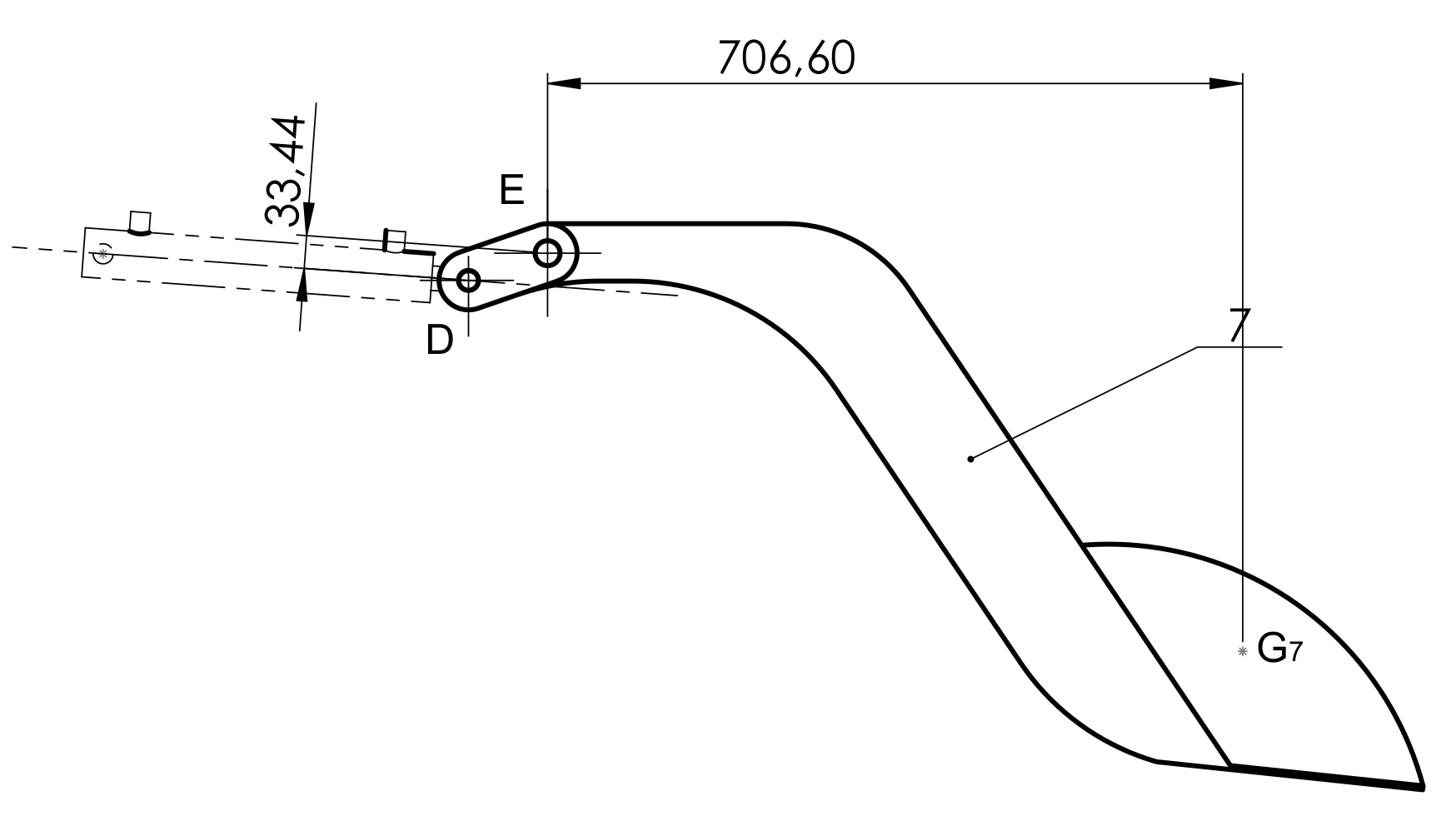
**Compétences visées**

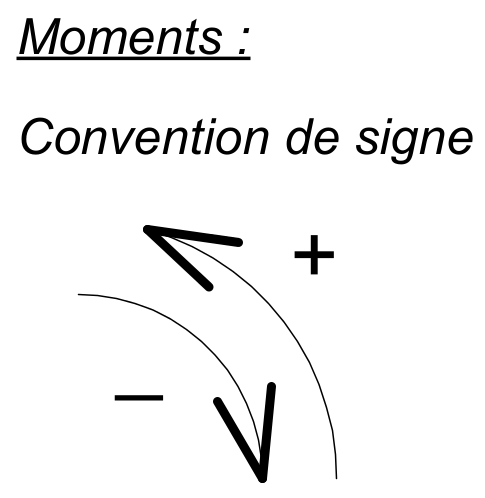
C124 : Établir des relations entre paramètres d’entrée et de sortie

C224 : Rechercher les composants prévisibles

**Étude statique**

* **Déterminer** la position où l’effort des vérins du chargeur est maximum, en exploitant les résultats de la simulation du logiciel Méca3D, et **faire** le choix du vérin.





Le bilan des actions mécaniques sur le chargeur rep.7 permet d’identifier 3 forces concourantes :

, et .

Pour la suite de l’étude, on suppose, la charge à soulever : = 1000 N

La somme des moments en E nous permet de déterminer l'effort du vérin.

**Question n° 37** : **Déterminer** en continuant le calcul de la somme des moments.

Rappel : () =

|  |
| --- |
| = ,  () + () = 0 on donne = 1000 N  **(+33,44 x + (- 706,6 x = 0**  **33,44 x = 706,6 x**  **=**  **= = 21130 N**  Résultat du calcul : Effort du vérin =**21130** N |

**Question n° 38** : **Déduire** en fonction du nombre de vérin.

Le chargeur étant piloté par 2 vérins hydrauliques, il faut déduire la valeur de l’intensité par vérin.

|  |
| --- |
| = **= 10565** N |

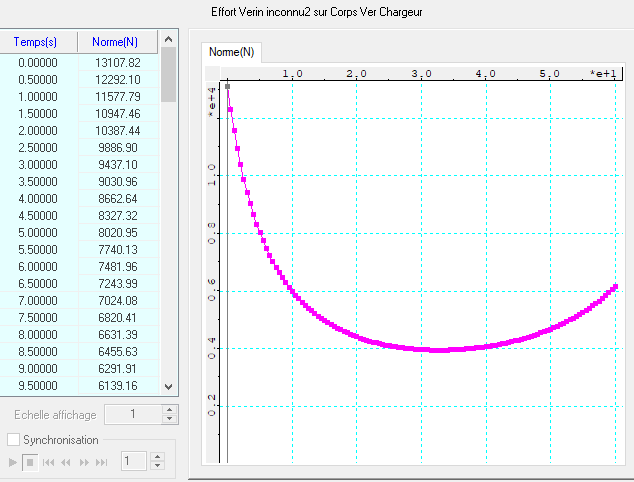
Cette position ne semblant pas être la plus défavorable et afin de s’assurer d'obtenir les valeurs maximales de l'effort du vérin au point D, nous avons réalisé une étude numérique avec le logiciel de simulation Méca3D.

**Préparation de la maquette numérique**

La maquette numérique Méca3D est pilotée par le vérin hydraulique au niveau de la liaison pivot glissant et par un effort de 1000 N. Le choix du vérin hydraulique se porte sur la gamme CONTARINI.

**Question n° 39** : **Relever** l’effort maximum dans le vérin hydraulique, sur le graphique ci-dessous.

Le graphique ci-dessous représente le résultat de l’effort du vérin hydraulique en fonction de la position du chargeur du DUMPER.



|  |
| --- |
| **Max**= **13107,82**N |

**Question n° 40** : **Convertir** l’effort maximum dans le vérin hydraulique.

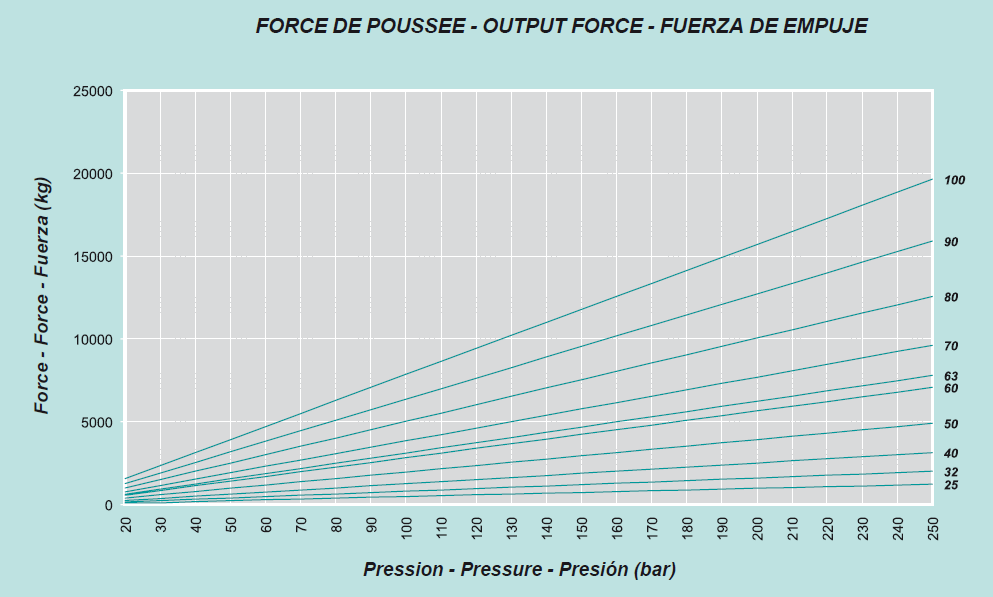
**Convertir** la valeur de l’effort maximum dans le vérin trouvée à la question précédente en Kg, pour déterminer l’effort de poussée =

|  |
| --- |
| **Max**= **1310,7** Kg |

**Question n° 41** : **Déterminer** le diamètre d’Alésage du vérin hydraulique.

En fonction de l’effort de poussée déterminé à la question précédente et de la pression d’utilisation (p = 150 bars), déterminer le Ø d’Alésage du vérin hydraulique à l’aide du graphique ci-dessous.

|  |
| --- |
| **Ø Alésage** = **40 mm** |



|  |
| --- |
| **Ø Alésage** |

**1310,7**

**4ème Partie**

**Étudier et vérifier les caractéristiques du chargeur et des bras du chargeur**

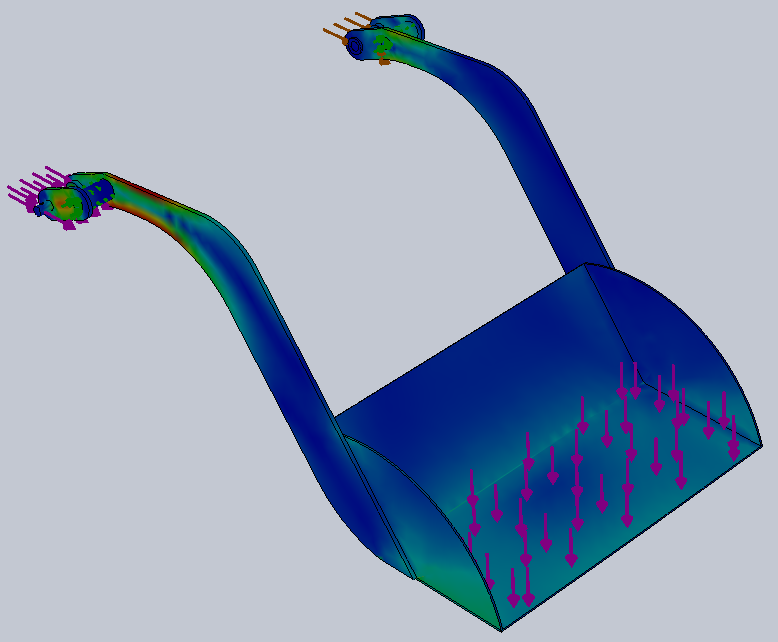
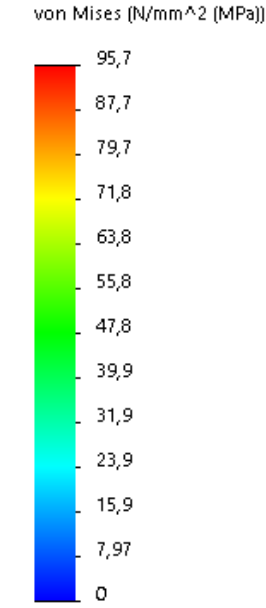
**Compétence visée**

C222 : Proposer une solution conforme au CdCf

**Étude de Résistance Des Matériaux** : Temps estimatif (25 minutes)

* **Déterminer** les sollicitations subies par le chargeur et les bras du chargeur, en exploitant l’analyse par éléments finis de la structure des bras du chargeur qui met en évidence la zone de plus fortes contraintes.

Contrainte (N/mm²)



**Question n° 42** : **Relever** la contrainte maximale sollicitant le chargeur.

|  |
| --- |
| = **95,7 N/mm²** |

**Question n° 43** : **Entourer** en rouge sur l’image ci-contre la zone où se localise cette contrainte maximale.

**Question n° 44** : **Identifier** la sollicitation principale exercée sur les bras du chargeur.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *(entourer la bonne réponse)* | Traction | Compression |
| Cisaillement | Flexion simple | Torsion pure |

*Le matériau employé pour la réalisation des bras du chargeur est un acier d’usage général*

*S 235. La contrainte maximale est donc largement admissible.*

*L’entreprise HHO souhaite cependant rigidifier les bras du chargeur tout en gardant le même matériau.*

**Question n° 45** : **Proposer** une solution constructive permettant de rigidifier les bras du chargeur, soit sous forme de croquis, soit sous forme d’une explication succincte.

|  |  |
| --- | --- |
| **Proposition sous forme de croquis** | **Proposition sous forme d'une explication succincte** |
| Limite d’élasticité : 235.0 | **- Augmenter l’épaisseur de la tôle du bras du chargeur.**  **- Modifier et augmenter la forme du bras du chargeur.** |