

## DM6 : Ondes et chimie

*Vous devez rendre une copie par groupe de 3 (ou 2, mais je préfère 3). Attention, tous les membres du groupe doivent avoir fait tout le DM ! Il ne s'agit pas de partager le travail.*

### Exercice 1 : RÉFLEXION D'UNE ONDE SUR UN MUR

On s'intéresse aux phénomènes acoustiques dans une salle de concert. On considère une onde acoustique plane se propageant dans l'air selon l'axe  $x$  à la vitesse  $c$ . On note  $p_i(x, t)$  la surpression associée à cette onde. On suppose que l'onde est sinusoïdale de pulsation  $\omega$  et d'amplitude  $P_0$ .

L'onde se propage en direction d'un mur oblique qui est orienté à  $45^\circ$  de chaque axe (voir figure 1), et qui passe par l'origine  $O$  du plan  $Oxy$ . Cet obstacle induit une onde réfléchie sinusoïdale de même pulsation, qui se propage suivant l'axe  $y$ . On la notera  $p_r(y, t)$ . La réflexion est supposée parfaite (sans absorption). L'amplitude de l'onde réfléchie est égale à celle de l'onde incidente.

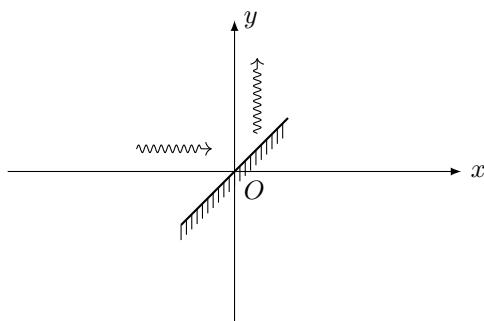


FIGURE 1 – Schéma de la propagation de l'onde.

1. Donner la forme explicite de la surpression  $p_i(x, t)$ . On choisira une phase nulle à l'origine du repère, et on introduira le nombre d'onde  $k_i$ .
2. Dessiner les plans d'onde qui correspondent aux plans où l'onde a une phase  $\varphi \equiv 0[2\pi]$  à l'instant initial. Indiquer la distance qui les sépare en fonction de  $\omega$  et  $c$ .
3. On admet que, sur le mur, l'onde réfléchie est en phase avec l'onde incidente. Donner l'expression de la surpression  $p_r(y, t)$  associée à l'onde réfléchie.
4. Dessiner les plans d'onde qui correspondent à  $\varphi \equiv 0[2\pi]$  à l'instant initial.
5. Donner la forme de l'onde totale  $p(x, y, t)$ .
6. Montrer qu'il existe des surfaces de l'espace où l'on n'entend aucun son. Indiquer la forme de ces régions et leur équation. Les représenter sur le schéma.
7. Calculer la distance  $d$  entre deux de ces surfaces consécutives, qu'on exprimera en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde incidente.
8. On suppose que l'onde incidente correspond au mode fondamental d'un  $\text{La}_3$  ( $f = 440 \text{ Hz}$ ) joué par un musicien. Évaluer numériquement la distance  $d$ . Commenter.

*Données :* Célérité du son dans les conditions de l'expérience  $c = 340 \text{ m s}^{-1}$ .

**Exercice 2 : EXTRACTION DE LA CAFÉINE**

Dans ce problème, on compare l'extraction de la caféine à l'aide de deux solvants : le dichlorométhane et le dioxyde de carbone supercritique. La molécule de caféine a est une molécule polaire de moment dipolaire  $\mu = 3,64 \text{ D}$ , sa structure est représentée ci-dessous.

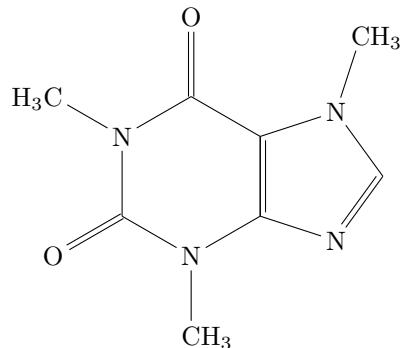
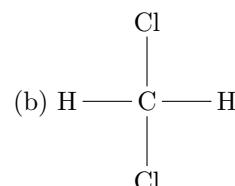
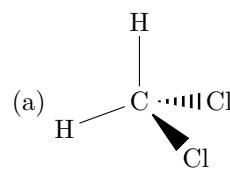


FIGURE 1 – Structure de la molécule de caféine

Le dichlorométhane  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  est un solvant très utilisé pour décaféiner les grains de café.

1. Représenter un schéma de Lewis du dichlorométhane.
2. On propose les deux géométries suivantes pour le dichlorométhane (représentation de Cram) :



Laquelle vous paraît la plus raisonnable ? Justifier.

3. La température de vaporisation du dichlorométhane est  $T_1 = 40^\circ\text{C}$ ; celle du difluorométhane  $\text{CH}_2\text{F}_2$  est de  $-51,7^\circ\text{C}$ . Comment expliquer cette différence ?

Le  $\text{CO}_2$  supercritique est un solvant alternatif au dichlorométhane de plus en plus utilisé dans l'industrie.

4. Représenter la structure de Lewis du dioxyde de carbone.
5. Sachant que sa géométrie est linéaire, conclure quant à la polarité du  $\text{CO}_2$ .
6. La forte solubilité de la caféine dans le  $\text{CO}_2$  supercritique est un objet de recherche. Expliquer pourquoi elle reste inexpliquée.