**SESSION 2023**

**BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL**

**TECHNICIEN D’USINAGE**

**Épreuve E11- Analyse et exploitation de données techniques**

**Durée de l’épreuve : 4 heures - Coefficient 3**

|  |  |
| --- | --- |
| **C11** | Analyser des données fonctionnelles et des données de définition d’un ensemble, d’une pièce, d’un composant |
| **C24** | Établir un mode opératoire de contrôle |

**Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet**

**DOSSIER CORRIGÉ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Repère** | **DT** | **Temps conseillé** | **Barème** |
| Temps de lecture du sujet |  |  | **15 min** |  |
| 1 -Étude statique du bras de levage | **DR2** | **DT6** | **40 min** | **/20** |
| 2 - Analyse fonctionnelle et structurelle de la pompe | **DR3** | **DT1 à DT5** | **30 min** | **/15** |
| 3 - Étude cinématique de la pompe hydraulique | **DR4** | **DT1 à DT5** | **40 min** | **/18** |
| 4 - Étude de la résistance des matériaux | **DR5** | **DT10** | **30 min** | **/15.5** |
| 5 - Analyse du dessin de définition de la matrice DAG | **DR6 à DR8** | **DT7 à DT9** | **85 min** | **/31.5** |

TOTAL / 100

TOTAL / 20

**Problématique -**Suite à un retour de l’entreprise « Ampliroll », qui a élargi sa gamme de produits et lancé une série d’essais pour des bennes de 25 tonnes sur la remorque d’un camion doté de leur système de levage, de nombreuses casses de pompes de type X80 0513220 ont été constatées au niveau de l’arbre d’entrée.

# **Total : / 20**

**PARTIE 1 - Étude statique du bras de levage**

**Objectif -** Vérifier les conditions d’utilisation de la pompe lors des essais**.**

**Données -** Dessin d’ensemble du bras de levage DT6.

Le chargement d’une benne, posée sur un sol horizontal, suit les étapes suivantes :

Étape 1 : le camion recule jusqu’à l’accrochage du crochet à la benne (photo 1 du DT3),

Étape 2 : le camion recule de façon synchronisée avec le vérin qui entre en action (photos 2 ;3 ;4 et 5 du DT3),

Étape 3 : lorsque le contact a lieu sur le galet, le contact avec le sol n’existe plus. Le vérin continue son action jusqu’au chargement complet (photos 6 ;7 et 8 du DT3).

Nous étudierons le système dans la position de l’étape 2 : on prendra g = 9.81 m.s-2

**Question 1.1 -** Calculer le poids de la benne.

*Remarque : La benne étant encore en appui sur le sol, on suppose que le bras de levage supporte la moitié du poids total de la benne*.

**Question 1.2 -** Définir les caractéristiques de la force, agissant sur la potence en renseignant le tableau ci-dessous :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Action mécanique | Point d’application | Droite d’action | Sens | Intensité |
|  | D |  |  | 122625 N |

On isole l’ensemble « potence + bras de levage ».

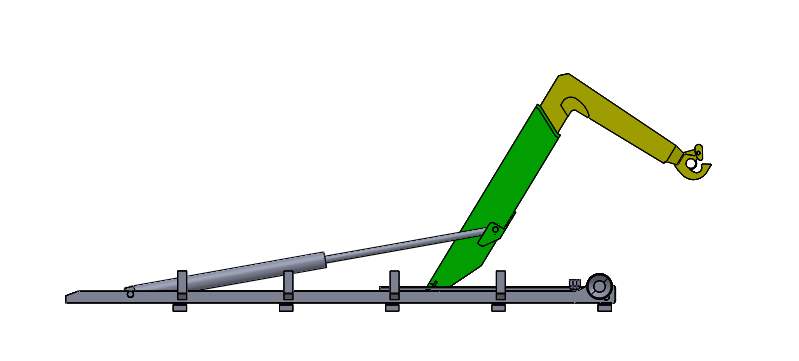
**Question 1.3 -** Faire le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées à l’ensemble isolé et énoncer le principe fondamental de la statique correspondant.

L’ensemble « potence + bras de levage » est soumis à l’action de 3 forces quelconques (  
 ;  ; ).

La somme de ces 3 forces est nulle :  + + =

Les 3 forces sont concourantes.**Question 1.4 -** Résoudre graphiquement sur la page ci-dessous.

Échelle du dynamique : 1 mm pour 4000 N





D

C

BuB

A

**Question 1.5 -** Compléter le tableau des caractéristiques des actions mécaniques :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Actions mécaniques | Point d’application | Droite d’action | Sens | Intensité |
|  | D |  |  | 122625 N |
|  | C |  |  | 642428 N |
|  | B |  |  | 674400 N |

**Question 1.6 -** À l’aide des informations fournies sur les DT, calculer la pression nécessaire aux deux vérins pour lever la benne. Chaque vérin supporte la moitié de l’effort.

(70² - 39.5²) = 10492.13 mm² = 104.9213 cm²

Le système compte deux vérins donc 2 x S = 104.9213 x 2 = 209.8426 cm²

306.15 Bars

**Question 1.7 -** Comparer cette valeur avec celle de la pompe de type X (cf. DT1) et conclure.

La pression fournie par la pompe (350 bars en continu) est supérieure à la pression nécessaire au chargement de la benne (306 bars). Elle est donc suffisante.

**PARTIE 2 - Analyse fonctionnelle et structurelle de la pompe**

# **Total : / 15**

**Objectif -** Les conditions d’utilisation lors des essais étant conformes aux caractéristiques de la pompe, une modification de l’arbre d’entrée est envisagée.

Dans un premier temps nous conduirons une analyse fonctionnelle et structurelle afin de comprendre le fonctionnement de la pompe à pistons axiaux.

**Données -** Documents techniques DT1 à DT3

Dessin d’ensemble DT4

Éclaté et nomenclature DT5

**Question 2.1 -** Compléter l’actigramme niveau A-0 ci-dessous en donnant la fonction globale de la pompe hydraulique.

Vitesse de rotation du moteur

Rendement de la pompe

Énergie hydraulique

Énergie mécanique

TRANSFORMER L’ÉNERGIE MÉCANIQUE EN ÉNERGIE HYDRAULIQUE

……………………………………..

Pompe hydraulique

**Question 2.2 -** Compléter les classes d’équivalences cinématiques de la pompe.

Pièces à exclure = {7 ; 12 ; 13 ; 14 ; 18 ; 22 ; 23}

E1 = {1 ; 3 ; 5 ; 6 ; 10 ; 15 ; 16 ; 17 ; 19 ; 21}

E2 = {2 ; 11}

E3 = {4 ; 8}

E4 = {9 ; 20}

**Question 2.3 -** Repérer les classes d’équivalence du schéma cinématique ci-dessous (le schéma est représenté pour un seul piston).

E4

E1

E2

E3

x

x1

y

y1

L1

L2

L5

L4

L3

E4

E1

E2

E3

D

C

A

E

B

**Question 2.4 -** Compléter le tableau des mobilités et des liaisons entre les sous-ensembles cinématiques en vous aidant de la figure précédente.

(Convention : 1 = mouvement ; 0 = Pas de mouvement)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Liaison** | **Liaison entre …** | **Degrés de liberté** | | | | | | **Nom de la liaison, centre, axe** |
| **L 1** | E 1 et E 2 | **Rx1** | **Ry1** | **Rz** | **Tx1** | **Ty1** | **Tz** | Pivot de centre A, d’axe x1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **L 2** | E 1 et E 3 | **Rx** | **Ry** | **Rz** | **Tx** | **Ty** | **Tz** | Pivot glissant de centre B, d’axe x |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| **L 3** | E 2 et E 3 | **Rx** | **Ry** | **Rz** | **Tx** | **Ty** | **Tz** | Rotule de centre C |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **L 4** | E 2 et E 4 | **Rx** | **Ry** | **Rz** | **Tx** | **Ty** | **Tz** | Rotule de centre D |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **L 5** | E 3 et E 4 | **Rx** | **Ry** | **Rz** | **Tx** | **Ty** | **Tz** | Linéaire annulaire de centre E, d’axe x |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

**Question 2.5 -** Compléter le graphe des liaisons ci-après pour un seul piston.

Rotule (D)

Rotule (C)

Pivot (A,x1)

Pivot glissant (B,x)

………………..

……………………….

…………………

………………….

Linéaire annulaire (E, x)

**PARTIE 3 - Étude cinématique de la pompe hydraulique**

# **Total : / 18**

**Objectif -** Suite à la modification de l’arbre d’entrée, on souhaite déterminer le débit de la pompe et vérifier qu’il est identique à l’ancien modèle.

**Données -** Documents techniques DT1 à DT3

Dessin d’ensemble DT4

Éclaté et nomenclature DT5

**Question 3.1 -** Compléter le schéma ci-dessous de la pompe lorsque le piston est en position de refoulement maxi.

**Question 3.2 -** Déterminer la course du piston, connaissant l’angle d’inclinaison (40°) du plateau d’entrée et le diamètre sur lequel se trouvent les points de contact piston-plateau.

(Faire un schéma)

Course d’un piston

Course = 63.7 x sin 40° = 40.94 mm

Ø 63.7

40°

Quel que soit le résultat trouvé à la question 3.2, on prendra 41 mm pour la course d’un piston.

**Question 3.3 -** Déterminer (en cm³) le volume d’huile déplacé par un piston sur un demi-tour, sachant que le diamètre de l’alésage recevant le piston est de 18.9 mm.

V = π x R² x course = π x 0.945² x 4.1 = 11.5 cm3

V = 11.5 cm3

V = ………. cm3

La cylindrée correspond au volume de fluide refoulé par l’ensemble des n pistons sur une rotation complète.

**Question 3.4 -** Calculer (en cm³) la cylindrée de la pompe.

Cyl = 80.5 cm3

Cyl.= ……..cm3

Cyl = 7 x 11.5 = 80.5cm3

La documentation technique indique une cylindrée de 80.4 cm3, ce qui correspond bien à celle calculée.

**Question 3.5 –** Calculer le débit de la pompe pour une fréquence de rotation de 1500 tr.min-1.

Sachant que Q = (Cyl./1000) x N

Q=(Cyl /1000) x N = (80.5/1000) x 1500 = 120.75 l.min-1

Q = 120.75l.min-1

**Question 3.6 -** À partir du graphique constructeur, déterminer le débit de l’ancien modèle de pompe pour une fréquence de rotation de 1500 tr.min-1.

Q’ = 120 l.min-1

Q’ = ……… l.min-1

**Question 3.7 -** Comparer les débits Q et Q’ entre les deux modèles.

Les débits entre les deux modèles sont similaires

**PARTIE 4 - Étude de la résistance des matériaux**

# **Total : / 15,5**

**Objectif** -Le nouvel arbre d’entrée est préconisé par le bureau d’étude en **18NiCr5-4**.

Vérifier si le choix du matériau est conforme au cahier des charges.

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

Formulaire DT10

Couple transmis à l’arbre d’entrée **C = 3000 N.m**

**Hypothèses -** Matériau homogène et isotrope

Problème plan géométrique et mécanique

Limite des petites déformations

Liaisons parfaites

**Question 4.1 -** Déterminer la famille de matériau, en entourant la bonne réponse.

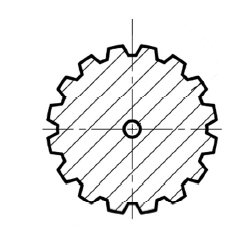
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Acier non allié | Alliage de cuivre | Alliage d’aluminium | Matière plastique |
| Acier faiblement allié | Acier fortement allié | Fer | Alliage de zinc |

**Question 4.2 -** Décoder les symboles de la composition du matériau.

|  |  |
| --- | --- |
| 18 | 0.18 % de carbone |
| Ni | Nickel |
| Cr | Chrome |
| 5 | 1.25 % de Nickel |
| 4 | 1% de Chrome |

**Question 4.3 -** Entourer le type de sollicitation auquel sont soumises les cannelures de l’arbre d’entrée.

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

**Question 4.4 -** Indiquer à quel endroit la sollicitation va s’exercer.

Au niveau des cannelures de l’arbre.

(Coupe de l’arbre au niveau des cannelures)

**Question 4.5 -** Calculer la force totale Ft exercée sur les cannelures issues du couple d’entrée.

Sachant que C = Ft x rayon et **Ø nominal = 32 mm**

Ft= C/rayon = 3000/0.016 = 18750N

**Question 4.6 –** Calculer la force exercée sur une seule cannelure.

F= Ft/16 = 18750/16 = 11718.75N

**F =**

**Question 4.7 –** Calculer la contrainte Ƭ sachant que la section **S = 155 mm²**.

Ƭ = F/s = 11718.75/155 = 75.6 Mpa

**Question 4.8 -** Calculer la résistance élastique au glissement Reg.

Reg = Re x 0.7 = 600 x 0.7 = 420 Mpa

**Question 4.9 -** Calculer la résistance Pratique au glissement Rpg.

Rpg = Reg/s = 420/5 = 84 Mpa

**Question 4.10 –** Conclure sur le choix du matériau.

Ƭ<Rpg donc le choix du matériau respecte les conditions du cahier des charges

**PARTIE 5 - Analyse du dessin de définition de la matrice DAG**

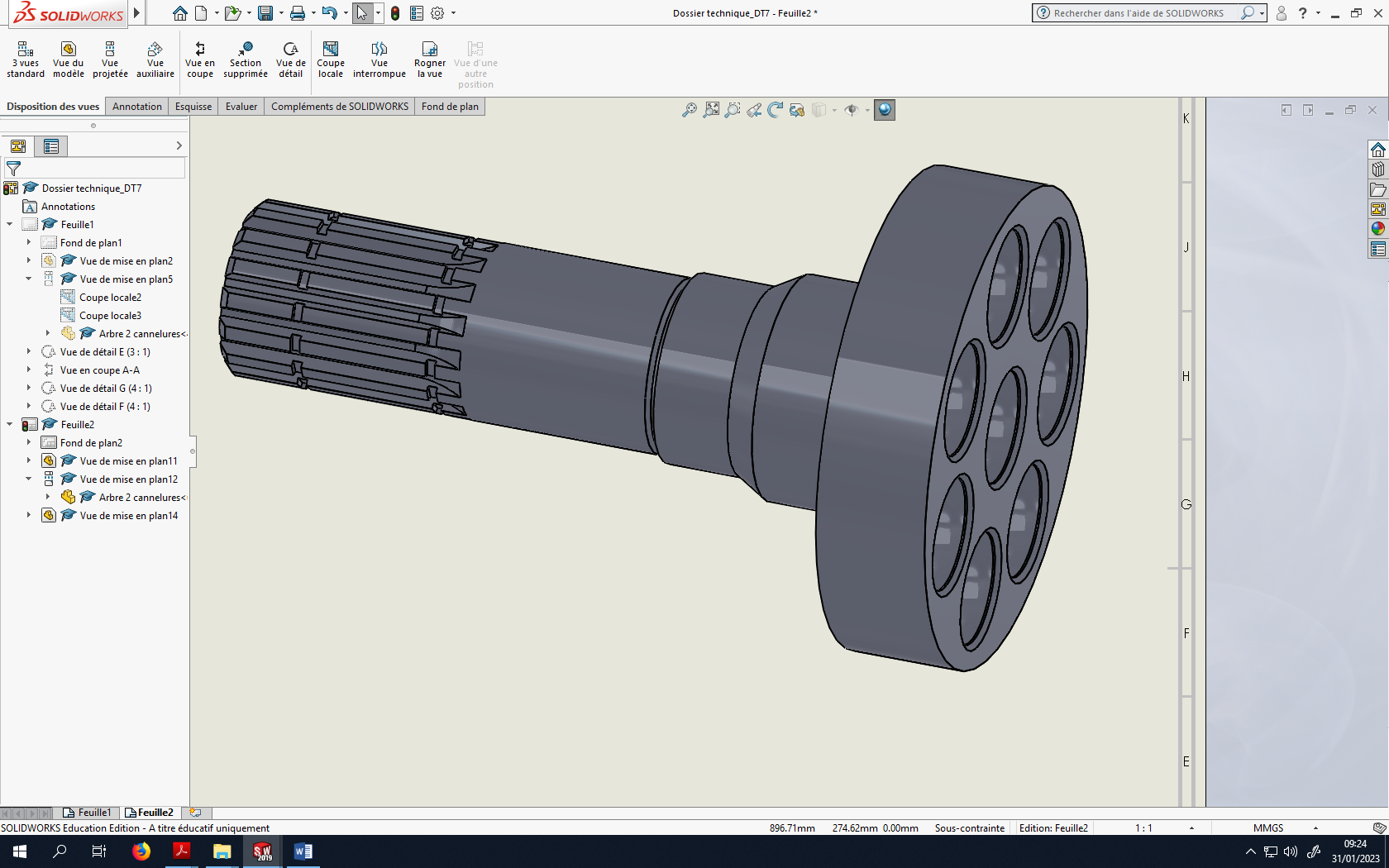
# **Total : / 31,5**

**Objectif** - Analyser les données de définition de l’arbre en vue de sa fabrication

**Données** - Dessin de définition DT7

Documents techniques DT8 et DT9

**Question 5.1 –** Indiquer la nature géométrique des surfaces S1 à S5 repérées ci-dessous :



S2

S3

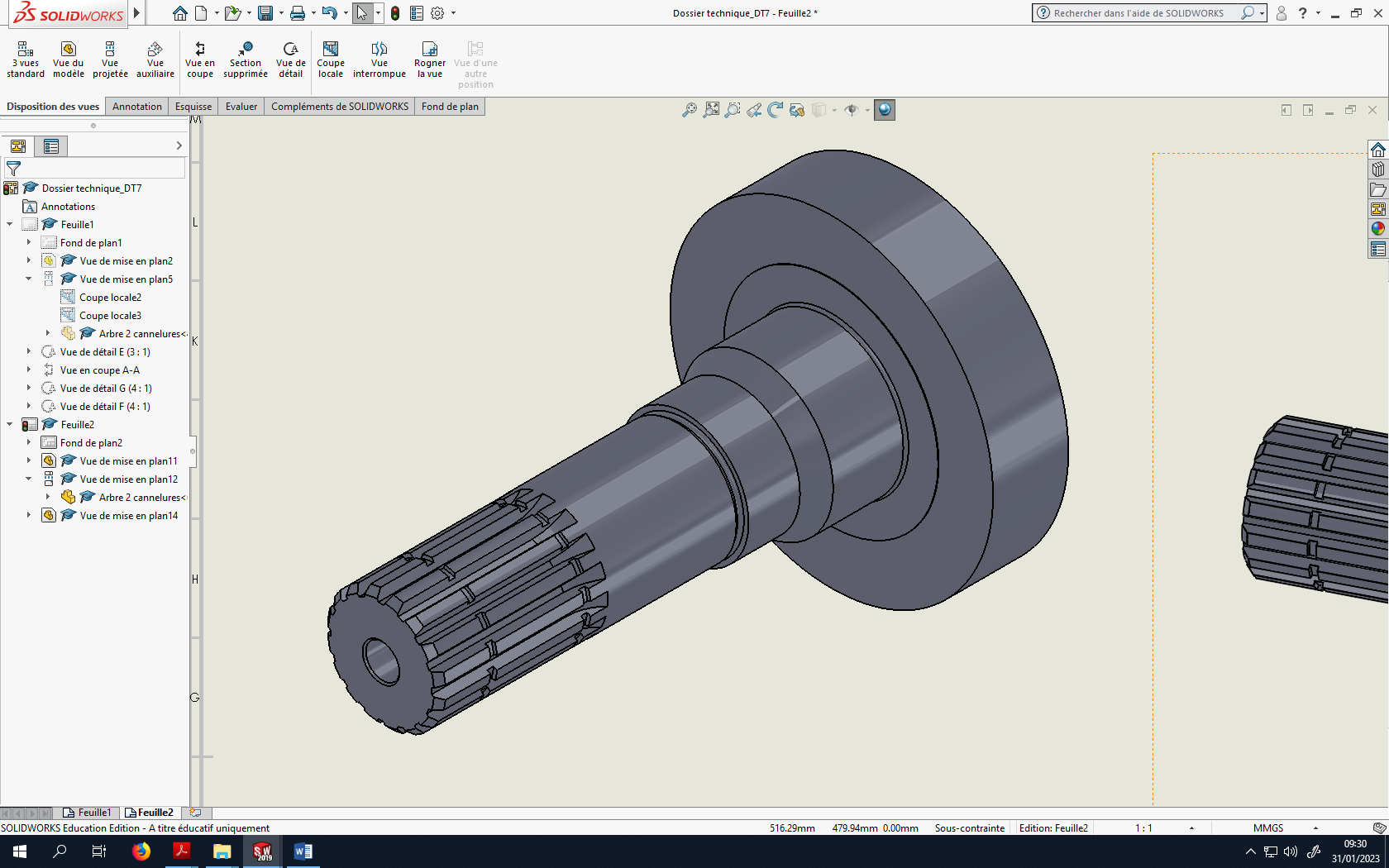
S4

S5

S1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Surfaces | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| Nature géométrique | Cylindrique | Tronconique | Cylindrique | Sphérique | Plane |

**Question 5.2 -** Indiquer la forme technique des surfaces A à D repérées ci-dessous.



D

B

C

A

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Formes | A | B | C | D |
| Vocabulaire technique | perçage | cannelure | épaulement | chanfrein |

**Question 5.3 -** Compléter le tableau ci-dessous, en indiquant les spécifications dimensionnelles, géométriques, d’état de surface et les dimensions de référence des surfaces repérées S1 à S5.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Surfaces** | **Spécifications dimensionnelles** | **Spécifications géométriques** | **Dimensions de référence** | **Spécification d’état de surface** |
| **S1** | **21** |  |  | **Ra 0.8** |
| **S2** |  |  |  | **Ra 3.2** |
| **S3** |  |  |  | **Ra 3.2** |
| **S4** | **R11.52H7** |  |  | **Ra 0.4** |
| **S5** |  |  | **)** | **Ra 3.2** |

**Question 5.4 -** Analyser un ajustement.

Le montage entre l’arbre d’entrée (rep.2) et le roulement (rep.23) est réalisé avec l’ajustement suivant : ∅45H7m6.

a) Compléter le tableau ci-dessous.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ARBRE** | **ALÉSAGE** |
| **Cote tolérancée** | 45m6 | 45H7 |
| **Cote nominale (mm)** | 45 | 45 |
| **Écart supérieur (mm)** | **es =**+0.025 | **ES =**+0.025 |
| **Écart inférieur (mm)** | **ei =**+0.009 | **EI =**0 |
| **IT (mm)** | 0.016 | 0.025 |
| **Cote maxi. (mm)** | arbre maxi =45.025 | Alésage maxi =45.025 |
| **Cote mini (mm)** | arbre mini =45.009 | Alésage mini =45 |

b) Calculer.

**Jeumaxi** = …………45.025-45.009…………..…..…..…...= 0.016…………

**Jeumini** = …..…..….45 – 45.025..……….………..…..…..= -0.025………….

c) En déduire la nature de l’ajustement, en entourant la bonne réponse.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ajustement avec du serrage** |  | **Ajustement incertain** |  | **Ajustement avec du jeu** |

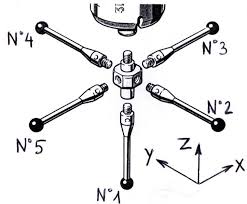
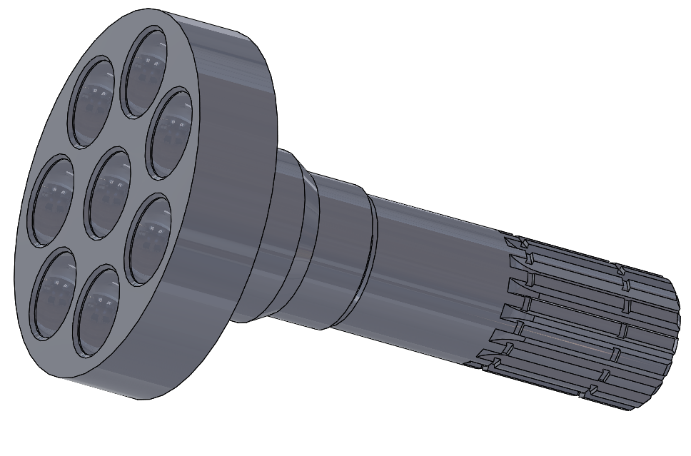
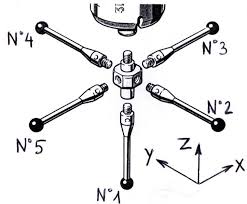
**Question 5.5 -** Renseigner les 9 zones repérées par le symbole.

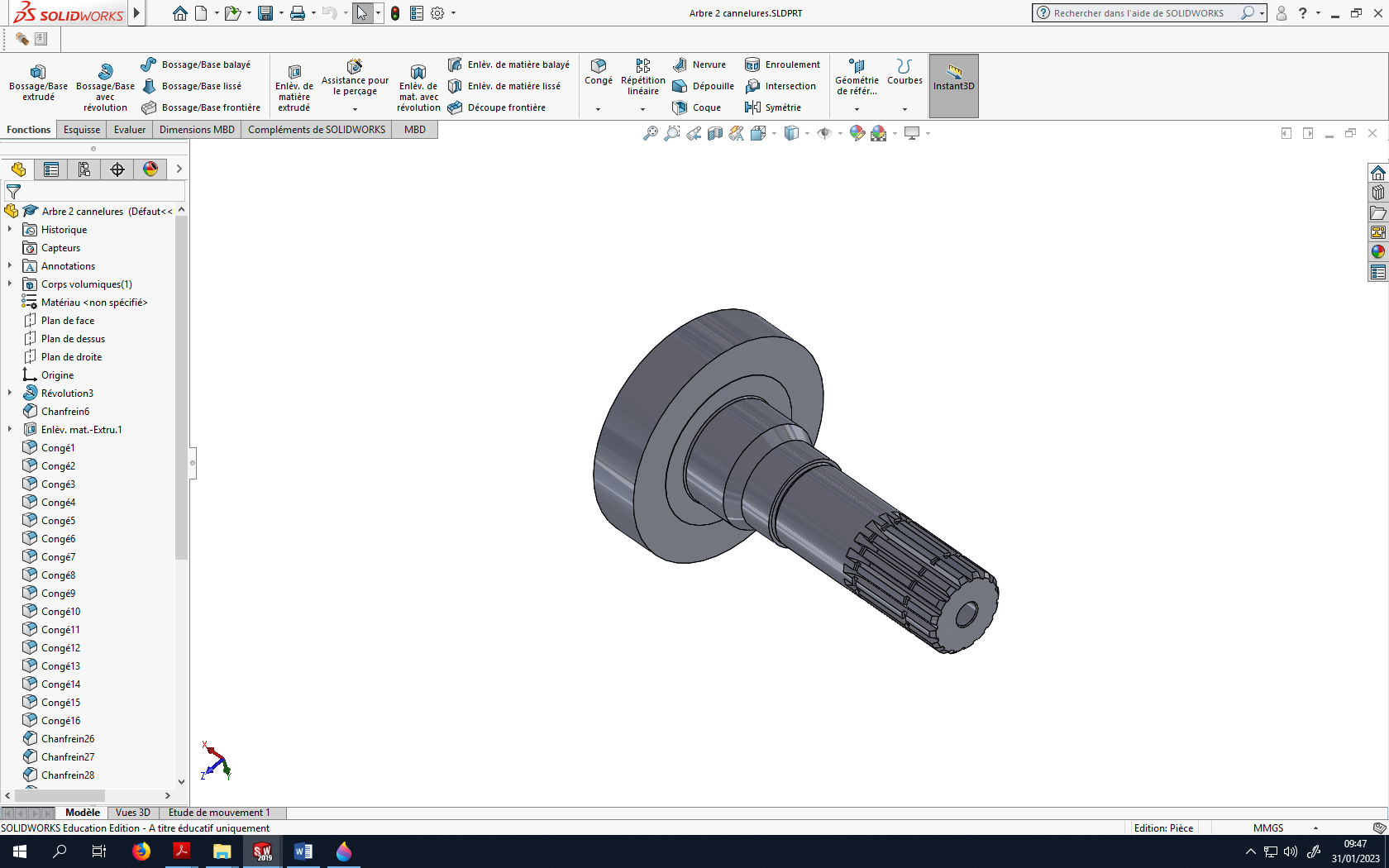
Cylindre Cy1 idéal extrait

Cylindre Cy1 non idéal (réel) palpé

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | **Total Q5.5 : / 5.5** |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Symbole de la spécification :  Nom de la spécification : **perpendicularité**  **/1** | Éléments non idéaux | | Éléments idéaux | | |
| Type de spécification  Forme Orientation  Position Battement  **/0.5** | Élément(s)  tolérancé(s) | Élément(s) de  référence | Référence(s)  spécifiée(s) | Zone de tolérance | |
| Condition de conformité  L’élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance. | Unique Groupe  **/0.25** Entourer l’élément correct | Unique Multiples **/0.25** Entourer l’élément correct | Simple Commune  Système  **/0.25** Entourer l’élément correct | Simple Composée  **/0.25**  *Entourer l’élément correct* | Contrainte  **Orientation** et/ou position par rapport à la référence spécifiée |
| *Extrait du dessin de définition* | Surface nominalement plane  **/1**  *Schématiser les éléments géométriques* | 2 lignes A et B  nominalement circulaires, intersection des surfaces S1 et S2 avec les plans Pl2’ et Pl3’, ces plans sont situés à 13 et 31 mm des épaulements de butée de roulements.    Pl2’    **31**  **13** | DROITE D0 passant par les centres des deux cercles associés aux éléments de référence A et B.  Droite  DR0  PL 4  PL 5  PT2  PT3 | **Volume limité par 2 plans parallèles distant de 0,1 mm**  0,1  **/1**  *Schématiser les éléments géométriques* | ***Le volume limité par les deux plans parallèles contraints perpendiculaire à la DROITE D0***  0,1  **DR0**  **/ 1**  *Schématiser les éléments géométriques* |





Repérage des surfaces :

**Spécification à contrôler**

**Question 5-9 -** Énoncer le critère d’acceptabilité

**diPt Mi / PL6 *≤ 0,05 mm***

**Question 5-8 -** À partir de DT8, compléter les constructions suivantes.

PL4 = Plan parallèle au plan PL2 distant de **13** mm

PL5 = **Plan parallèle au plan PL3 distant de 31 mm**

PT2 = [PL4] ∩ axe du [CYL2]

PT3 = **[PL5] ∩ Axe du[CYL1]**

(DR0) : droite de référence

(DR0) passant par **PT2** et **PT3**

PT1= [PL1] ∩ [DR0]

PL6  à la droite (DR0) et passant par le PT1

La surface tolérancée PL 1 est mesurée en huit points Mi (Pt Mi) également répartis sur la surface.

On note diPt Mi / PL6 la distance entre un point Mi et le plan PL6

**Question 5-6-** À partir du DT8, repérer les surfaces à palper sur la vue ci-dessus ainsi que le nombre minimal de points de mesurage nécessaire à la saisie de chaque élément.

Par convention on utilisera les abréviations suivantes :

Point : PT, Droite : DR, Cercle : CE, Plan : PL, Sphère : SP, Cylindre : CYL, Cône : CN

**Question 5-7-** Renseigner le tableau ci-dessous en suivant l’exemple.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Éléments | Nombre minimal de points à palper | Palpeur(s) utilisé(s) |
| Exemple SP1 | 4 | 2 |
| PL1 | 3 | 2 |
| PL2 | 3 | 4 |
| PL3 | 3 | 3-5 |
| CYL1 | 5 | 3-5 |
| CYL2 | 5 | 3-5 |

**Ensemble -** Pompe à pistons

**Élément -** Arbre d’entrée

0,1 A-B