

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

ÉPREUVES COMMUNES DE CONTRÔLE CONTINU

CLASSE : Première

E3C : E3C1 E3C2 E3C3

VOIE : Générale Technologique Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Nombre total de pages : 8

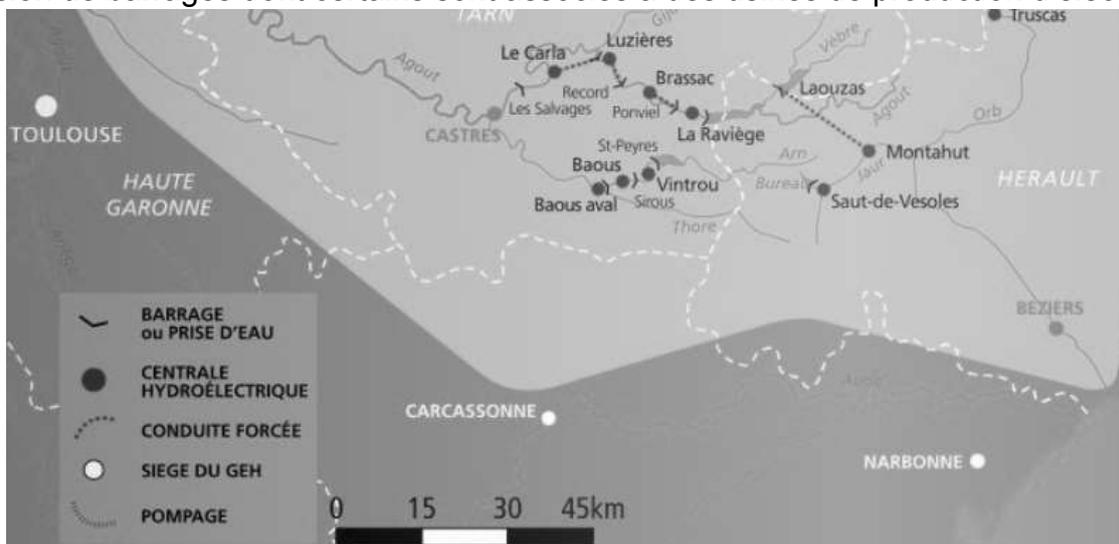
PARTIE A

Étude d'une centrale hydroélectrique (10 points)

La France et l'Europe se sont engagées à développer, d'ici l'année 2020, la part des énergies renouvelables. Le plan d'action national fixe un objectif global de 23 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie à l'horizon 2020.

Source : d'après www.ademe.fr

On s'intéresse ici à la centrale hydroélectrique de Luzières sur la rivière Agout, dans le Tarn, qui est une rivière de moyenne montagne à l'est de Toulouse. Elle est ponctuée d'une succession de barrages dont certains sont associés à des usines de production d'électricité.



Source : d'après la carte d'ensemble du bassin Tarn-Agout <https://www.edf.fr>

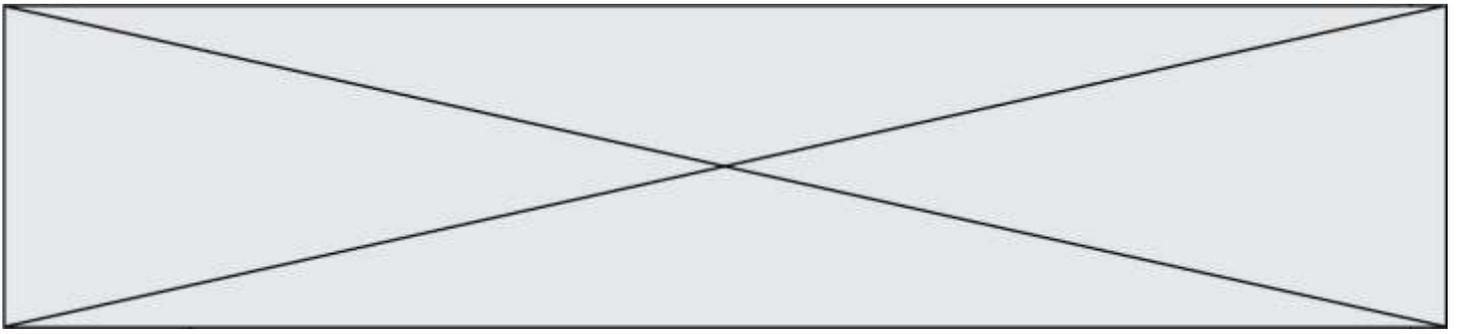
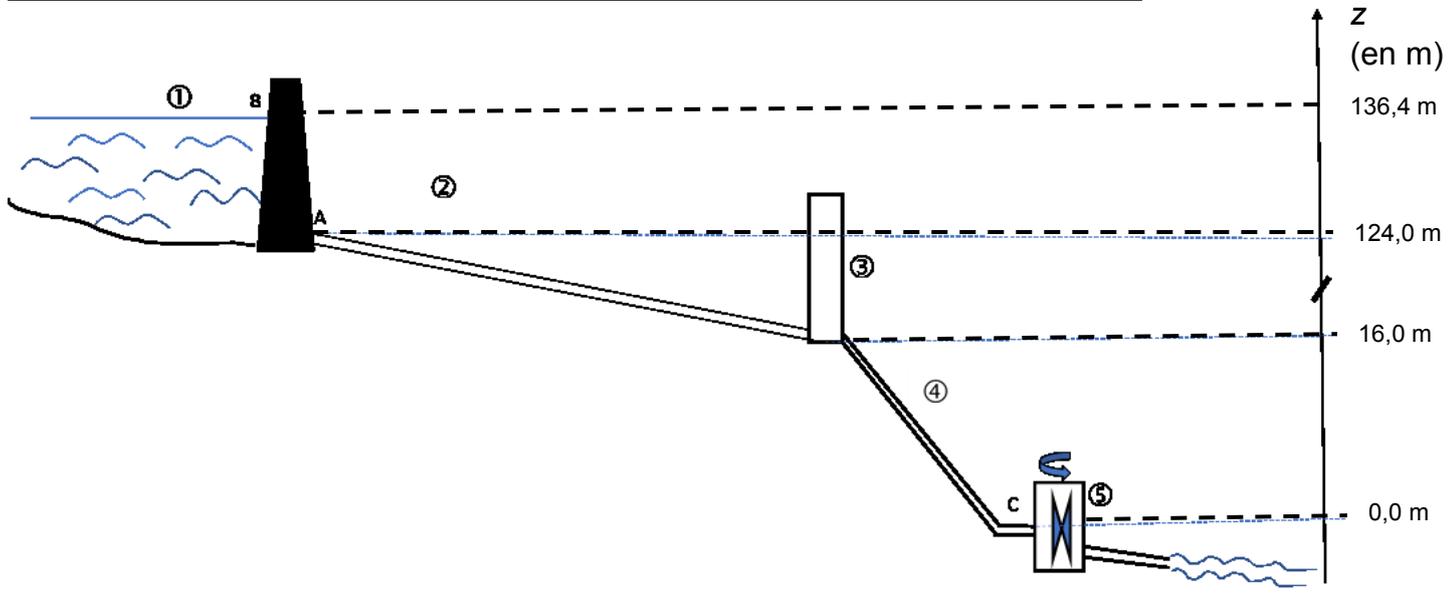


Schéma simplifié en coupe de l'ensemble barrage-centrale sans souci d'échelle



La retenue, où est stockée l'eau à turbiner, est le barrage de Record (1), hameau situé à quelques kilomètres en amont. L'eau est acheminée par une conduite d'amenée (2), et passe brièvement dans une chambre d'équilibre de forme cylindrique (3) et est envoyée sur deux turbines identiques (5) par une conduite forcée (4).

Le niveau des turbines est pris comme référence des altitudes.

Description du système :

Cette centrale hydroélectrique est une centrale gravitaire de moyenne chute avec deux turbines délivrant une puissance électrique globale $P_{el} = 20$ MW.

La chambre d'équilibre est une zone tampon utilisée lors des démarrages et des arrêts de la centrale hydroélectrique.

Le barrage de Record peut contenir un volume d'eau $V = 1,0$ million de m^3 .

1. Étude de l'action de l'eau

Données :

- intensité de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$;
- pression atmosphérique : $P_{atm} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$;
- masse volumique de l'eau : $\rho = 1,00 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$;
- Loi fondamentale de la statique des fluides : $P_A - P_B = \rho \cdot g \cdot (z_B - z_A)$
 - P_A et P_B : pressions en un point A et en un point B ;
 - ρ : masse volumique du fluide considéré ;
 - g : intensité de la pesanteur ;
 - z_A et z_B : altitudes en un point A et en un point B.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

- 1.1. Sachant que la profondeur de l'eau au niveau du barrage est de $AB = z_B - z_A = 12,4$ m, montrer que la pression à l'altitude A, P_A , est égale à $2,2 \times 10^5$ Pa.
- 1.2. La pression moyenne exercée sur l'ensemble du barrage peut être assimilée à la pression à mi-hauteur (point G du schéma n°1). Calculer la valeur de la pression moyenne $P_{moyenne}$.
- 1.3. En déduire la valeur de la force exercée par l'eau sur la totalité du barrage de forme rectangulaire de surface S dont la largeur moyenne vaut $\ell = 70$ m.
- 1.4. Reproduire le schéma n°1 simplifié suivant sur la copie et représenter la force exercée par l'eau sur le barrage au point G avec pour échelle : 1 cm pour $4,0 \times 10^7$ N.

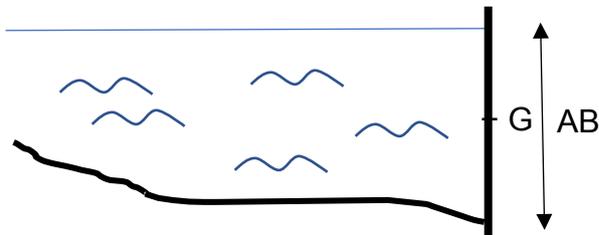


Schéma n°1 : barrage vu en coupe

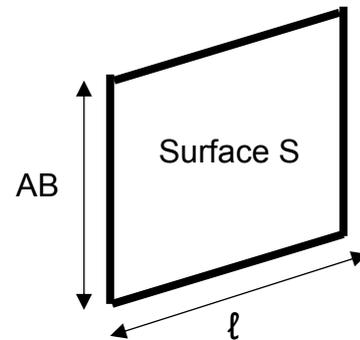
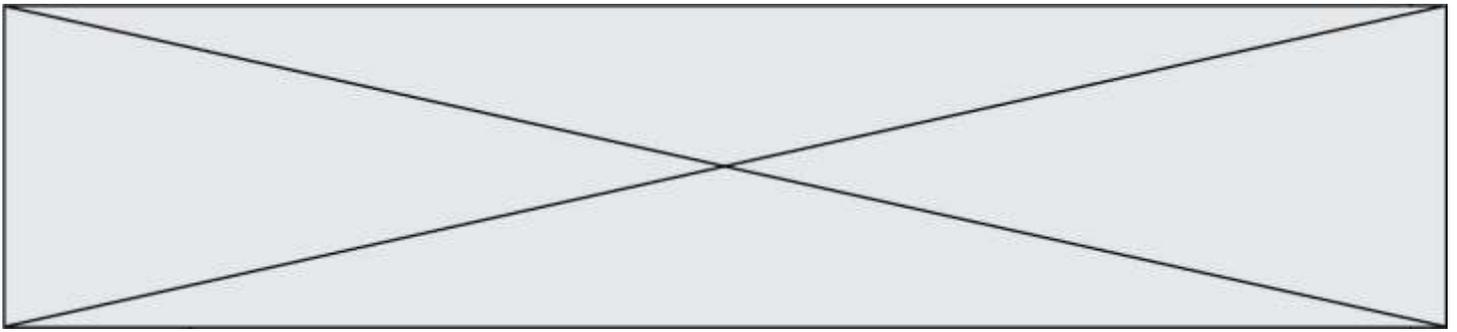


Schéma n°2

2. Étude mécanique

On s'intéresse dans cette partie à une masse d'eau $m = 20$ tonnes qui sort du barrage pendant une durée $\Delta t = 1,0$ s. L'énergie potentielle de pesanteur est choisie nulle au niveau des turbines.

- 2.1. Donner l'expression littérale de l'énergie potentielle de pesanteur E_{PPB} de cette masse d'eau stockée au point B du barrage de Record. Montrer que la valeur de cette énergie potentielle est $E_{PPB} = 2,7 \times 10^7$ J.
- 2.2. La valeur de la vitesse de cette masse d'eau v_B au point B est supposée nulle, en déduire la valeur de l'énergie mécanique Em_B de cette masse d'eau au point B.
- 2.3. En supposant que l'énergie mécanique se conserve, déterminer la valeur v_C de la vitesse de l'eau au point C à l'entrée des turbines.
- 2.4. La puissance cinétique de l'eau $P_{C_{eau}}$ à l'entrée des turbines est l'énergie cinétique par unité de temps associée à l'eau qui rentre dans les turbines. Calculer la valeur de $P_{C_{eau}}$ et commenter le résultat obtenu.



3. Étude électrique

Consommation électrique des foyers français.

De la cafetière à la machine à laver en passant par le sèche-cheveux, la télévision et la lumière, l'électricité donne vie à la maison et se retrouve dans toutes les pièces. [...].

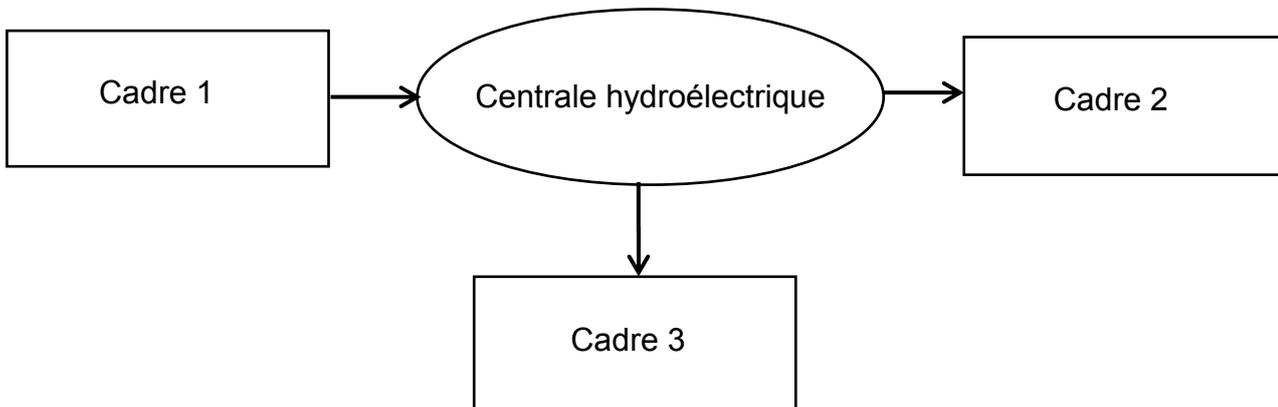
L'électricité constitue donc un poste de dépenses d'énergie majeur. D'après l'analyse de marché de détail de l'électricité produite par la Commission de Régulation de l'Énergie au quatrième semestre 2016, plus de 32 millions de sites résidentiels avaient accès à l'électricité, pour une consommation annuelle totale de 158,6 TW.h. En 2017, la consommation électrique française atteint environ 4 710 kW.h par foyer (le foyer est le lieu où habite une famille).

Source : d'après <https://particuliers.engie.fr>

Données :

- 1 TW.h = 1×10^{12} W.h ;
- 1 kW.h = $3,6 \times 10^6$ J.

3.1. Sans recopier la chaîne énergétique ci-dessous, donner la forme d'énergie à faire apparaître dans chaque cadre numéroté de 1 à 3. Pour cela, indiquer sur la copie le numéro du cadre et lui associer une forme d'énergie.



3.2. Étant une source de production d'électricité d'appoint, la centrale fonctionne pendant une durée d'environ $\Delta t' = 3\,500$ h par an. Déterminer l'énergie électrique $E_{él}$, en kW.h produite annuellement par cette centrale.

3.3. Déterminer le nombre de foyers que cette centrale peut approvisionner annuellement. Commenter.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

PARTIE B

Teneur en fer d'un produit phytosanitaire (10 points)

Les feuilles de certaines plantes comme celles des vignes, des rosiers, des pêchers peuvent parfois jaunir tout en gardant des nervures bien vertes. C'est le signe que ces plantes souffrent de chlorose ferrique. Le fer, comme le magnésium, le manganèse ou le zinc sont essentiels à la synthèse de la chlorophylle, et les plantes les puisent dans le sol. Lorsque ces éléments manquent, la chlorophylle n'est plus synthétisée et les feuilles perdent leur couleur verte.

Il est possible de lutter contre la chlorose ferrique grâce à des moyens biologiques ; l'utilisation d'un purin d'ortie peut y contribuer par exemple.

Il est aussi possible d'utiliser des produits phytosanitaires commerciaux. La teneur en fer d'un produit phytosanitaire anti-chlorose est indiquée sur son emballage : 6,0 % en masse.

L'objectif de cet exercice est d'envisager un titrage par spectrophotométrie adapté au contrôle de qualité de ce produit.

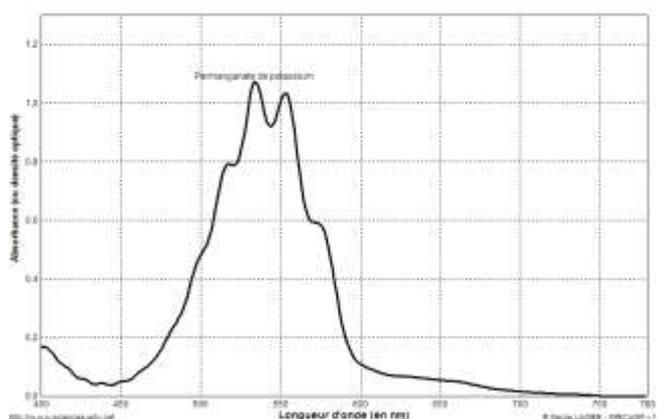
Données :

Masse molaire atomique du fer : $M_{\text{Fe}} = 56,0 \text{ g.mol}^{-1}$

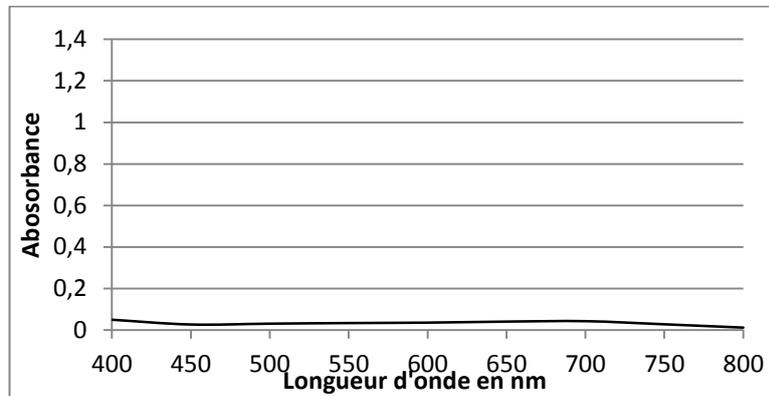
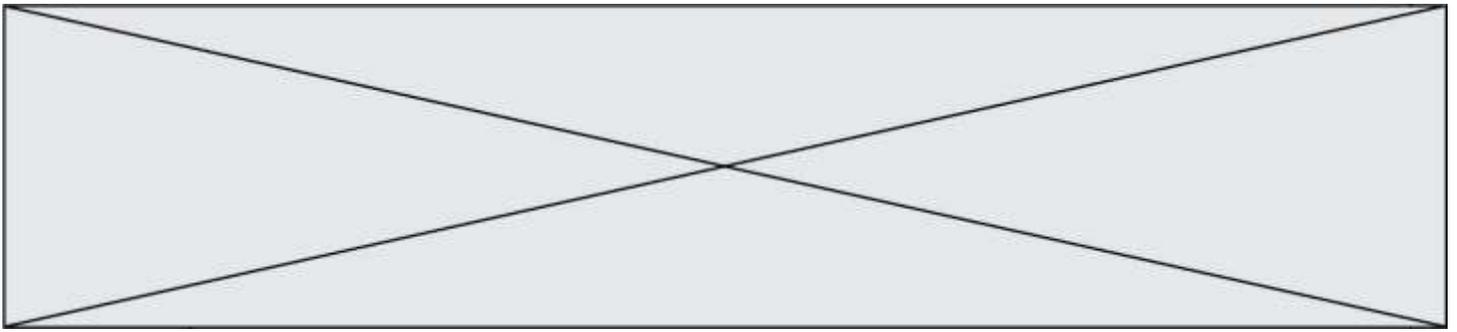
Couples oxydant/réducteur : $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ (incolore) ; $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{SO}_4^{2-}$ (incolore) ;

Fe^{3+} (orange pâle)/ Fe^{2+} (vert pâle)

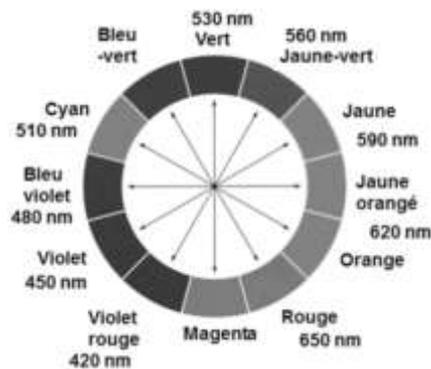
Spectre d'absorption d'une solution de permanganate de potassium de concentration $2,5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.



Spectre d'absorption d'une solution de peroxydisulfate de potassium de concentration $2,5 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$



- Cercle chromatique



- Tests caractéristiques des ions Fe^{2+} et Fe^{3+} avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium

ions	couleur	Ajout de quelques gouttes de solution d'hydroxyde de sodium
Fe^{2+}	Vert à peine perceptible	Précipité vert d'hydroxyde de fer II
Fe^{3+}	Rouille à peine perceptible	Précipité rouille d'hydroxyde de fer III

1. Choix du réactif titrant.

Pour réaliser le titrage des ions ferreux, Fe^{2+} , contenus dans un produit phytosanitaire destiné à lutter contre la chlorose ferrique, on dispose de deux solutions titrantes possibles :

- Une solution de peroxydisulfate de potassium acidifiée ($\text{K}^+_{(aq)} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}_{(aq)}$) de concentration $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$
- Une solution de permanganate de potassium acidifiée ($\text{K}^+_{(aq)} + \text{MnO}_4^-_{(aq)}$) de concentration molaire $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

Les ions peroxydisulfate comme les ions permanganate réagissent en solution aqueuse avec les ions Fe^{2+} . Un test avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, après réaction entre les ions Fe^{2+} et les ions $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ou MnO_4^- , conduit au même précipité rouille d'hydroxyde de fer III.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

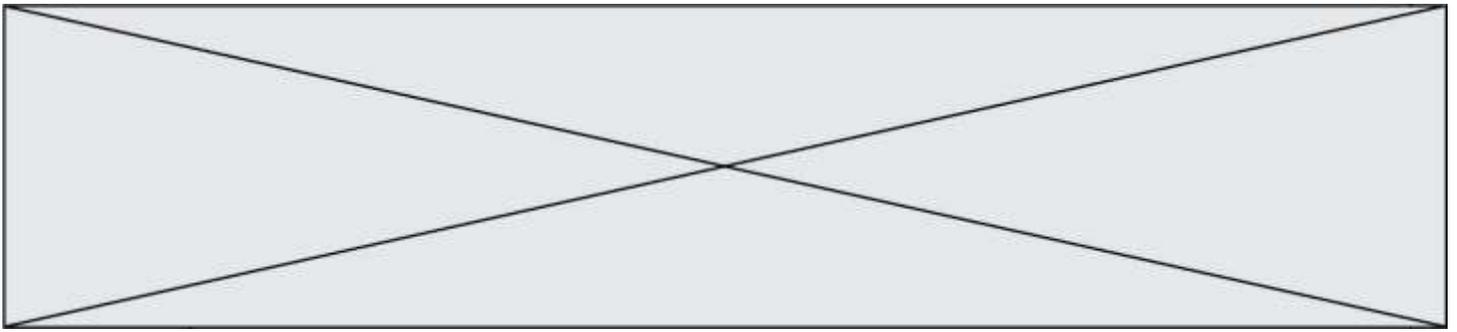
1.1

- 1.1. Préciser la nature de la transformation chimique qui se produit quand on mélange des ions Fe^{2+} et des ions peroxodisulfate $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ d'une part ou permanganate MnO_4^- d'autre part, que le test avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium met en évidence.
- 1.2. Écrire les équations des réactions modélisant les transformations chimiques mettant en jeu :
- les ions Fe^{2+} et les ions $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ d'une part,
 - les ions Fe^{2+} et les ions MnO_4^- d'autre part.
- 1.3. Montrer, en vous référant à la couleur de chaque solution titrante, qu'il est plus judicieux de choisir la solution de permanganate de potassium pour réaliser le titrage des ions ferreux contenus dans le produit phytosanitaire, la coloration due aux ions ferreux (Fe^{2+}) ou ferrique (Fe^{3+}) en solution aqueuse étant très peu perceptible.
- 1.4. Définir l'équivalence d'un titrage.

2. Mise en œuvre du titrage



- 2.1. La solution de permanganate de potassium étant trop concentrée, il est nécessaire de la diluer 5 fois avant de l'utiliser pour le titrage. Choisir, dans la liste de matériel proposé (photographie ci-dessus), la verrerie adaptée à cette dilution. Justifier.
- 2.2. Expliquer pourquoi certaines verreries sont associées à des capacités notées 100 mL, 50 mL, 10 mL, et d'autres à des capacités de 100,0 mL, 50,0 mL, 10,0 mL.
- 2.3. Le produit phytosanitaire se présente sous la forme d'une poudre. Afin de réaliser le titrage, on dissout 100,0 g de produit dans de l'eau et on complète avec de l'eau de façon à obtenir 1,0 L de solution.
- 2.3.1. On prélève 10,0 mL de cette solution qu'on introduit dans un erlenmeyer. Dans la liste de matériel proposée ci-dessus, choisir la verrerie utilisée pour prélever ces 10,0 mL.



2.3.2. Schématiser et légender le montage utilisé afin de réaliser le titrage.

3. Exploitation du résultat du titrage

3.1. Le titrage est réalisé plusieurs fois. On note V_E , le volume de solution de permanganate de potassium versé pour atteindre l'équivalence pour chaque titrage réalisé. Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant :

Mesure	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V_E en mL	11,0	10,6	10,4	10,6	10,8	10,5	10,7	10,9	11,2	11,0

3.1.1. L'incertitude-type $u(V_E)$, de type A, sur cette série de mesures est égale à 0,080 mL. Écrire le résultat de la mesure pour V_E .

3.1.2. Une autre méthode de détermination de l'incertitude-type sur le volume équivalent aurait pu être prise en compte. Préciser sa nature.

3.1.3. Déterminer la teneur en masse d'ions ferreux présente dans l'échantillon de 10,0 mL de solution titrée prélevé.

3.2. Un titrage par spectrophotométrie peut-il être adapté au contrôle de la teneur en fer du produit phytosanitaire indiquée sur l'emballage ?