

# **BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

## **TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX**

### **SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES**

**Sous-épreuve spécifique à chaque option**

**Option A – Traitements Thermiques**

**- U4.4A -**

SESSION 2025

---

Durée : 2 heures  
Coefficient : 2

---

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est **interdit**

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet comporte 6 pages, numérotées de 1/6 à 6/6.

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2025
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques	Code : 25TM44A	Page 1/6

## Contexte de l'étude

Un entrepreneur passionné de vélo « vintage » relance la fabrication en France, en petites séries, de selles de vélo haut de gamme en cuir.

Une selle de bicyclette en cuir est composée d'une assise en cuir (Figure 1) et d'un châssis (Figure 2). Ces deux parties sont assemblées par un rivetage qui apparaît en surface du cuir sur l'arrière de la selle.

Le sujet concerne la réalisation des composants du **châssis de la selle**.

À ce jour, le rail et les différents éléments, qui l'entourent, sont en acier.



Figure 1 : Vue de côté (assise)

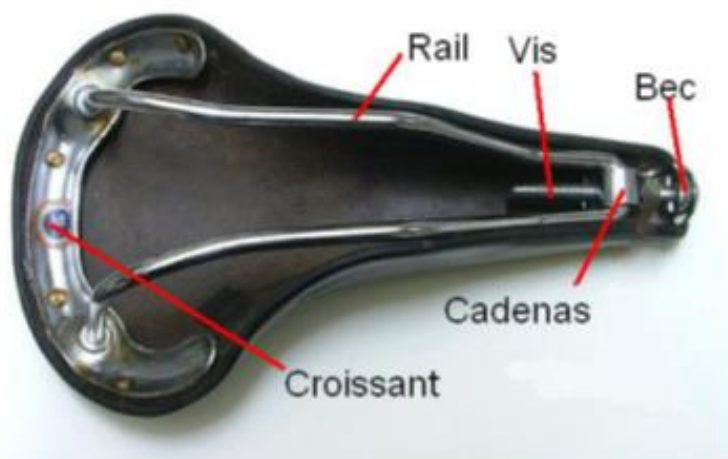


Figure 2 : Vue de dessous (châssis)

Les dimensions de la selle complète sont approximativement de 255 x 160 x 80 mm.

### I - Étude de la fabrication du rail



Figure 3 :  
Rail cambré à partir du fil

Le brut est un fil de diamètre 6,8 mm en acier tréfilé. Son état de livraison lui confère une dureté importante ainsi qu'une haute limite élastique afin de résister aux efforts qui lui sont appliqués pendant l'utilisation.

Il sera tronçonné à la bonne longueur, puis usiné sur les deux extrémités (décolletage) avant les opérations de cambrage (pliage) qui lui donneront sa forme finale. Cet usinage permettra la fixation par rivetage du croissant sur le rail.

- I.1 **Décrire** le principe du tréfilage et **expliquer** comment le fournisseur de fil peut proposer différentes nuances de dureté à ses clients sans avoir recours au traitement thermique.
- I.2 On réalise l'usinage aux deux extrémités du fil. Cet usinage comporte un rayon de raccordement important (voir ci-dessous). **Expliquer** la raison de cet impératif par rapport aux propriétés mécaniques.

Rayon de raccordement

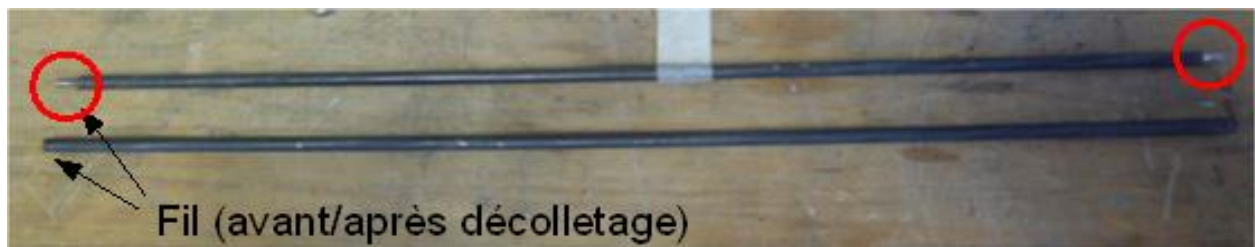
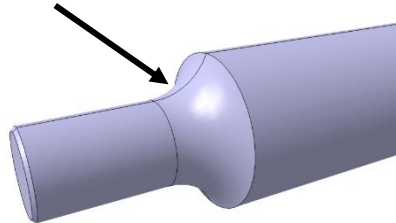


Figure 4 : détail de l'usinage des extrémités du fil

- I.3 L'opération de cambrage (pliage) doit se faire à froid. **Expliquer** les raisons de ce choix et la conséquence métallurgique qu'entraînerait un cambrage à chaud du fil.

## II - Étude de l'outil de cambrage

L'outil de cambrage est constitué de deux parties de nuance d'aciers différentes : Mâchoires (acier K340) + Noix (acier 100Cr6).

Cet outil est fortement sollicité pendant l'opération car il doit résister aux contraintes mécaniques et à l'usure.

- II.1 À l'aide de l'annexe 1 page 6, **tracer** le cycle thermique, **définir** tous les paramètres du cycle thermique (températures, temps, refroidissements) de la noix permettant d'obtenir une dureté minimale de 61 HRC. Le diamètre équivalent de la noix est de 10 mm. **Justifier** ces choix.
- II.2 La noix sera traitée dans un four d'austénitisation dans lequel on introduit une atmosphère constituée de N<sub>2</sub>. **Expliquer** son rôle lors de cette opération.

La nuance d'acier utilisée pour les mâchoires est le K340 dont le diamètre équivalent est égal à 10 mm. Le fournisseur utilise un four sous vide à bac de trempe huile incorporé pour réaliser les traitements thermiques de ses outils.

II.3 **Décrire** les avantages que procurent ce genre d'installation.

II.4 En étudiant l'annexe 2 page 6, **expliquer** pourquoi, si la température de trempe est choisie plus haute, la dureté de l'outil sera plus faible après trempe, mais pourra être plus élevée après les opérations de revenu.

II.5 **Tracer** le cycle, **définir et justifier** tous les paramètres du cycle thermique complet (températures, temps, refroidissements) des mâchoires permettant d'obtenir la dureté maximale.

### III - Étude du croissant, du bec et du cache tension

Le croissant et le bec (constitués de la pièce « tension » et de la pièce « cache-tension ») sont fabriqués en acier de nuance S235 (0,17% de carbone en masse), livré à l'état recuit. Les pièces sont découpées au laser dans une tôle plane, puis embouties en une opération dans un outillage et enfin soudées ensemble (voir ci-dessous).

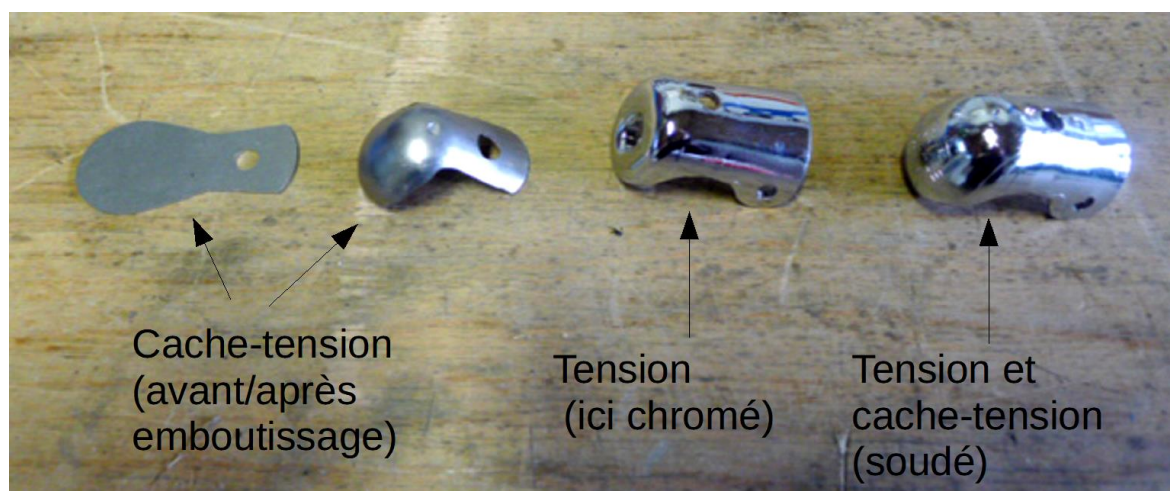


Figure 5 : étapes de fabrication du bec constitué de la pièce « tension » et de la pièce « cache-tension »

III.1 **Décoder** la désignation de cet acier et **donner** les raisons de ce choix de matière.

III.2 **Préciser** si un risque de modification de la microstructure du métal à proximité immédiate de la découpe laser est à craindre. **Justifier**.

## IV – Montée en gamme

Dans le but de proposer une selle pour des clients très exigeants, les composants du châssis de la selle seront fabriqués en alliage d'aluminium ou en alliage de titane à la place de l'acier.

L'alliage d'aluminium utilisé pour le croissant est le 2024 PL (EN AC - AlCu4Mg1 PL). L'emboutissage des pièces en alliage d'aluminium s'effectue après trempe fraîche.

IV.1 **Préciser** à quel état métallurgique correspond la trempe fraîche (**détailler** la situation des éléments d'alliage et l'effet sur les caractéristiques mécaniques).

IV.2 À partir de cet état, **décrire** l'évolution de la microstructure et des propriétés mécaniques dans la durée.

Il est fortement déconseillé de procéder à l'opération d'emboutissage au-delà de 1 heure après la trempe fraîche.

IV.3 **Proposer** une solution technique permettant de rallonger ce temps d'attente et de conserver les propriétés obtenues après trempe fraîche plus longtemps.

La nuance de l'alliage de titane est le Ti-6Al-4V (TA6V) est choisie pour le reste des pièces.

IV.4 **Donner** des arguments concrets qui motivent ce choix par rapport à un alliage d'aluminium ou d'acier.

IV.5 Le fil en alliage de titane utilisé est à l'état trempé et revenu. **Donner** l'évolution de la dureté lors du revenu.

IV.6 **Proposer** une atmosphère de protection pour ce cycle thermique.

L'alliage TiAl6V4 est un alliage bi-phasé  $\alpha + \beta$ . Après trempe, la structure des pièces est  $\alpha' + \beta_{\text{résiduelle}}$ .

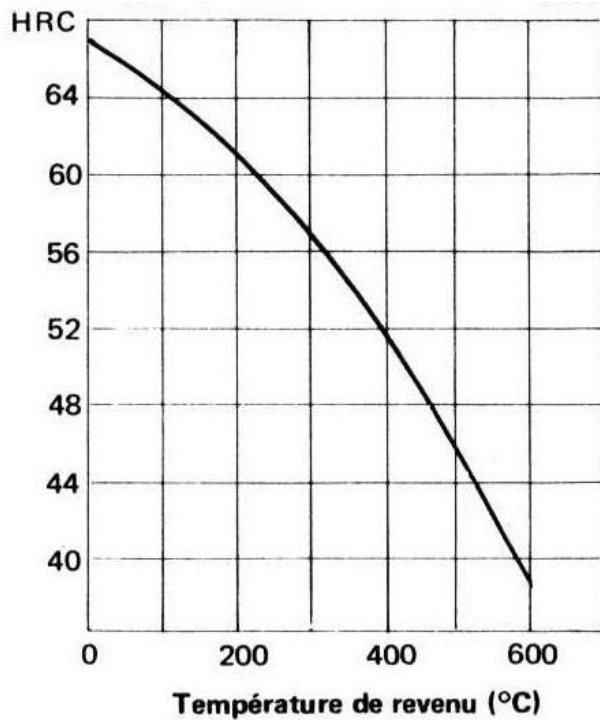
IV.7 **Expliquer** comment évolue la structure du métal lors du revenu qui s'effectue à 520°C pendant 3 heures.

**Barème :**

I 3 Pts	I.1 1	I.2 1	I.3 1				
II 7,5 Pts	II.1 2	II.2 1	II.3 1	II.4 1,5	II.5 2		
III 2 Pts	III.1 1	III.2 1					
IV 7,5 Pts	IV.1 1	IV.2 2	IV.3 1	IV.4 1	IV.5 1	IV.6 0.5	IV.7 1

## Annexe 1

Diagramme de revenu du 100Cr6 après élimination de l'austénite résiduelle



Austénitisation : 850°C  
Refroidissement à l'huile

## Annexe 2

Données techniques de l'acier K340 après trempe à l'huile

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	
1,10	0,90	0,40	8,30	2,10	0,50	+ Nb, Al

