

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**

**TRAITEMENTS DES MATERIAUX**

**SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUEES**

Sous-épreuve spécifique à chaque option

Option A : Traitements Thermiques

- U4.3A -

SESSION 2015

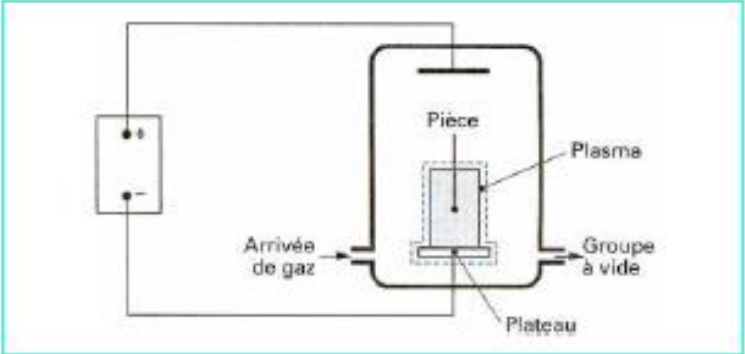
**DUREE : 2 HEURES**

**COEFFICIENT : 2**

**CORRIGE**

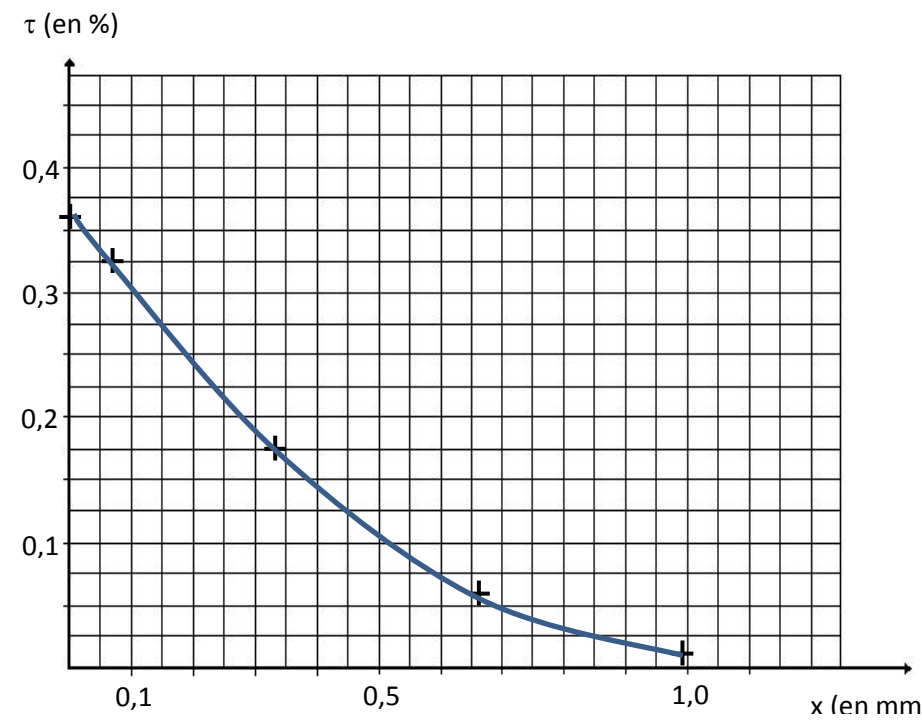
## Exercice 1 - Nitruration d'un acier - 12 Points

### Partie A : Quelques généralités sur la nitruration

A.1.1	Gazeux, basse pression, bains de sel et ionique.	1
A.1.2.	La nitruration favorise le durcissement de la surface, le glissement augmente la résistance à l'usure, au grippage, et à la fatigue.	1
A.1.3.	L'acier doit être allié Justification : ce sont les éléments d'alliages qui forment les nitrures finement répartis qui sont à l'origine de l'augmentation de la dureté.	0,5 0,5
A.1.4.a.	<p>La grande différence de potentiel entre les pièces et le four va arracher les électrons des couches électroniques formant ainsi un mélange d'ions <math>N^+</math> et d'électrons. Ce mélange est appelé plasma. Il est lumineux.</p>  <p>Schéma annoté</p> <p>Potential pièce pôle – ou cathode ou à la masse.</p> <p>Place pièce justifiée au pôle – pour permettre l'attraction des ions <math>N^+</math></p>	0,5 Schéma  0,5 Potentiel  +0,5 Place pièce
A.1.4.b.	La présence d'un champ électrostatique dans la zone du plasma va accélérer les ions $N^+$ vers la pièce. Leur énergie cinétique est transformée en chaleur lors du choc sur la pièce	1
A.1.4.c	La température usuelle de traitement de nitruration se situe autour de <b>525 °C</b> Il faut être en dessous de 590 °C pour éviter la transformation eutectoïde et au-dessus de 500 °C pour éviter la formation de $Fe_2N$ (très fragile) Toute réponse cohérente et argumentée sera acceptée.	1

### Partie B : Diffusion de l'azote dans une pièce en acier :

B.1.1	<p>Le rapport <math>\frac{E_a}{RT}</math> est sans unité RT est en <math>J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot K = J \cdot mol^{-1}</math> donc <math>E_a</math> est en <math>J \cdot mol^{-1}</math> démonstration tolérée avec ou sans crochets</p>	0,5 pour unité  0,5 pour démo
B.1.2.	$D = D_0 \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right) = 6,60 \cdot 10^{-7} \cdot \exp\left(\frac{-77900}{8,314(550 + 273)}\right) = 7,50 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	0,5

B.1.3	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">u</th> <th style="padding: 5px;">erf(u)</th> <th style="padding: 5px;">x(en m)</th> <th style="padding: 5px;">τ (en %)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">0,50</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">0,52050</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><math>3,3 \cdot 10^{-4}</math></td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">0,175</td> </tr> </tbody> </table>	u	erf(u)	x(en m)	τ (en %)	0,50	0,52050	$3,3 \cdot 10^{-4}$	0,175	0,5 pour erf(u)  0,5 pour x  0,5 pour τ
u	erf(u)	x(en m)	τ (en %)							
0,50	0,52050	$3,3 \cdot 10^{-4}$	0,175							
B.1.4		1								
B.1.5	la courbe est cohérente avec les données de l'annexe 1 où l'on indique que la couche de diffusion sous-jacente nitrure entre 0,1 mm et 0,5 mm.	1								

### Exercice 2 - Etude de la nitruration en phase gazeuse - 8 Points

2.1	Équation : $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3 \text{H}_2$	1
2.2	$\Delta_r S_{298}^0 = 1,98 \cdot 10^2 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\Delta_r H_{298}^0 = 9,24 \cdot 10^4 \text{ J.mol}^{-1}$	1 et 1 -0,25 si pas unité
2.3	$\Delta_r G_{298}^0 = \Delta_r H_{298}^0 - T_1 \cdot \Delta_r S_{298}^0$ $\Delta_r G_{298}^0 = 3,33 \cdot 10^4 \text{ J.mol}^{-1}$	0,5 et 1  -0,25 si pas de c.s.
2.4	$\Delta_r G_{298}^0 = -RT_1 \cdot \text{Ln } K_1$ $K_1 = 1,45 \cdot 10^{-6}$ donc la réaction ne se fait quasiment pas.	1 calcul  0,5 justification
2.5	$K_2 = 3,15 \cdot 10^4$ donc K est suffisamment grand pour que la réaction soit quantitative donc on peut considérer qu'il n'y a plus de gaz nitrurant $\text{NH}_3$ .	1 Calcul 0,5 interprétation
2.6	Cette méthode de nitruration exige que l'on doive travailler hors équilibre en injectant en permanence du $\text{NH}_3$ dans le four.	1