

2.2. Surveillance d'une pompe

Lorsque le niveau d'eau est trop bas dans le bassin, une pompe prélève de l'eau dans une nappe phréatique pour assurer la continuité de l'alimentation des canons à neige.

Un contrôle de maintenance de la pompe est effectué périodiquement. Ce contrôle s'effectue grâce à une analyse des vibrations mécaniques pour évaluer l'état de fonctionnement de la machine tournante et de ses pièces mobiles.

Cette analyse permet de diagnostiquer des défauts de fonctionnement avant que la machine ne tombe en panne, comme un déséquilibre, un désalignement ou un endommagement des rotors, des roulements ou de toute autre interface mécanique entre des composants de la machine.

L'étude des vibrations mécaniques s'effectue à l'aide d'une analyse fréquentielle, grâce à un analyseur de spectre.

Un technicien relève le spectre représenté ci-contre (figure 5) pour une fréquence de rotation du moteur de la pompe de 1 500 tr/min.

L'étude a pour but de déterminer s'il est possible de diagnostiquer un défaut d'alignement de la machine tournante.

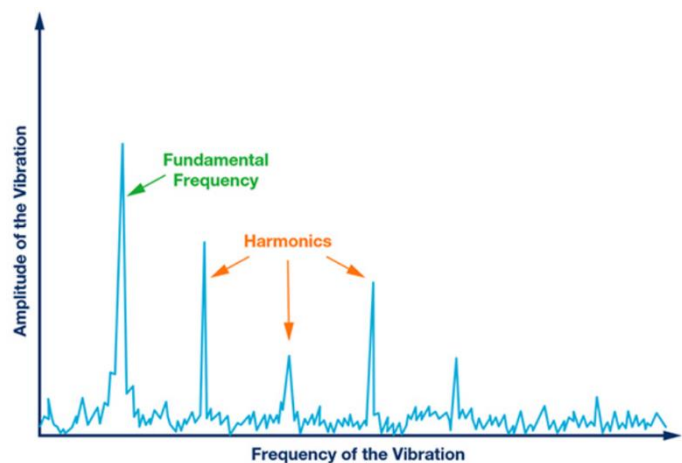


Figure 5 : Spectre d'amplitude des vibrations à 1500 tr/min

2.2.1. Déterminer la fréquence du fondamental, sachant qu'elle correspond au nombre de tours effectués en une seconde par l'arbre du moteur de la pompe.

2.2.2. Déduire alors la fréquence des trois premiers harmoniques indiqués sur la figure 5.

Un défaut d'alignement peut être détecté par un pic d'amplitude non négligeable sur le spectre pour une fréquence égale à 2 fois la fréquence de rotation du moteur (parfois 3 ou 4 fois).

2.2.3. Justifier à partir du spectre de la figure 5 si un problème d'alignement de la machine peut être diagnostiqué.

Exercice 3 : Contrôle des caractéristiques physico-chimiques de l'eau du bassin (exercice de physique-chimie au choix)

3.1. Mesure de la température de l'eau

Un capteur de température permet de surveiller la température de l'eau du bassin, car celle-ci doit absolument rester à l'état liquide pour alimenter les canons à neige.

Lors d'une opération de maintenance, le technicien relève une série de 10 valeurs successives de la température θ de l'eau.

Celles-ci sont reportées dans le tableau de mesures suivant :

Mesure	n° 1	n° 2	n° 3	n° 4	n° 5	n° 6	n° 7	n° 8	n° 9	n° 10
θ (°C)	5,1	4,8	5,5	4,7	4,8	4,9	5,4	5,3	5,5	5,1

L'objectif de cette étude est de déterminer l'incertitude type de répétabilité sur la mesure de cette température.

- 3.1.1. Déterminer la valeur moyenne θ_{moy} de ces 10 mesures.
- 3.1.2. Procéder à une évaluation de type A (approche statistique) de l'incertitude-type correspondant à cette série de mesure en vous aidant du document 3.
- 3.1.3. Écrire la plage de valeurs attendues lors de cette mesure que devra rapporter le technicien sur son rapport, en exprimant le résultat avec le nombre de chiffres significatifs adaptés à l'incertitude-type associée.

Document 3 : Evaluation de type A d'une incertitude (à partir de n mesures)

Soit n mesures effectuées dans des conditions de répétabilité (même opérateur, même matériel, ...).
Le meilleur estimateur de la valeur du mesurande M est la valeur moyenne \bar{m} des valeurs mesurées.

L'incertitude type qui lui est associée est définie par la relation : $u(M) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$

Remarque : L'incertitude de répétabilité est évaluée de façon statistique (type A) dans le cas où les n mesures ont été effectuées dans les mêmes conditions expérimentales (même opérateur, même matériel, ...)

Rappel mathématique :

$$\text{Ecart type (expérimental) d'un échantillon d'une population : } \sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum(m_i - \bar{m})^2}{n-1}} \text{ (statistique)}$$

Source : https://disciplines.ac-toulouse.fr/physique-chimie/sites/physique-chimie/files/fichiers/stage_mesures_et_incertainitudes/support_prof-stage_paf-fevrier2017.pdf

3.2. Transmission de l'information

L'information concernant la température de l'eau est transmise grâce à une onde électromagnétique selon le procédé Sigfox. Cette technologie basse consommation permet une transmission longue distance en utilisant la bande de fréquence ISM (industrielle scientifique et médicale) de fréquence centrale 868 MHz.

Le document 4 présente les grandeurs physiques caractéristiques d'une onde électromagnétique. Le document 5 présente le spectre des ondes électromagnétiques et le document 6 présente deux types d'antenne disponibles.

L'objectif de l'étude suivante est de déterminer les caractéristiques de l'antenne adaptée à cette transmission.

- 3.2.1. Donner la signification et l'unité de chaque terme représentant les grandeurs physiques indiquées dans le document 4.
- 3.2.2. Préciser à quel domaine appartiennent les ondes électromagnétiques de la bande de fréquence ISM en utilisant le document 5.
- 3.2.3. Calculer la valeur de la longueur d'onde de ces ondes électromagnétiques pour la fréquence centrale de la bande ISM.
- 3.2.4. Justifier, à partir du tableau ci-dessous et du document 6, le choix de l'antenne qui semble la plus adaptée pour transmettre l'information.

Antenne	A	B	C	D
Type	Demi-onde	Quart d'onde	Demi-onde	Quart d'onde
Longueur	69,2 cm	17,3 cm	17,3 cm	34,6 cm

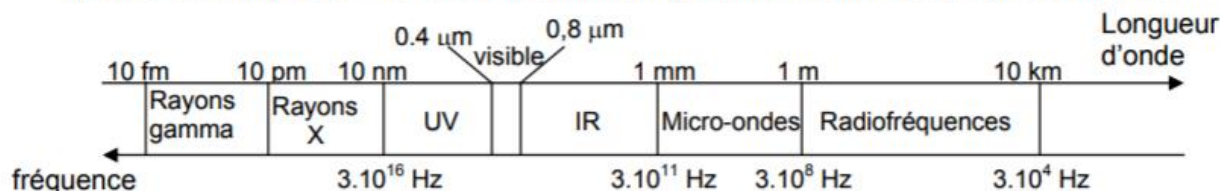
Document 4 : Grandeurs physiques caractéristiques d'une onde électromagnétique

Une onde électromagnétique est caractérisée par 3 grandeurs physiques λ , c et f .

Ces grandeurs vérifient la relation : $\lambda = \frac{c}{f}$.

Document 5 : Spectre des ondes électromagnétiques

Spectre électromagnétique. Les différents domaines regroupent des ondes aux propriétés similaires.



Document 6 : Types d'antenne disponibles

Deux types d'antennes sont disponibles :

- L'antenne dipolaire ou « dipôle demi-onde » qui est constituée d'un élément conducteur de longueur égale à la demi longueur d'onde de l'onde électromagnétique à transmettre.
- L'antenne « monopôle » ou « quart d'onde » qui est constituée d'un élément conducteur de longueur égale au quart de longueur d'onde de l'onde électromagnétique à transmettre.

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Antenne_radioélectrique

3.3. Contrôle du pH de l'eau du bassin

Des scientifiques réalisent périodiquement la mesure du pH de l'eau du bassin dans le but d'étudier et de contrôler l'évolution de l'acidité des réserves d'eau en altitude.

Une mesure effectuée en 2013 sur le bassin à l'aide d'un pH-mètre a donné une valeur de $6,60 \pm 0,05$.

L'étude suivante doit déterminer si un phénomène d'acidification de l'eau du bassin a eu lieu depuis 2013.

Données : $pH = -\log [H_3O^+]$ et $[H_3O^+] = 10^{-pH}$

Couples acido-basiques mis en jeu : $H_3O^+_{(aq)}/H_2O_{(l)}$; $(SO_2, H_2O_{(aq)})/HSO_3^-_{(aq)}$

3.3.1. Donner un encadrement de la concentration molaire en ions oxonium H_3O^+ en mol.L⁻¹ correspondant à la mesure réalisé en 2013.

Tous les projets scientifiques consacrés à la question montrent que les lacs de basse et moyenne montagne sont touchés, à des degrés différents, par une acidification. Deux sources de ce phénomène sont essentiellement mises en cause :

- les précipitations acides ;
- les rejets polluants.

3.3.2. Écrire la réaction acido-basique entre le dioxyde de soufre dissout et l'eau à partir des couples « acide/base » fournis ci-dessus.

3.3.3. Un contrôle réalisé en 2020 a révélé que la concentration molaire en ions oxonium H_3O^+ a été multipliée par 1,5 par rapport à 2013.

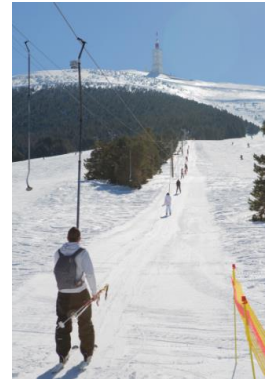
Justifier que ces mesures permettent de constater une acidification de l'eau du bassin depuis 2013.

Exercice 4 : Remonte-pente (exercice de physique-chimie au choix)

Dans cette partie, l'étude mécanique d'un skieur tiré par la perche d'une remontée mécanique est abordée.

Le schéma de la situation étudiée est présenté sur le document 9. Le document 10 présente la partie mécanique de la motorisation du remonte-pente.

L'objectif est de vérifier que le mécanisme du remonte-pente est correctement dimensionné d'un point de vue énergétique.



4.1. Bilan des forces

- 4.1.1. Indiquer à partir du document 9 les différentes forces extérieures qui s'exercent sur le skieur.
- 4.1.2. Représenter sur le document réponse n° 2 et sans soucis d'échelle, les deux forces extérieures manquantes qui s'exercent sur le skieur (le centre de gravité G sera utilisé comme point d'application de chacune des forces).
- 4.1.3. Indiquer la relation vectorielle existant entre ces 4 forces extérieures lorsque le skieur se déplace à vitesse constante pendant la remontée.
- 4.1.4. Indiquer si cette relation est vérifiée lorsque le skieur attrape la perche au départ du remonte-pente. Justifier votre réponse.

4.2. Travail de la force exercée sur le skieur par la perche

Le skieur se déplace d'une distance entre les points A et B représentés (sans souci d'échelle) sur le document 9 entre le départ et l'arrivée du télési.

- 4.2.1. Exprimer le travail de la force de traction \vec{F} exercée par la perche lors de ce déplacement.
- 4.2.2. Indiquer et justifier si le travail de cette force est moteur ou résistant.
- 4.2.3. Montrer que ce travail est égal à $W_{\vec{F}} = 442 \text{ kJ}$ lors de ce déplacement.

4.3. Chaîne énergétique du remonte-pente

- 4.3.1. Calculer à l'aide du document 10, l'énergie E_A absorbée par le moteur électrique pour une durée de 6 minutes correspondant au temps nécessaire pour parcourir la distance AB.
- 4.3.2. Compléter sur le document réponse n° 3 (page 13), la chaîne énergétique du mécanisme du remonte-pente en indiquant sur votre copie les calculs nécessaires.