Correction concours blanc sciences physiques

Problème 1 : *(d'après concours E3a 2018 PC)*

Première partie :

1. La perturbation à l'origine d'une onde sonore est **une surpression** qui se propage de proche en proche. L'onde sonore est **longitudinale**.

2. C'est une onde progressive car elle est décrite par une fonction du type $f(t-\frac{x}{c})$. Elle se propage dans le sens des x croissants. $p(t)=A\cos(\omega(t-\frac{k}{\omega}x))=f(t-\frac{x}{c})$. par identification $\boxed{c=\frac{\omega}{k}}$.

3. Le son créé par un instrument de musique, s'il est continu (note tenue et sans tenir compte de l'attaque du son) est périodique et son spectre est discret (fondamental + harmoniques de fréquences multiples de celle du fondamental). Un bruit qui contient toutes les fréquences possède un spectre continu.

L'analyse de Fourier permet de décomposer le son d'un instrument en somme de sons harmoniques de fréquences présentes dans son spectre.

4.

4.1. 8 périodes correspondent à 18ms , on en déduit $\boxed{T=\frac{18.10^{-3}}{8}=2{,}25\,ms}$ $\boxed{F=\frac{1}{T}=444\text{Hz}\approx 0{,}44\,kH}$.

Ce résultat est conforme avec la décomposition en série de Fourier dont la fréquence du fondamental est de d'ordre de 450Hz.

4.2. Le spectre 2 contient deux pics (le fondamental et un harmonique) et correspond donc à un signal temporel proche d'une sinusoïde. Il s'agit donc de l'enregistrement (a), c'est à dire la flûte. Au contraire le spectre 1 contient de nombreux harmoniques et correspond à un signal temporel ne ressemblant as du tout à un signal sinusoïdal : il s'agit de l'enregistrement (b) (harmonium).

Deuxième partie :

5. Si $I'=2I$ alors $10\log I'=10\log I+10\log 2=10\log I+3$ d'où $\boxed{I'_{dB}=I_{dB}+3}$. Quand l'intensité double, l'intensité en décibel augmente de 3 unités ?

6. Il faut que l'intensité en dB émise par les N chanteurs I_{dBN} soit égale à celle du piano I_{dBP}.

D'après l'énoncé, l'intensité sonore est additive ainsi l'intensité émise par N chanteurs $I_N=N\,I_C$ où I_C est l'intensité sonore d'un chanteur.

L'intensité sonore I_{dBN} résultante est : $I_{dBN}=10\log\left(\frac{I_N}{I_0}\right)=10\log\left(N\frac{I_c}{I_0}\right)=10\log N+10\log\left(\frac{I_c}{I_0}\right)=10\log N+I_{dBC}$

ainsi $10\log N=I_{dBN}-I_{dBC}$ d'où $\log N=\frac{I_{dBN}-I_{dBC}}{10}$ d'où $N=10^{\frac{I_{dBN}-I_{dBC}}{10}}$ d'où $\boxed{N=10^{\frac{I_{dBN}-I_{dBC}}{10}}}$.

AN : $\boxed{N=10^{\frac{80-65}{10}}=31{,}6}$. Il faudra 32 chanteurs.

7. Une corde vibrante oscille suivant des modes propres tels que : $L=n\frac{\lambda}{2}$ de plus $\lambda=\frac{c}{f}$ d'où $\boxed{f_n=n\frac{c}{2L}}$. La plus petite fréquence est obtenue pour n = 1. Dans le cas de la flûte piccolo on trouve $\boxed{f_1=\frac{c}{2L}=\frac{340}{0{,}66}=515\,Hz}$.

Dans le cas du trombone on trouve $\boxed{f_1=\frac{c}{2L}=\frac{340}{5{,}4}=63{,}0\,Hz}$.

8. Dans le cas de la flûte piccolo on trouve $\boxed{f_{max}=4f_1=2{,}06\,kHz}$.

Dans le cas du trombone on trouve $\boxed{f_{max}=4\,f_1=252\,Hz}$.

9. On choisit 1000Hz pour la flûte et 125 Hz pour le trombone.

10. À 1000Hz, la gène est située à partir de 40dB et à 125Hz elle l'est à partir de 42dB . Il y a donc nécessité des travaux d'isolation pour les deux instruments. Il faut une atténuation supplémentaire de : 55-40 = 15 dB pour la flûte et de 60-42 = 18 dB pour le trombone par rapport au mur en béton brut.

11. On regroupe dans un tableau les **atténuations supplémentaires** dues à l'ajout de l'isolant concerné

	Enduit	Rockmur (sans enduit!)(8 euros/m²)	Labelrock (sans enduit!) (13 euros/m²)
Trombone (125 Hz)	8 dB	6 dB	18 dB
Flute (1000 Hz)	25 dB	20 dB	30 dB

Dans le cas de la flûte seule, toutes les solutions conviennent : on choisit donc la moins chère (rockmur à 8€/m²).

Dans le cas du trombone seul, la solution labelrock seul sera la plus efficace tout en étant moins chère. On peut aussi mettre Rockmur + enduit mais c'est plus cher.

En jouant des deux séparément on gardera la solution labelrock seul (qui sera aussi efficace pour la flûte).

En jouant des deux instruments en même temps, cela ne change rien car comme ils émettent des sons de fréquences très différentes, les sons correspondants seront discriminés par les oreilles et traités séparément par celles-ci.

Correction problème 2 :

1) $\boxed{\overline{AA'} = x' - x = D}$

La formule de Descartes s'écrit :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{x'} - \frac{1}{x} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{x+D} - \frac{1}{x} = \frac{1}{f'} \quad \Rightarrow \quad \boxed{x^2 + D.x + D.f' = 0}$$

2) Pour résoudre le polynôme, il faut exprimer son discriminant : $\boxed{\Delta = D^2 - 4f'.D}$

Si le polynôme possède deux racines réelles : $\Delta > 0 \Leftrightarrow \boxed{D > 4f'}$

Alors les deux racines sont :

$$\left.\begin{array}{l} x_1 = \overline{O_1A} = \dfrac{-D + \sqrt{D^2 - 4Df'}}{2} \\ x_2 = \overline{O_2A} = \dfrac{-D - \sqrt{D^2 - 4Df'}}{2} \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{d = \overline{O_1O_2} = x_1 - x_2 = \sqrt{D^2 - 4f'.D} = 447\ mm}$$

Rép. A)

3) On a : $G_{t_1} = \dfrac{\overline{A_1'B_1'}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}} = \dfrac{D + x_1}{x_1} = \dfrac{-D + \sqrt{\Delta}}{D + \sqrt{\Delta}} \Rightarrow \boxed{G_{t_1} = -2,62}$ **Rép. A)**

$G_{t_2} = \dfrac{\overline{A_2'B_2'}}{\overline{AB}} = \dfrac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2A}} = \dfrac{D + x_2}{x_2} = \dfrac{D + \sqrt{\Delta}}{-D + \sqrt{\Delta}} \Rightarrow \boxed{G_{t_1} = -0,38}$ **Rép. C)**

4) Comme $d_a = \sqrt{D^2 - 4f_a'.D}$ on en déduit : $\boxed{f_a' = \dfrac{D^2 - d_a^2}{4D} = 160\ mm}$ **Rép. D)**

5) On est dans le cas où $d_b = 0$, donc $\Delta = 0$, soit $D_b = 4.f_b'$. Donc : $\boxed{f_b' = \dfrac{D_b}{4} = 300\ mm}$ **Rép. B)**

6) Dans ce cas, $\overline{OA} = -\overline{OA'}$ et $\boxed{G_{t_b} = \dfrac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = -1}$ **Rép. C)**

7)

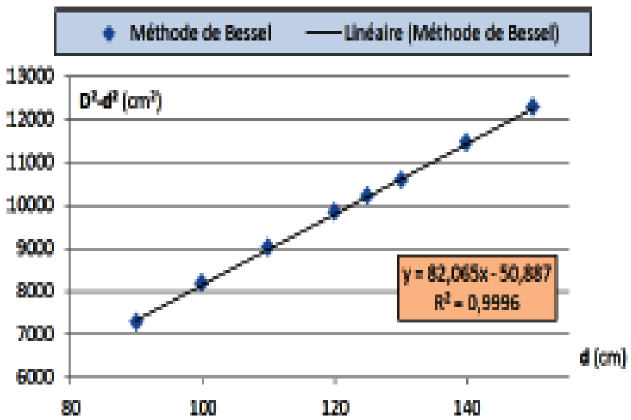
Puisque $f_c' = \dfrac{D^2 - d^2}{4D}$, on peut écrire :

$$D^2 - d^2 = 4f_c'.D$$

On a donc :

$$D^2 - d^2 = a.D + b$$

avec $a_{th} = 4f_c'$ et $b_{th} = 0$



Une régression linéaire conduit à un coefficient $\boxed{R^2 = 0,9996}$: la modélisation est donc tout à fait correcte. On obtient $\boxed{a = 82,0\ cm}$ et $\boxed{b = -50,9\ cm^2}$. On en déduit : $\boxed{f_c' = \dfrac{a}{4} = 20,5\ cm}$