

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**  
**TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX**

**SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES**

**Sous-épreuve spécifique à chaque option**

**Option A – Traitements Thermiques**

**- U4.4A -**

SESSION 2021

—————  
Durée : 2 heures  
Coefficient : 2  
—————

L'usage de la calculatrice est **INTERDIT**

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet comporte 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8.

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2021
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques	Code : TM44A	Page 1/8

## Pompe hydraulique PHP15

La pompe décrite en annexe 1 page 5 fait partie intégrante d'un ensemble hydraulique destiné au fonctionnement d'une benne basculante de camion généralement employée pour le transport des matériaux et le terrassement.

La pression hydraulique est fournie par la pompe PHP15, cette pression est comprise entre 130 et 250 bars en fonction de la charge contenue dans la benne du camion.

La pompe se compose essentiellement d'un corps et d'un flasque en fonte dans lequel tourne un couple de pignons en acier 14NiCrMo13-4 cémentés (roue menante et roue menée) entraînés par un arbre moteur en acier X20Cr13 de diamètre 20 mm.

### Partie I – Étude du corps et du flasque en fonte

Le corps et le flasque sont moulés en sable.

**I.1** Décoder la désignation EN-GJS-350-22.

**I.2** Décrire le moyen de parvenir à l'obtention d'une fonte GJS en décrivant les phénomènes métallurgiques mis en jeu.

On envisage une trempe après chauffage superficiel sur une zone du flasque.

**I.3** Donner la structure idéale de la matrice avant traitement afin de garantir une dureté élevée après trempe. Justifier votre réponse.

**I.4** Décrire un moyen technique qui permettra d'obtenir le chauffage superficiel.

Lors d'un contrôle micrographique après le moulage, on constate la présence de carbures libres dans les pièces. On décide d'une solution de récupération.

**I.5** Indiquer en quoi la présence de carbures libres peut-elle être gênante.

**I.6** En vous aidant de l'**annexe 2 page 5**, proposer un cycle thermique (température, temps, mode de refroidissement) permettant de supprimer ces carbures libres et d'obtenir la matrice souhaitée. Expliquer les phénomènes métallurgiques intervenant au cours du traitement.

### Partie II – Étude des roues (menante et menée) en acier 14NiCrMo13-4

Ces deux roues sont traitées en cémentation gazeuse, suivie d'un refroidissement lent jusqu'à température ambiante. Elles seront ensuite traitées par trempe et revenu.

#### Cahier des charges :

- Dureté superficielle comprise entre 670 et 720 HV1
- Profondeur conventionnelle de cémentation comprise entre 0,6 et 0,8 mm
- À cœur :  $1320 < R_m \text{ (MPa)} < 1380$
- Sur la roue menante et sur la roue menée, la cémentation doit être réalisée uniquement sur les dents des pignons

BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles		Session 2021
Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4A Option A : Traitements Thermiques	Code : TM44A	Page 2/8

- II.1 Citer deux méthodes différentes d'épargne permettant de réaliser cette cémentation partielle.
- II.2 Donner l'intérêt d'un refroidissement lent après cémentation et avant trempe.
- II.3 À l'aide de l'**annexe 3 page 6**, tracer le cycle thermique de cémentation en donnant la température et un ordre de grandeur du temps en le justifiant.
- II.4 Tracer le cycle thermique complet de trempe et revenu à réaliser, pour répondre au cahier des charges imposé par les caractéristiques mécaniques (Rm). Justifier tous les paramètres (température, temps, atmosphère, refroidissement).
- II.5 Déterminer la profondeur conventionnelle de cémentation (**annexe 4 page 6**). Valider le cahier des charges en fonction des résultats obtenus.

### Partie III – Étude de l'arbre moteur en acier X20Cr13

Cahier des charges :

- Rm compris entre 1050 et 1150 MPa, résilience KCU  $\geq 30$  J/cm<sup>2</sup>

Ressources : **annexes 5, 6 et 7 pages 7 et 8**

Gamme de fabrication de l'arbre moteur :

- 10 : tronçonnage des lopins
- 20 : estampage à chaud + refroidissement à l'air calme
- 30 : traitement thermique
- 40 : usinage ébauche
- 50 : trempe + revenu
- 60 : usinage de finition

- III.1 Indiquer à quelle catégorie appartient cet acier. Justifier votre réponse.
- III.2 Justifier la nécessité de la phase 30 et donner le nom de ce traitement.
- III.3 Tracer son cycle thermique en précisant : température, temps, mode de refroidissement, atmosphère, contrôles.
- III.4 Lors de la trempe en phase 50, indiquer le risque si un refroidissement trop lent est effectué. Faire un schéma pour représenter ce phénomène.
- III.5 Tracer le cycle thermique complet des traitements à réaliser pour répondre au cahier des charges en justifiant tous les paramètres (température, temps, atmosphère, refroidissement, contrôles).
- III.6 Pour des nuances plus chargées en carbone, on préconise un traitement par le froid après la trempe avant un revenu basse température. Justifier ce choix.

## Barème

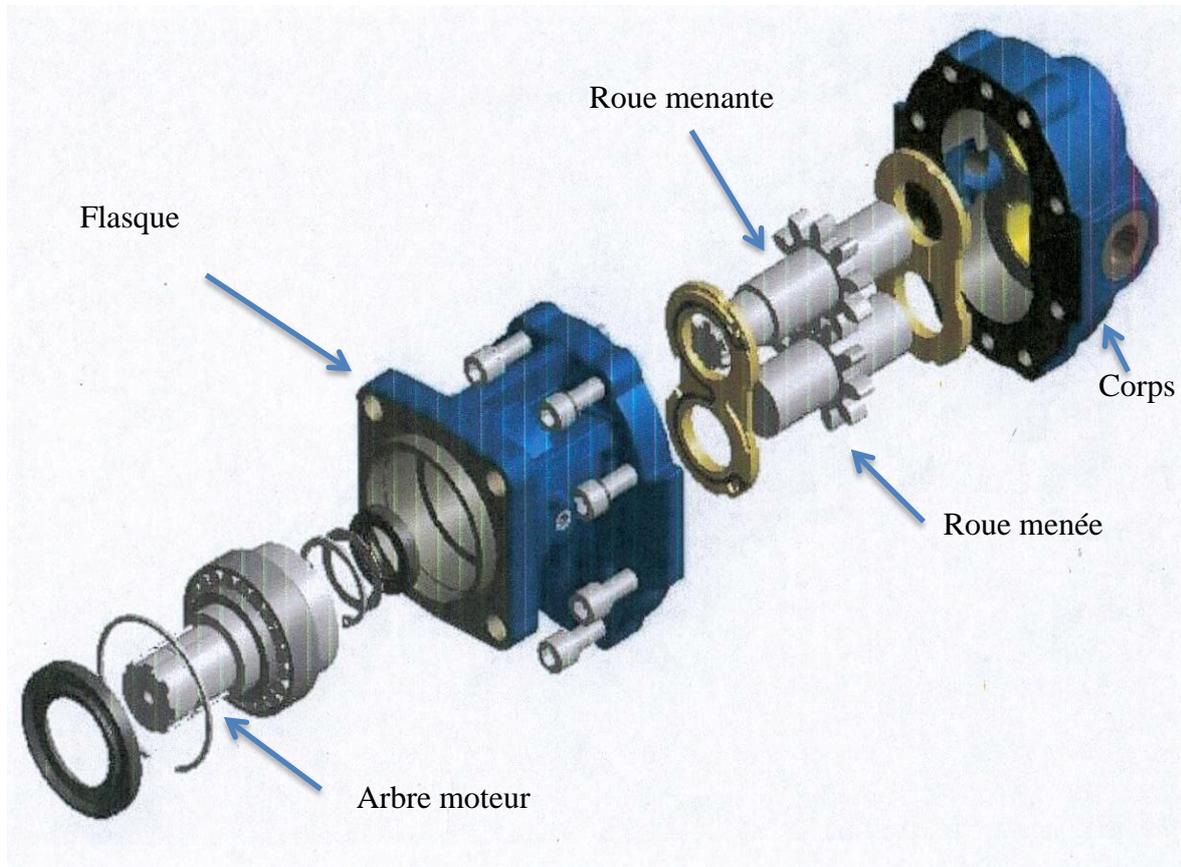
<b>Partie I</b>	<b>6 points</b>					
<b>Questions</b>	<b>I.1</b>	<b>I.2</b>	<b>I.3</b>	<b>I.4</b>	<b>I.5</b>	<b>I.6</b>
<b>Points</b>	1 pt	1 pt	1 pt	0,5 pt	0,5 pt	2 pts

<b>Partie II</b>	<b>6 points</b>				
<b>Questions</b>	<b>II.1</b>	<b>II.2</b>	<b>II.3</b>	<b>II.4</b>	<b>II.5</b>
<b>Points</b>	1 pt	1 pt	1 pt	2 pts	1 pt

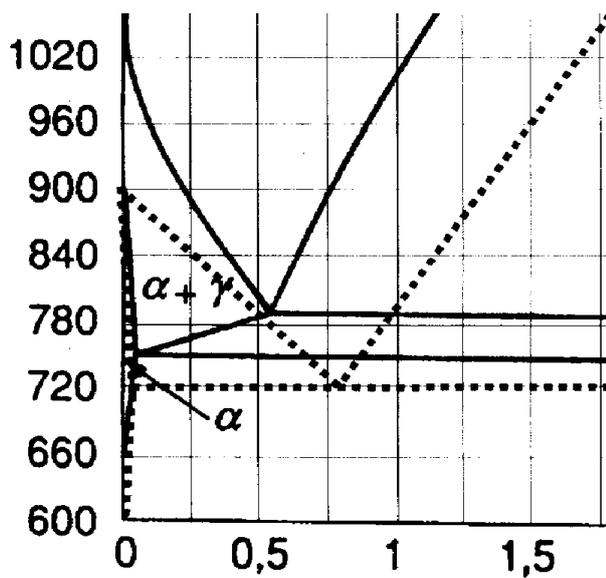
<b>Partie III</b>	<b>8 points</b>					
<b>Questions</b>	<b>III.1</b>	<b>III.2</b>	<b>III.3</b>	<b>III.4</b>	<b>III.5</b>	<b>III.6</b>
<b>Points</b>	1 pt	1 pt	1,5 pts	1,5 pts	2 pts	1 pt

## Annexe 1

Pompe PHP15 : vue éclatée



**Annexe 2** : superposition du diagramme stable fer-graphite (en trait plein) de la fonte étudiée et du diagramme méta-stable (en trait pointillé) fer-cémentite



### Annexe 3 : fiche technique du 14NiCrMo13-4

#### TRAITEMENT THERMIQUE

- Cémentation :  
-900 °C environ.

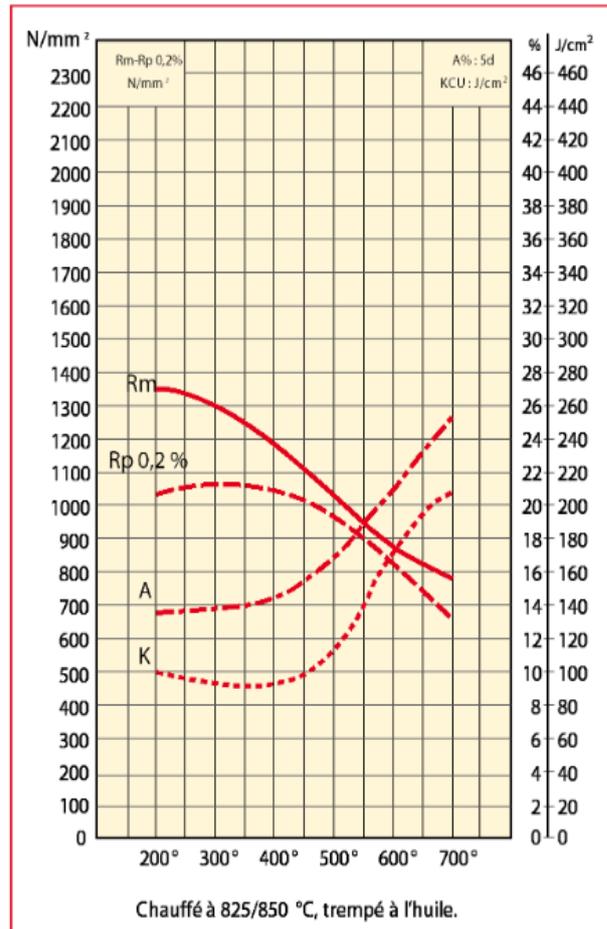
#### PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

- Densité : 7,8
- Coefficient moyen de dilatation en m/m. °C :
  - entre 20 °C et 100 °C :  $11,3 \times 10^{-6}$
  - entre 20 °C et 700 °C :  $14,0 \times 10^{-6}$
- Points de transformation :
  - Ac 1 : 690 °C
  - Ac 3 : 780 °C

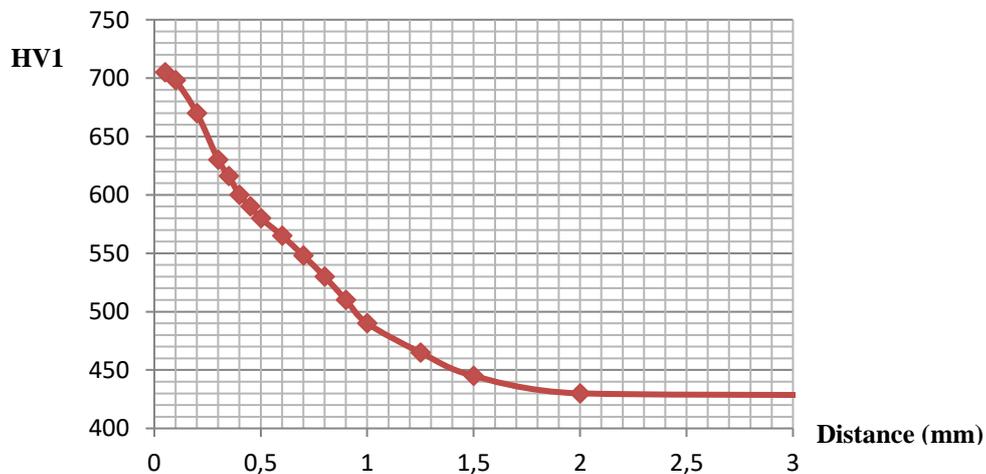
#### FORGEAGE

- 1100/900 °C

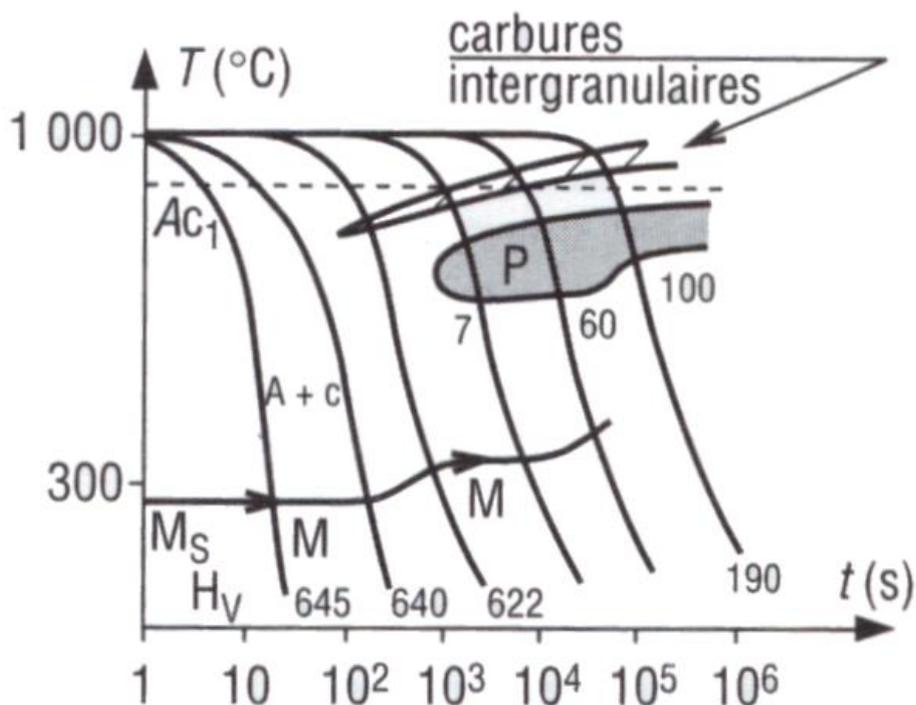
#### CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES SUIVANT LA TEMPÉRATURE DE REVENU



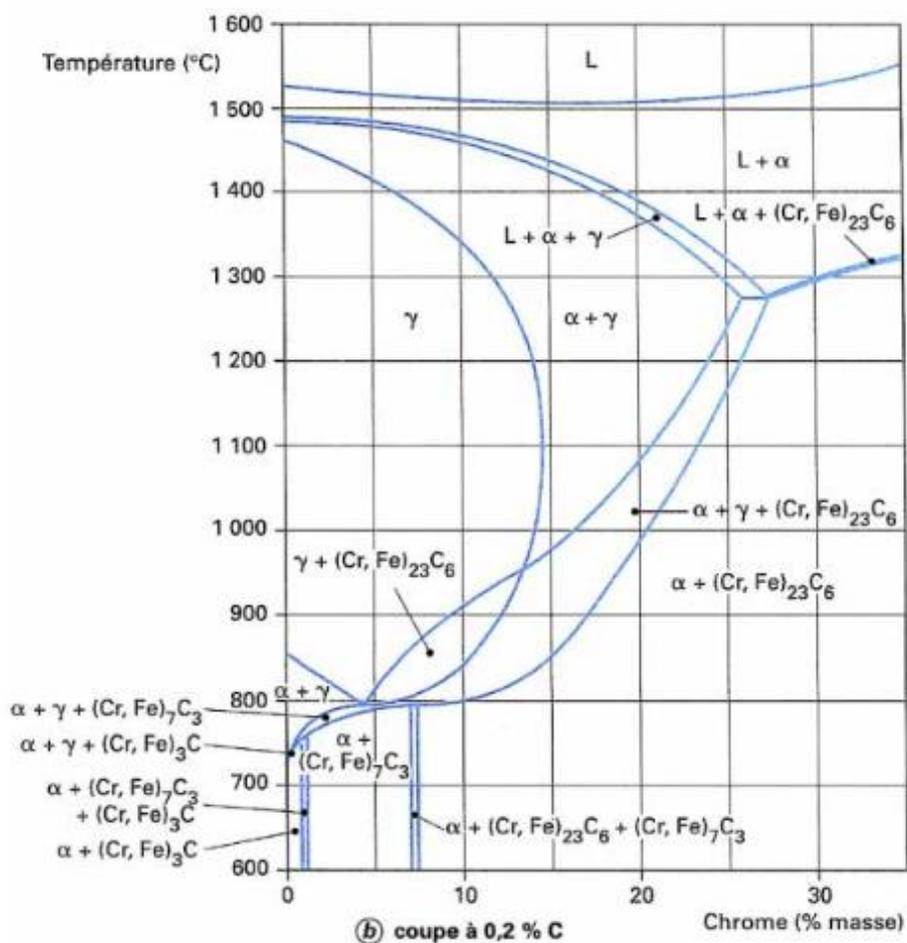
#### Annexe 4 : courbe de profondeur de cémentation réalisée sur une pièce



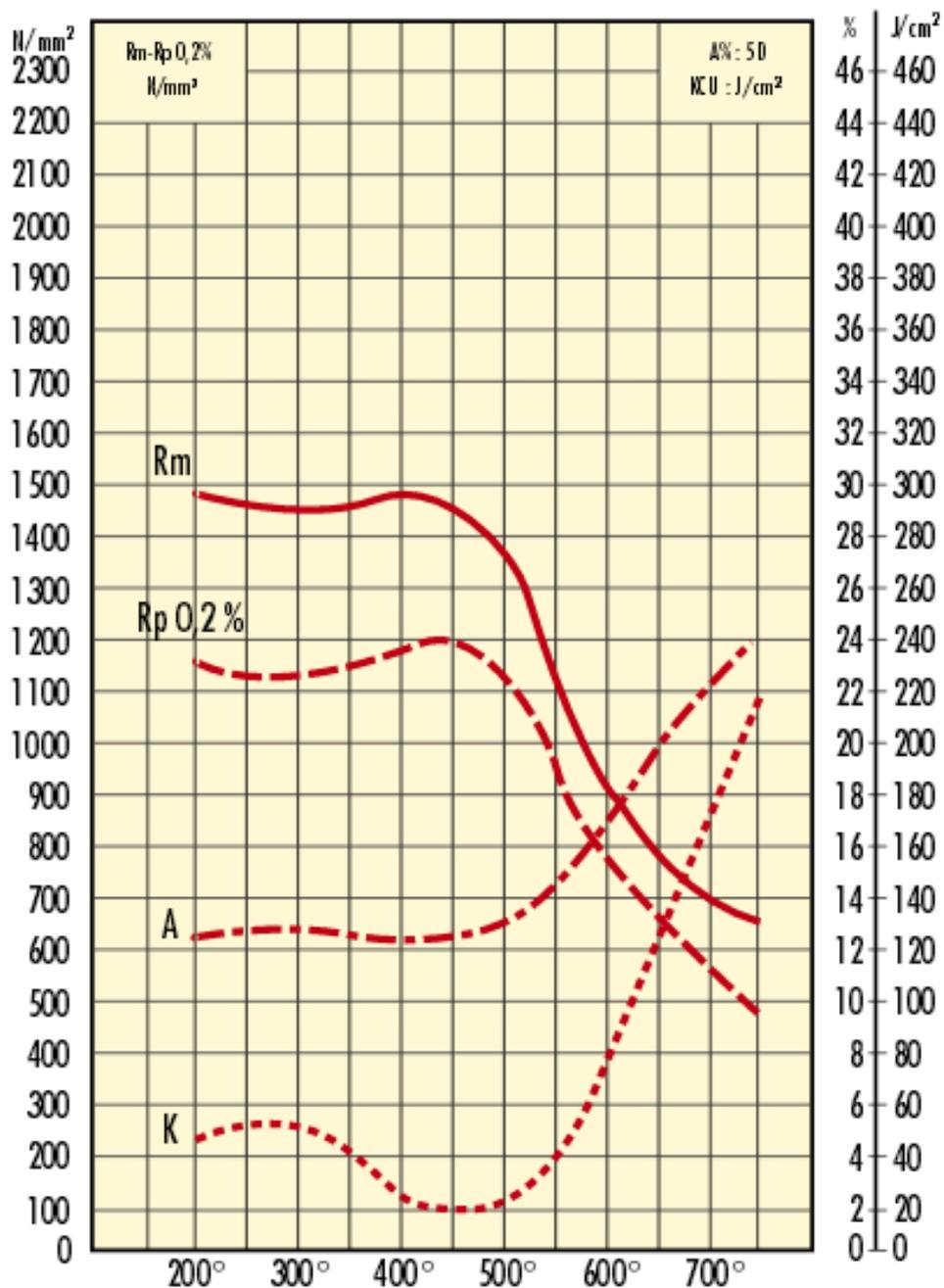
**Annexe 5 : courbe TRC du X20Cr13**



**Annexe 6 : diagramme binaire Fer-Chrome (coupe à 0,2%C)**



### Annexe 7 : diagramme de revenu du X20Cr13



Chauffé à 950/1000 °C, trempé à l'huile.  
(Traitement sur éprouvettes ébauchées)