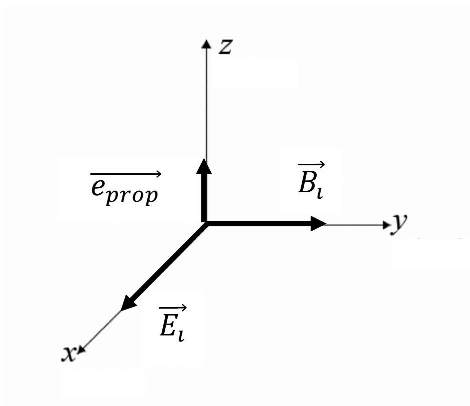
Auto-évaluation de l'exercice 04 du TD C11

Réponse	Barème
Question 1 : Valeurs de la pulsation ω et du module d'onde k : $$k = \frac{2\,\pi}{\lambda} = \frac{2\,\pi}{0{,}85 \times 10^{-2}} = \mathbf{7{,}4 \times 10^{2}\ rad/m}$$ $$k = \frac{\omega}{v} \Leftrightarrow \omega = k \times v = 7{,}4 \times 10^{2}\ \times 340 = \mathbf{2{,}5 \times 10^{5}\ rad/s}$$	/ 1,5 / 1,5
Question 2 : L'énoncé n'évoque pas le sens de propagation de l'OPPH : il faut donc envisager les deux possibilités. • dans le sens des « x positifs » (sens des x croissant), l'OPPH est décrite par la fonction : $$s(x,t) = A\cos(\omega t - kx + \varphi_0) = \mathbf{1{,}0 \times 10^{-5}\cos\left(2{,}5 \times 10^{5} t - 7{,}4 \times 10^{2} x\right)}$$ • dans le sens des « x négatifs » (sens des x décroissant), l'OPPH est décrite par la fonction : $$s(x,t) = A\cos(\omega t + kx + \varphi_0) = \mathbf{1{,}0 \times 10^{-5}\cos\left(2{,}5 \times 10^{5} t + 7{,}4 \times 10^{2} x\right)}$$	/ 2 / 2
TOTAL	/ 7

Auto-évaluation de l'exercice 9 du TD C11

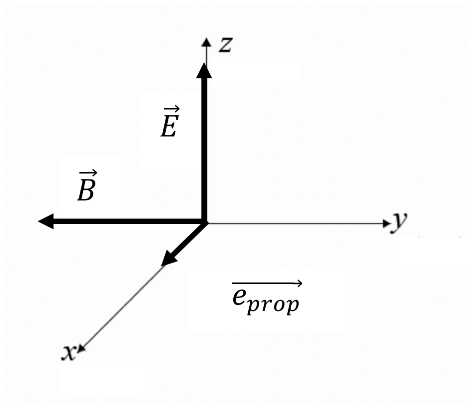
Réponse	Barème
Question 1 : Valeur de l'impédance acoustique caractéristique du milieu, notée Z_{sonore} : $$Z_{sonore} = \rho \times v$$ On détermine la valeur de la célérité à l'aide de : $$v = 331{,}4 + 0{,}607 \times \theta = 331{,}4 + 0{,}607 \times 25 = 346{,}6\ m/s$$ On calcule enfin : $$Z_{sonore} = \rho \times v = 1{,}184 \times 346{,}6 = \boldsymbol{410{,}3\ kg.m^{-2}.s^{-1}}$$	/ 1,5 / 1,5
Question 2 : Valeur de la puissance moyenne surfacique transportée par l'onde $< P_{sonore} >$: $$< P_{sonore} > = \frac{1}{2} \times \frac{A_P^2}{Z_{sonore}} = \frac{1}{2} \times \frac{(1{,}0 \times 10^{-5})^2}{410} = \boldsymbol{1{,}2 \times 10^{-13} W.m^{-2}}$$	/ 1,5
Question 3 : Valeur de la puissance moyenne transportée par cette onde à la traversée d'un tympan de surface S : $$< P > = < P_s > \times S = 1{,}2 \times 10^{-13} \times 60 \times 10^{-6} = \boldsymbol{7{,}3 \times 10^{-18} W}$$	/ 1,5
Question 4 : Valeur du niveau de puissance en dBm de cette onde : $$N = 10 \times \log\left(\frac{P}{P_{réf}}\right) \quad avec\ P_{réf} = 0{,}001 W$$ $$N = 10 \times \log\left(\frac{7{,}3 \times 10^{-18}}{0{,}001}\right) = \boldsymbol{-141\ dBm}$$	/ 1,5
TOTAL	/ 7,5

Auto-évaluation de l'exercice 11 du TD C11

Réponse	Barème
<u>Question 1 :</u> Une onde électromagnétique **peut se propager dans le vide**, contrairement aux ondes mécaniques.	/ 1
<u>Question 2 :</u> D'après l'énoncé, l'onde incidente est plane : les surfaces d'onde sont donc des **plans.**	/ 1
<u>Question 3 :</u> $$\boldsymbol{\omega = \frac{2\,\pi}{T}\ et\ k = \frac{2\,\pi}{\lambda}}$$	/ 1
<u>Question 4 :</u> L'onde se propage selon l'axe $\mathbf{0z}$, dans le **sens positif.**	/ 1
<u>Question 5 :</u> $$c = \boldsymbol{\frac{\omega}{k}}$$ On obtient ensuite : $$c = \frac{\frac{2\,\pi}{T}}{\frac{2\,\pi}{\lambda}} = \boldsymbol{\frac{\lambda}{T}}$$	/ 1 / 1
<u>Question 6 :</u> L'onde incidente est polarisée selon $\boldsymbol{\overrightarrow{u_x}}$	/ 1
<u>Question 7 :</u> La relation de structure dans le vide, liant les normes (ou valeurs) des vecteurs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ est : $$\left\Vert\vec{B}\right\Vert = \frac{\left\Vert\vec{E}\right\Vert}{c}\quad ou\ plus\ simplement\ B_0 = \frac{E_0}{c}$$ Expression littérale du champ magnétique $\overrightarrow{B_\iota}$:  On détermine la direction et le sens de à l'aide du schéma ci-contre et de la règle de la main droite : $\overrightarrow{B_\iota}$ est donc selon $+\overrightarrow{u_y}$ On sait que : $$B_0 = \frac{E_0}{c}$$ Il vient finalement : $$\boldsymbol{\overrightarrow{B_\iota} = \frac{E_0}{c}\cos(\omega t - kz)\,\overrightarrow{u_y}}$$	/ 1 / 1 / 1 / 1
<u>Question 8 :</u> On a : $$\overrightarrow{E_r} = E_0\cos(\omega t + kz)\,\overrightarrow{u_x}$$ $$\overrightarrow{B_\iota} = \frac{E_0}{c}\cos(\omega t + kz)\,\overrightarrow{u_y}$$	/ 1
<u>Question 9 :</u> Expression de $\vec{E}$: $$\vec{E} = \overrightarrow{E_\iota} + \overrightarrow{E_r} = E_0\cos(\omega t - kz)\,\overrightarrow{u_x} + E_0\cos(\omega t + kz)\,\overrightarrow{u_x}$$	

$$\overrightarrow{E} = E_0[\cos(\omega t - kz) + \cos(\omega t + kz)]\overrightarrow{u_x}$$ On sait que $\cos(a) + \cos(b) = 2\cos\left(\frac{a+b}{2}\right) \times \cos\left(\frac{a-b}{2}\right)$. Ici $a = \omega t - kz$ et $b = \omega t + kz$ $$\overrightarrow{E} = 2E_0\left[\cos\left(\frac{\omega t - kz + \omega t + kz}{2}\right) \times \cos\left(\frac{\omega t - kz - (\omega t + kz)}{2}\right)\right]\overrightarrow{u_x}$$ $$\overrightarrow{E} = 2E_0[\cos(\omega t) \times \cos(-kz)]\overrightarrow{u_x}$$ $$\boldsymbol{\overrightarrow{E} = 2E_0\cos(\omega t) \times \cos(kz)\,\overrightarrow{u_x}}\ , car\cos x\ est\ une\ fonction\ paire$$	/ 3
<u>*Question 10 :*</u> On reconnait la forme d'une onde stationnaire : les termes $\boldsymbol{\omega t}$ **et** $\boldsymbol{kz}$ **sont découplés** (ils ne sont plus dans le même cosinus).	Hors barême
TOTAL	/ 15

Auto-évaluation de l’exercice 12 du TD C11

<table>
<tr><th>Réponse</th><th>Barème</th></tr>
<tr><td><u>Question 1 :</u>
L’onde se propage selon l’axe $\mathbf{0x}$, dans le sens positif.</td><td>/ 1</td></tr>
<tr><td><u>Question 2 :</u>
Expression littérale du champ magnétique $\vec{B}$:


On détermine la direction et le sens de à l’aide du schéma ci-contre et de la règle de la main droite : $\vec{B}$ est donc selon $-\overrightarrow{e_y}$

On sait que :
$$B_0 = \frac{E_0}{c}$$
Il vient finalement :
$$\boldsymbol{\vec{B}(x,t) = -\frac{E_0}{c}\cos(\omega t - kx)\,\overrightarrow{e_y}}$$</td><td>/ 1

/ 1

/ 1</td></tr>
<tr><td><u>Question 3 :</u>
Une puissance moyenne $P = 50\ mW$ se répartit sur des sphères de surface $S = 4\,\pi\,d^2$.
$$P = < P_s > \times S = < P_s > \times 4\,\pi\,d^2$$
$$< P_s > = \frac{P}{4\,\pi\,d^2}$$
Application numérique :
$$< P_s > = \frac{50 \times 10^{-3}}{4\,\pi\,10^2} = 40 \times 10^{-6}\ W.m^{-2} = \mathbf{40\ \ \mu W.m^{-2}}$$
Détermination de E_0 :
$$P = \frac{1}{2 \times Z_{vide}} \times {E_0}^2 \times S \Leftrightarrow E_0 = \sqrt{\frac{2 \times Z_{vide} \times P}{S}}$$
Application numérique :
$$E_0 = \sqrt{\frac{2 \times 377 \times 50 \times 10^{-3}}{4\,\pi\,10^2}} = \mathbf{0,17\ V.m^{-1}}$$
Détermination de B_0:
$$B_0 = \frac{E_0}{c}$$
Application numérique :
$$B_0 = \frac{0,17}{3,00 \times 10^8} = \mathbf{5,8 \times 10^{-10}\ T}$$</td><td>/ 1,5

/ 1,5

/ 1,5</td></tr>
<tr><td><u>Question 4 :</u>
Valeur de sa longueur d’onde :
$$\lambda = c\,T \Leftrightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,00 \times 10^8}{400 \times 10^6} = 0,75\ m$$</td><td>/ 1,5</td></tr>
<tr><td>TOTAL</td><td>/ 10</td></tr>
</table>

Auto-évaluation de l'exercice 13 du TD C11

Réponse	Barème
Question 1 : A : direction de propagation B : champ magnétique C : aucun mot de vocabulaire ne correspond D : champ électrique et direction de polarisation E : longueur d'onde	/ 2,5
Question 2 : Valeur du champ magnétique au niveau du récepteur : $$B = \frac{E}{c} = \frac{120}{3{,}00 \times 10^{8}} = \mathbf{4{,}00 \times 10^{-7}\ T}$$	/ 1,5
Question 3 : Puissance surfacique moyenne transportée par l'onde $< P_s >$: $$< P_s > \ = \frac{1}{2 \times Z_{vide}} \times E^{2}$$ Application numérique : $$< P_s > = \frac{1}{2 \times 377} \times 120^{2} = \mathbf{19{,}1\ W.m^{-2}}$$	/ 1,5
Question 4 : Une puissance moyenne P se répartit sur des sphères de surface $S = 4\,\pi\,d^{2}$. $$P \ = < P_s > \times S = < P_s > \times 4\,\pi\,d^{2}$$ Application numérique : $$P \ = 19{,}1 \ \times 4\,\pi\,(10 \times 10^{3})^{2} = \mathbf{2{,}4 \times 10^{10}\ W}$$	/ 1,5
Question 5 : Valeur du champ électrique à 20 km de l'émetteur : On sait que l'antenne émet une onde de puissance moyenne $P = 2{,}4 \times 10^{10}\ W$. Donc, cette puissance se répartit sur une sphère de surface $S = 4\,\pi\,d^{2}$, avec $d = 20\ km$: $$E \ = \sqrt{\frac{2 \times Z_{vide} \times P}{S}} = \sqrt{\frac{2 \times 377 \times 2{,}4 \times 10^{10}}{4\,\pi\,(20 \times 10^{3})^{2}}} = \mathbf{60\ V/m}$$	/ 1,5
Valeur du champ magnétique à 20 km de l'émetteur : $$B = \frac{E}{c} = \frac{60}{3{,}00 \times 10^{8}} = \mathbf{2{,}00 \times 10^{-7}\ T}$$	/ 1,5
Question 6 : Valeur de la distance minimale d'approche de l'antenne, notée d_{min} : On cherche la distance permettant d'obtenir $E_{max} = 32V/m$ et on sait que l'antenne émet une onde de puissance moyenne $P = 2{,}4 \times 10^{10}\ W$. Donc, cette puissance se répartit sur une sphère de surface $S = 4\,\pi\,{d_{min}}^{2}$	

$$P = \frac{1}{2 \times Z_{vide}} \times {E_{max}}^2 \times S \qquad devient$$ $$P = \frac{1}{2 \times Z_{vide}} \times {E_{max}}^2 \times 4\,\pi\, {d_{min}}^2 \Leftrightarrow {d_{min}}^2 = \frac{P \times 2 \times Z_{vide}}{{E_{max}}^2 \times 4\,\pi}$$ $$d_{min} = \sqrt{\frac{P \times 2 \times Z_{vide}}{{E_{max}}^2 \times 4\,\pi}} = \frac{1}{E_{max}} \times \sqrt{\frac{P \times 2 \times Z_{vide}}{4\,\pi}}$$ Application numérique : $$d_{min} = \frac{1}{32} \times \sqrt{\frac{2{,}4 \times 10^{10} \times 2 \times 377}{4\,\pi}} = \boldsymbol{38\ km}$$	/ 1,5
TOTAL	/ 11,5

Auto-évaluation de l'exercice 14 du TD C11

Réponse	Barème
Une puissance moyenne $P = 90\ mW$ se répartit sur un disque de surface $S = \pi \frac{D^2}{4}$ Détermination de E_0 : $$P = \frac{1}{2 \times Z_{vide}} \times {E_0}^2 \times S \Leftrightarrow E_0 = \sqrt{\frac{2 \times Z_{vide} \times P}{S}}$$ Application numérique : $$E_0 = \sqrt{\frac{2 \times 377 \times 90 \times 10^{-3}}{\pi \frac{(2{,}0 \times 10^{-3})^2}{4}}} = \mathbf{4{,}6\ kV.m^{-1}}$$	/ 1,5
Détermination de B_0: $$B_0 = \frac{E_0}{c}$$ Application numérique : $$B_0 = \frac{4{,}6 \times 10^3}{3{,}00 \times 10^8} = \mathbf{1{,}5 \times 10^{-5}\ T}$$	/ 1,5
TOTAL	/ 3