



## Réflexion de l'onde émise par un téléphone portable

On désire modéliser, de manière simple, les problèmes de réflexion des ondes sur un immeuble en téléphonie mobile. Le champ électrique de l'onde émise par une station de base s'écrit

$$\vec{E}_i(x, t) = E_0 \exp\left(j\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x\right)\right) \vec{e}_z$$

où  $\omega$  représente la pulsation temporelle et  $\lambda$  la longueur d'onde.

On prendra une fréquence temporelle  $f = 860$  MHz.

Un immeuble situé en  $x = L$  réfléchit l'onde sans l'atténuer et sans modifier sa polarisation. Ainsi

$$r = \frac{\vec{E}_r(x = L, t)}{\vec{E}_i(x = L, t)} = e^{j\phi}$$

où  $\vec{E}_r(x, t)$  désigne le champ électrique de l'onde réfléchie réputée plane, progressive, monochromatique.

On admet que la puissance  $\mathcal{P}$  reçue par le téléphone mobile est proportionnelle à la valeur moyenne dans le temps du carré du champ électrique. Il existe une puissance  $\mathcal{P}_S$  en dessous de laquelle la réception d'un signal est impossible. On admettra que la moyenne suivant  $x$  de  $\mathcal{P}$  est égale à  $10\mathcal{P}_S$ .

1. Écrire le champ électrique de l'onde résultante et caractériser cette onde.
2. Le téléphone mobile se déplace à une vitesse  $v$  constante suivant l'axe des  $x$ . Quelle est la durée moyenne des coupures ? On fera l'application numérique pour  $v = 4,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  et  $v = 40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Commenter.
3. Par ailleurs en milieu urbain, les retards des trajets réfléchis par rapport aux trajets directs sont de l'ordre de  $1 \mu\text{s}$ .
  - a. Quelle est la valeur typique de  $L - x$  associée à ce retard ?
  - b. On suppose que pour cette valeur typique de  $L - x$  et pour la fréquence  $f$ , le signal reçu par le mobile de la part de la station de base a une puissance nulle. On augmente alors la fréquence de  $f$  à  $f + \delta f$  pour rétablir la communication. Déterminer numériquement la valeur minimale à donner à  $\delta f$ .