

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES

E4 : ETUDE DE PREINDUSTRIALISATION

DOSSIER SUJET

Sommaire :

Mise en situation

Partie A : **VIS SANS FIN JV300801**

Partie B : **CARTER AR 543001**

Partie C : **FLASQUE OUVERT PR060601**

Organisation des documents associés au dossier sujet:

- 1 DOSSIER TECHNIQUE dans laquelle des documents spécifiques au support de l'étude, sont identifiés "Document technique **DT...**"
- 1 DOSSIER "RESSOURCES" dans laquelle des documents extraits de catalogues fournisseurs, dossiers de machines et autres, sont identifiés "Document ressource **DRS....**"
- 1 DOSSIER "REponses" dans laquelle les documents réponses sont identifiés "Document réponse **DR...**".



1) Le produit support de l'étude

Il s'agit d'un moto réducteur de vitesse électromécanique **LEROY SOMER** type **Mini bloc MVA**.
Les moto réducteurs de vitesse Mini bloc MVA sont des appareils à **roue et vis**.
Ces moto réducteurs sont particulièrement **compacts** et **légers** tout en gardant de hautes performances.

Leur conception est **modulaire** et permet de **nombreuses adaptations** (motorisation, arbre de sortie, position de montage ...) afin de répondre au mieux aux problèmes posés.

2) Caractéristiques générales

Taille du Moto réducteur : **MVA**
Moment nominal de sortie : de **1 à 33 N.m**
Puissances : de **0,04 à 0,37 kW**
Rapport de réduction de **5 à 90**



3) Applications

Les Moto réducteurs Leroy Somer peuvent aussi bien être utilisés dans **l'industrie automobile**, **l'industrie agro-alimentaire**, **l'industrie des matériaux de construction** ou dans la **transformation de métaux**.

4) Production

Le produit est fabriqué (usinage et assemblage) sur le site de **ST SYMPHORIEN D'OZON (69360)** situé près de **LYON**.

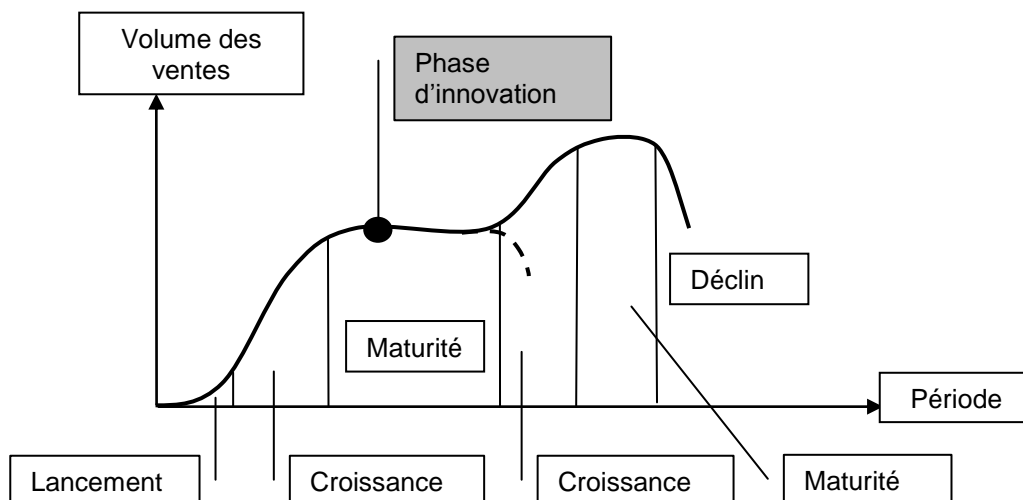
Effectif de l'entreprise: **250 personnes**

Chiffre d'affaires : **60 000 k€**

Fabrication mensuelle : **3750 moto réducteurs MVA / 10 ans**

5) Contexte de l'étude

Cette société, jusqu'à ce jour s'est consacrée à la progression de la fiabilité du produit. Elle souhaite maintenant redynamiser le volume des ventes avant la phase de déclin, en lançant une **phase d'innovation produit**. La stratégie sera basée sur la diminution du prix de vente client, l'augmentation de la qualité tout en respectant les règles associées aux démarches d'éco-conception et de protection de l'environnement.



PARTIE A

Le support de la partie A est la VIS SANS FIN JV300801 (*document Technique DT2*).

Problème technique : Étudier une nouvelle pièce et son mode d'obtention

Situation constatée : Deux problèmes sont identifiés dans deux secteurs différents.

Problème n°1 : Le **secteur usinage** dénombre une casse fréquente de l'outil HORN lors de la réalisation de la gorge intérieure nécessaire à l'usinage de la rainure de clavette.

Problème n°2 : Le **secteur Service Après Vente** enregistre un nombre important de retours liés à une usure prématurée du joint à lèvres (*Rep .13 du document technique DT1*).

Le Technicien procédé en Préindustrialisation propose d'étudier une modification de la définition du produit ainsi qu'un nouveau processus de fabrication.

A1 : Modification de forme du dégagement de la rainure de clavette (*document réponse DR1*)

La réalisation de la vis sans fin JV300801 est conforme au processus actuel (*document technique DT3*).

Afin de remédier au problème n°1, on propose de supprimer la gorge intérieure réalisée en phase 10 et de la remplacer par un simple perçage. Ce trou permettra le dégagement nécessaire à la réalisation de la rainure de clavette lors de la phase 30. L'emploi d'un tour 3 axes en phase 10 sera nécessaire à l'intégration de cette opération.

Question A1-1 :

Implanter le trou sur la vue de face et sur la coupe E-E.

Question A1-2 :

Indiquer la cotation de définition de ce perçage sans tolérance.

A2 : Choix d'un procédé de fabrication

Après analyse de l'usure prématurée du joint à lèvres, le problème n°2 est lié au frottement de glissement FG du joint sur la portée de la vis sans fin. Après consultation, le bureau d'études propose d'augmenter la qualité et de passer à une rugosité r_a 0.2 sur les portées pour le joint. On va réfléchir à un procédé de finition qui permettra d'obtenir la qualité requise. Nous essaierons de limiter au maximum toute modification du processus actuel. L'ébauche des portées s'effectuera en tournage. Nous utiliserons la rectification cylindrique pour la demi-finition. Nous intégrerons le procédé de finition choisi dans une phase supplémentaire.

Question A2 : (*document réponse DR2*)

A partir du document ressource DRS1, choisir un procédé de fabrication supplémentaire permettant d'assurer la nouvelle qualité demandée Ra 0.2 \sqrt FG. Justifier votre choix.

A3 : Rédaction d'un nouveau processus

Question A3 : (*document réponse DR2*)

Rédiger la nouvelle gamme intégrant les deux modifications demandées.

PARTIE B

Le support de la partie B est le CARTER AR 543001 (*document technique DT4*)

Problème technique : Limiter la portée des deux flasques de roulements

Situation constatée : Le temps de réalisation de la ligne d'alésage Ø70H6 du carter (*voir document technique DT4*) sur toute la longueur est une opération longue et coûteuse.

Le Technicien procédé en Préindustrialisation propose d'étudier une modification de la définition du carter pour limiter le temps d'usinage (*Coupe B-B du document technique DT4*).

B1 - Réalisation d'un dégagement par moulage

Afin d'étudier la faisabilité de ce dégagement par moulage, il est nécessaire d'analyser le moule en coquille par gravité (*voir document technique DT5*).

Question B1-1 : (*document réponse DR3*)

Représenter en **rouge** sur 2 vues la position du plan de joint à l'aide des symboles normalisés.

Question B1-2 : (*document réponse DR3*)

Représenter en **vert** sur les 3 vues les surfaces extérieures qui sont en dépouille.

Remarque : Sur le DT5 seules les dépouilles intérieures sont représentées.

Question B1-3 : (*document réponse DR3*)

Conclure sur la faisabilité d'un dégagement réalisé par moulage.

B2 - Réalisation d'un dégagement par usinage

L'usinage du Carter est réalisé en une seule phase sur un Centre d'Usinage Horizontal 4 axes HITACHI SEIKI HG400 (*voir document technique DT6*).

La prise de pièce est un montage d'usinage spécifique permettant d'usiner la pièce sur 4 faces (*voir document technique DT7*).

Question B2-1 : (*document réponse DR4*)

Représenter en **bleu** sur les 2 vues, la forme de l'outil qui permet de réaliser ce dégagement par usinage (*voir document ressource DRS2*).

Question B2-2 : (*document réponse DR4*)

Représenter en **vert** sur les 2 vues la trajectoire d'usinage de l'outil qui permet de réaliser ce dégagement.

B3 – Limitation des portées

Les portées de flasque de roulement peuvent être réalisées par 4 solutions différentes (avec ou sans dégagement) (*voir document réponse DR5*).

Il est donc nécessaire de faire un choix technique et économique de réalisation pour les solutions 1-2-3-4.

L'étude des solutions 1 et 3 (avec dégagement) a été réalisée.

Question B3-1 : (*document réponse DR5*)

Si besoin, pour les solutions 2 et 4 :

- 1) Définir les opérations d'usinage.
- 2) Définir les outils.
- 3) Définir la stratégie d'usinage (type de cycle, type de trajectoire ...).
- 4) Calculer le temps de cycle par opération (*voir document ressource DRS2*).
- 5) Définir les temps de rotation palette (*voir document technique DT6*).
- 6) Définir les temps de changement d'outils (*voir document technique DT6*).
- 7) Calculer le temps total de réalisation des 2 portées.

Remarque : on ne prendra pas en compte dans le calcul le 1^{er} changement d'outil et la 1^{ère} rotation de palette.

Pour les solutions 1-2-3-4

- 8) Faire une étude critique des différentes solutions (critères : coût, qualité, fonctionnel).
- 9) Faire un choix technico-économique et justifier.

Quels que soient les calculs et les choix réalisés à la question précédente, on prendra l'hypothèse que la solution 4 a été retenue.

Cependant, pour cette solution, il faut vérifier le côté fonctionnel de passage de la roue dans le carter (*voir document technique DT8*).

Données : - Diamètre usiné : **Ø70H6**

- Copeau mini : **1 mini** (on ne tiendra compte que d'un seul copeau d'usinage qui représentera l'ébauche et la finition).
- Désaxage brut/usiné : **0,5 Maxi**
- Dépouille : **3°**

Question B3-2 : (*document réponse DR6*)

- 1) Compléter la chaîne de cotes relative à condition « copeau mini »,
- 2) Calculer le diamètre intérieur brut Maxi,
- 3) Calculer le diamètre intérieur brut Maxi au niveau de la dépouille,

Remarque : on considèrera que la dépouille est « en plus » de la surépaisseur d'usinage.

- 4) Conclure sur le côté fonctionnel avec le passage de la roue.

Problème technique : Assurer la conformité de réalisation des axes orthogonaux

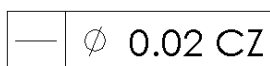
Situation constatée : Une usure prématurée du système roue et vis sans fin, des problèmes d'étanchéité sont des causes de retour en Service Après Vente. Des difficultés d'assemblage des composants ont été constatées sur la ligne de montage.

Le service qualité a détecté une non conformité de certaines spécifications des axes orthogonaux du carter (*document technique DT4*).

B4 – Analyse des spécifications

Question B4-1 : (*document réponse DR7*)

Décoder la spécification suivante :



Question B4-2 : (*document réponse DR8*)

Décoder la spécification suivante :



B5 – Contrôle du couple de serrage

Une des causes principales de la non conformité des spécifications est la non maîtrise du système de serrage de la pièce dans le porte-pièce (*document technique DT7*) qui provoque une déformation de la pièce.

On souhaite donc modéliser sur le logiciel COSMOS de calcul, les déformations du carter uniquement lors du serrage.

Pour cela, il est indispensable d'identifier les zones d'appui et de serrage de la pièce, puis de calculer l'effort de serrage.

On donne les surfaces de mise en position B1, B2, B3 (*document réponse DR3*).

Question B5-1 : (*document réponse DR3*)

Représenter en **bleu** sur 2 vues, la mise en position de la pièce sur le porte-pièce, à l'aide des symboles géométriques, 1^{ère} partie de la norme.

Modéliser cette mise en position dans le tableau prévu à cet effet.

L'effort maximum de l'opérateur sur la clé de serrage (clé mâle hexagonale) pour respecter les normes ergonomiques est de **10 daN**.

L'opérateur utilise une clé standard ayant un bras de levier de **100 mm**.

Question B5-2 : (*document réponse DR9*)

1) Déterminer en **N.mm**, le couple de serrage **Cs** sur la vis (*Rep.9 du document réponse DR9*).

En fonction du couple **Cs**, il est nécessaire de calculer l'effort résultant **Fs** sur l'**interface serrage** (Rep.8 du document réponse **DR9**) en liaison complète avec la **plaque** (Rep.6 du document réponse **DR9**).

Cette valeur d'effort à calculer sera exploitée par la suite dans le dossier pour une analyse de la déformée de la pièce à l'aide d'un logiciel COSMOS de calcul.

Hypothèses :

- facteur de frottement $\mu = \mu' = \tan \varphi = 0,1$
- rayon du pivot circulaire : $r_{ci} = 1$ mm (rayon de matage)

Un « Formulaire sur la relation couple de serrage – effort presseur dans un système vis – écrou » est présenté en *document ressource DRS3* et sert de base aux calculs à réaliser.

2) Déterminer l'effort de serrage **Fs** exercé par la vis sur l'interface de serrage.

Un « Formulaire sur le matage » est présenté en *document ressource DRS4* et sert de base aux calculs à réaliser.

Données :

- module d'élasticité de l'acier $E1 = 210.000$ MPa (Rep 9)
- module d'élasticité de l'acier $E2 = 210.000$ MPa (Rep 6)
- pression de contact maxi admissible $P_{adm} = 40$ MPa

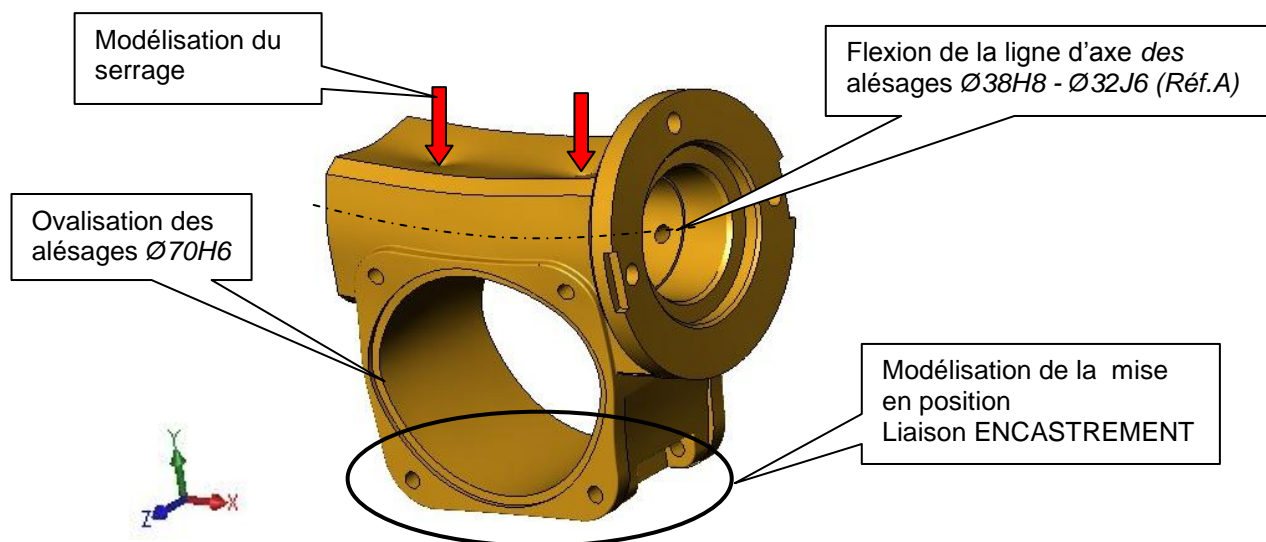
Question B5-3: (document réponse **DR9**)

A partir de l'effort calculé précédemment, calculer le rayon de matage r .

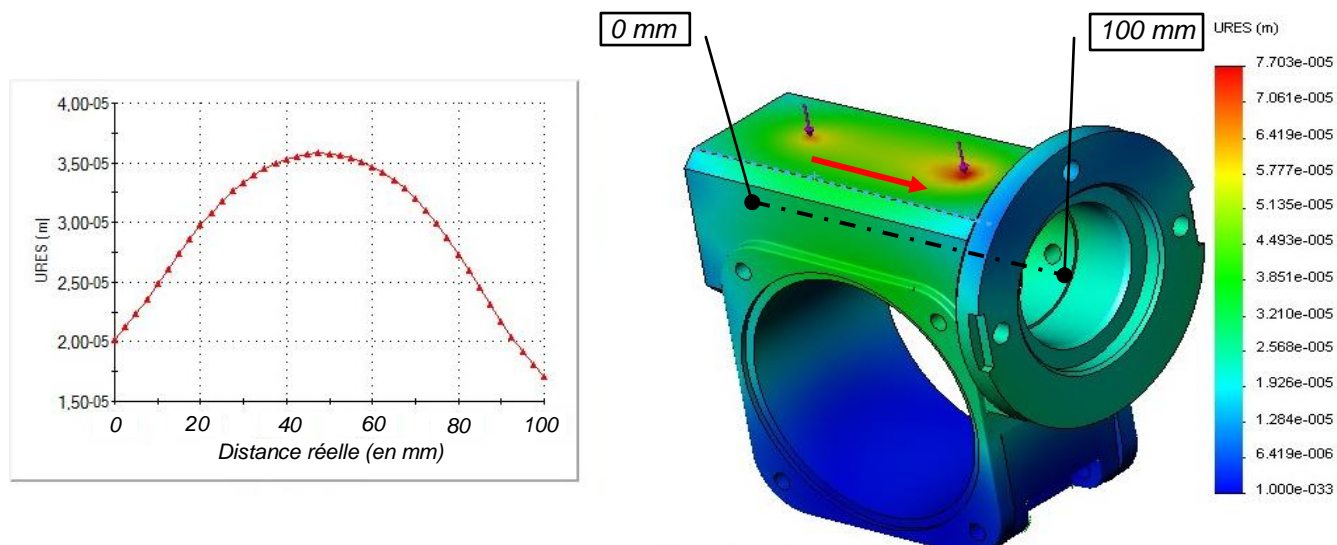
Comparer r et r_{ci} et valider l'hypothèse de la modélisation du contact par une pivot circulaire.

La modélisation, puis la simulation sur le logiciel COSMOS, permettent de visualiser les déformations du carter lors du serrage.

- Déformée amplifiée du CARTER sous la contrainte de serrage



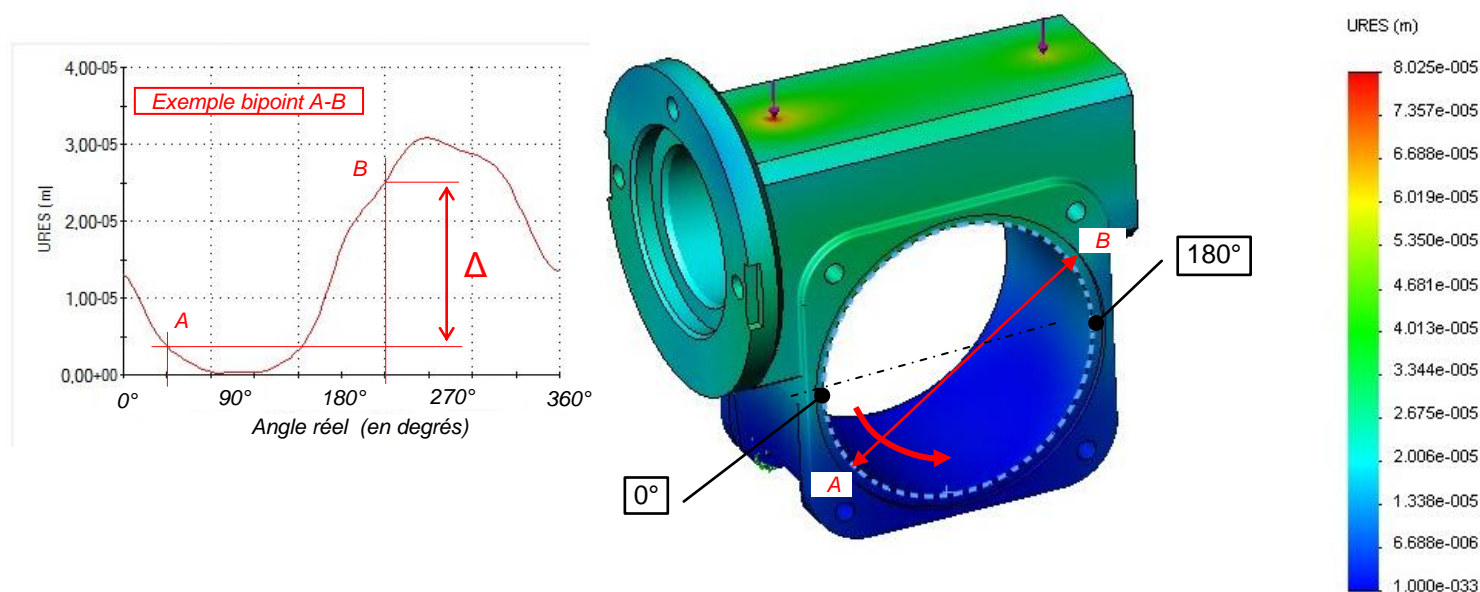
- Déplacement statique relatif à la ligne d'axe Réf. A (flexion)



URES : correspond au déplacement total, **en mètre**, des différents points de la pièce par rapport à leur position d'origine.

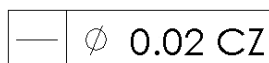
Hypothèse : la pièce possède un plan de symétrie, tous les déplacements statiques seront considérés dans le plan XY.

- Déplacement statique mesuré en mètre, sur un cercle de $\varnothing 70H6$ (ovalisation)

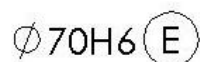


Question B5-4: (document réponse DR9)

- 1- En identifiant et en quantifiant le déplacement maximum d relatif à l'axe A de la zone de tolérance commune, statuer sur le respect de la spécification géométrique :



- 2- En identifiant et en quantifiant le déplacement maximum Δ relatif aux alésages, statuer sur le respect de la spécification dimensionnelle :

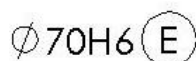


En faisant varier l'effort de serrage F_s , et en effectuant différentes simulations, on obtient un graphe $C_s = f(\Delta \text{ Maxi})$ (voir document réponse DR9).

Hypothèse : En tenant compte des dispersions de fabrication, le déplacement Δ généré par le système de serrage ne doit pas dépasser **0,01mm**.

Question B5-5: (document réponse DR9)

Déterminer graphiquement la valeur de C_s à ne pas dépasser afin d'obtenir le respect de la spécification :

**Question B5-6:** (document réponse DR9)

Donner une solution technique pour maîtriser le couple serrage C_s .

PARTIE C

Le support de la partie C est le FLASQUE OUVERT :

Dessin du brut moulé PR060600 (*Document technique DT9*).

Dessin du flasque PR060601 (*Document technique DT10*).

Problème technique : Diminuer les coûts de production
--

Afin de répondre à l'exigence de la concurrence liée à la compétitivité industrielle, la direction de l'entreprise impose une réduction de 20% du coût de réalisation du produit.

Le processus actuel de réalisation du flasque PR060601 est représenté sur le *document technique DT11*. Le technicien procédé en Préindustrialisation propose d'étudier une reconception produit / processus.

Le flasque, issu de fonderie, devra intégrer un maximum de surfaces ne nécessitant pas d'usinages ultérieurs. On limite l'usinage aux surfaces dont la qualité exigée est incompatible avec le processus d'obtention de fonderie.

C1– Utilisation de vis auto-taraudeuses

Les 4 trous M3 permettent la fixation d'un couvercle pour un réducteur à sortie non débouchante.

Les trous **M3** sont remplacés par des trous lisses obtenus directement de fonderie dans lesquels on vient implanter une vis auto-taraudeuse **CLS, ST3.5, 13, F** (*document ressource DRS5*).

Question C1-1 : (*document réponse DR10*)

Dessiner la forme du trou obtenu en fonderie en intégrant la dépouille nécessaire au moulage (**Détail C**).

On prendra : - dépouille de **1,5%**.

- longueur d'implantation de la vis de **7,5 mm**.

Question C1-2 : (*document réponse DR10*)

Indiquer les dimensions (diamètre mini, dépouille, profondeur)

En conséquence, un nouveau processus en une seule phase de tournage est proposé (*Document technique DT12*).

Question C1-3 : (*document réponse DR10*)

Pour assurer la prise du flasque dans le mandrin, la surface en contact avec les mors devra être rallongée. Sur la coupe B-B et le détail C :

Dessiner la forme extérieure nécessaire à la reprise de la pièce.

Dessiner la forme intérieure tenant compte de cette modification.

C2– Etude de l'outillage (*document réponse DR11*)

Le dessin du montage de la pièce en mandrin est donné sur le document **DR11**.

Question C2-1 : Placer la cotation d'aptitude à l'emploi sur le détail B (sans indiquer les valeurs des tolérances).

Question C2-2 : Placer les jeux fonctionnels entre la pièce et les mors. Justifier ces jeux.