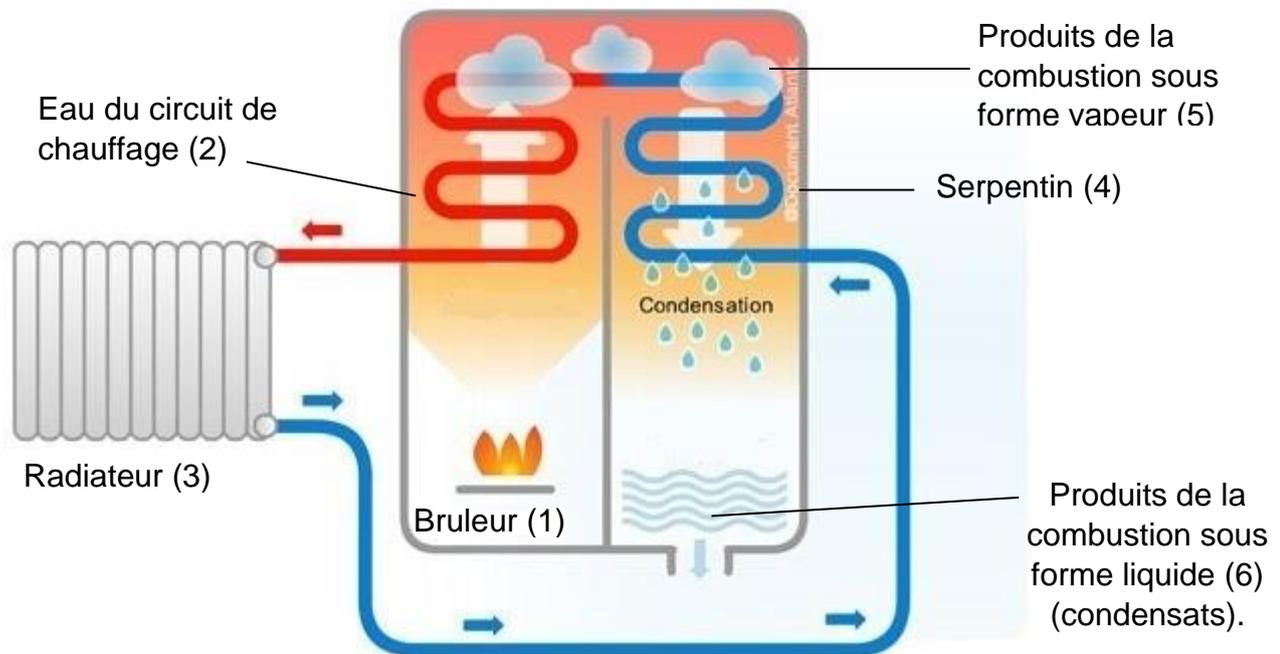






Dans le brûleur (1), la combustion du gaz naturel permet de transférer de l'énergie à l'eau du circuit de chauffage (2). Cette eau, après avoir alimenté les radiateurs (3), circule dans un serpentin (4) mis en contact avec les produits de la combustion du gaz naturel (5). Ces produits se condensent au contact de l'eau froide et les condensats produits dans la chaudière (6) sont ensuite rejetés à l'égout. La condensation étant un phénomène exothermique, de l'énergie thermique est ainsi fournie à l'eau du circuit de chauffage.



Principe de fonctionnement d'une chaudière à condensation.

D'après <https://ma-maison-eco-confort.atlantic.fr/>

**Données :**

- le « gaz naturel » est principalement constitué de méthane ;
- énergies molaires des liaisons en  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

liaison	C-H	C=O (dans $\text{CO}_2$ )	O=O	O-H
énergie de liaison ( $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ )	411	795	494	459

- masses molaires atomiques en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  : H :  $1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ; C :  $12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ; O :  $16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- numéros atomiques : H : 1 C : 6 O : 8 ;
- la valeur de l'énergie libérée par la condensation d'un gramme d'eau est : 2,3 kJ ;
- masse volumique de l'eau liquide :  $\rho = 1,0 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$ .

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 :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

**1.1.** Écrire l'équation de la réaction modélisant la combustion du gaz naturel dans le dioxygène. La formule du méthane est  $\text{CH}_4$  et les produits de combustion sont le dioxyde de carbone et l'eau.

**1.2.** Établir le schéma de Lewis des molécules de dioxyde de carbone et d'eau.

**1.3.** À partir du tableau donnant les valeurs des énergies de liaison, calculer celle de l'énergie molaire de réaction de la combustion du gaz naturel dans le dioxygène et justifier du caractère exothermique de la transformation. En déduire que le pouvoir calorifique du méthane est d'environ  $50 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ .

**1.4.** Calculer l'énergie thermique libérée au cours de la combustion de 100 g de méthane. Montrer qu'au cours de cette combustion il se forme 225 g de vapeur d'eau.

**1.5.** On fait l'hypothèse que toute la vapeur d'eau formée lors de la combustion se condense et que seule l'énergie libérée lors de la condensation de l'eau est récupérée. Calculer la valeur de l'énergie associée à la condensation de la vapeur d'eau formée pour 100 g de méthane puis montrer que l'utilisation de cette énergie permet de réaliser un gain maximal d'environ 10 % en énergie.

## 2. Eau chaude sanitaire

Dans ce logement l'eau chaude sanitaire est fournie par chauffe-eau qui fonctionne à l'électricité. Le principe est simple : une résistance électrique placée dans le cumulus chauffe l'eau jusqu'à une température définie appelée température de consigne.

Les caractéristiques techniques du chauffe-eau indiquées par le constructeur sont en partie reproduites :

Capacité	Tension de fonctionnement	Puissance	Temps de chauffe <sup>(1)</sup>
150 L	230 V	1800 W	5 h 15

(1) Le temps de chauffe est indiqué pour une eau dont la température initiale est de  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  et la température finale de  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### Données :

- L'énergie thermique  $E$  nécessaire pour élever la température d'une masse  $m$  d'eau liquide de  $\Delta T$  est donnée par la relation  $E = m \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta T$  où  $c_{\text{eau}}$  est la capacité thermique massique de l'eau ( $c_{\text{eau}} = 4,18 \times 10^3 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ) ;
- masse volumique de l'eau  $\rho = 1,00 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$  ;
- $\Theta(^\circ\text{C}) = T(\text{K}) - 273$  ;  $1,0 \text{ J} = 3,6 \text{ kWh}$  ;  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ .

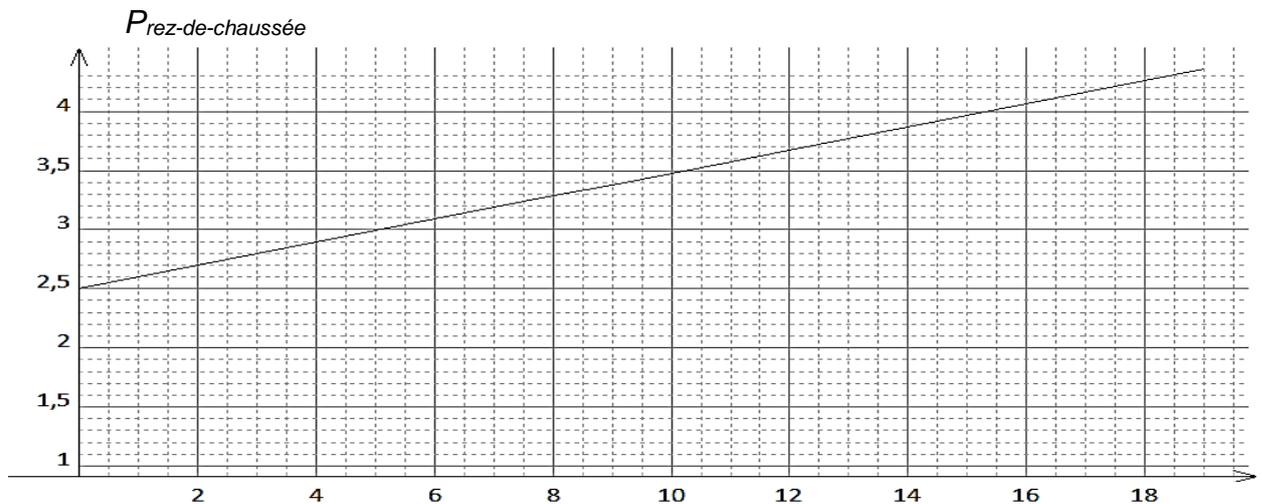
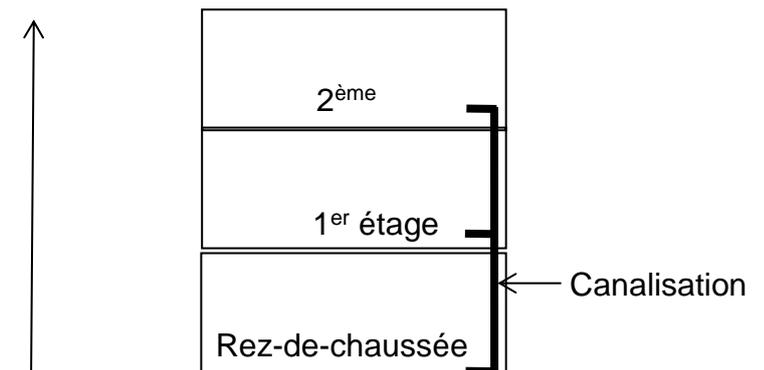
**2.1.** Nommer le phénomène physique qui permet le chauffage de l'eau dans le cumulus. Déterminer la valeur de la résistance chauffante du cumulus.

**2.2.** À l'aide des caractéristiques techniques du constructeur et des données, calculer la valeur de l'énergie thermique nécessaire à l'élévation de la température de la totalité de l'eau du cumulus.



**2.3.** Utiliser la puissance du chauffe-eau pour en déduire la durée nécessaire à cette élévation de température. Comparer à la valeur indiquée par le constructeur et proposer une explication à une éventuelle différence.

Le cumulus est installé au rez-de-chaussée d'une maison de deux étages (schéma ci-contre). Le graphe ci-dessous indique la pression minimale de l'eau en sortie du cumulus en fonction de l'altitude  $z$  du point de distribution de l'eau chaude. Pour un fonctionnement correct l'eau doit arriver au point de distribution avec une pression minimale de 2,50 bar.



Pression de l'eau en sortie de cumulus en fonction de l'altitude de la distribution

**2.4.** Commenter l'allure du graphe puis l'utiliser pour estimer la pression minimale de l'eau en sortie du cumulus nécessaire à la distribution d'eau chaude dans une maison de deux étages.

## PARTIE B

### Photographie argentique noir et blanc (10 points)

La photographie ci-dessous représente la statue de la Liberté, l'un des monuments les plus célèbres des États-Unis. Cette statue est située à New York sur l'île Liberty Island. Le monument, mesurant 93,0 mètres du sol jusqu'à la pointe de la torche, fut

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 :  /  /

 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

construit en France et offert par le peuple français, en signe d'amitié entre les deux nations, pour célébrer le centenaire de la Déclaration d'indépendance américaine.



D'après <http://images.4ever.eu/batiments/statue-de-la-liberte-170506>

### Partie 1 : distance de prise de vue et taille de l'image

L'appareil photographique qui a réalisé le cliché ci-dessus est constitué d'une pellicule photosensible dont la zone exposée à la lumière a pour dimensions (24,0 mm × 36,0 mm) et d'un objectif équivalent à une lentille convergente de distance focale image  $f' = 5,00$  cm. Le photographe se situe à 250 m de la statue de la Liberté. On peut modéliser la prise de vue à l'aide du schéma de situation présenté en annexe (page 4). On précise que ce schéma n'est pas à l'échelle.

- 1.1 Identifier sur ce schéma en **annexe (page 4) À RENDRE AVEC LA COPIE**, le foyer image  $F'$ , le foyer objet  $F$  et le centre optique  $O$ .
- 1.2 Compléter ce schéma en construisant l'image  $A'B'$  de la statue de la Liberté modélisée par  $AB$ , à l'aide d'au minimum deux rayons lumineux particuliers.
- 1.3 Citer deux adjectifs appropriés qui qualifient l'image.
- 1.4 Montrer, qu'en réalité, l'image de la statue de la Liberté se forme au voisinage immédiat du foyer image de la lentille.
- 1.5 Vérifier, par le calcul, que le grandissement vaut  $- 2,00 \times 10^{-4}$ .
- 1.6 Expliquer si la statue de la Liberté peut apparaître en entier sur la pellicule.  
*Le candidat est invité à présenter son raisonnement de manière claire et ordonnée. Toute tentative de réponse, même incomplète, sera valorisée.*

#### Données :

- relation de conjugaison pour une lentille mince  $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'} = \frac{1}{f'}$  ;
- grandissement  $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$

### Partie 2 : révélation de la pellicule photosensible

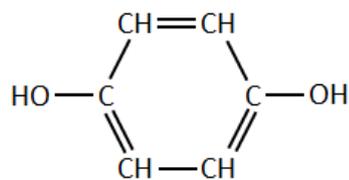
La pellicule photographique utilisée pour ce cliché contient quelques milligrammes de microcristaux de bromure d'argent  $AgBr(s)$ , constitués d'ions  $Ag^+$  et  $Br^-$ . Lors d'une



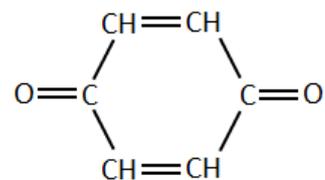
prise de vue, sous l'effet de la lumière, des ions bromure  $\text{Br}^-$  cèdent des électrons à des ions argent  $\text{Ag}^+$ , ce qui conduit la formation de quelques atomes d'argent  $\text{Ag}$  et contribuent à un noircissement localisé de la pellicule constituant ainsi l'image latente. Cette dernière reste invisible, même au microscope, car le nombre d'atomes d'argent formés est trop faible.

La révélation consiste à multiplier de façon le nombre d'atomes d'argent pour donner naissance au négatif en noir et blanc. L'un des révélateurs les plus utilisés est une solution aqueuse d'hydroquinone. Lors de la révélation, l'hydroquinone dissoute  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2(\text{aq})$  est transformé en benzoquinone  $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq})$ .

Ensuite, la pellicule ainsi traitée est plongée dans un bain d'arrêt qui a pour but de stopper la révélation, puis dans un fixateur qui stabilise l'image en la rendant insensible à la lumière par l'élimination du bromure d'argent qui n'a pas réagi.



hydroquinone



benzoquinone



**Négatif obtenu après révélation de la pellicule exposée à la lumière**

- 2.1** À l'aide d'un raisonnement qualitatif faisant intervenir notamment les ions argent, expliquer la raison pour laquelle les nuances de gris sont inversées entre le négatif noir et blanc et le paysage d'origine ?

On modélise la révélation par une réaction chimique.

- 2.2** Écrire la demi-équation électronique qui traduit la transformation de l'hydroquinone en benzoquinone.
- 2.3** Préciser, en justifiant la réponse, s'il s'agit d'une oxydation ou bien d'une réduction de l'hydroquinone.
- 2.4.** Vérifier que l'équation de la réaction d'oxydoréduction modélisant la révélation s'écrit :  $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2(\text{aq}) + 2 \text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{Ag}(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$ .

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 :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

On s'intéresse à la révélation de la pellicule de dimensions 24,0 mm × 36,0 mm qui a permis d'obtenir la photographie de la statue de la liberté. On estime que la pellicule comporte initialement 2,00 mg d'ions argent par cm<sup>2</sup>. Une fois la prise de vue réalisée, on fait tremper la pellicule dans un volume  $V = 50,0$  mL de bain révélateur. L'observation du négatif noir et blanc permet d'estimer que 40% de la surface de la pellicule a noirci pendant la révélation. On considère que les atomes d'argent qui constituent l'image latente sont négligeables par rapport à la quantité d'ions argent contenus dans la pellicule.

**2.5** Montrer que la quantité de matière d'ions argent  $n(\text{Ag}^+)$  qui réagissent pendant la révélation pour obtenir le négatif vaut de l'ordre de  $6 \times 10^{-5}$  mol.

**2.6** Quelle doit être la concentration minimale  $C$  en hydroquinone dans le révélateur pour atteindre cet objectif ?

*Le candidat est amené à prendre des initiatives. Tout raisonnement même incomplet sera pris en compte.*

Donnée : masse molaire atomique de l'argent :  $M = 107,9$  g·mol<sup>-1</sup> ;



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

### Partie 1 : questions 1.1 et 1.2

