1. Compréhension du mécanisme de réglage de l’excentration de la bielle 6
   1. Constitution du mécanisme

**Q1** : voir DR1

**Q2** : voir DR2

* 1. Capacité de réglage de l’excentration

Q3 : Mvt 11/10 = translation rectiligne de direction .

Voir DR3

* 1. Calcul du degré d’hyperstatisme h du mécanisme de transformation de mouvement

Q4 : voir DR4

Q5 : voir DR4

Q6 : voir DR4

Q7 : voir DR4

1. Vérification des caractéristiques cinématiques, hydrauliques, et énergétiques de la pompe
   1. Cinématique de la pompe

Q8 : tr/min

rad/s

Q9 : Mvt 9/1 = rotation d’axe

Mvt 6/9 = rotation d’axe

Mvt 13/1 = translation rectiligne de direction

Mvt 13/6 = rotation d’axe

Mvt 6/1 = mouvement plan sur plan

Q10 : m/s. voir DR5

Q11 : car A centre de la liaison pivot entre 6 et 9.

Donc : m/s

Q12 : → vecteur de 0,156 / 0,04 = 3,9 cm

m/s

La vitesse mesurée sur la courbe DT6 donne m/s

* 1. Caractéristiques hydrauliques

Q13 : k = 2×152 = 30 mm

mm3

m3/min = 6,2398.10-5 m3/s

L/h

Q14 : m3/s

L/h

Le débit est nul en 0 et π/2 car le coulisseau est en phase d’aspiration.

Inconvénient ; le modèle SIMPLEX ne refoule qu’un temps sur deux.

Voir DR6.

Q15 : Les deux coulisseaux doivent être montés en opposition de phase (b).

L/h

Le montage DUPLEX ne modifie en rien le débit instantané car le coulisseau garde les mêmes caractéristiques.

Le moteur ne nécessite pas une puissance supérieure car il fonctionne en continu au lieu d’une fois sur deux.

Voir DR6.

* 1. Caractéristiques énergétiques

**Q16** : 



Les résultats coïncident.

**Q17** :



* 1. Caractéristiques mécaniques

**Q18**: N

N

**Q19** : La bielle **6** est en équilibre sous l’action de deux forces :

Les deux forces sont égales en norme et opposées en sens. Elles sont portées par la droite (AB).

**Q20** :

Donc :

Voir DR7.

**Q21** : =0,015.3425 = 51,375 N.m

**Q22** : La courbe de couple signifie que le couple moteur agit pendant la phase travail de refoulement et non pendant la phase d’aspiration.

**Q23** :

**Q24** :

Le choix constructeur est un moteur de 750 W :



1. Optimisation de la conception de la bielle
   1. Détermination des indices de performance

**Q25** : On impose pour le contact entre l’excentrique et la bielle un déplacement imposé fixe toujours sur une demi-surface.

La bielle est soumise à une sollicitation de compression. L’action mécanique s’opposant au mouvement est engendré par le piston. Si l’on considère les jeux entre la bielle et le piston, on prend comme hypothèse que l’action se répartie sur une demie-surface d’une valeur de 3690 N.

La contrainte maximale est de 23.8 MPa et se situe au niveau des congés.

**Q26** : Il s’agit d’un phénomène de concentration de contraintes. On peut l’atténuer en augmentant le rayon des congés.

s = 165.6/23.86 = 7. Le coefficient de sécurité est acceptable puisque le diagramme des exigences indique une valeur de 4.

**Q27** :

**Q28** :

La partie variable est :

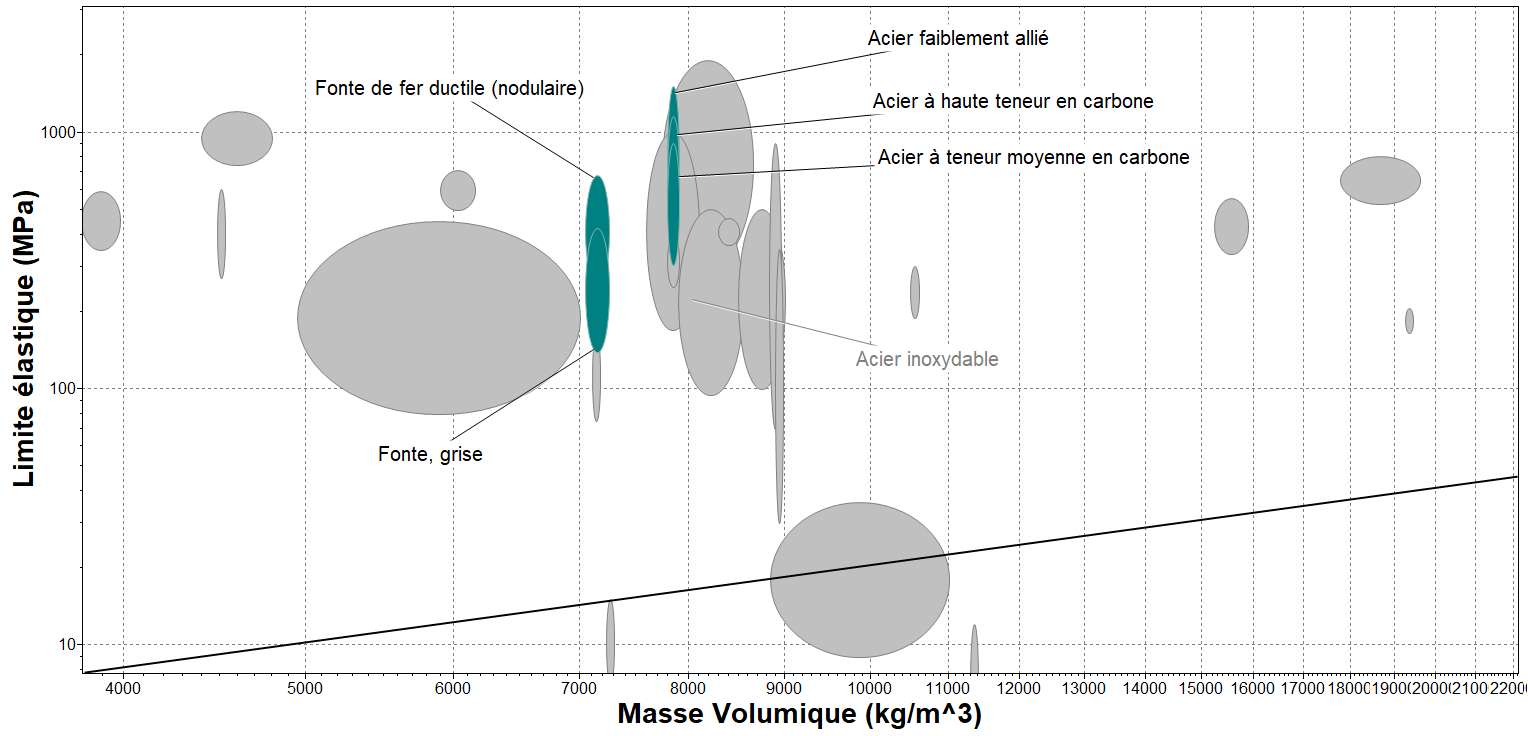
**Q29** :

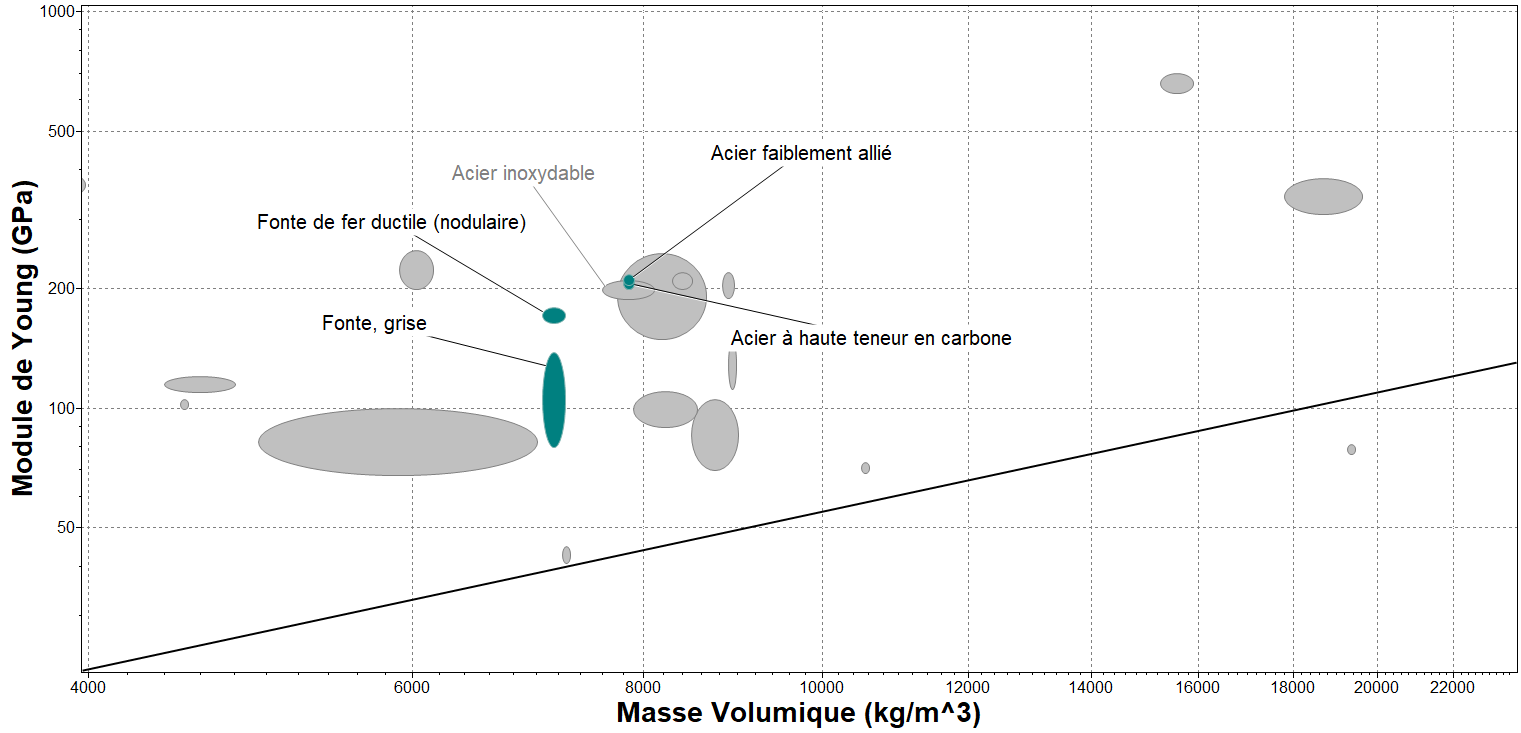
Soit :

La partie variable est :

Donc :

**Q30** :





L’acier faiblement allié offre un bon compromis avec des indices de performance supérieurs.

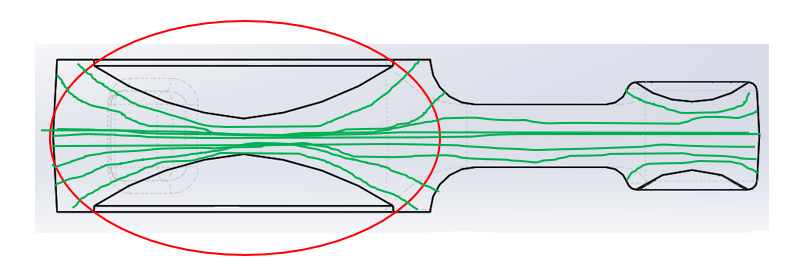
L’indice de performance le plus pertinent est la **rigidité**.

* 1. Estampage

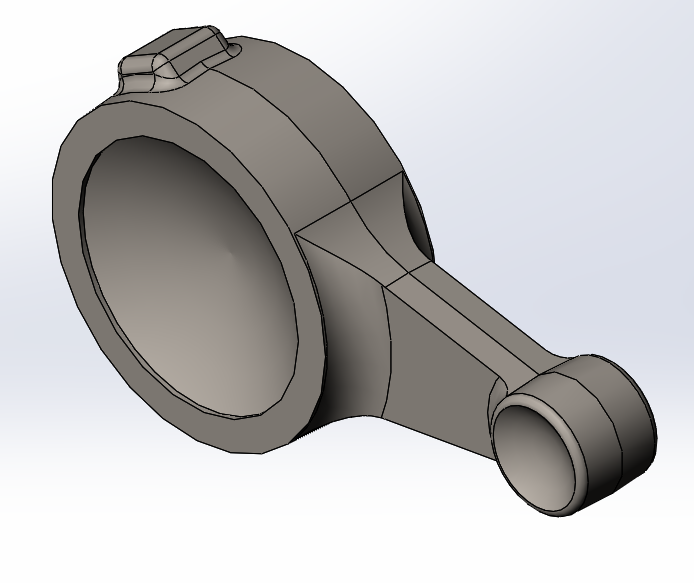
**Q31** : Les fontes ne sont pas envisageables pour l’estampage.

**Q32** : L’estampage augmente la résilience d’après le graphe du taux de corroyage.

Le sens du fibrage doit être suivant le sens de la plus grande dimension de la pièce :



**Q33** : L’estampage présente plus de contraintes au niveau des règles de conception. Les trous d’axe perpendiculaire au plan de joint ne pourront être débouchants.



Le couple acier forgeage peut être une alternative intéressante pour l’objectif de la résilience. De plus, les règles de conception des pièces forgées peuvent limiter le phénomène de concentration de contraintes.

L’objectif de réduction de masse pourra être obtenu par une étude du tracé de la forme de la bielle pour l’estampage avec éventuellement une analyse topologique.

1. Validation du guidage en rotation et optimisation des solutions
   1. Analyse de la solution existante

**Q34** : Les roulements utilisés sont des roulements à une rangée de billes à contact oblique.

Ils sont montés en X car la bague intérieure est montée serrée.

**Q35** : la liaison en A est une rotule de centre A ; la liaison en B est une linéaire annulaire d’axe .

**Q36** :

PFS au point A :

0 = 0

et

* 1. Optimisation de la solution

**Q37** :  ; *e* = 1,14 ; ;  ;

X = 0,57 ; Y = 0,93

**Q38** : donc :

millions de tours

heures < 25000 heures

Le roulement désigné ne permet pas de satisfaire le cahier des charges en termes de durée de vie.

**Q39** : On veut L10h = 25000 heures.

N

Le roulement à deux rangées de billes à contact oblique réf.3304 A (20-52-22,2) tel que C = 23600 N convient.

Cette solution permet de conserver les dimensions de la vis **8**.

**Q40** : Le coussinet désigné ne doit pas dépasser un facteur pV de 18 daN/cm2.

Vmax = 6 m/s

**Q41** : S = d.L ;  ; Fr = 20,789 daN

;

***5. Conception de la version DUPLEX de la pompe MILTON ROY ® Primeroyal H***

**Q42** : C35 = acier non allié avec 0,35% de carbone.

La pression de matage est : donc :

Il faut une clavette de longueur 6,4 mm minimum.

**Q43** : L’acier C35 a une limite élastique Re mini = 335 MPa ; il s’agit donc d’un acier mi-dur.

Rg = 0,7.Re = 0,7.335 = 234,5 MPa.

La contrainte de cisaillement s’exprime par :

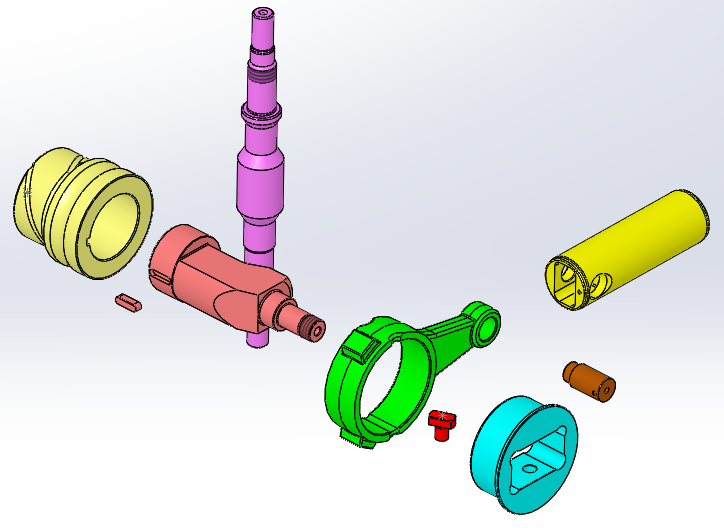
La condition de résistance est :

Le coefficient de sécurité est donc :

**Q44 :** voir DR10

**Identification des pièces**

**DR1 CORRIGE**



Roue Vis sans fin Coulisseau

Clavette

Excentrique mâle

Axe bielle-coulisseau

Bielle Patin Excentrique femelle

**Classes d’équivalence**

{carter} = {S0} = {1}

{roue} = {S1} = {7}

{excentrique mâle} = {S2} = {10}

{excentrique femelle} = {S3} = {9}

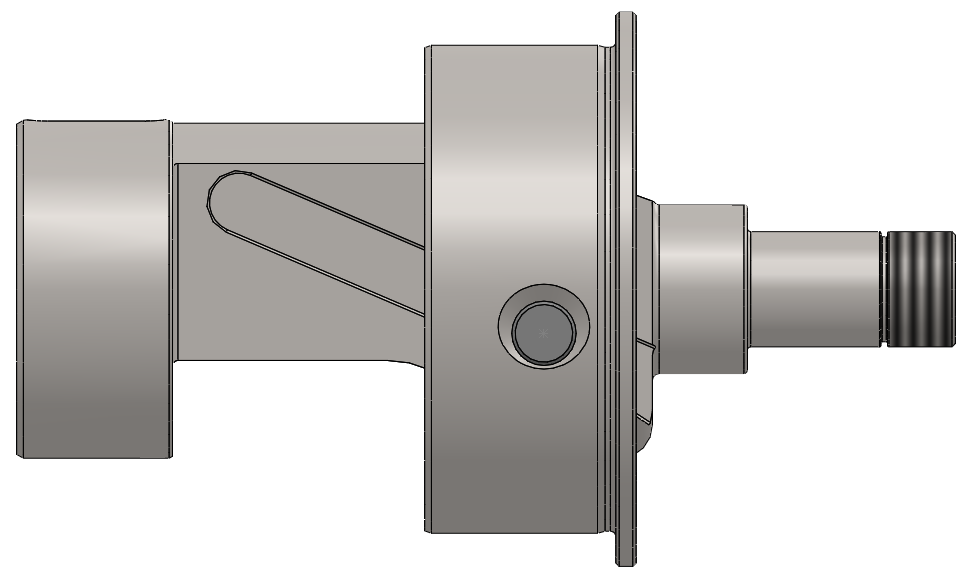
{bielle} = {S4} = {6}

{patin} = {S5} = {11}

{coulisseau} = {S6} = {13}

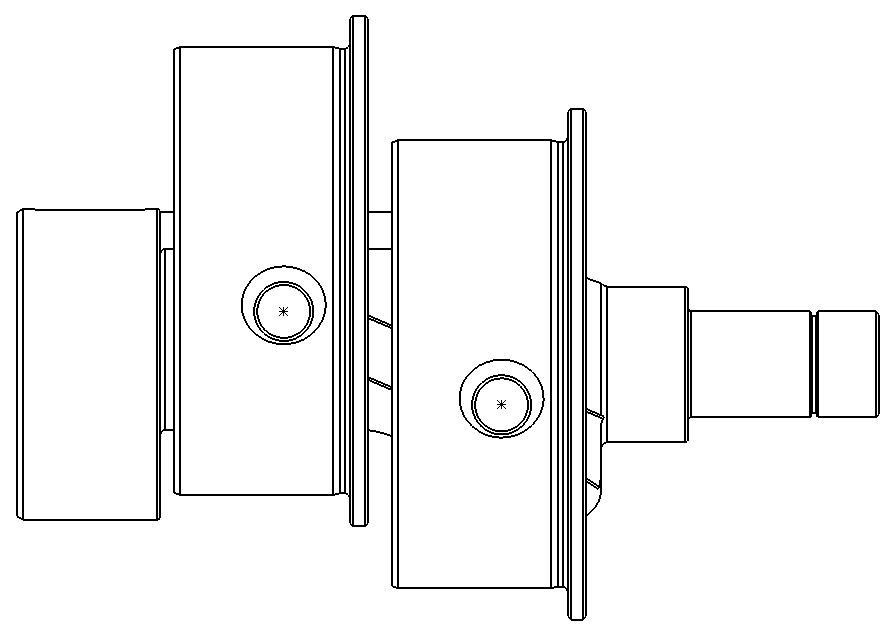
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Bâti Roue |  | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  | x | y | z | | T | 0 | 0 | 0 | | R | 1 | 0 | 0 |   Nom de la liaison : pivot d’axe |
| Roue Excentrique mâle + clavette |  | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  | x | y | z | | T | 1 | 0 | 0 | | R | 0 | 0 | 0 |   Nom de la liaison : glissière de direction |
| Excentrique mâle Excentrique femelle |  | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  | x | y | z | | T | 1 | 1 | 0 | | R | 0 | 0 | 1 |   Nom de la liaison : appui plan normale |
| Excentrique mâle Patin |  | |  |  |  | | --- | --- | --- | |  | z | u | | T | 0 | 1 | | R | 0 | 0 |   Nom de la liaison : glissière direction |
| Patin Excentrique femelle |  | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  | x | y | z | | T | 0 | 0 | 0 | | R | 0 | 0 | 1 |   Nom de la liaison : pivot d’axe |
| Excentrique femelle Bielle |  | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  | x | y | z | | T | 0 | 0 | 0 | | R | 1 | 0 | 0 |   Nom de la liaison : pivot d’axe |
| Bielle Axe |  | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  | x | y | z | | T | 1 | 0 | 0 | | R | 1 | 0 | 0 |   Nom de la liaison : pivot glissant d’axe |
| Axe Coulisseau |  | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  | x | y | z | | T | 0 | 0 | 0 | | R | 1 | 0 | 0 |   Nom de la liaison : pivot d’axe |

**DR2 CORRIGE**

**Réglage géométrique de l’excentration**

**DR3 CORRIGE**

Echelle 1 :1



*e* = 15

Course = 35 mm

Course (mm) de l’excentrique femelle **9** sur  par rapport à l’excentrique mâle **10** :

Course = 35 mm

Pas (mm) du filet de la vis de réglage **12** : pas p = 3,5 mm

**Q4. Calcul du degré d’hyperstatisme h :**

**DR4 CORRIGE**

**Légende :** P = pivot ; G = glissière ; AP = appui plan ; PG = pivot glissant

**Rappel :** {S0} = {carter} ; {S1} = {roue} ; {S2} = {excentrique mâle} ; {S3} = {excentrique femelle} ; {S4} = {bielle} ; {S5} = {patin} ; {S6} = {coulisseau}

**Hypothèse 1 :**

AP

NS = 3

G

P

P

P

AP

S0  S1 S2 S3 S4 S6

NS = 3

NS = 5

NS = 5

NS = 5

NS = 5

P

G

NS = 5

NS = 5

NS =

S5

AP

NS = 3

PG

NS = 4

h = mu + mi + ΣNs – 6.(p - 1) = 1 + 0 + 43 – 6.(7 - 1) = 8

**Q5. Hypothèse 2 :**

**Modifications :** suppression des liaisons appui-plan entre S0 et S3, puis entre S1 et S3.

AP



NS =

G

P

P

P

AP

S0  S1 S2 S3 S4 S6

NS = 5

NS = 5

NS = 3

NS = 5

NS = 5

P

G

NS = 5

NS = 5

NS =

S5

AP



NS =

PG

NS = 4

h = mu + mi + ΣNs – 6.(p - 1) = 1 + 0 + 37 – 6.(7 - 1) = 2

**Q6. Hypothèse 3 :**

**Conclusion :**

Le degré d’hyperstatisme diminue en réduisant le nombre de liaisons et le nombre d’inconnues statiques de celles-ci.

G

P

P

P

P

S0  S1 S2 S3 S4 S6

NS =5 5

NS =5 5

NS =5 5

NS =5 5

NS =5 5

PGGG

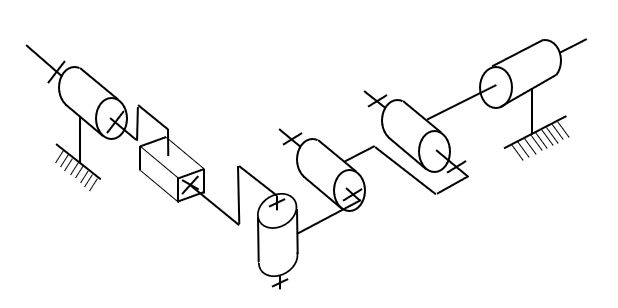
NS =4 4

h = mu + mi + ΣNs – 6.(p - 1) = 1 + 0 + 29 – 6.(6 - 1) = 0

**Q7. Schéma cinématique minimal à compléter :**

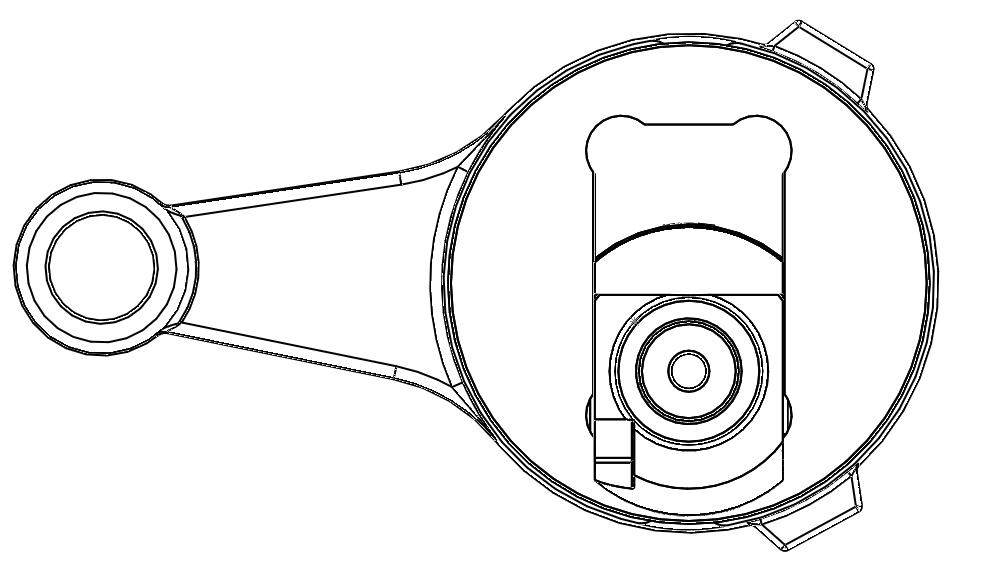
**Conclusion :**

Les jeux fonctionnels permettent de diminuer le degré d’hyperstatisme en diminuant le nombre de contacts et augmentant par conséquence le nombre de mobilités.



**Caractéristiques cinématiques du système « bielle-manivelle »**

**DR5 CORRIGE**

**Q10.** 

O B

A

**Échelles :**

Dessin : 1:1

Vecteurs vitesses : 1 cm → 0,04 m/s

O B

(9) (6)

A

0,16 m/s

**Q14. Caractéristiques hydrauliques :**

**DR6 CORRIGE**

Aspiration Refoulement

**Q15. Disposition de coulisseaux sur pompe DUPLEX :**

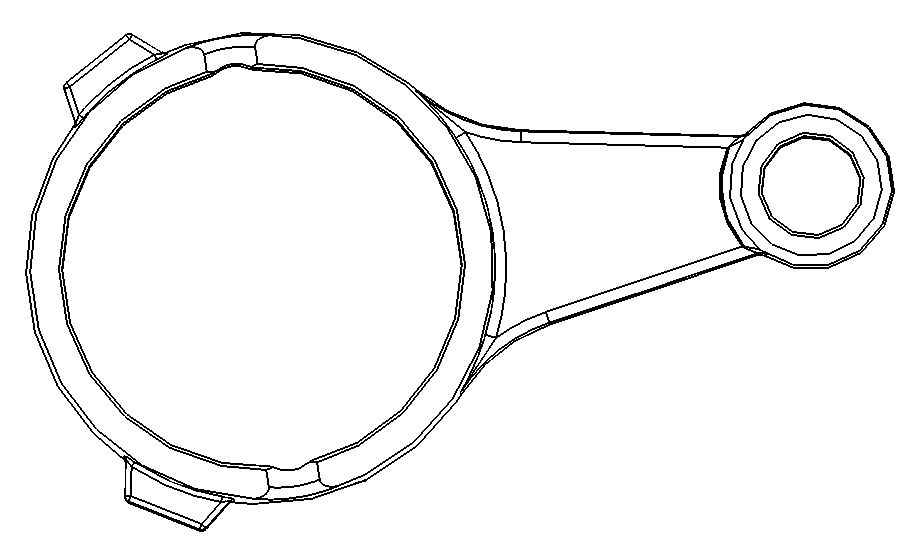
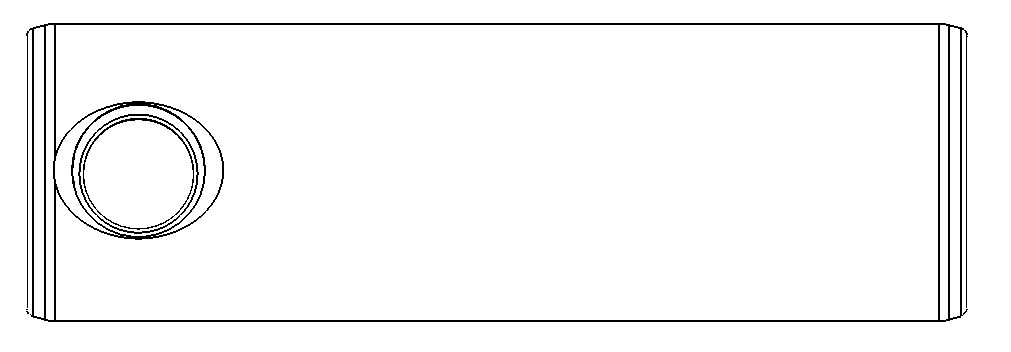
a) Coulisseaux en phase b) Coulisseaux en opposition de phase

**Étude statique du coulisseau**

**Q20.** Échelle des vecteurs forces : **1 cm → 500 N**

**DR7 CORRIGE**

Bielle **6** Coulisseau **13**



P

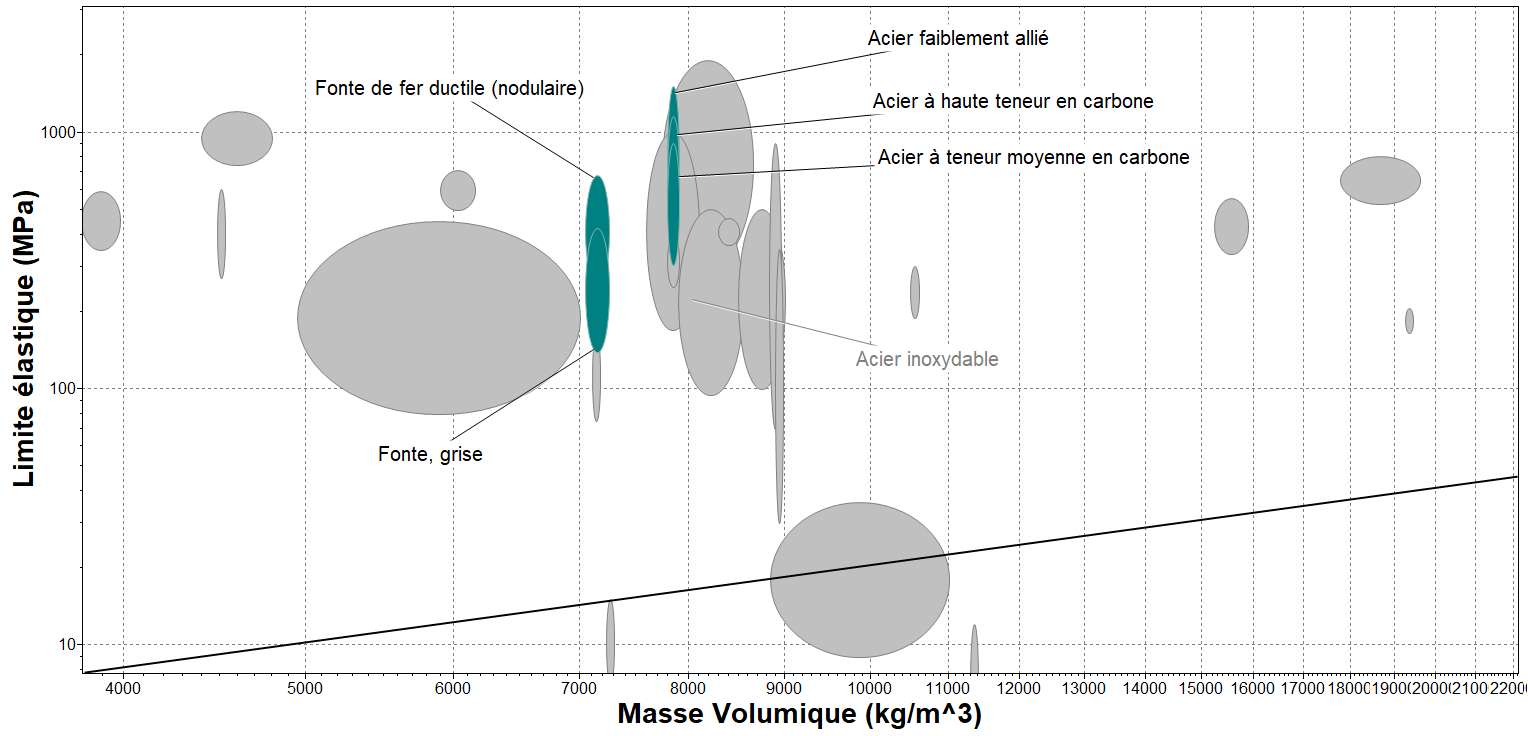
B B C

8,49° A

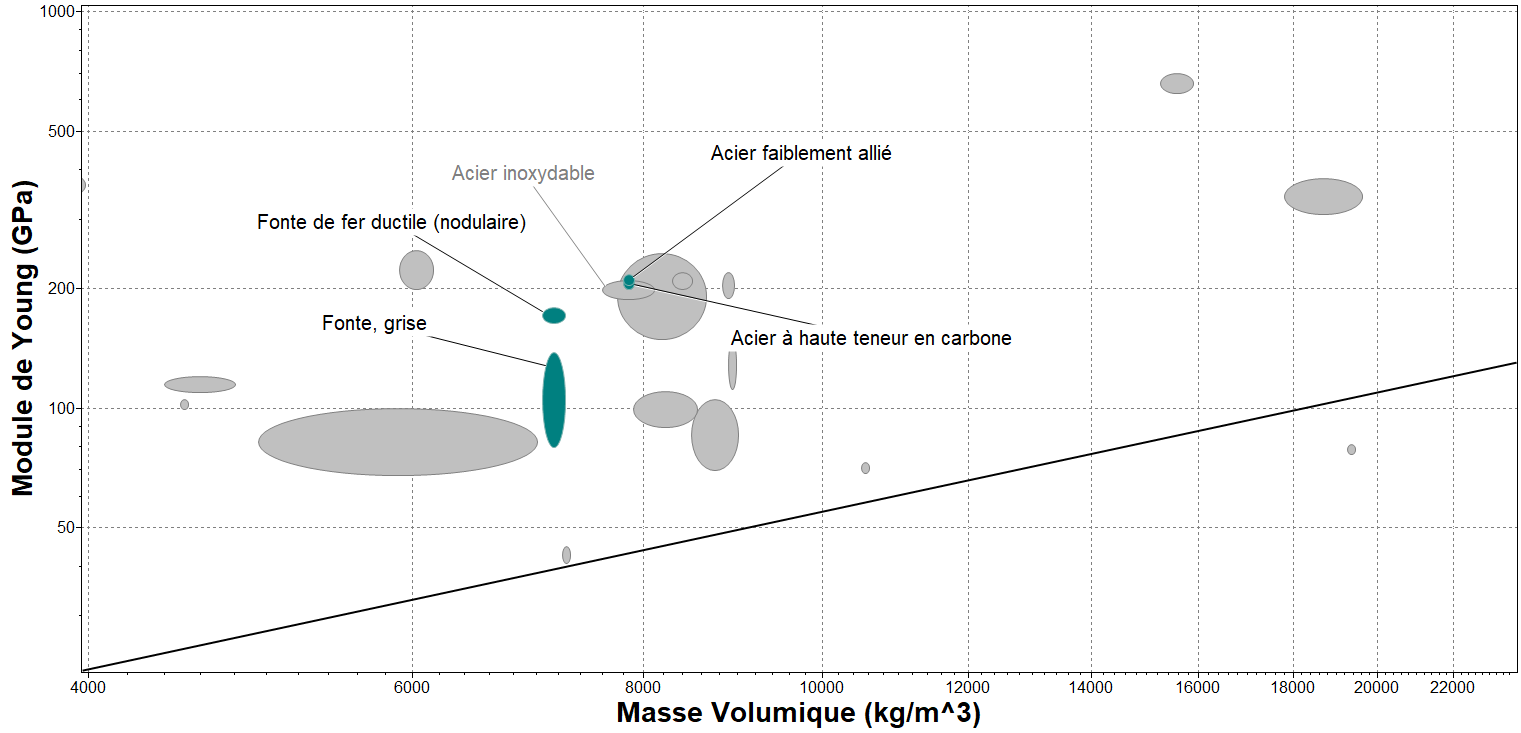
Résolution graphique :

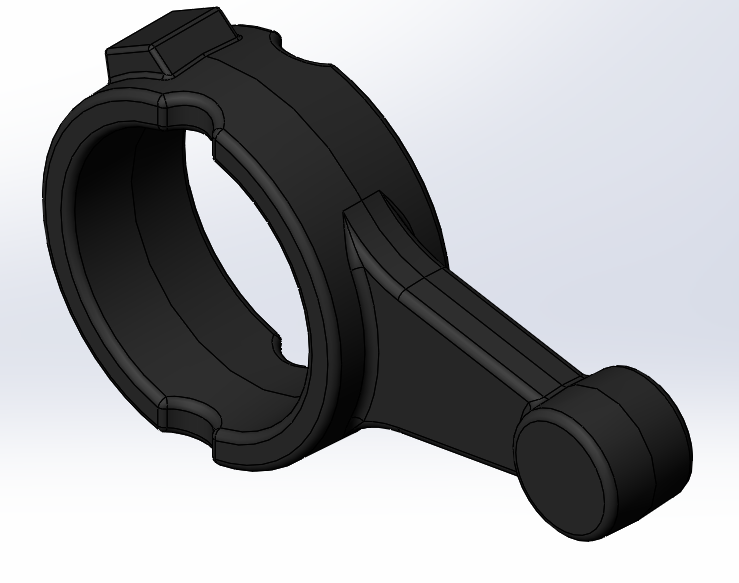
3425 N

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Actions mécaniques | Point d’application | Direction | Sens | Norme |
|  | C |  |  | 3390 N |
|  | B | (AB) |  | ? |
|  | P |  |  | ? |

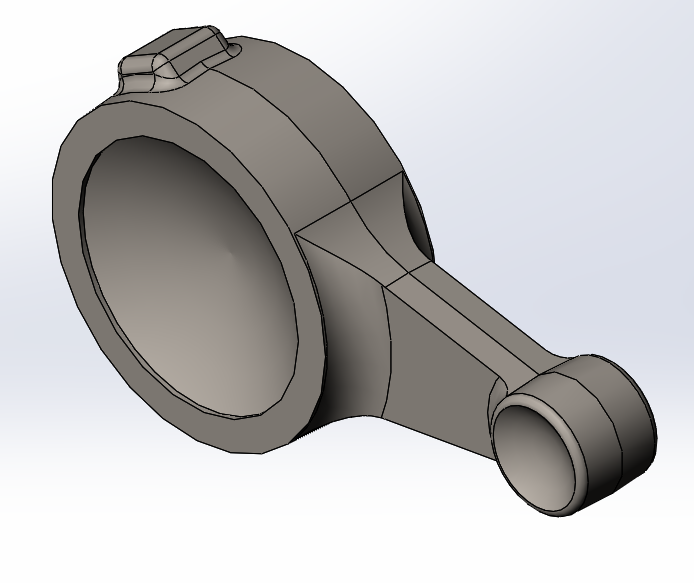
**Q30. Diagramme masse volumique – limite élastique**

**DR8 CORRIGE**

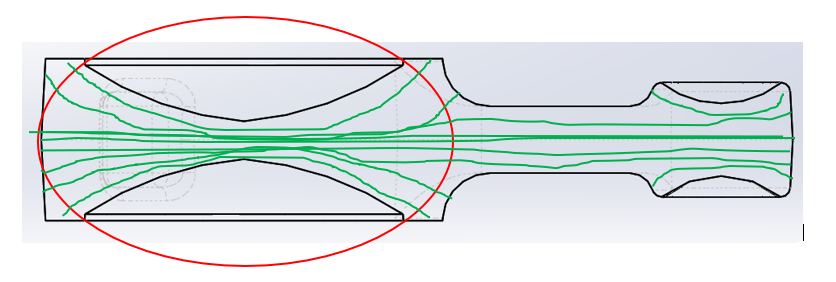
**Diagramme masse volumique – module de Young**

**Comparaison pièces moulées et pièces estampées**

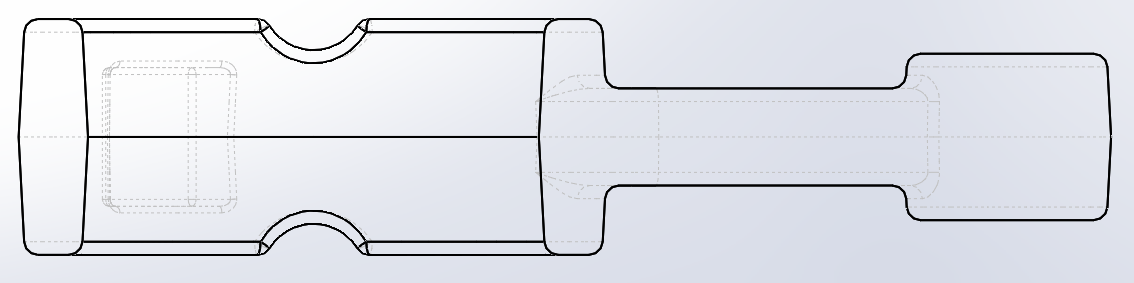
**DR9 CORRIGE**



Pièce moulée Pièce estampée

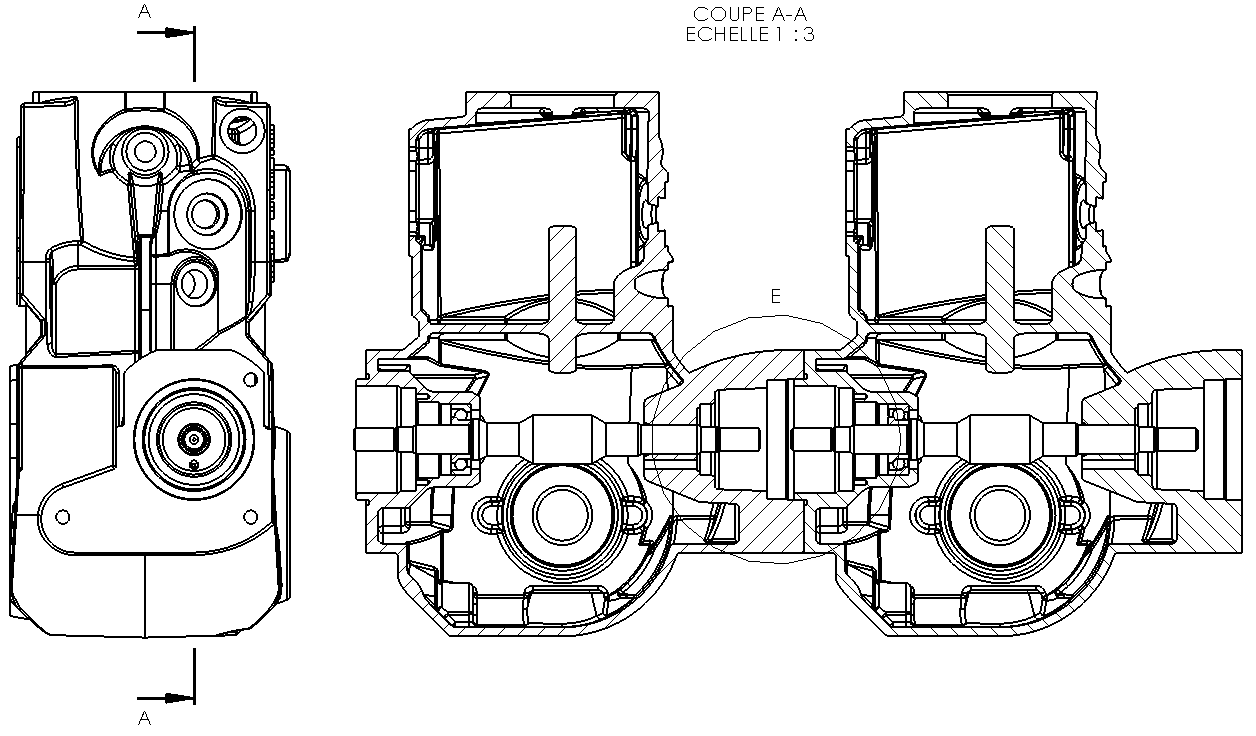


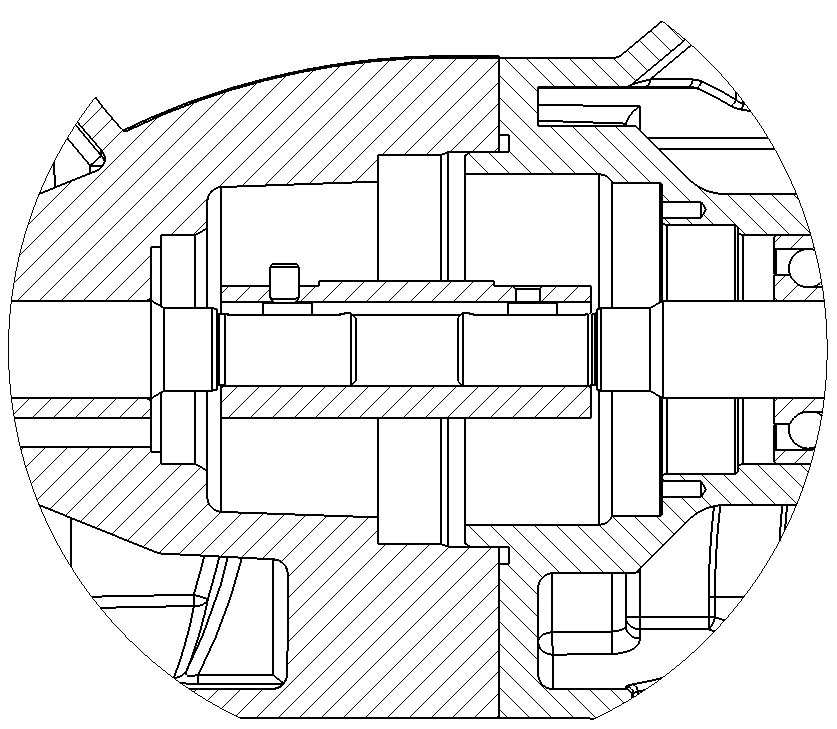
**Figure 1 : Estampage**

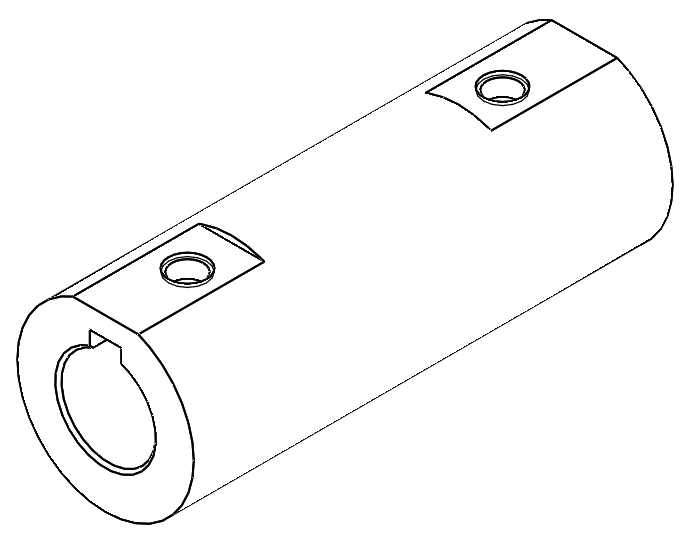


**Figure 2 : Moulage**

**DR10 CORRIGE**



Fig.1 Conception Fig.2 Perspective



Ø15 H8/f7

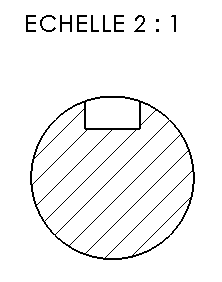


Fig.3 Cotation

5 P9

Ø15 f7