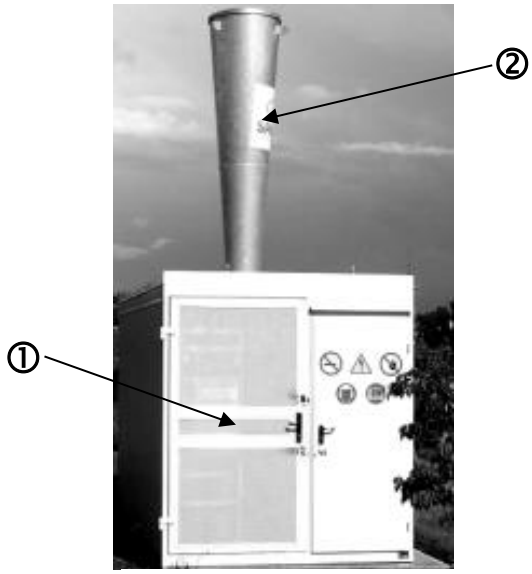
EXERCICE 2 – SÉCURITE ACOUSTIQUE (5 points)

Le réchauffement climatique a un impact sur la fréquence et l'intensité des épisodes de grêle. « *Une fréquence augmentée de 30 %, une intensité augmentée en moyenne de 10 % à 15 %* », assure Jean Jouzel, climatologue et ancien membre du GIEC.

Afin de protéger leurs cultures des dégâts que peut engendrer la grêle, certains agriculteurs ont opté pour l'installation de canons anti-grêle (photographie ci-contre). Il s'agit de générateurs d'ondes de choc brèves, composés d'une chambre d'explosion (1) et d'un diffuseur conique (2).



https://www.francebleu.fr

Le principal inconvénient de ce type d'installation est la nuisance sonore liée aux explosions bruyantes qui se succèdent quand un orage est annoncé.

Dans cet exercice, nous allons nous intéresser aux questions suivantes : de quel ordre est le risque sonore lié à l'utilisation du canon anti-grêle pour une personne qui habite ou travaille à proximité ? Peut-on le prévenir à l'aide d'un dispositif nommé « silencieux », installé sur le canon ?

Données :

- Puissance acoustique d'un canon anti-grêle : $P = 503\ \text{W}$
- Pour une source sonore ponctuelle, l'intensité sonore I à une distance d de la source est reliée à la puissance sonore P de cette source par la relation : $I = \frac{P}{4\times\pi\times d^2}$
- Intensité sonore de référence : $I_0 = 1{,}00 \times 10^{-12}\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}$
- Niveau d'intensité sonore : $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$

1. Risque sonore du canon anti-grêle

On se propose d'étudier le risque sonore du canon anti-grêle pour une personne qui travaille ponctuellement à proximité afin de la conseiller sur des actions de prévention.

Q1. Calculer la valeur de l'intensité sonore I_1 perçue par un travailleur situé à une distance $d_1 = 1{,}00\ \text{m}$ du canon anti-grêle.

Q2. Montrer que le niveau d'intensité sonore L_1 à la distance $d_1 = 1{,}00\ \text{m}$ du canon vaut $L_1 = 136\ \text{dB}$.

Q3. À l'aide du document 1, page 8, indiquer quels conseils donner à une personne exposée au bruit qui travaille dans un périmètre d'un mètre autour d'un canon anti-grêle en fonctionnement.

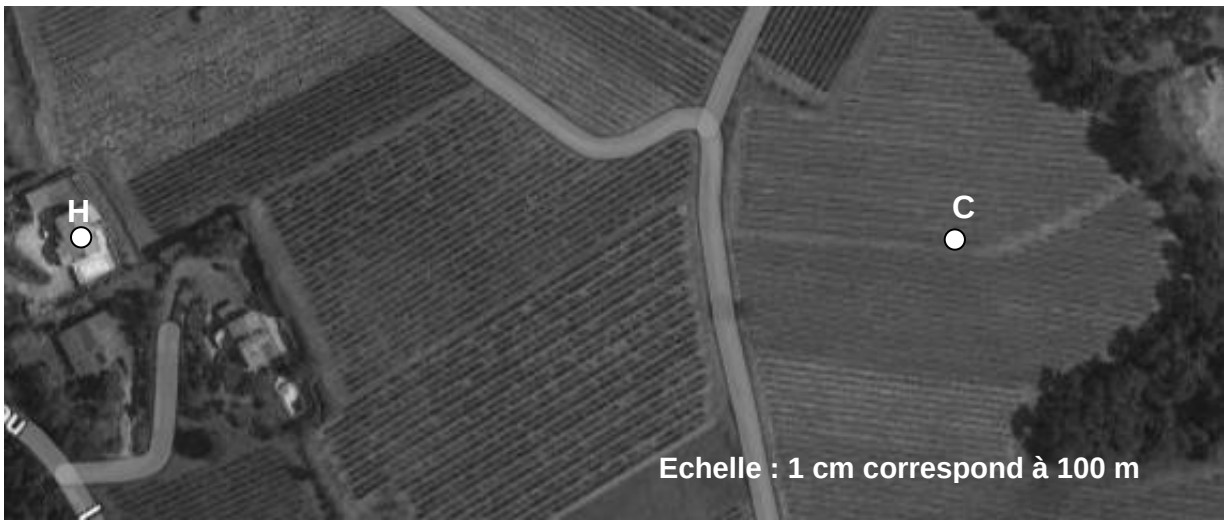
Document 1 - Valeurs limites d'exposition

Exposition quotidienne pendant 8 h	Bruits courts	Actions requises
Quel que soit le niveau		Pas d'obligation à mettre en place des actions spécifiques. Évaluation du risque. Suppression ou réduction au minimum des risques liés à l'exposition au bruit.
Supérieur ou égal à 80 dB et inférieur à 85 dB	Supérieur ou égal à 135 dB et inférieur à 137 dB	Mise à disposition de protections individuelles contre le bruit (PICB). Information et formation des travailleurs sur les risques et les PICB. Examen audiométrique préventif proposé.
Supérieur ou égal à 85 dB et inférieur 87 dB	Supérieur ou égal à 137 dB et inférieur 140 dB	Mise en œuvre d'un programme de mesures de réduction d'exposition au bruit. Signalisation des endroits concernés et limitation d'accès. Port obligatoire des PICB. Contrôle du port effectif des PICB. Examen audiométrique préventif régulier.
Supérieur ou égal à 87 dB	Supérieur ou égal à 140 dB	Signalisation des endroits concernés, limitation et contrôle des accès. Adoption immédiate de mesures de réduction du bruit.

D'après https://www.cmsm.fr/wp-content/uploads/2019/12/bruit_et_reglementation.pdf

On se propose maintenant d'étudier le risque sonore du canon anti-grêle pour un habitant du secteur, exposé de manière continue au bruit du canon.

Sur le plan ci-dessous, on note C la position du canon anti-grêle et H la position de l'habitant dans son habitation. On note d_2 la distance entre le canon et l'habitation ($d_2 = \mathrm{HC}$).





On admettra que $L_2 = L_1 - 20 \times \log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)$.

Q4. À l'aide du plan, déterminer la valeur de la distance d_2 et en déduire la valeur du niveau d'intensité sonore L_2 d'une détonation entendue au niveau de l'habitation H.

Q5. Déterminer si les détonations du canon anti-grêle présentent un risque sonore pour les habitants de l'habitation H et expliquer pourquoi.

Le niveau d'intensité sonore n'est pas le seul facteur de risque. On appelle émergence sonore ε_S la modification du niveau d'intensité sonore ambiant du fait d'un bruit soudain. L'émergence sonore peut entraîner une augmentation du stress.

En première approche, on peut évaluer l'émergence sonore par la différence de niveau d'intensité sonore entre un son ponctuel et le son ambiant. Le code de la santé publique indique que l'émergence sonore ne doit pas dépasser $+5\ \mathrm{dB}$ le jour et $+3\ \mathrm{dB}$ la nuit.

Ces éléments vont permettre d'affiner l'étude du risque acoustique autour de l'habitation. Le niveau d'intensité sonore moyen ambiant autour de l'habitation H, L_{H}, vaut $L_{\mathrm{H}} = 65\ \mathrm{dB}$. Au moment d'une explosion du canon, le niveau d'intensité sonore de la détonation entendue au niveau de l'habitation H, L_2, est mesuré à $L_2 = 75\ \mathrm{dB}$.

Q6. Calculer, au niveau de l'habitation, la valeur de l'émergence sonore ε_S due au fonctionnement du canon.

Q7. Commenter ce résultat en considérant les attendus du code de la santé publique.

2. Réduction d'un risque au moyen d'un silencieux

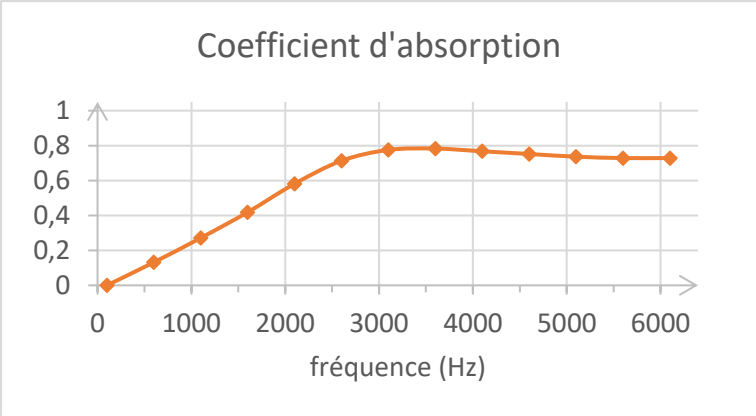
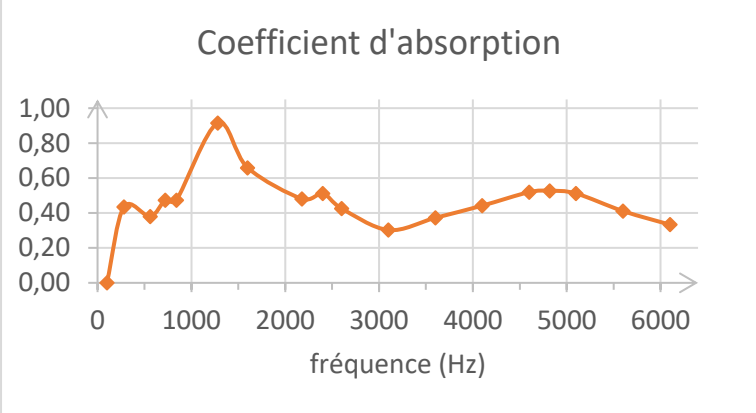
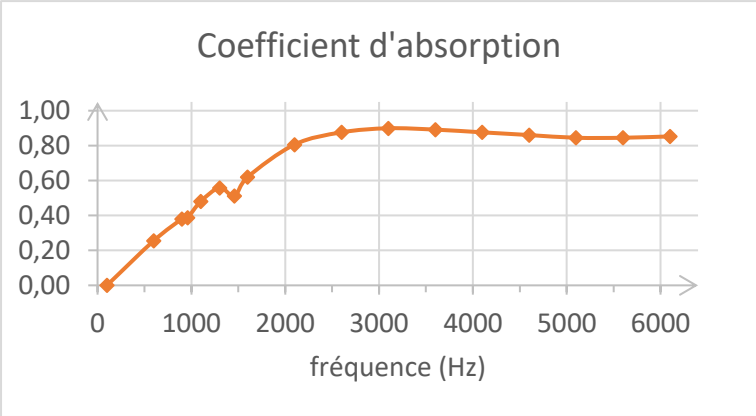
Afin de résoudre les risques étudiés précédemment, le canon anti-grêle est équipé d'un silencieux entourant le canon. Ce silencieux est constitué d'un coffrage recouvert à l'intérieur d'un matériau isolant phonique.

Le coefficient d'absorption acoustique C_{abs} d'un matériau servant à l'isolation phonique caractérise sa capacité à atténuer les sons. Plus le coefficient d'absorption acoustique est élevé, meilleure est l'isolation. C'est une grandeur sans unité.

On admet qu'un coup de canon est un son de fréquence f d'environ $1000\ \mathrm{Hz}$.

Q8. Parmi les matériaux présentés dans le document 2, page 10, préciser celui qui est le plus adapté pour tapisser les parois du silencieux. Justifier.

Document 2 - Variation du coefficient d'absorption acoustique C_{abs} de différents matériaux en fonction de la fréquence f du son à absorber, pour une épaisseur de 30 mm de matériau

a) Mousse alvéolaire 30 mm	
b) Mousse faces lisses 30 mm	
c) Mousse mélamine 30 mm	

https://www.solutions-elastomeres.com/

Le matériau choisi à la question **Q8** permet en moyenne de réduire de $14\ \text{dB}$ la transmission du bruit à travers les parois du canon anti-grêle.

Q9. Déterminer si le canon anti-grêle muni d'un silencieux représente un facteur de risque sonore au niveau de l'habitation H selon les attendus du code de la santé publique. Justifier.