

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

**SESSION 2026**

## **SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE**

**Sciences physiques et chimiques en laboratoire**

**ÉPREUVE DU MERCREDI 17 JUIN 2026**

Durée de l'épreuve : **3 heures**

*L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.*

*L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.*

Dès que ce document vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce document comporte 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.

**Le candidat traite l'ensemble du sujet.**

**Les pages 12/13 et 13/13 sont à rendre avec la copie.**



## **Les nappes phréatiques**

Les nappes phréatiques sont des nappes d'eau que l'on rencontre à faible profondeur. Elles alimentent traditionnellement les puits et les sources en eau potable et peuvent servir d'alimentation aux réseaux d'irrigation. De par leur faible profondeur, les nappes phréatiques sont exposées à la pollution en provenance de la surface.

**Le sujet comporte quatre parties indépendantes. Le candidat peut les traiter dans l'ordre de son choix.**

**Partie 1 : pollution des nappes phréatiques (7,5 points)**

**Partie 2 : mesure de la taille des microplastiques (5 points)**

**Partie 3 : mesure du niveau d'une nappe phréatique (2,5 points)**

**Partie 4 : alimentation en eau d'un réseau d'irrigation (5 points)**

## Partie 1 : pollution des nappes phréatiques (7,5 points)

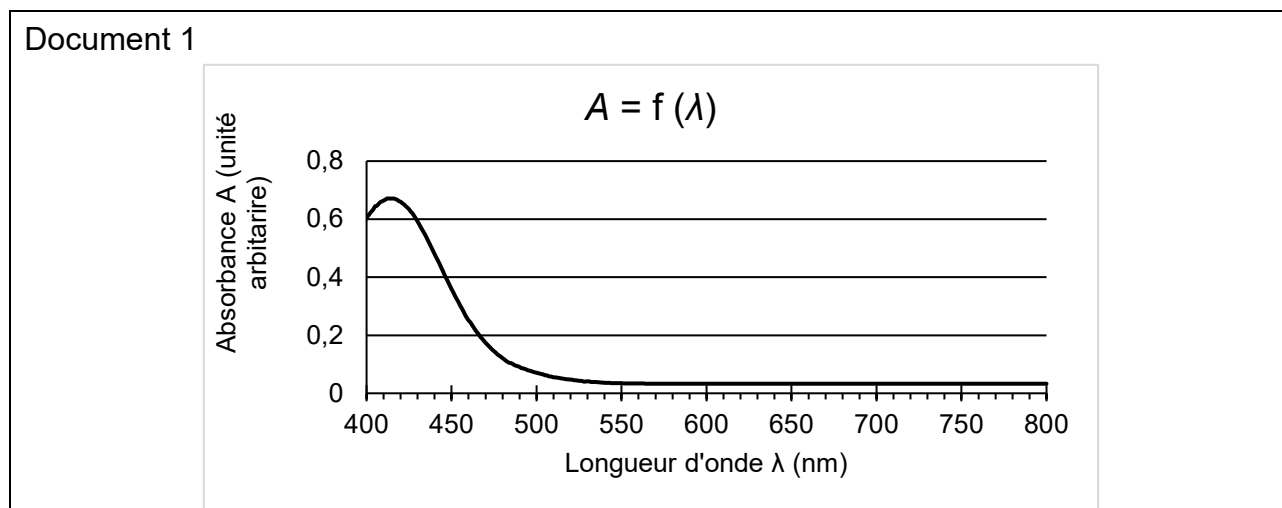
La pollution des nappes phréatiques peut se faire par ruissellement, par infiltration mais également par interaction entre la nappe et les cours d'eaux. Différentes pollutions des eaux ont été identifiées telles que la pollution par les ions nitrate et par les composés chlorés.

### A. Dosage des ions nitrate par spectrophotométrie UV-visible

Le dosage des ions nitrate  $\text{NO}_3^-$  est nécessaire pour contrôler la qualité des nappes phréatiques. Les ions nitrate étant incolores en solution, il n'est pas possible de les doser directement par spectrophotométrie UV-visible.

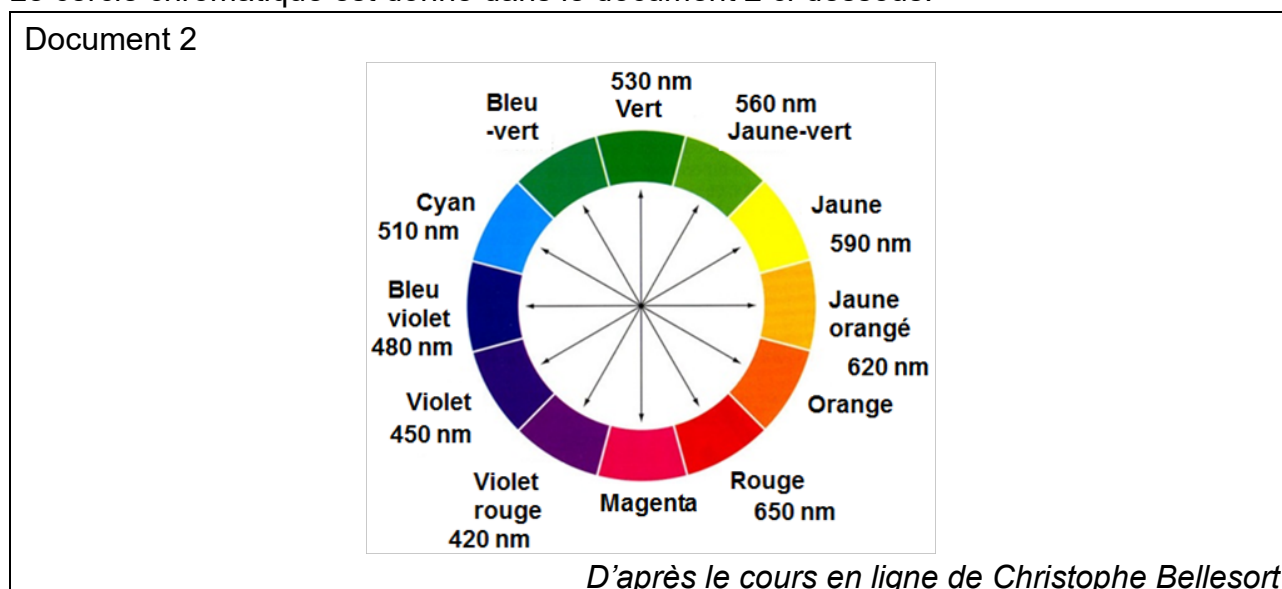
Il est nécessaire de les transformer par une réaction chimique totale en une nouvelle espèce ionique, notée  $\text{NS}^-$ , de coloration jaune-vert stable qui permet alors de réaliser un dosage colorimétrique par spectrophotométrie UV-visible.

Le spectre d'absorption d'une solution aqueuse contenant l'espèce  $\text{NS}^-$  est donné sur le document 1 ci-dessous.



**Q1.** Déterminer, à partir du spectre d'absorption, la longueur d'onde à sélectionner sur le spectrophotomètre.

Le cercle chromatique est donné dans le document 2 ci-dessous.



**Q2.** Justifier, en utilisant le cercle chromatique représenté sur le document 2, la couleur jaune-vert des ions  $\text{NS}^-$  en solution.

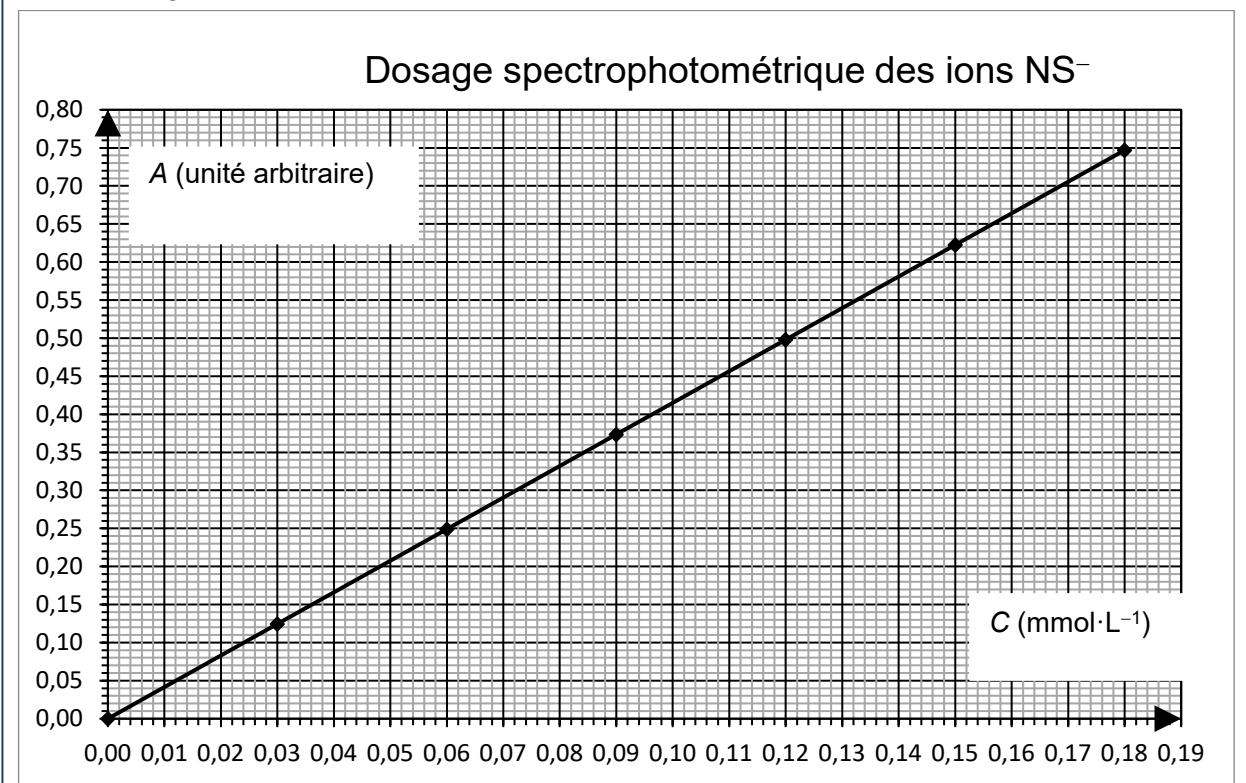
Une gamme d'étalonnage est réalisée à partir d'une solution mère d'ions  $\text{NS}^-$  de concentration  $C_{\text{mère}} = 1,50 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Un protocole simplifié de préparation de la gamme d'étalonnage est mis en œuvre : pour préparer les solutions filles de concentration en quantité de matière  $C_{\text{fille}}$ , on place un volume  $V_{\text{mère}}$  de solution mère dans une fiole jaugée de 50 mL, puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

**Q3.** Déterminer le volume de solution mère à prélever pour préparer une solution fille de concentration  $C_{\text{fille}} = 0,15 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

On mesure l'absorbance  $A$  des solutions filles à la longueur d'onde déterminée à la question **Q1**. La courbe d'étalonnage montrant l'évolution de l'absorbance  $A$  en fonction de la concentration en quantité de matière  $C_{\text{fille}}$  en ions  $\text{NS}^-$  est représentée document 3 ci-dessous.

Document 3



Coefficient directeur de la droite :  $k = 4,15 \text{ L}\cdot\text{mmol}^{-1}$

Un échantillon d'eau d'une nappe phréatique, noté  $S$ , est prélevé. Après transformation des ions nitrate  $\text{NO}_3^-$  en ions colorés  $\text{NS}^-$ , cet échantillon est dilué 10 fois : cette solution est notée  $S'$ . On mesure l'absorbance de la solution  $S'$  :  $A(S') = 0,435$ .

**Q4.** Déterminer, à l'aide de la courbe d'étalonnage, la concentration en quantité de matière  $C'$  des ions  $\text{NS}^-$  de la solution  $S'$ .

On admet que la valeur de la concentration en quantité de matière des ions  $\text{NS}^-$  obtenue correspond à celle des ions nitrate  $\text{NO}_3^-$  avant leur transformation en ions  $\text{NS}^-$ .

**Q5.** Montrer que la concentration en quantité de matière  $C(\text{NO}_3^-)$  en ions nitrate dans l'eau de la nappe est de  $1,05 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

La masse molaire de l'ion nitrate vaut  $62,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

Document 4 : recommandation française sur la concentration massique en nitrate de l'eau en France

Concentration en nitrate ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	Qualité de l'eau
0 – 50	Conforme
50 – 100	Non conforme mais potable
> 100	Non conforme et non potable

Source : *sante.gouv.fr*

**Q6.** Conclure, à l'aide du document 4, sur la qualité de l'eau de l'échantillon analysé.

**Q7.** Justifier la nécessité d'avoir dilué 10 fois l'échantillon d'eau d'une nappe phréatique.

**Q8.** Citer deux exemples de sources d'erreurs possibles de manipulation au cours de l'expérimentation pour déterminer la concentration.

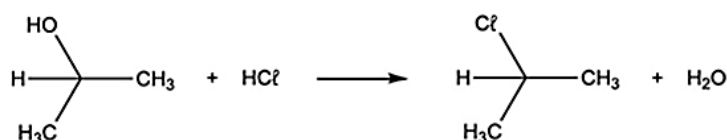
## B. Pollution par les espèces chimiques chlorées

Les espèces chimiques chlorées sont peu biodégradables et peu retenues dans le sol. Elles passent alors plus rapidement de la surface à la nappe phréatique. Ce type de pollution est observé dans les zones urbaines et industrielles ou dans les décharges non contrôlées. Parmi ces espèces chimiques chlorées, le dichloroéthène de formule brute  $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$  est utilisé en tant qu'intermédiaire réactionnel lors de synthèses organiques.

**Q9.** Représenter les formules développées des trois isomères ayant pour formule brute  $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$ .

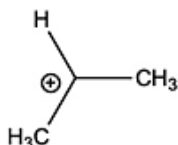
**Q10.** Identifier, parmi les représentations données en **Q9**, celle qui porte le nom de (Z)-1,2-dichloroéthène en nomenclature officielle.

Une autre espèce chimique chlorée, le 2-chloropropane, est un intermédiaire réactionnel rencontré lors de la synthèse de pesticides. On étudie la synthèse de cette espèce chimique à partir du propan-2-ol. L'équation de réaction de cette synthèse s'écrit :



**Q11.** Nommer le type de réaction conduisant à la formation du 2-chloropropane parmi : réaction acide-base, oxydation, réduction, addition, substitution, élimination

Au cours de la réaction, il se forme un ion intermédiaire représenté ci-dessous :



**Q12.** Préciser la nature de l'ion intermédiaire.

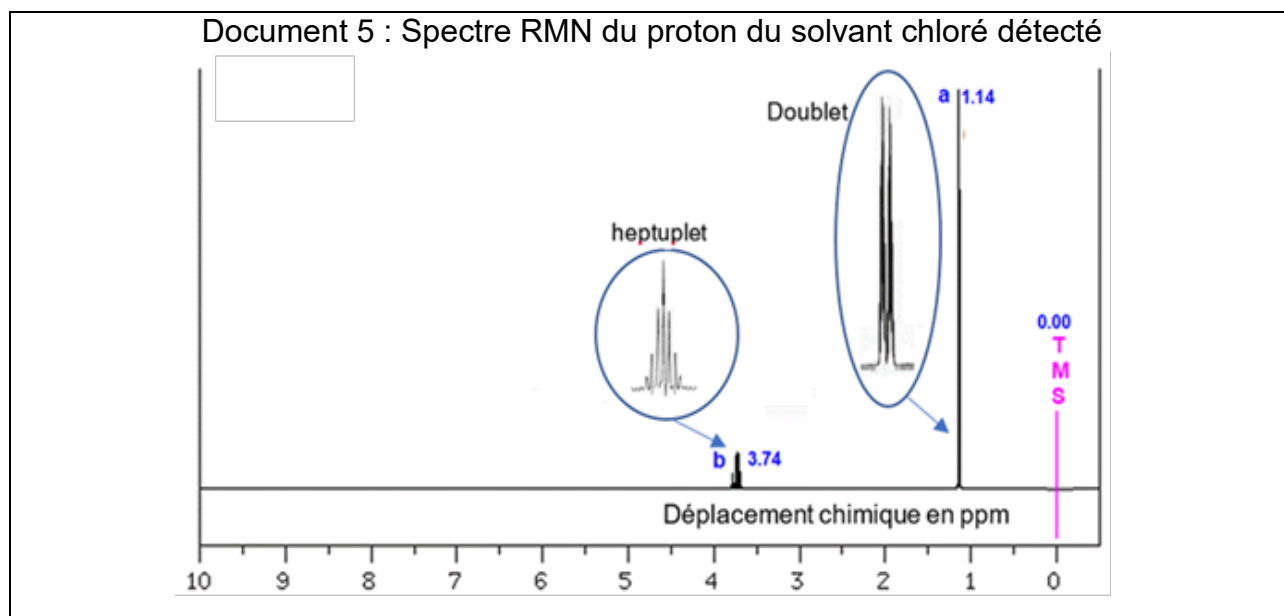
**Q13.** Indiquer, en utilisant la théorie VSEPR, la géométrie de l'ion intermédiaire.

**Q14.** Compléter, à l'aide du formalisme de la flèche courbe, une étape du mécanisme fournie dans le **DOCUMENT-RÉPONSE 1 (page 12/13) à rendre avec la copie.**

Dans la synthèse étudiée, on peut ajouter aux réactifs du chlorure de zinc de formule  $ZnCl_2$ , qui a un rôle de catalyseur.

**Q15.** Préciser le rôle d'un catalyseur.

Une pollution à un composé chloré a été détectée dans l'eau d'une nappe phréatique. L'analyse RMN du solvant présent dans cette eau est effectuée dont le spectre RMN du proton est présenté document 5 ci-dessous.



**Q16.** Justifier, en utilisant le spectre RMN du document 5, le nom de la molécule chlorée présente dans l'eau de la nappe parmi :

(Z)-1,2-dichloroéthène ; 2-chloropropane

## Partie 2 : mesure de la taille des microplastiques (5 points)

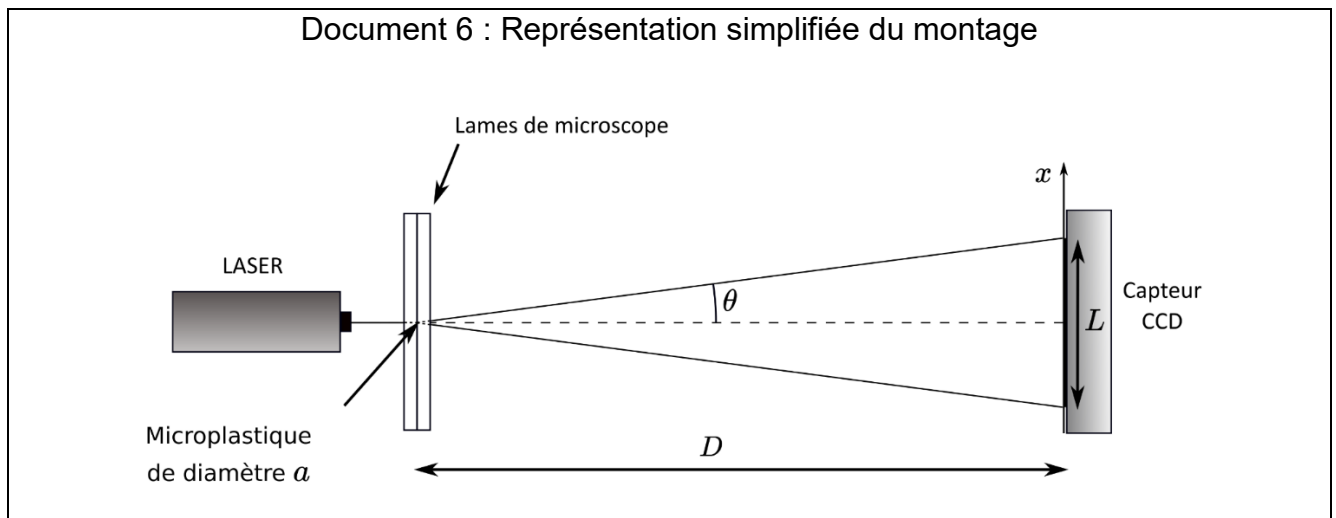
Les microplastiques, par leur présence dans les cours d'eau, les mers et les océans, ont un impact important sur la faune et la flore aquatiques, les produits de la pêche ainsi que sur l'eau de consommation. Les microplastiques sont donc des sujets d'étude de haute importance, d'après l'Anses, l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentaire, de l'environnement et du travail.

L'objectif de cette partie est de mesurer la taille des microplastiques présents dans les nappes phréatiques. Pour cela des échantillons d'eau contaminée sont filtrés et les particules de plastiques les plus grandes sont mesurées par diffraction à l'aide d'un capteur CCD.

### Protocole de mesure :

- on éclaire un échantillon de microplastique de taille  $a$  placé entre deux lames de microscope avec un laser de longueur d'onde  $\lambda = 648 \text{ nm}$  ;
- le capteur CCD (*charge couple device*), sensible à l'intensité lumineuse, est placé à une distance  $D = 100 \text{ cm}$  de l'objet diffractant ;
- la mesure de la largeur  $L$  de la tache centrale est réalisée à l'aide du capteur CCD.

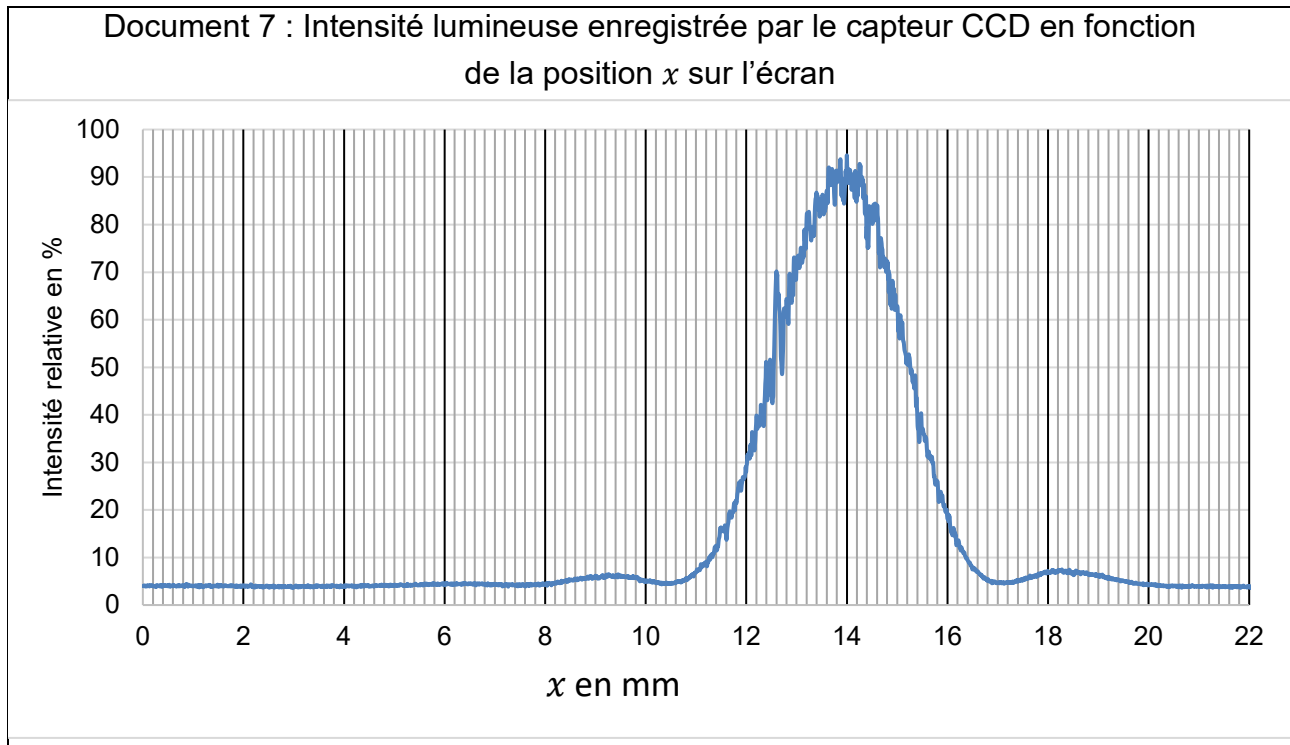
Le schéma du montage est donné dans le document 6 ci-dessous.



On note  $\theta$  l'angle caractéristique de la diffraction. Pour la question suivante, on fera l'approximation des petits angles :  $\tan \theta = \theta$ .

**Q17.** Retrouver, à l'aide du schéma du montage, l'expression suivante :  $\theta = \frac{L}{2D}$ .

L'acquisition de la figure de diffraction permet d'obtenir l'enregistrement représenté sur le document 7 ci-dessous.



**Q18.** Mesurer, à l'aide du document 7, la largeur  $L$  de la tache centrale.

On admet que, pour la forme du microplastique étudié, l'angle  $\theta$  vérifie la relation suivante :

$$\theta = 1,22 \times \frac{\lambda}{a}$$

**Q19.** Exprimer la taille  $a$  du microplastique en fonction de  $L$ ,  $D$  et  $\lambda$ .

**Q20.** Montrer que la taille  $a$  du microplastique est d'environ 0,25 mm.

On peut estimer l'incertitude-type sur la mesure de la taille  $a$  à l'aide de la relation suivante :

$$u(a) = a \times \sqrt{\left(\frac{u(L)}{L}\right)^2 + \left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2}$$

avec  $u(D) = 0,08$  cm ;  $u(\lambda) = 2$  nm ;  $u(L) = 0,2$  mm

**Q21.** Calculer la valeur de l'incertitude-type  $u(a)$  sur la valeur de la taille  $a$  du microplastique.

**Q22.** Exprimer le résultat obtenu à la question **Q20** avec son incertitude-type associée.

On considère que la distance minimale d'observation distincte d'un objet à l'œil nu vaut  $d_m = 25$  cm. C'est à cette distance que le diamètre apparent, noté  $\alpha$ , d'un objet observé à l'œil nu est le plus élevé.

**Q23.** Établir, en s'appuyant sur un schéma très simple reproduit sur la copie et en utilisant l'approximation des petits angles, que ce diamètre apparent est  $\alpha = \frac{a}{d_m}$ .

**Q24.** Calculer la valeur du diamètre apparent  $\alpha$  du microplastique.

Le pouvoir séparateur de l'œil est de  $3 \times 10^{-4}$  rad.

**Q25.** Indiquer, en justifiant, s'il est possible d'observer le microplastique à l'œil nu.

### Partie 3 : mesure du niveau d'une nappe phréatique (2,5 points)

Le niveau des nappes phréatiques est mesuré par des capteurs installés dans un puits.

Le niveau d'eau peut être mesuré en continu à l'aide d'une sonde de pression déposée dans le puits de forage. Le capteur de pression SEN0257, présenté dans le document 8 permet de mesurer la pression relative dans l'eau.

Il est connecté à une carte Arduino pour déterminer la hauteur d'eau dans le puits.

Document 8 : caractéristiques du capteur de pression SEN0257



- Alimentation : 5 Vcc
- Consommation : 2 mA
- Interface : tension analogique de 0,5 à 4,5 Vcc
- Connecteur Gravity 3 broches (Signal, Vcc, GND)
- Plage de mesure : 0,00 à 1,00 MPa
- Tolérance : 1 % de la pleine échelle
- Temps de réponse : < 2 ms
- Température de service : - 20 à 85 °C
- Dimensions de la sonde : 22 x 59 mm

Le programme de la carte Arduino est fourni dans le document 9, sur la page suivante, page 10/13.

**Q26.** Identifier dans le document 9 page 10 la ligne permettant le calcul de la valeur de la pression.

**Q27.** Montrer, à l'aide du document 8, que la valeur de la sensibilité du capteur supposé linéaire est égale à  $4 \times 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{Pa}^{-1}$ .

On rappelle l'équation de la statique des fluides :  $P_{rel} = \rho_{eau} \times g \times h$  avec :

- $P_{rel}$  : pression relative en Pascal ;
- $\rho_{eau} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  masse volumique de l'eau à 25°C ;
- $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  : intensité de la pesanteur terrestre ;
- $h$  : hauteur du fluide en mètre.

**Q28.** Recopier et compléter la ligne 18 du document 9 permettant de calculer la hauteur d'eau.

**Q29.** Calculer la hauteur de colonne d'eau maximale mesurable par le capteur.

**Q30.** Proposer une modification du script Arduino afin que le relevé de mesure soit fait toutes les heures.

```
Document 9 : script Arduino de la carte
1  int pressionPin = A0;
2  int valeur;
3  float tension;
4  float pression;
5  float hauteur ;
6  const float OffSet = 0.5;
7
8  void setup()
9  {
10 Serial.begin(9600);
11 }
12
13 void loop()
14 {
15 valeur = analogRead(pressionPin);
16 tension = valeur*(5.0/1023);
17 pression = (tension – OffSet)*1000000/4;
18 hauteur =..... ;
19 Serial.print("Pression = ");
20 Serial.print(pression);
21 Serial.println(" Pa");
22
23 Serial.print("Hauteur = ");
24 Serial.print(hauteur);
25 Serial.println(" m");
26 delay(1000); // fait une pause de 1 seconde (= 1000ms)
27 }
```

**Partie 4 : alimentation en eau d'un réseau d'irrigation (5 points)**

Un forage est effectué dans la nappe phréatique afin d'alimenter un réseau d'irrigation. Le pompage est autorisé uniquement tant que le niveau de la nappe est supérieur ou égal à 55 % de son niveau maximal.

**Le DOCUMENT-RÉPONSE 2 (page 12/13) à rendre avec la copie** présente l'évolution du niveau d'eau d'une nappe phréatique sur un an.

**Q31.** Repérer sur le **DOCUMENT-RÉPONSE 2 (page 12/13) à rendre avec la copie** le niveau maximal atteint par la nappe au cours de l'année et donner sa valeur.

**Q32.** Indiquer, à l'aide d'une double flèche  $\leftrightarrow$ , sur le **DOCUMENT-RÉPONSE 2 (page 12/13) à rendre avec la copie**, la période de l'année 2022 durant laquelle il a été impossible d'alimenter le réseau d'irrigation par pompage dans la nappe phréatique. *Le candidat est invité à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti.*

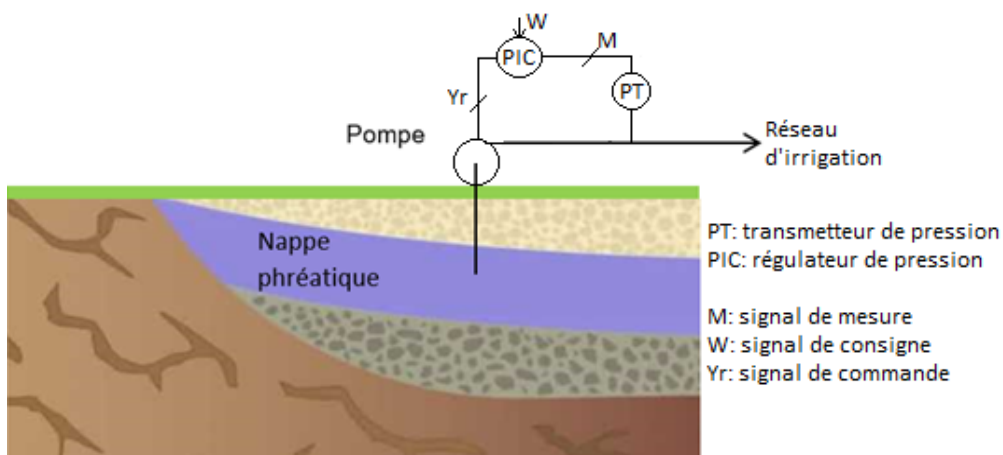
La relation liant la vitesse  $v$  d'écoulement de l'eau dans la canalisation, le débit moyen  $D$  et la section  $S$  de la canalisation de pompage et de refoulement est :  $D = v \times S$ .

Le débit moyen  $D$  constaté est de  $190 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . La section  $S$  de la canalisation de pompage et de refoulement est égale à  $177 \text{ cm}^2$ .

**Q33.** Calculer, en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  la vitesse d'écoulement de l'eau dans la canalisation.

Une régulation de la pression en sortie de la pompe est mise en œuvre pour alimenter le réseau d'irrigation. La pression, régulée à la valeur de consigne de 8 bar, est maintenue constante quel que soit le nombre total d'utilisateurs, en agissant sur la vitesse de rotation de la pompe.

Un schéma simplifié du système de pompage dans la nappe phréatique afin d'alimenter le réseau d'irrigation est donné ci-dessous.



**Q34.** Préciser la grandeur réglée, la grandeur réglante et la grandeur perturbatrice.

**Q35.** Citer les trois critères de performance d'une boucle de régulation.

**Q36.** Compléter le **DOCUMENT-RÉPONSE 3 (page 13/13) à rendre avec la copie** en attribuant aux numéros indiqués sur le schéma les termes :

consigne ; signal de commande ; pression ; signal de mesure ;  
 vitesse de rotation de la pompe ; grandeur perturbatrice.

**Q37.** Compléter le **DOCUMENT-RÉPONSE 3 (page 13/13) à rendre avec la copie** en attribuant aux blocs sur le schéma les termes suivants :

régulateur ; pompe ; procédé ; capteur-transmetteur de pression.

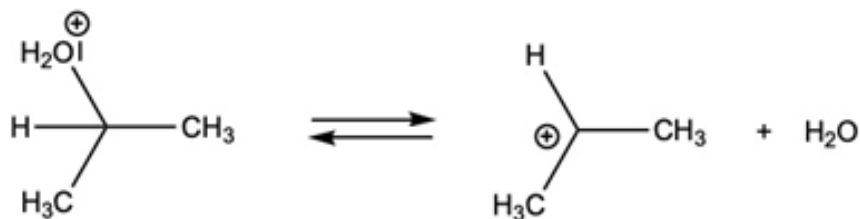
**Q38.** Lorsqu'un nouvel utilisateur ouvre son robinet, la pression dans le réseau chute brutalement. Expliquer comment le régulateur va agir sur la pompe.

DOCUMENTS-RÉPONSES  
à rendre avec la copie

**DOCUMENT-RÉPONSE 1**

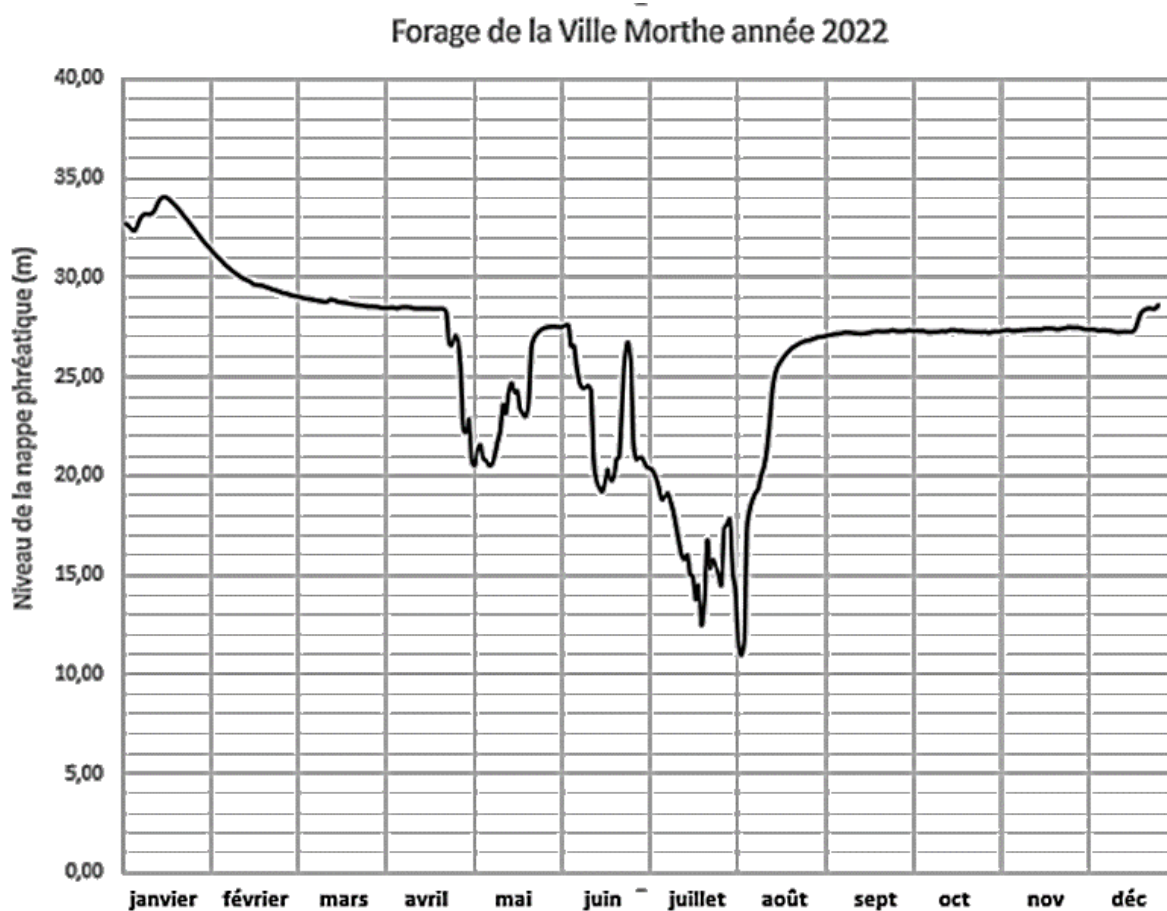
Partie 1, question Q14.

Document réponse 1 : une étape du mécanisme réactionnel



**DOCUMENT-RÉPONSE 2**

Partie 4, questions Q31 et Q32.



D'après : <https://observatoire.vendee.fr>



**DOCUMENT-RÉPONSE**  
à rendre avec la copie

**DOCUMENT-RÉPONSE 3**

Partie 4, questions Q36 et Q37.

**Document réponse 2 : schéma fonctionnel de la boucle de régulation**

The diagram shows a control loop with four functional blocks represented by rectangles, each containing a horizontal dotted line. The blocks are arranged in a sequence from left to right. An input arrow labeled '1' enters the first block from the left. An arrow labeled '2' connects the first block to the second. An arrow labeled '3' connects the second block to the third. An arrow labeled '4' enters the third block from the top. An arrow labeled '5' exits the third block to the right and then turns down to enter a fourth block located below the main sequence. An arrow labeled '6' exits the fourth block to the left and then turns up to enter the first block, completing the feedback loop.

1 : .....  
2 : .....  
3 : .....  
4 : .....  
5 : .....  
6 : .....

