

Eléments de corrigé

1 Inventaire des contraintes de l'étude :

Données utiles pour le choix d'un procédé :

- Masse maximale 80 g
- Epaisseurs minimales de paroi : 4mm
- Série : 1000/an renouvelable sur 10 ans
- Efforts et contraintes dans l'étrier actuel → choix d'un matériau métallique (ce choix préliminaire exclue de fait certains procédés).
- Dimensions et formes de la pièce (cf squelette fonctionnel étrier supérieur).
- Tolérances dimensionnelles (cf squelette fonctionnel étrier supérieur)
- Autre donnée pouvant entrer dans les critères de choix : indice de coût minimal

Données utiles pour le choix d'un matériau.

- Résultats de l'analyse des contraintes
- Extrait de la norme
- Choix préliminaire du procédé
- coût minimal
- Autres caractéristiques liées à la fonction de la pièce à prendre en compte :
 - bonne résilience (résistance aux chocs)
 - bonne ténacité (résistance à la propagation de fissures)

2 Recherche de procédés capables :

Démarche : → Cf fichier « choix d'un procédé.ces » dossier corrigé.

- stage 1 : Ne conserver que les procédés compatibles avec les matériau métalliques
- stage 2 : Attributs physiques
 - gamme de poids (de 30 à 80 g) / gamme d'épaisseur de section (de 4 à 20 mm)
- stage 3 : Attributs économiques → Taille série / durée de vie outillage

Le logiciel laisse le choix entre 8 procédés possibles. La lecture des fiches correspondantes permet d'orienter la décision (cf tableau ci-dessous).

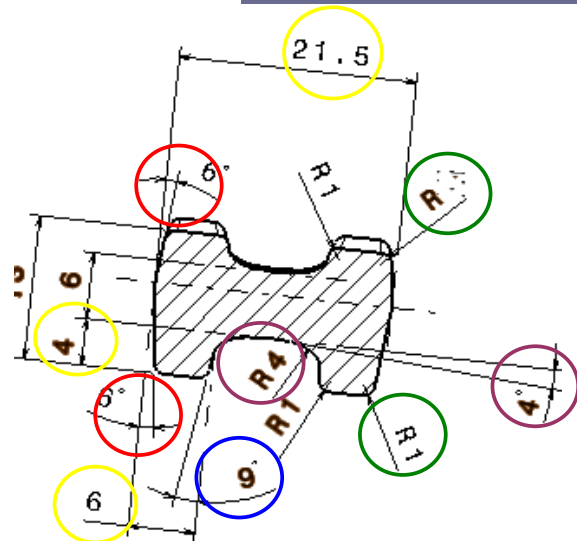
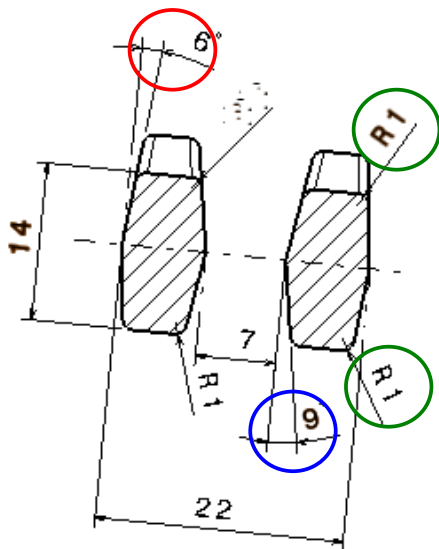
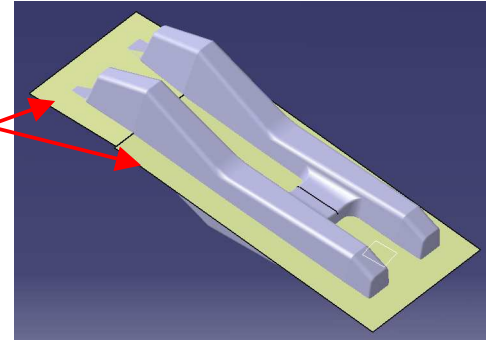
Procédé	Décision	Justification
Fonderie à la cire perdue, en sable	Retenus	
Forgeage	Retenu	
Moulage sous pression	Envisageable	Taille série faible pour un coût outillage important
Mise en œuvre de poudres	Envisageable	Taille série faible. Coût matière élevé .
Estampage de feuilles (pliage)	Envisageable	Forme pièce délicate pour ce procédé (à étudier)
Electroérosion	Non retenu	Perte importante de matière - procédé trop lent.
Laminage de feuilles	Non retenu	Procédé non compatible avec la forme

Remarque : Les procédés retenus nécessiteront une reprise d'usinage afin d'obtenir les surfaces fonctionnelles avec la précision dimensionnelle souhaitée.

3 Etude de la relation Fonction /géométrie / procédé :

31 Vérification de la compatibilité des formes envisagées pour l'étrier supérieur estampé

- Plan de joint légèrement brisé vers l'avant pour obtenir la face d'appui de la plaque de déblocage brute de forgeage (évite une reprise d'usinage).
- Dépouilles (cf valeurs du tableau)
 6° vers l'extérieur et 9° vers l'intérieur



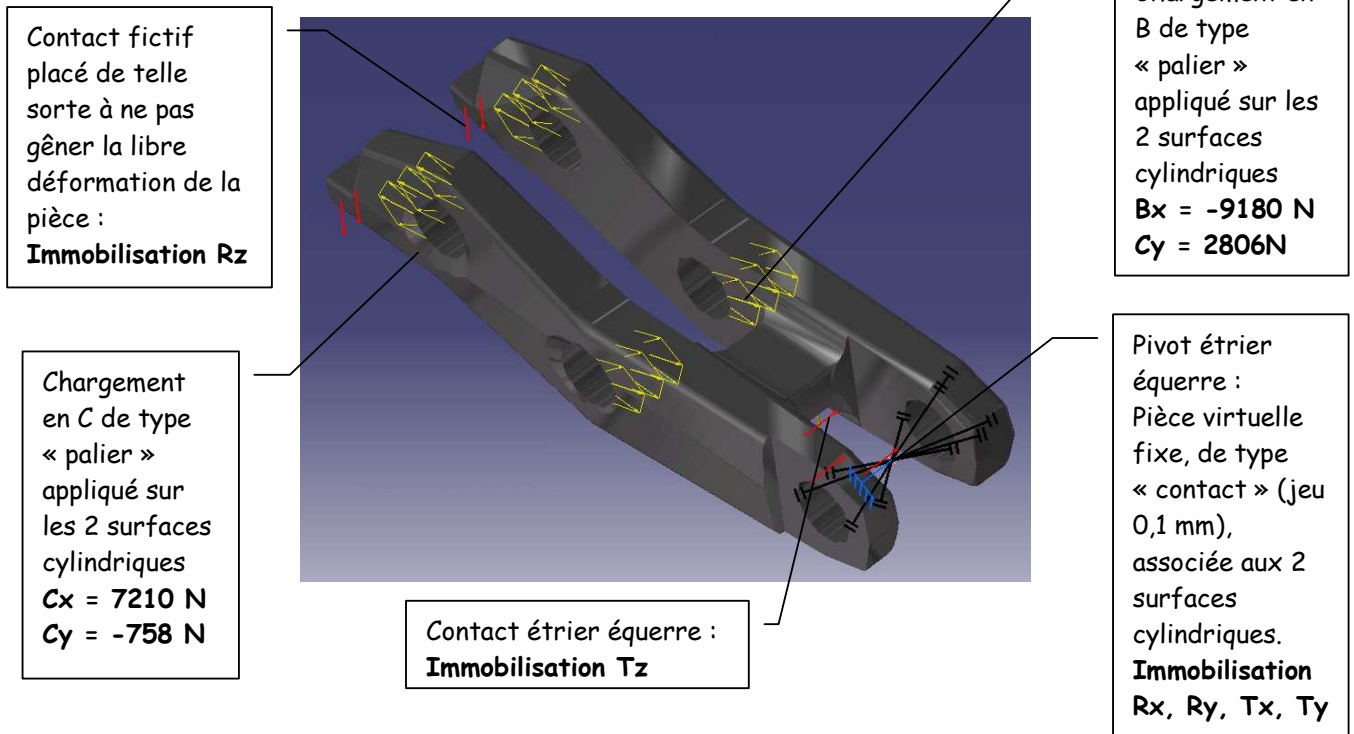
- Arrondis des arêtes $R = 1 \text{ mm}$ valeur $> D \cdot 0.013$ avec $D = 22 \text{ mm}$ (conforme)
- Arrondis d'arête des noyaux :
 - o $r = 4 \text{ mm}$ (pour $h = 4$, $e = 6$, $L = 10$ selon tableau)
 - o R remplacé par 2 lignes obliques inclinées de 4° (conforme aux valeurs préconisées)
- épaisseurs E de parois et hauteur h des noyaux :
 - o $E = 6 \text{ mm}$ et $h = 4 \text{ mm}$ pour une largeur de pièce $d = 22 \text{ mm}$ (conforme)
- variation des sections \rightarrow pas de variation brusque de section
- Surépaisseurs d'usinage entre 1 et 1.5 mm hors dépouille (conforme aux valeurs préconisées).

32 Voir le modèle numérique de l'étrier supérieur moulé.

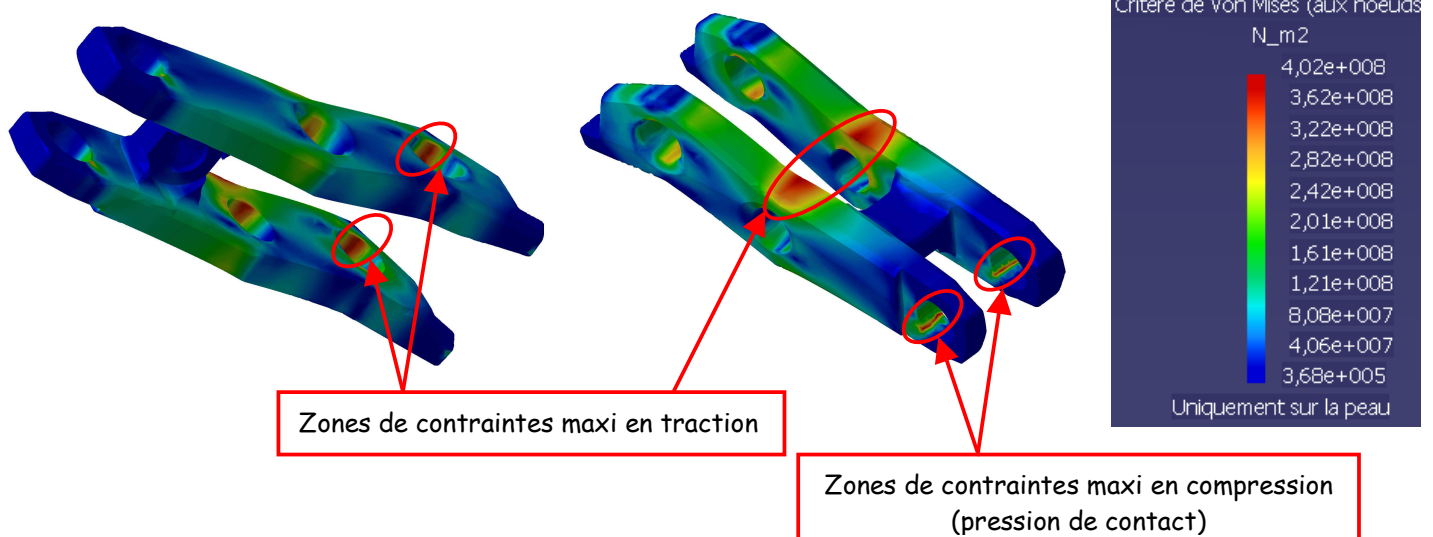
4 Recherche d'un matériau :

41 Recherche d'un matériau pour l'étrier supérieur forgé :

Analyse du chargement et des conditions aux limites



Résultats de l'analyse des contraintes :



Conditions de choix du matériau (selon extrait norme EN 1808):

$$\sigma_{eq \text{ max}} \approx 400 \text{ Mpa} \text{ et } S = 1.5$$

- Résistance à la traction > 600 MPa
- Résistance à la compression > 600 MPa

Démarche de choix de matériau:

Etape 1 : choix d'une classe matériau (utiliser la base de données niveau 2)

Cf fichier « choix de matériau pour l'étrier estampé (1-2).ces

- stage 1 : Ne conserver que les matériaux compatibles avec le procédé retenu (forgeage)
- stage 2 : valeurs limites
 - résistance à la traction ($> 600 \text{ MPa}$)
 - résistance à la compression ($> 600 \text{ MPa}$)
 - aptitude au forgeage 4 mini
 - aptitude à l'usinage 4 mini

Le logiciel laisse le choix entre 4 classes de matériaux possibles. La lecture des fiches correspondantes permet d'orienter la décision (cf tableau ci-dessous).

Procédé	Décision	Justification
Alliages d'aluminium pour forgeage	Non retenu	Caractéristiques mécaniques limites ($R_{\text{max}} = 620 \text{ Mpa}$)
Acier faiblement alliés	Retenu	Préférée car la possibilité d'allier des éléments offre un panel de choix plus large.
Acier à haute teneur en carbone	Non retenu	Mauvaise résilience en raison de la haute teneur en carbone
Acier à teneur moyenne en carbone	Possible	

Etape 2 : sélection d'un matériau possible (utiliser la base de données niveau 3)

Cf fichier « choix de matériau pour l'étrier estampé (2-2)

La reprise des critères précédents et l'affinage des résultats (meilleure tenacité au moindre coût) permet de retenir une quinzaine de matériaux possibles.

Choix envisagé après examen des fiches: AISI 4135 (35 CrMo4).

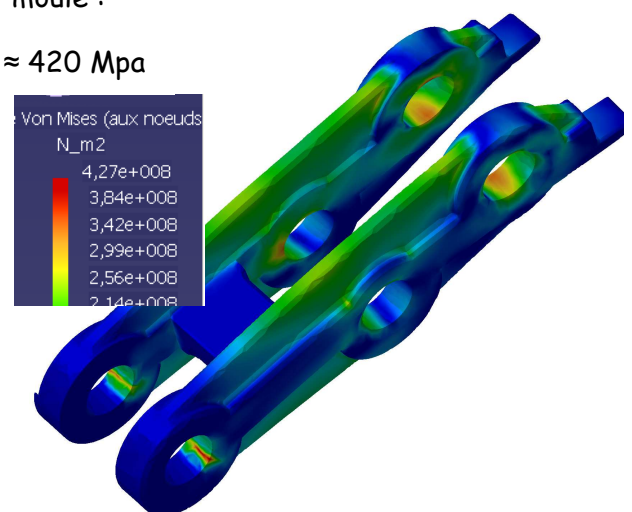
42 Recherche d'un matériau pour l'étrier supérieur moulé :

Résultats de l'analyse des contraintes : $\sigma_{\text{eq max}} \approx 420 \text{ Mpa}$

Conditions de choix du matériau

- Résistance à la traction $> 630 \text{ MPa}$
- Résistance à la compression $> 630 \text{ MPa}$

Une démarche similaire à celle conduite pour l'étrier forgé permet d'aboutir au choix suivant :
Fonte à graphite sphéroïdal FGS700-2
(désignation AFNOR)



5 Conclusion :

Etude comparative des 2 solutions envisagées :

Critères	Etrier moulé	Etrier forgé
Masse	Environ 62 g	Environ 65 g
Niveau des contraintes	Environ 420 MPa	Environ 400 MPa
Procédé	Risque de retassures pouvant fragiliser la pièce	Le fibrage améliore la tenue mécanique de la pièce
Matériau	A priori plus fragile que l'étrier forgé	
coût		Vraisemblablement plus élevé

La solution forgée semble à priori, être plus appropriée par rapport aux critères de résistance mécanique et la fonction attendue de cette pièce (composant d'un organe de sécurité).

A ce stade de l'étude, il convient de consulter des spécialistes de chaque procédé pour :

- évaluer dans le détail la faisabilité de chaque projet
- établir un devis