

CCINP2 Découpe laser corrigé

1 Découpe laser

Un laser émet un faisceau lumineux cylindrique de section $S = 0,5 \text{ mm}^2$, de longueur d'onde $\lambda = 114 \text{ nm}$ et de puissance $\mathcal{P} = 1,0 \text{ kW}$. Il éclaire une plaque de fer d'épaisseur $e = 5,0 \text{ mm}$. Données :

- masse volumique du fer $\rho = 7,8 \text{ tonnes.m}^{-3}$
- capacité thermique massique du fer $c = 440 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- température de fusion $T_f = 1540^\circ\text{C}$
- enthalpie de fusion du fer $L_f = 13,8 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- masse molaire du fer $M = 56 \text{ g.mol}^{-1}$

1. Evaluer la durée nécessaire pour que le laser perce la plaque.

Réponse :

Le laser doit fournir l'énergie nécessaire à l'élévation de température de la plaque et à sa fusion. Déterminons la durée Δt nécessaire pour faire fondre le métal éclairé par le faisceau laser.

$$\mathcal{P}\Delta t = Se\rho\left(c\Delta T + \frac{L_f}{M}\right)$$

$$\Delta t = \frac{1}{1,0 \cdot 10^3} \left(0,5 \cdot (10^{-3})^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 7800 \cdot (440 \cdot (1540 - 20) + \frac{13,8}{56} \cdot 10^6) \right) = 0,0178 \text{ s}$$

Toutefois, on peut supposer que la plaque n'absorbe pas l'intégralité de la puissance du laser, en raison de pertes par chauffage dans l'air, et par réflexion du rayonnement sur la plaque. Un temps d'exposition un peu plus long sera sans doute nécessaire.
