**Baccalauréat Professionnel**

**« Maintenance des Équipements Industriels »**

**ÉPREUVE E1 : Épreuve scientifique et technique**

**Sous-épreuve E11 : Analyse et exploitation de données techniques**

**SESSION 2021**

A partir d’un dysfonctionnement identifié sur un bien industriel pluritechnologique, l’épreuve permet de vérifier que le candidat a acquis tout ou partie des compétences suivantes :

CP 2.1 **Analyser le fonctionnement et l’organisation d’un système,**

CP 2.2 **Analyser les solutions mécaniques réalisant les fonctions opératives.**

Les supports retenus sont liés à la spécialité Maintenance des Équipements Industriels.

**Ce sujet comporte : 15 pages**

Dossier présentation pages 2/15 à 4/15

Dossier questions-réponses pages 5/15 à 15/15

**Matériel autorisé :**

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

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

(Circulaire n°2015-178 du 1er octobre 2015).

* Le guide du dessinateur industriel.
* Matériel de géométrie (compas, équerre, rapporteur).

**DOSSIER PRÉSENTATION**

**I - Présentation de la ligne de production**

****Premier producteur mondial de silicium et de ses alliages, le site de production fournit de grands groupes industriels pour la chimie, l’automobile, l’informatique et pour l’élaboration de panneaux solaires.

**Synoptique de la ligne de production**

**Expédition des produits finis**

**Conditionnement**

Les produits sont criblés, ensachés puis palettisés

**Elaboration des alliages**

Au four de réduction puis démoulés, broyés et stockés en box

**Four**

Production de l’acier liquide sous forme de lingots

**Matières premières**

Préparation des charges (quartz, calcaire, houille…)

*Sujet de l’étude*

**II - Présentation de la ligne de conditionnement**

L’objet de notre étude est cette ligne automatisée de conditionnement qui réalise les opérations suivantes :

* Remplissage de la trémie de matière première
* Extraction et criblage du silicium
* Dosage et ensachage du produit
* Couture des sacs
* Palettisation des sacs (15 ou 35 kg)

*Energie électrique: 3x 400V – Energie pneumatique: 6bars*

*Configuration (programme API)*

*Réglage*

*Exploitation (consigne opérateur)*

Ensacher et palettiser du silicium

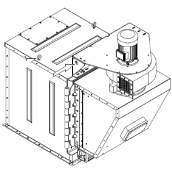
**Silicium ensaché sur palette**

**Silicium en vrac**



Ligne de conditionnement

**III - Présentation des sous-ensembles de la ligne de conditionnement**



Dépoussiéreur Filtre

Palettiseur

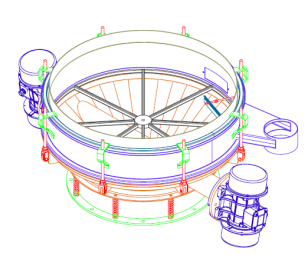
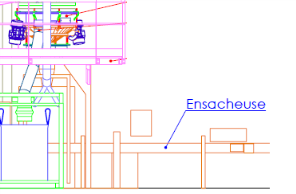
Ensacheuse

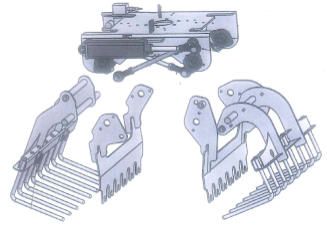
Couseuse

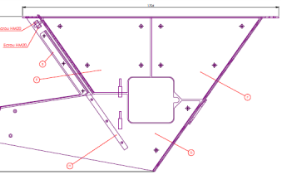
Extracteur

Cribleur

Trémie







* PROMECA pour la trémie et cribleur
* ELPE pour l’ensacheuse
* NEWTEC pour le palettiseur

Ces appareils ont été élaborés par 3 constructeurs différents :



**Trémie :** Elle a pour fonction d’alimenter l’ensacheuse en divers produits.

**Extracteur/cribleur :** Il a pour fonction de trier le produit afin de respecter la granulométrie demandée.

**Ensacheuse/couseuse :** Elle remplit et coud les sacs avant leur palettisation.



**Palettiseur** (en fin de ligne) : Il a pour rôle le conditionnement des sacs en palette.

**Z**

**Y**

**X**

**Détails sur le palettiseur :**



*Grappin*

*Chariot*

*Transrouleur*

*Ascenseur de sac*



*Portique*

*Cadre/Guide sac*

**DOSSIER QUESTIONS-RÉPONSES**

**Problématique générale :**

*Le palettiseur ne pouvant suivre le rythme de travail de l’ensacheuse, des arrêts intempestifs stoppent la production et dans une démarche de réduction des coûts énergétiques dans laquelle l'entreprise s'est engagée (Norme ISO 50001), le bureau d'étude propose d'augmenter la cadence de fonctionnement du palettiseur.*

*Solution retenue : Le préhenseur doit pouvoir prendre deux sacs au lieu d’un seul actuellement.*

*Cette solution permettra de gagner du temps de cycle sur le palettiseur, sur l’ensemble de la ligne de production de conditionnement et donc moins consommer.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Q1** | **Analyse fonctionnelle** | DTR 2/17, 4/17 et 14/17 | Temps conseillé :  35 min | Nbre pts : …../30 |

**Q1.1 : Identifier** la fonction globale du sous-ensemble palettiseur :

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

**Q1.2 : Indiquer** quelles sont les matières d'œuvre entrante (MOE) sortante (MOS) et les énergies (W) nécessaires au fonctionnement du sous-ensemble :

MOE : ..................................................................................................................................................

MOS : ..................................................................................................................................................

W : ...................................................................................................................................................

**Q1.3 : Identifier,** en vous servant du diagramme FAST, les fonctions secondaires des éléments suivants :

**Grappin :** ……………………………………………………………………………

**Chariot :** …………………………………………………………………………….

**Q1.4 :** A l’aide du diagramme FAST, **cocher** dans le tableau suivant les mouvements ainsi que les axes suivant lesquels les éléments peuvent déplacer les sacs de silicium :

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ELEMENTS** | **MOUVEMENTS et AXES** | | | | | | |
| **TRANSLATION suivant l’axe** | | |  | **ROTATION suivant l’axe** | | |
| **X** | **Y** | **Z** |  | **X** | **Y** | **Z** |
| **Ascenseur de sacs** |  |  |  |  |  |  |  |
| **Portique transversal** |  |  |  |  |  |  |  |
| **Portique longitudinal** |  |  |  |  |  |  |  |
| **Chariot** |  |  |  |  |  |  |  |

**Q1.5 :** A l’aide du diagramme FAST, **compléter** le tableau suivant :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ELEMENT « GRAPPIN »** | | |
| FONCTION NIVEAU 1 | FONCTION NIVEAU 2 | SOLUTION TECHNOLOGIQUE |
| **Saisir et déposer les sacs** | ………………………………………… | Vérin de serrage |
| ………………………………………… | Paliers auto-aligneurs |
| Serrer les deux griffes simultanément | ………………………………………. |
| **Centrer les sacs** | Transformer une énergie pneumatique en énergie mécanique | ………………………………………. |
| Guider en rotation autour de l’axe X | ………………………………………. |
| ……………………………………………. | Bielle réglable |

**Q1.6 :** A l’aide du dossier technique et ressources**, compléter** le chronogrammesuivant du cycle de prise et de dépose des sacs :

**1**

**OUVERTURE GRIFFES**

**0**

**ETAT INITIAL**

……………………………………………………

**2**

**3**

**SAC**

……………………………………………………

……………………………………………………

**4**

**SAC**

**6**

**5**

……………………………………………………

**SAC**

……………………………………………………

**SAC**

**SAC**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Q2** | **Analyse structurelle du grappin** | DTR 5/17 à 8/17, 13/17 et 14/17 | Temps conseillé :  50 min | Nbre pts : …../40 |

**Q2.1 : Compléter** les classes d’équivalence du sous-système « GRAPPIN » :

SE1 = { 1; ......... ; ......... ; 8 ; 9 ; 15b ; 17b ; 26 ; 27 ; 28 ; 29 } (Noir)

SE2 = { 14 ; .......... } (Vert)

SE3 = {.......... ; 17a } (Vert)

SE4 = { 18a } (Rouge)

SE5 = { 19a } (Rouge)

SE6 = { 20 ; 21a ; ..........} (Bleu)

SE7 = { 23 ; .......... ; .......... } (Bleu)

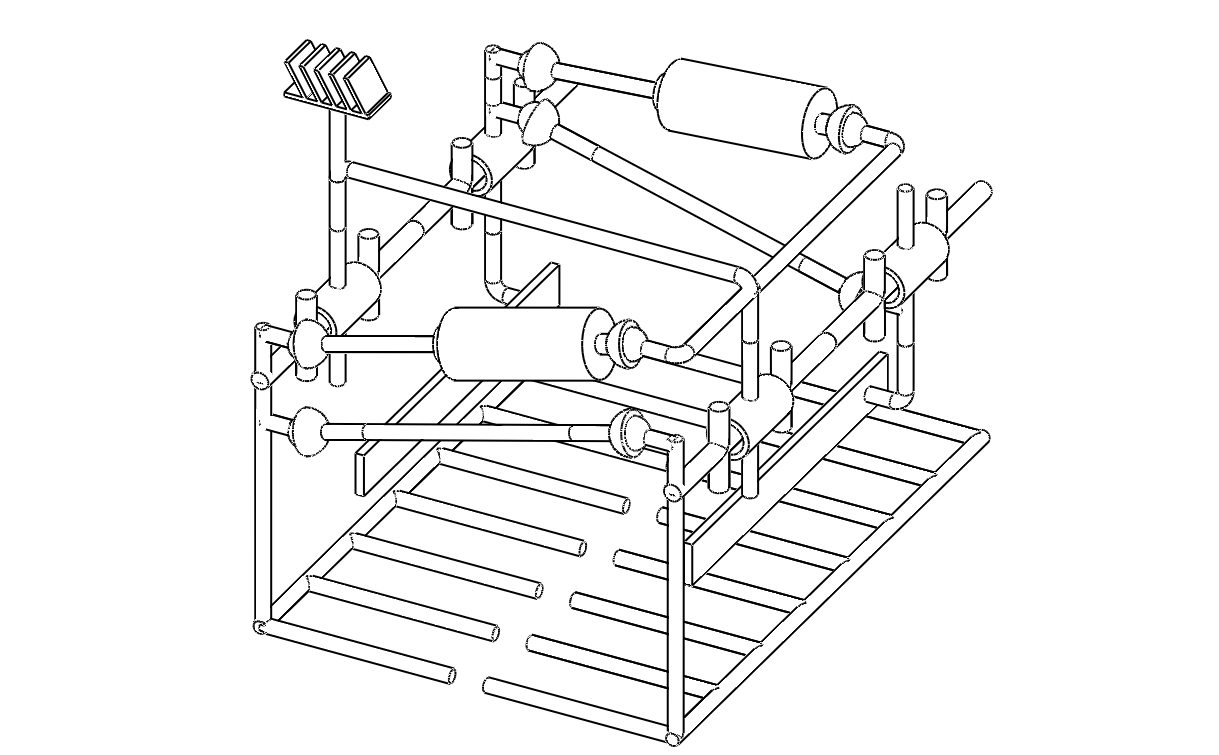
SE8 = { 10 ; .......... ; 19b ; 28 } (Blanc)

SE9 = { 12 ; 24b ; ..........} (Blanc)

SE10 = { 11 ; .......... ; .......... ; 18b ; 22b ; 26c ; 27 ; 28 } (Jaune)

SE11 = { 13 ; .......... ; .......... ; 21b ; 26b ; 27 } (Jaune)

**Q2.2 : Repérer et Colorier** sur le schéma cinématique suivant du GRAPPIN, les classes d’équivalence précédentes :



**Q2.3 : Compléter** le tableau des liaisons cinématique ci-dessous, **nommer** et **représenter** le symbole normalisé de ces liaisons :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **NOM de la liaison** | **Schéma 2D** | **Schéma 3D** | **Degré de liberté** |
| ……………….. |  |  | Axe Translation. Rotation  X 0 0  Y 0 1  Z 0 0 |
| ……………….. |  |  | Axe Translation. Rotation  X 0 0  Y 1 1  Z 0 0 |
| ……………….  ***Parties à compléter*** |  |  | Axe Translation. Rotation  X 0 1  Y 0 1  Z 0 1 |

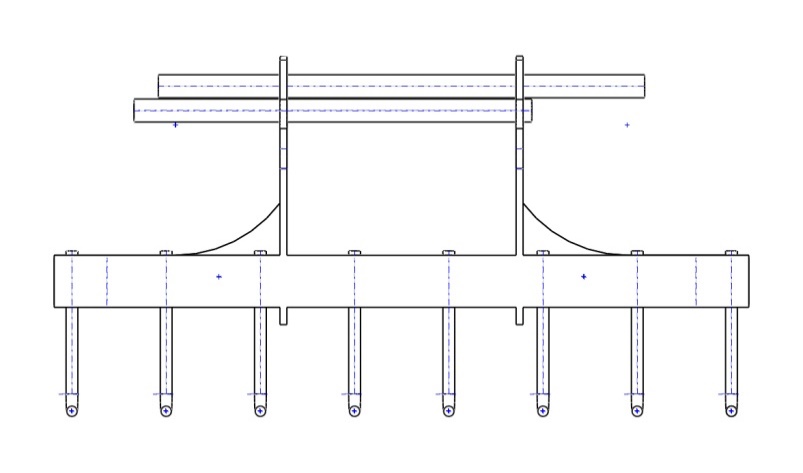
**Q2.4 :** **Compléter** le schéma cinématique suivant du sous-système Griffes en y plaçant les liaisons cinématique manquante :

***Zone à compléter***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Q3** | **Etude de la modification** | DTR 9/17 à 13/17 | Temps conseillé :  35 min | Nbre pts : …../30 |

*Dans une démarche de réduction des coûts énergétiques dans laquelle l'entreprise s'est engagée (Norme ISO 50001), le bureau d'étude propose d'augmenter la capacité de préhension à 2 sacs.*

**Q3.1 : Calculer** le nombre de griffes supplémentaires pour la préhension de deux sacs en fonction des données fournies ci-contre. **(ATTENTION, l’espace entre deux griffes doit rester dimensionné à 110 mm).**



**2**

**1**

*350 mm*

*75 mm*

*75 mm*

*75 mm*

SAC 2

SAC 1

*110 mm*

**CALCULER la longueur 1** :

……………………………………………….

1)

**CALCULER la longueur 2** :

……………………………………………….

2)

**DIFFERENCE entre les deux longueurs :**

……………………………………………………

**Nombre de griffes supplémentaires** :

……………………………………………….

4)

3)

*Le bureau d'étude propose de concevoir un montage amovible se montant de chaque côté des deux griffes (4 montages). voir DTR 9/17*

**Q3.2 : Calcul** dela longueur de la partie du tenon (repère 40) permettant l'encastrement du montage dans le tube existant.

**Q3.2.1 : Calculer à l’aide** du plan DTR 11/17 la cote A entre l'axe de la dernière griffe

et le bord du tube :

**Cote A :** ........................................................................................................(mm)

**Q3.2.2 : Calculer** la côte B sur le plan DTR 11/17 en fonction des préconisations ci-dessous :

*Goupille positionnée à distance égale de chaque griffe*

*Distance entre l'axe de perçage pour la goupille (rep42) et l’extrémité droite du tenon (rep40) :* ***20mm***

**Cote B :** ........................................................................................................(mm)

***Pour se laisser une marge d'erreur nous considérerons pour la suite que la cote « A » est de 25 mm.***

**Q3.2 : Calculer** la longueur C du tube support de la griffe supplémentaire repère 41 en fonction des informations ci-dessous :

*Distance entre l'axe de la griffe supplémentaire et le bord du tube : 17 mm*

**Cote C :** .........................................................................................................................(mm)

**Q3.3 : Calculer** la longueur totale du tenon repère 40 (encastrement dans le tube support de griffe supplémentaire repère 41) :

*Distance du bord du tube support de griffe supplémentaire au premier perçage : 12 mm*

*Entraxe entre les deux perçages : 20 mm*

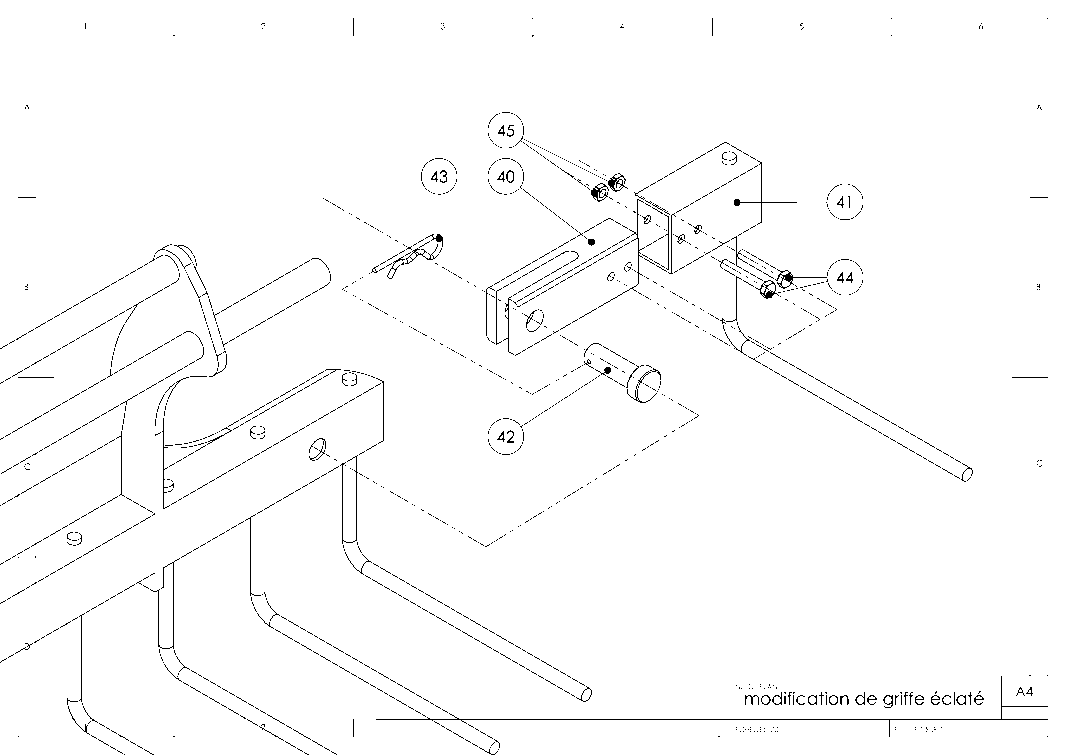
*Distance du bord du tenon (coté griffe supplémentaire) au deuxième perçage : 12 mm*

**Cote D :** ..........................................................................................................................(mm)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Q4** | **Dimensionnement de l’axe et de sa goupille** | DTR 17/17 | Temps conseillé :  50 min | Nbre pts : …../45 |

*Le but de cette étude est de calculer les dimensions de l’axe (42) et de dimensionner la goupille (43)*

*(on vous demande de détailler tous vos calculs).*

**

*Dimensions du tube : Largeur :43mm*

*Hauteur :60mm*

Longueur de guidage

(ici largeur du tube)

*- Le diamètre de l’axe doit respecter la règle des guidages : Dimension de guidage = (2×d)*

*- L'axe doit disposer d'un arrêt en translation (goupille)*

*- L'axe et la goupille doivent pouvoir être retirés à la main*

*- Diamètres forets disponibles à l’atelier : 3,5 – 4 – 6 – 8 – 10 – 13 – 15 – 18 – 20 – 22*

**Q4.1 : Calculer** le diamètre de l’axe (42) en fonction des informations ci-dessus :

(longueur de guidage).

**Diamètre de l’axe :** d =....................................................................................................................(mm)

**Q4.2 : Donner** la désignation de la goupille (43) en fonction des informations ci-dessus :

**Désignation de la goupille :** ............................................................................................................................

**Q4.3 : Donner** la désignation de la rondelle d’appui (46) en fonction des indications suivantes :

*Le bureau d’étude a décidé après calcul qu’un axe de diamètre 20 mm serait suffisant.*

* *Diamètre de l’axe : 20 mm - Taille normale*

**Désignation de la rondelle :** ............................................................................................................................

**Q4.4 : Calculer** les cotes maxi et min de perçage de la goupille bêta (43) sur l’axe (42) en réalisant la chaîne de cotes avec les indications suivantes :

*On considère l’axe de la goupille (43) comme la surface terminale de a42.*

*Le jeu fonctionnel entre l’axe de la goupille bêta (43) et la rondelle d’appui (46) est :*

*Jamini=2+0,5 et Jamaxi=2+1*

*(Rondelle 46) a46maxi=3 ; a46mini=2,8 (Tube 12) a12maxi=43,1 ; a12mini=43 et a42 (cote de perçage de la goupille).*

46/12

43/46

12/42

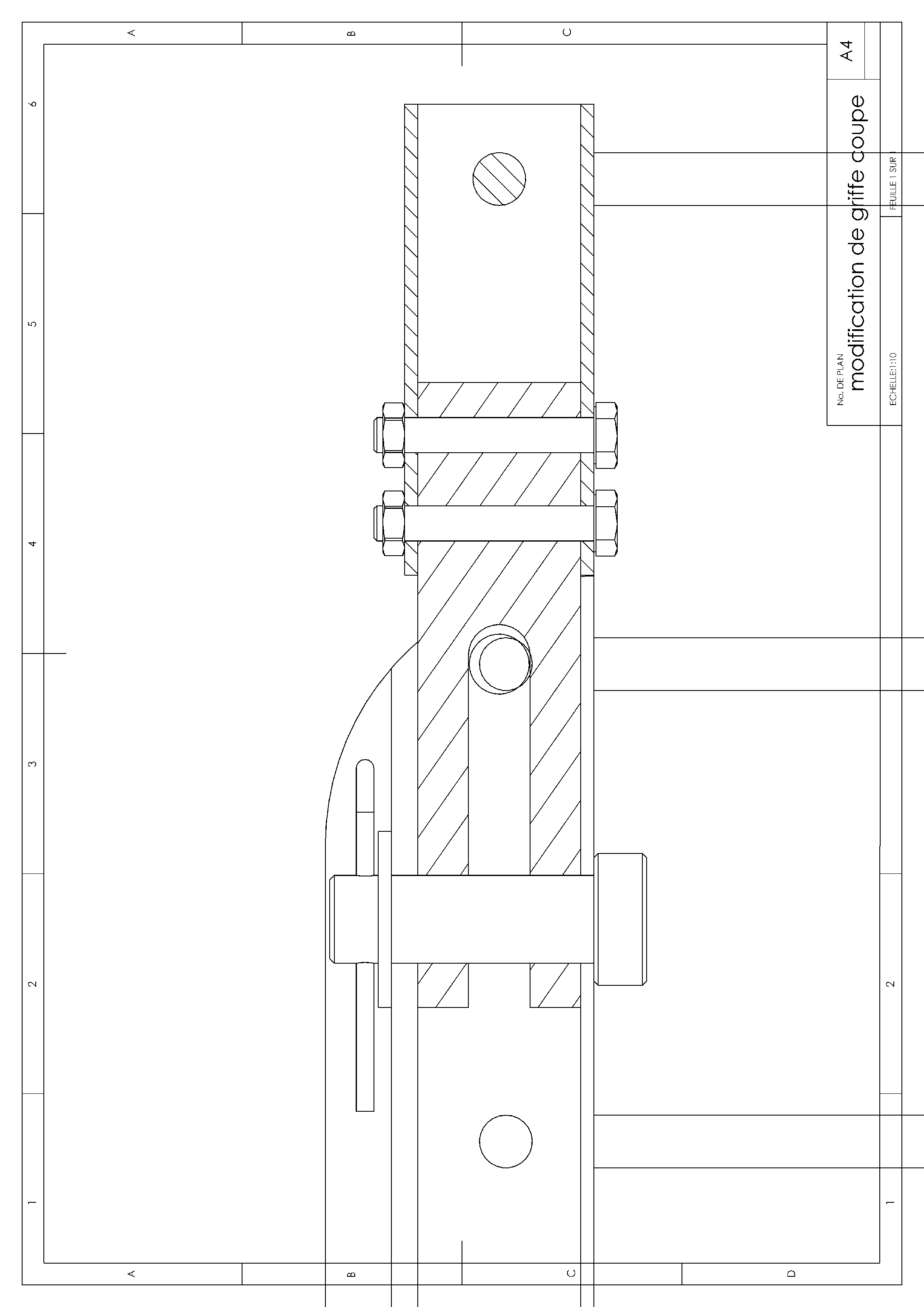
42/43

Ja

a46

a12

a42



Sachant que les équations de départ sont : Jamaxi = - a46mini – a12mini + a42maxi

Jamini = - a46maxi – a12maxi + a42mini

**+ a42 maxi = ………………………………………………………………………………………………**

**+ a42 mini = ………………………………………………………………………………………………**

**Q4.5 : NOTER sur le plan de définition de l’axe 42 ci-dessous la cote a42 avec sa tolérance :**

Arbre de fixation.TIF

**Partie à compléter**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Q5** | **Etude statique de la modification** | DTR 13/17, 15/17et 16/17 | Temps conseillé :  35 min | Nbre pts : …../30 |

**Q5.1 : Déterminer** le poids des 2 sacs (chaque sac a une masse maxi de 35 kg) et on considère g=10 m/s2:

P1= ………………………………………………………………...........…………………………………………………..(N)

**Q5.2 : Déterminer** le poids de l’ensemble sacs+grappin sachant que le poids du sous-ensemble grappin est de 500N :

Ptotal= ………………………………………………………………………...…………………………………................(N)

**Q5.3 : Calculer** le poids total de sécurité (***données :*** *coefficient de sécurité à appliquer s=2,5) :*

Ptotalsecurite = Ptotal × S = ………………………………………………….........…(N)

**Q5.4 : Relever** sur DTR 16/17la valeur de la charge radiale dynamique C du roulement (rep30) :

**C =** ………………………………………………….................……(N)

**Q5.5 : Calculer** alors la charge dynamique axiale (FA) tolérée par le roulement (rep30) :

**Charge dynamique axiale Fa**= ………………………………………..................................

……………………………………………………………………………...................................

**Q5.6 : Comparer** la charge axiale tolérée (FA) avec le poids total de sécurité (Ptotalsecurite) :

**Comparaison :** ……………………………………………………………………………………………………………………………………….............................................................................................

**Q5.7 :** Trouver, à l’aide du DTR 15/17, la flèche de la flexion d'une griffe en fonction des données suivantes :

**Flèche :** ...............................



Ø12mm

300 mm

**P** = 35 N

**P**

**G**

**Q5.8 :** Le constructeur du palettiseur préconise une flèche maximum de 2 mm pour éviter toute déformation permanente des griffes.

Cette modification respecte-t-elle cette préconisation ? **Entourez** la bonne réponse et **justifiez**-la :

**Oui / Non : Justification :** …………………………………………............................................

………………………………………………………………………………..........................................

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Q6** | **Etude statique de la modification** |  | Temps conseillé :  35 min | Nbre pts : …../25 |

*Le poids des sacs ayant doublé le bureau d'étude vous charge de vérifier si le vérin est toujours apte à déposer les sacs sans difficultés.*

**Q6.1 : Calculer** l’effort maximum que peut exercer le vérin des griffes lors de l’ouverture de celles-ci :

***Données : Pression du réseau = 6 bars***

*Fgmax en daN*

*P en bars*

*S en cm2*

***Diamètre du piston = 63 mm***

*Fgmax = P × S S = π × r2*

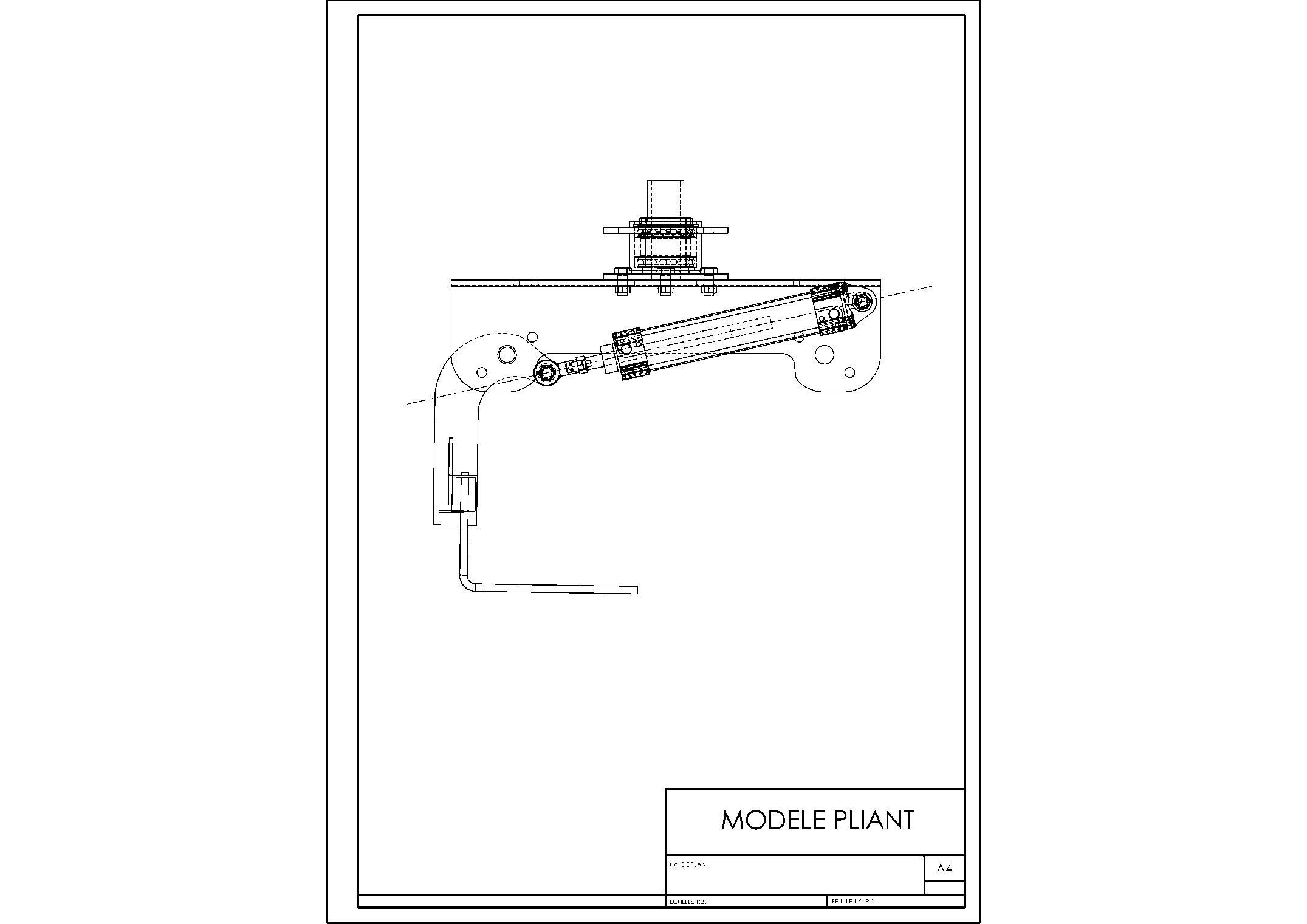
S = …………………………………………………………………………………………………………..

Fgmax =…………………………………………………………………………………… daN

***Hypothèses pour l’étude statique****: Le système d’ouverture des griffes est considéré comme symétrique donc l’étude ne portera que sur une seule griffe.*

**Q6.2 :** On isole la tige du vérin SE4 :

**Tracer** en rouge ci-dessous la direction des forces BSE8/SE4 et FFluide/SE4.



B

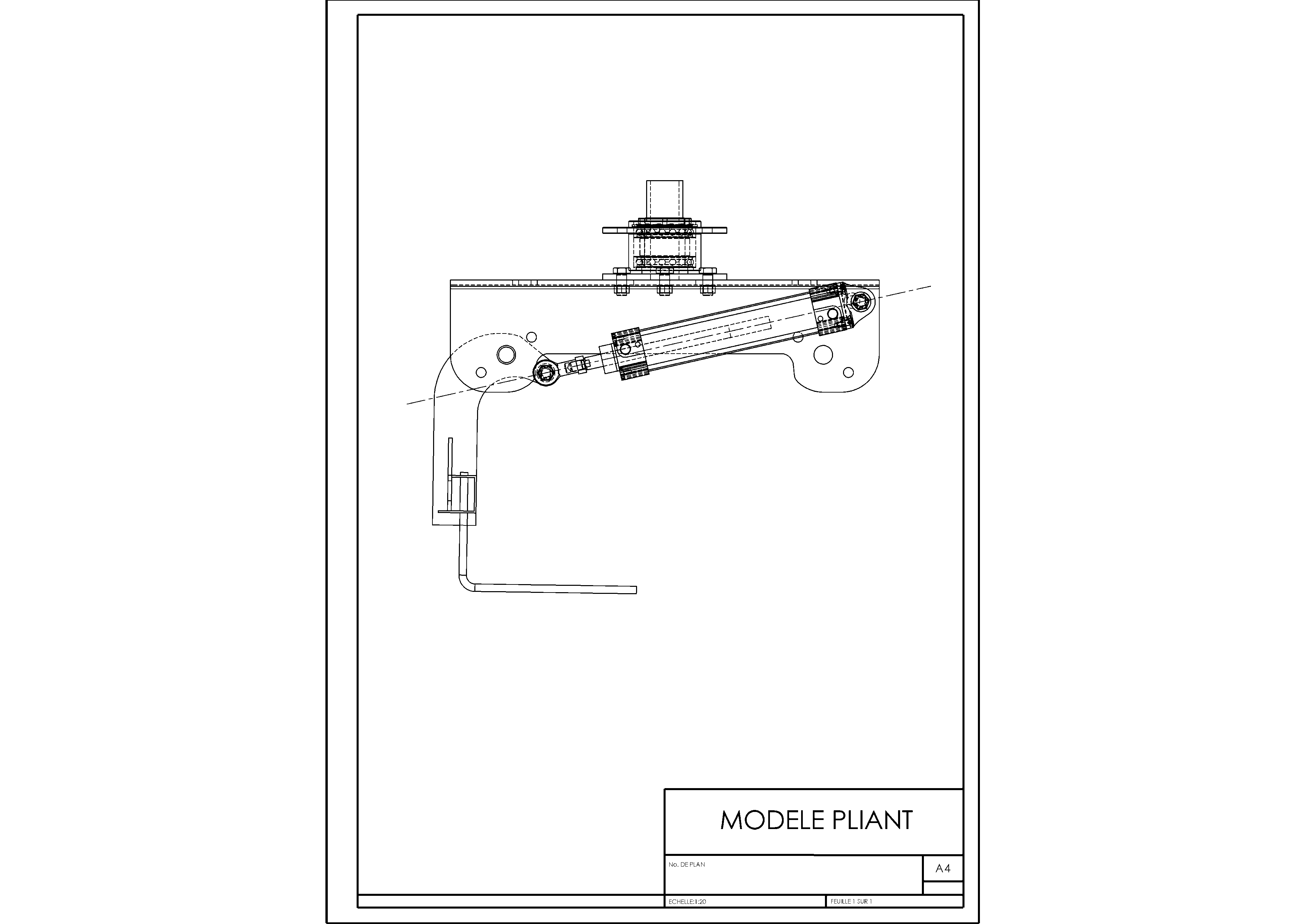
C

**Q6.3 :** On isole la Griffe droite SE8 :

**Compléter** le tableau du bilan des forces qui s’exercent sur le sous-ensemble S8 :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nom | Point d’application | Direction | Sens | Intensité (N) |
| FSAC/SE8 | F |  |  | 700 N |
| ASE1/SE8 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**Q6.3 : Tracer** ci-dessousles directions des forces puis construire le dynamique des forces :



D

F

FSAC/SE8

C

B

A

**Echelle :** 1mm = 50 N

**Q6.4 : Compléter** les intensités des forces trouvées avec le tracé du dynamique :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ­|| ASE1/SE8 || = | ………………………….. |  | || BSE4/SE8 || = | ………………………….. |

BSE4/SE8

**>** ou **<** Fgmax

**Q6.5 : Comparer** l’effort au point B avec le Fgmax trouvé lors de la Q6.1 :