

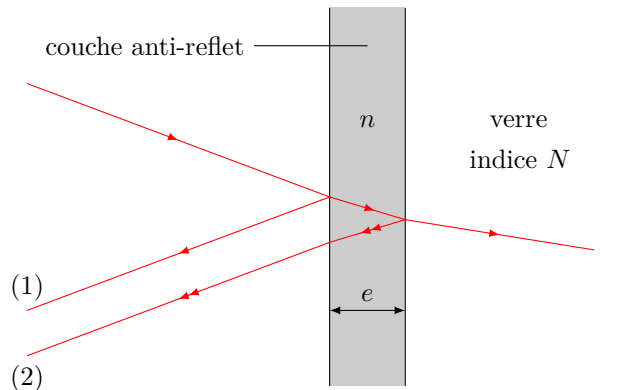
Panneaux solaires anti-reflet

Les panneaux solaires les plus performants ont actuellement un rendement de 25%. On cherche à savoir ici quel gain on peut obtenir en utilisant une couche anti-reflet. L'ensemble des cellules photovoltaïques est protégé par une plaque de verre d'indice $N = 1,50$. Les coefficients de réflexion R et transmission T en puissance d'un dioptre sont donnés par

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2 \quad T = \frac{4n_1 n_2}{(n_1 + n_2)^2}$$

1. En considérant $n_{\text{air}} = 1$, quelle est la puissance perdue par réflexion sur un panneau ?

Une couche d'épaisseur e d'un milieu transparent d'indice n tel que $1 \leq n \leq N$ est déposée sur le verre. On ne tiendra compte que des deux premières réflexions sur chacun des dioptres.



2. Expliquer qualitativement comment un tel dispositif peut réduire la puissance réfléchie.
3. On suppose que l'onde incidente, d'éclairement E_0 et de longueur d'onde $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$, arrive en incidence normale. Quels sont les éclairements E_1 et E_2 des ondes réfléchies ? Exprimer la différence de marche δ ; en déduire les caractéristiques de la couche anti-reflet la plus mince.

La lumière du soleil n'est pas monochromatique, on considère alors que l'éclairement de l'onde totale réfléchie à la pulsation ω est

$$dE = 2E_0^\omega \left(1 + \cos \left(\frac{\omega \delta}{c} \right) \right) d\omega \quad \text{avec} \quad \omega_0 - \frac{\Delta\omega}{2} \leq \omega \leq \omega_0 + \frac{\Delta\omega}{2}.$$

4. En supposant E_0^ω constant sur tout le spectre, exprimer l'éclairement total E_r de l'onde réfléchie ; étudier le coefficient de réflexion grâce au programme Python joint. Quelle doit être l'épaisseur de la couche pour une efficacité maximale ? Quel gain obtient-on par rapport à un panneau solaire dépourvu d'une telle couche ?
5. En supposant R et T peu dépendants de l'angle d'incidence, comment peut-on définir un coefficient de réflexion en incidence quelconque ? Compléter éventuellement le programme Python pour étudier ce coefficient. Que pensez-vous de l'efficacité d'une telle couche pour des angles d'incidence importants ?

**Il sera accordé une grande importance aux qualités d'exposition.
Le candidat est invité, dès le début de son passage au tableau,
à présenter le sujet préparé de manière ordonnée et argumentée.**