

# Exercices sur les aspects thermiques de l'interaction lumière-matière

## 1 Exercice 1 : découpe laser

On veut découper un acier avec un laser. Le métal, sous l'échauffement créé par le laser, entre en fusion. Lors de la découpe, le bain de fusion est chassé.

La forme du faisceau laser peut être assimilée à un cylindre de diamètre  $D = 1,00$  mm. L'épaisseur de la plaque d'acier à découper est de 15,0 mm. Les effets de dissipation thermique sont négligés.

Lors de la découpe, le faisceau laser fait fondre un volume  $V$  de matière, formé par l'intersection du faisceau laser avec la plaque.

Données :

Masse volumique de l'acier :  $\rho = 7300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

Capacité calorifique massique de l'acier :  $C = 460 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Chaleur latente de fusion de l'acier :  $L_f = 273 \cdot 10^3 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$

Température initiale de l'acier :  $\theta_i = 20^\circ\text{C}$

Température de fusion de l'acier :  $\theta_f = 1500^\circ\text{C}$

1. Déterminer la masse  $m$  d'acier que le laser doit faire fondre pour transpercer la plaque.
2. Sachant que tout l'acier du volume  $V$  est fondu, mais pas vaporisé, représenter sur un graphe l'évolution de sa température en fonction du temps. On précisera sur le graphe l'état de la matière (solide, liquide + solide, liquide).
3. Déterminer l'énergie que doit fournir le laser pour fondre l'acier du volume  $V$ .
4. Le laser doit faire fondre ce volume en 30 ms. En déduire la puissance que doit fournir le laser.

## 2 Exercice 2 : Netteté d'une ablation par laser femtoseconde

Sur l'acier de l'exercice 1, on souhaite réaliser un marquage d'une tache circulaire de  $10 \mu\text{m}$  de diamètre à l'aide d'une impulsion laser de durée  $t = 200$  fs.

1. Déterminer la distance  $d$  parcourue par diffusion par la chaleur en dehors de la zone de l'impulsion laser pendant la durée de cette impulsion.
2. Comparer cette distance à la taille de la tache circulaire (qui a environ le diamètre du faisceau laser).
3. En déduire que les bords de cette tache seront nets.

Données :

Conductivité thermique de l'acier :  $\lambda = 15 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Constante de diffusion de l'acier :  $D = \lambda/(\rho C) = d^2/t$