

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

#### Une odeur de soufre dans l'air (10 points)

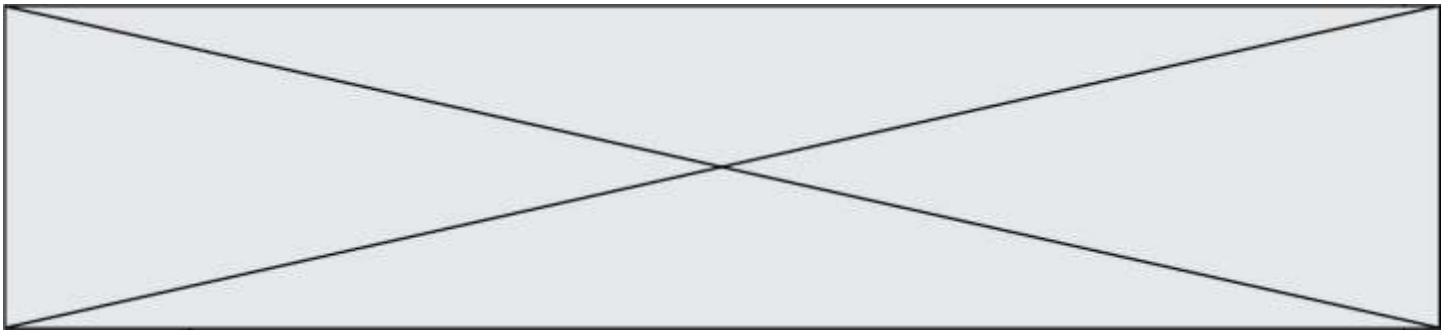
Des algues provenant de la haute mer s'échouent sur les côtes martiniquaises. Ces algues ne sont pas toxiques en elles-mêmes. Mais elles meurent une fois échouées sur les plages. Des dégagements importants de gaz sont produits lors de leur décomposition, notamment du sulfure d'hydrogène  $H_2S$ , qui provoquent des nuisances olfactives et des troubles sanitaires.



Selon les doses, les effets peuvent être une irritation des yeux (conjonctivite, gêne à la lumière vive) et des voies respiratoires (rhinite, enrrouement, toux, douleur thoracique, etc). Les personnes asthmatiques y sont particulièrement sensibles, ainsi que les jeunes enfants et les femmes enceintes.

<https://www.martinique.ars.sante.fr/les-algues-sargasses-une-nouveau-phenomene-sanitaire>

On se propose d'étudier la structure la molécule de sulfure d'hydrogène ainsi que ses propriétés et de les comparer à celles d'autres molécules connues.



## Données

Tableau périodique des éléments et échelle d'électronégativité de Pauling

<https://fr.wikipedia.org/wiki/électronégativité>

Table de données pour la spectroscopie infrarouge

| Liaison                | Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> ) | Intensité              |
|------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| O–H alcool             | 3200–3400                         | forte                  |
| N–H amine              | 3100–3500                         | moyenne                |
| C <sub>tri</sub> –H    | 3000–3100                         | moyenne                |
| C <sub>tét</sub> –H    | 2800–3000                         | forte                  |
| O–H acide carboxylique | 2500–3200                         | forte à moyenne, large |
| S–H                    | 2550–2620                         | moyenne                |
| C=O ester              | 1700–1740                         | forte                  |
| C=O aldéhyde ou cétone | 1650–1730                         | forte                  |
| C=O acide carboxylique | 1680–1710                         | forte                  |
| N–H amine ou amide     | 1560–1640                         | forte                  |

C<sub>tri</sub> signifie que l'atome de carbone est trigonal, c'est-à-dire relié à trois voisins.

C<sub>tét</sub> signifie que l'atome de carbone est tétragonal, c'est-à-dire relié à quatre voisins.

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

## Énergies de liaison

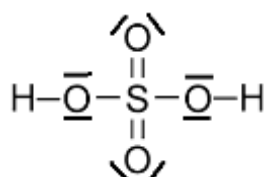
| Liaison | Energie (kJ.mol <sup>-1</sup> ) |
|---------|---------------------------------|
| O=O     | 500                             |
| H-S     | 350                             |
| C=O     | 800                             |
| O-H     | 450                             |
| S=O     | 550                             |

- L'oxygène, le soufre et le sélénium appartiennent à la même colonne du tableau périodique.
  - Établir le schéma de Lewis de la molécule de sulfure d'hydrogène, H<sub>2</sub>S, et proposer une géométrie de cette entité. Justifier votre raisonnement.
  - La molécule de sulfure d'hydrogène est-elle polaire ? Justifier votre réponse.
- La solubilité d'une espèce chimique est la concentration maximale de cette espèce que l'on peut dissoudre dans l'eau. Elle dépend de la température. Le tableau ci-dessous indique la solubilité du gaz H<sub>2</sub>S dans l'eau, ainsi que celles d'autres espèces chimiques à la pression atmosphérique et à une température de 25°C.

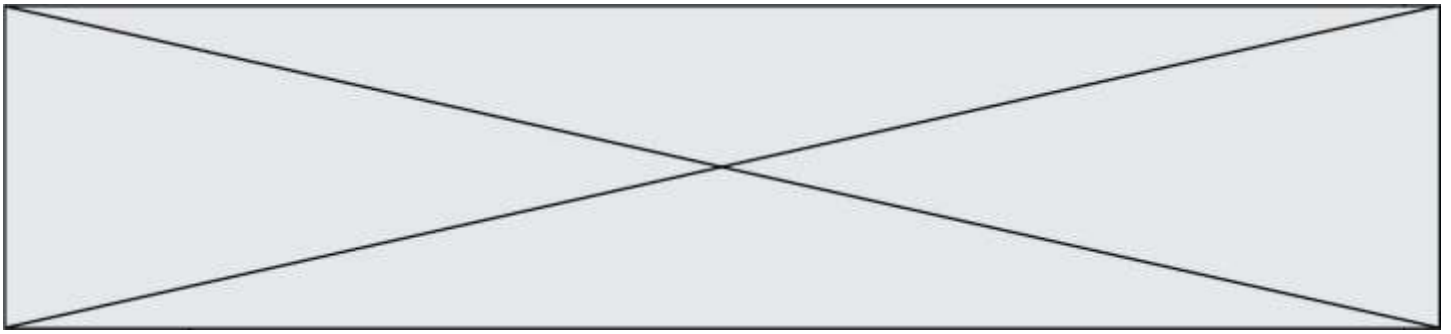
| Nom de l'espèce chimique | Formule chimique | Solubilité (en mol.L <sup>-1</sup> ) |
|--------------------------|------------------|--------------------------------------|
| diiode                   | I <sub>2</sub>   | 1,3 x 10 <sup>-3</sup>               |
| sulfure d'hydrogène      | H <sub>2</sub> S | 2,5                                  |
| ammoniac                 | NH <sub>3</sub>  | 50                                   |

Proposer une interprétation pour expliquer l'évolution de la solubilité dans l'eau des espèces chimiques ci-dessus. Une argumentation détaillée est attendue.

- Des détecteurs de sulfure d'hydrogène ont été placés aux abords des rivages où s'échouent les sargasses. Certains de ces détecteurs contiennent des cellules électrochimiques. Il s'agit de capteurs dont le principe de fonctionnement repose sur une transformation chimique modélisée par une réaction d'oxydo-réduction ; le sulfure d'hydrogène y est oxydé par le dioxygène de l'air. Les couples oxydants-réducteurs mis en jeu sont les suivants : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>S et O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>
- On propose ci-dessous le schéma de Lewis de la molécule d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

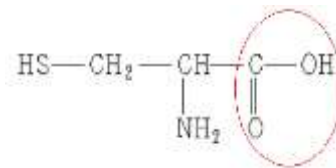


[https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Sulfuric\\_acid\\_lewis.png](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Sulfuric_acid_lewis.png)

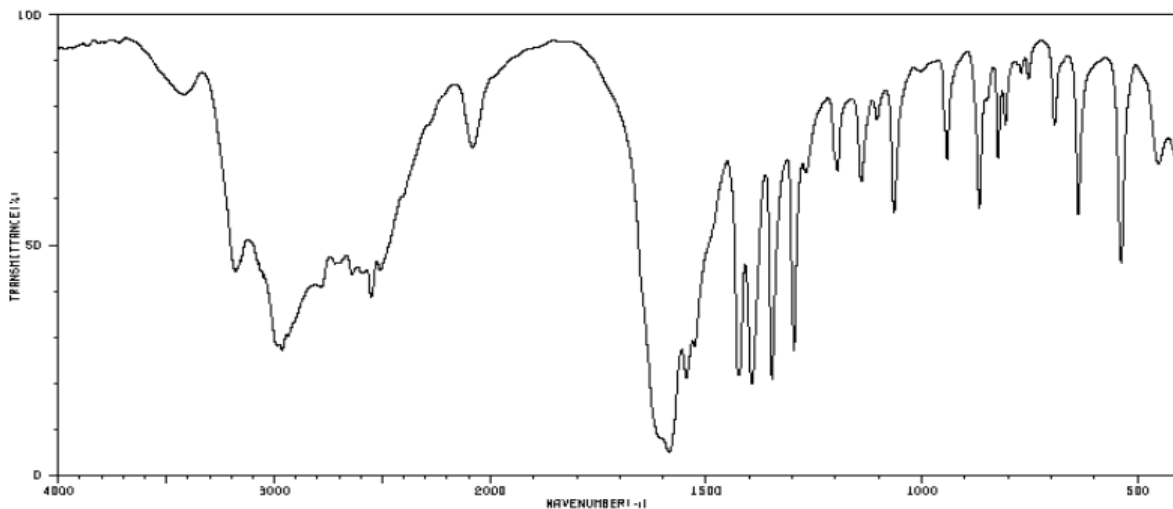


- 3.1. En comparant les schémas de Lewis des molécules de sulfure d'hydrogène  $H_2S$  et d'acide sulfurique  $H_2SO_4$ , indiquer quelle est la particularité de l'atome de soufre dans la molécule d'acide sulfurique.
- 3.2. Montrer que l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique au sein du capteur est la suivante :  $H_2S + 2 O_2 \rightarrow H_2SO_4$ .

4. Le sulfure d'hydrogène produit lors de la décomposition des algues provient de la dégradation d'un acide aminé, la L-Cystéine dont la formule semi-développée est représentée ci-contre.



- 4.1. À quelle famille de composés est associé le groupe caractéristique entouré sur la formule de la L-Cystéine ?
- 4.2. Les groupes caractéristiques présents dans cette molécule peuvent être identifiés grâce à la spectroscopie infrarouge (I.R.).  
Justifier ce spectre reproduit puisse correspondre à la L-Cystéine.



[https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/direct\\_frame\\_top.cgi](https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/cgi-bin/direct_frame_top.cgi)

5. De nombreuses solutions sont envisagées afin de traiter les sargasses collectées après chaque échouage. Notamment, la combustion des algues afin de produire de l'énergie électrique.

<https://martinique.ademe.fr/sites/default/files/situation-perspectives-valorisation-sargasses.pdf>

L'un des inconvénients de la combustion de la sargasse est que le sulfure d'hydrogène et son produit de combustion, le dioxyde de soufre,  $SO_2$ , réagissent avec les métaux et forment des produits noirs à leur surface.

- 5.1. Sachant que l'eau est l'autre produit de la combustion de  $H_2S$ , écrire l'équation de la réaction modélisant la combustion du sulfure d'hydrogène dans l'air.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

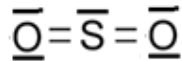
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

5.2. A partir des données, évaluer l'énergie molaire de la combustion du sulfure d'hydrogène. Le schéma de Lewis du dioxyde de soufre est représenté ci-dessous.



5.3. Cette transformation est-elle endothermique ou exothermique ? Justifier votre réponse.

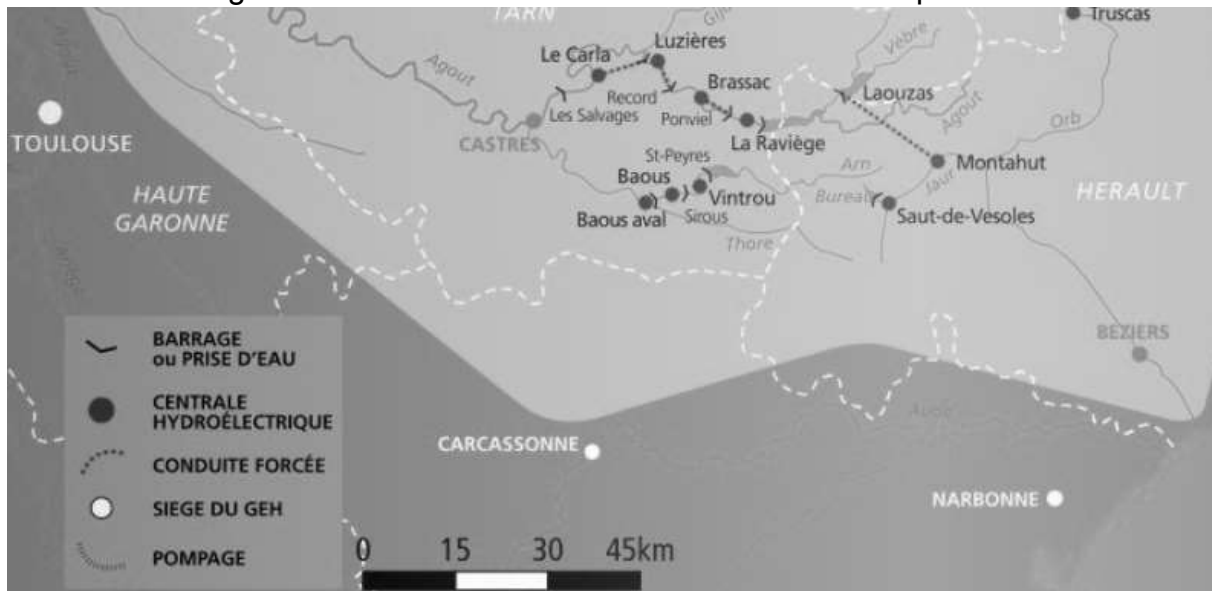
## PARTIE B

### 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](http://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>

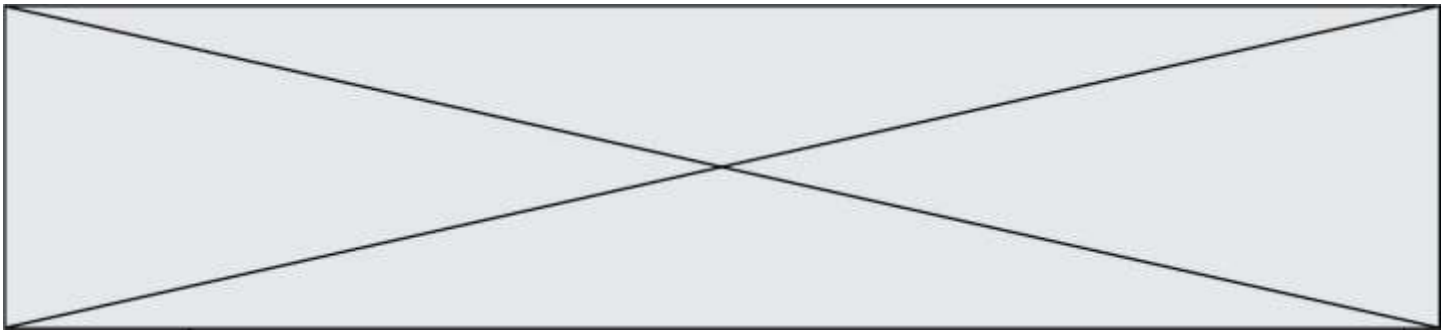
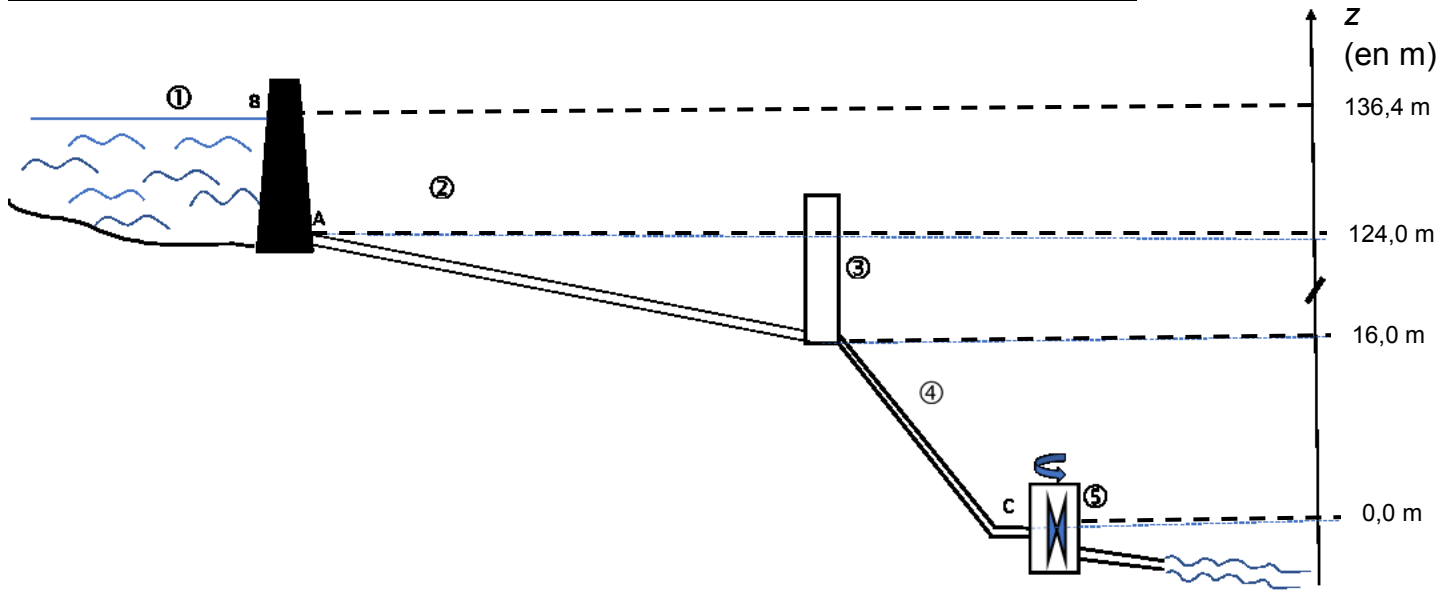


Schéma simplifié en coupe de l'ensemble barrage-centrale sans souci d'échelle



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 ;
  - $\rho$  : 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.

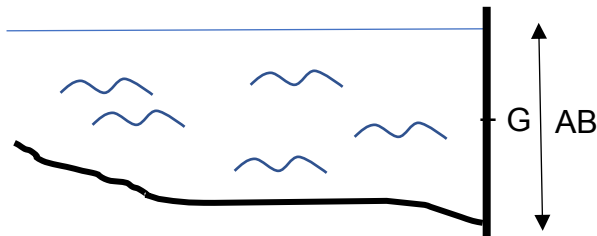


Schéma n°1 : barrage vu en coupe

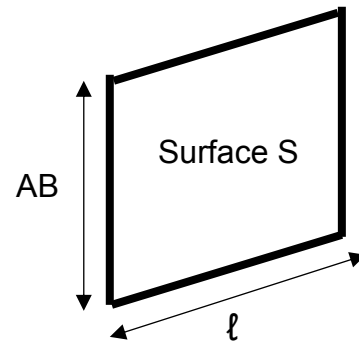
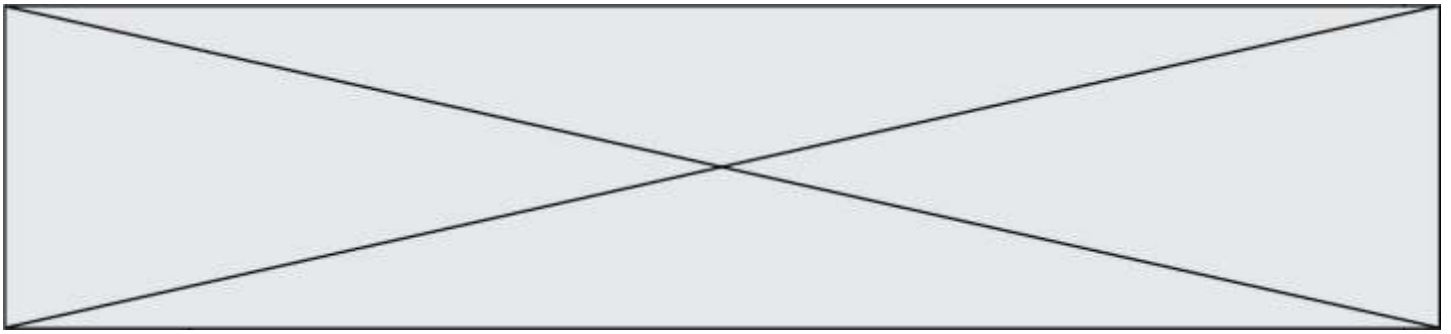


Schéma n°2

## 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. [...].

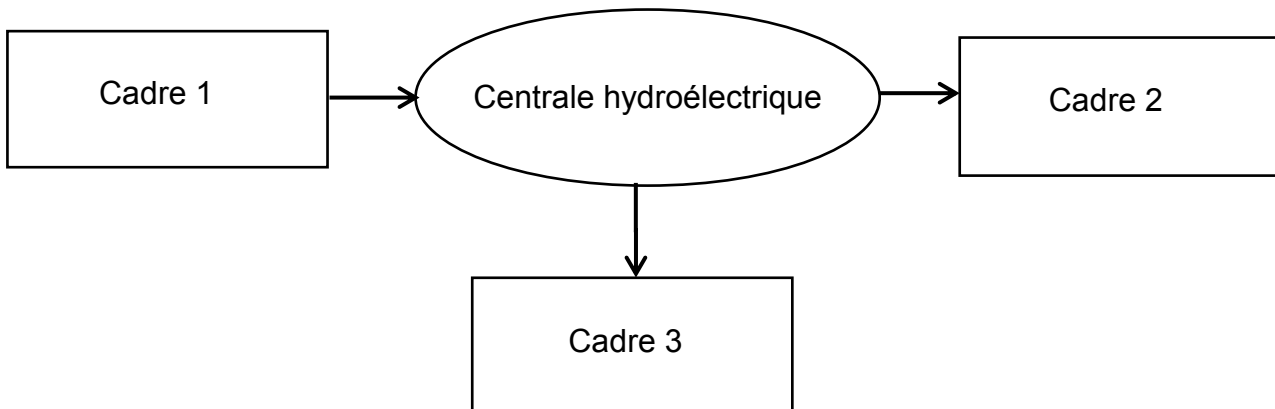
L'électricité constitue donc un poste de dépenses d'énergie majeur. D'après l'analyse de marché de détail de l'électricité produite par la Commission de Régulation de l'Énergie au quatrième semestre 2016, plus de 32 millions de sites résidentiels avaient accès à l'électricité, pour une consommation annuelle 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 =  $1 \times 10^{12}$  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.