

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 |

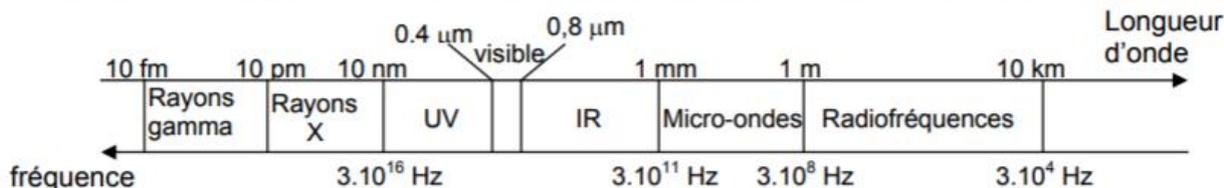
Document 4 : Grandeurs physiques caractéristiques d'une onde électromagnétique

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

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.