

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2021

## SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, innovation et développement durable

### ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT

Durée de l'épreuve : **4 heures**

## PARTIE COMMUNE (12 points)

---

### Chaudière à granulés



## Partie 1 : le chauffage au bois permet-il de réduire les émissions de gaz à effet de serre ?

Question 1.1 | **Indiquer** quel combustible émet le plus de gaz à effet de serre en *kg.équivalent CO<sub>2</sub>/ MW·h utile*.

DT1 (feuillet 1/2)

Le fuel

Question 1.2 | **Indiquer** l'énergie la plus utilisée pour le chauffage des foyers français.

DT1 (feuillet 1/2)

L'électricité

Question 1.3 | **Recopier et compléter** le tableau ci-dessous. **Indiquer** l'énergie qui émet le plus de gaz à effet de serre pour le chauffage des foyers français en *kg.équivalent CO<sub>2</sub>/ MW·h utile*.

DT1

|                                                                                       | Gaz                         | Électricité                 | Fioul                       | Bois                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Part d'émission de gaz à effet de serre en <i>kg.équivalent CO<sub>2</sub> / MW·h</i> | $28,6 \% \times 222 = 63,5$ | $35,1 \% \times 180 = 63,2$ | $15,4 \% \times 466 = 71,8$ | $17,3 \% \times 37 = 6,4$ |

Le fioul est celle qui émet le plus de gaz à effet de serre *kg. équivalent CO<sub>2</sub> /MWh utile*.

Question 1.4 | **Calculer** le gain en Co2 si 100% du chauffage utilisait du bois. **Conclure** sur la pertinence de cette solution au regard de ce critère.

$$100\% \times 37 = 37 \text{ kg.équivalent CO}_2 / \text{MW}\cdot\text{h utile}$$

$$\text{Quantité totale actuelle : } 63,5 + 63,2 + 71,8 + 6,4 = 204,9 \text{ kg.équivalent CO}_2 / \text{MW}\cdot\text{h utile}$$

$$\text{Gain : } 204,9 - 37 = 167,9 \text{ kg.équivalent CO}_2 / \text{MW}\cdot\text{h utile}$$

Conclusion cette solution fait gagner 81% d'émission de CO<sub>2</sub> pour le chauffage domestique.

## Partie 2 : quel est l'impact du chauffage au bois sur les émissions de particules fines ?

---

Question 2.1 | **Indiquer** les risques pour la santé des particules PM10.

DT1 (feuille 1/2)

Risques augmentés pour : accidents cardiaques, cancer du poumon, cancer des sinus de la face, accidents vasculaires cérébraux.

Question 2.2 | **Donner** le pourcentage des émissions totales de PM10 liées à la combustion de bois par les ménages et le **comparer** avec celui du trafic routier.

DT1 (feuille 2/2)

$80\% \times 29\% = 23,2\%$  équivalent à celui du trafic routier (25%) pour l'île de France.

Question 2.3 | **Calculer** le pourcentage des émissions totales de PM10 liées à la combustion de bois de chauffage pour les ménages équipés de cheminées à foyer ouvert.

DT1 (feuille 2/2)

Les appareils à foyer ouvert *représentent 50% des émissions dues au chauffage au bois.*  
*C'est-à-dire  $23,2\% \times 50\% = 11,6\%$  du total*

Question 2.4 | **Evaluer** les conséquences du remplacement des appareils à foyer ouvert par un chauffage aux granulés sur le pourcentage des émissions totales de PM10. **Conclure** sur l'intérêt d'un chauffage bois aux granulés.

DT1 (feuille 2/2)

Le granulé de bois émet 8 fois moins qu'une cheminée à foyer ouvert

Ainsi, les émissions de PM10 d'un combustible à granulés ne représenteraient plus que  $11,6\% / 8 = 1,45\%$  soit un gain de 10 points environ sur les émissions du secteur résidentiel.

## Partie 3 : comment évaluer la consommation annuelle en granulés ?

---

Question 3.1 | Le tableau du DT2 indique la quantité d'énergie thermique dégagée par la combustion de différents types d'énergie. **Relever** le pouvoir calorifique inférieur (PCI) du fioul et des granulés de bois en précisant bien l'unité de produit correspondante.

DT2

PCI du fioul : 9,97 kWh pour un litre de fioul

PCI des granulés de bois : 4600 kWh pour une tonne de granulés

Question 3.2 | Sachant que la consommation actuelle de fioul domestique est de 1380 L par an, **calculer** la quantité d'énergie thermique  $E_T$  (en kWh) produite par l'ancienne chaudière, dont le rendement est de 75%.

$E_T = 0,75 \times 1380 \times 9,97 = 10318,95 \text{ kWh}$

Question 3.3 | **Relever** la valeur du rendement à charge partielle de la nouvelle chaudière à granulés.

DT3

**Calculer** la masse de granulés à stocker (en kg) pour alimenter la chaudière pendant une saison de chauffe afin de produire la même quantité d'énergie thermique  $E_T$ .

Rendement à charge partielle de la chaudière Euroclima 32 : 91%

$$E_T = 0,91 \times m_G \times 4600 \text{ donc } m_G = E_T / (0,91 \times 4600) = 2,465 \text{ tonnes} = 2465 \text{ kg}$$

Question 3.4 | **Calculer** le volume de granulés à stocker (en  $m^3$ ) pour alimenter la chaudière pendant une saison de chauffe.

DT4, DT5

**Justifier** le choix du silo proposé sur le document DT5.

Masse volumique des granulés :  $600 \text{ kg} \cdot m^{-3}$

$$\text{Donc } V_G = 2465 / 600 = 4,11 \text{ m}^3$$

Le silo proposé sur le document DT5 permet bien de stocker ce volume de  $4,1 \text{ m}^3$  (max  $4,6 \text{ m}^3$ ) et la masse correspondante de 2,47 tonnes (max 3,1 tonnes).

Question 3.5 | Le document technique DT6 donne l'évolution de la production et de la consommation de granulés de bois en France. **Déterminer** graphiquement ces deux valeurs pour l'année 2019.

DT6

**Expliquer** l'écart entre ces deux valeurs (production et consommation).

Consommation en 2019 : 1800 kTonnes = 1 800 000 tonnes (valeurs admises entre 1750 et 1850 Ktonnes)

Production en 2019 : 1650 kTonnes = 1 650 000 tonnes (valeurs admises entre 1600 et 1700 Ktonnes)

A la production française s'ajoute ce qui est importé de l'étranger. On exporte aussi un peu, mais moins que ce qui est importé. Cette différence entre les imports et les exports se retrouve entre ce qui est produit et consommé en France.

Question 3.6 | Sachant que la consommation annuelle moyenne de granulés pour un foyer est de 2,5 tonnes, **déterminer** le nombre de foyers qui auraient pu se chauffer avec des granulés produits en France en 2019.

DT6

$$\text{Nb de foyers} = 1650000 / 2,5 = 660\,000$$

Question 3.7 | En se basant sur l'ensemble des questions précédentes (parties 1 à 3), **Expliquer** les avantages et inconvénients d'une généralisation d'un chauffage par chaudière à granulés. **Citer** d'autres critères qu'il faudrait étudier pour conclure sur la pertinence de cette solution au regard du développement durable.

Avantage : diminution importante des gaz à effet de serre

Inconvénient : émet des particules fines, la production française est actuellement insuffisante mais en constante augmentation.

Critères à étudier au regard du DD : les coûts de cette solution, l'impact social, l'impact d'une surproduction de granulés sur la ressource en bois.

## Partie 4 : comment optimiser le fonctionnement de la chaudière ?

Question 4.1 | Sur le diagramme de blocs internes du DR1, **identifier** les flux suivants en **repassant sur les traits** avec les couleurs indiquées ci-dessous :  
DR1

- flux d'information : concernant la **température** en **bleu**
- flux de matière : concernant les **granulés** en **vert**
- flux d'énergie : en **orange** (ou jaune)

### Détermination de la puissance de chauffe nécessaire

Question 4.2 | **Déterminer** graphiquement la température eau départ chauffage  $\theta_{edc}$  qui permettra d'obtenir la température confort dans l'habitation (arrondir à la valeur entière supérieure) après 5 heures du matin.  
DT7

Pour une consigne  $\theta_{int} = 20^\circ\text{C}$  et  $\theta_{ext} = 7^\circ\text{C}$ , on relève sur la courbe de chauffe une température eau départ =  $42^\circ\text{C}$  ou  $43^\circ\text{C}$

Question 4.3 | **Calculer** la quantité de chaleur  $Q_E$  (en J) que devra fournir la chaudière afin d'obtenir la température « eau départ chauffage » désirée en sachant que la température « eau retour chauffage » est de  $23^\circ\text{C}$ .  
DT3

*Données* : la masse volumique de l'eau est de  $\rho = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  et sa capacité thermique de  $C = 4185 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ .

Il y a 90 L d'eau dans la chaudière (DT3)

$$Q_E = 90 \times 4185 \times (43-23) = 7,53 \cdot 10^6 \text{ J} \quad \text{ou} \quad Q_E = 90 \times 4185 \times (42-23) = 7,16 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Question 4.4 | **Calculer** la puissance de chauffe nécessaire  $P_c$  (en W) pour une montée en température de la chaudière jusqu'à  $\theta_{edc}$  en 10 minutes.

$$P_c = 7,53 \cdot 10^6 / (60 \times 10) = 12,6 \text{ kW} \quad \text{ou} \quad P_c = 7,16 \cdot 10^6 / (60 \times 10) = 11,9 \text{ kW}$$

## Détermination de la quantité optimale de granulés par cycle

Question 4.5 | **Convertir** la masse volumique des granulés en  $\text{g} \cdot \text{mm}^{-3}$  et en **déduire** la  
DT4 | masse maximale de granulés (en g) qui peuvent être amenés pour un tour  
de la vis de dosage.

Masse volumique des granulés :  $600 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$   
 $= 600 \cdot 10^3 \text{ g} / 10^9 \text{ mm}^3 = 0,6 \text{ g} / 10^3 \text{ mm}^3 = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ g} / \text{mm}^3$   
Volume de granulés pour 1 tour de vis  $V = 125 \text{ cm}^3 = 125 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$   
Masse de granulés pour un tour de vis :  $m = 0,6 \cdot 10^{-3} \times 125 \cdot 10^3 = 75 \text{ g}$

Question 4.6 | **Calculer** le nombre de tours effectués par la vis pour un cycle  
DT8 | d'alimentation en vous aidant de la documentation technique du  
motoréducteur.

Vitesse de rotation du moteur : 3 tours par minute, donc 3 tours en 60 sec, soit 1 tour en 20 sec.

Question 4.7 | Pour un temps de chauffe de 10 minutes, **calculer** la masse totale de  
granulés lorsque le débit moyen de granulés est de  $0,7 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$ . En **déduire**  
le nombre de cycles d'alimentation électrique du moteur.

Il faut  $0,7 \times 10 \times 60 = 420 \text{ g}$   
Le motoréducteur doit être commandé pour effectuer  $420/75 = 5,6$  tours en 10 min  
On prendra 6 tours en 10 min  
L'alimentation en granulés sera ainsi optimisée en commandant le nombre de cycle du  
motoréducteur

## Détermination du volume optimal d'air par cycle

Question 4.8 | **Relever** sur le DT9, le rapport  $\frac{A}{G}$  (masse Air / masse Granulés) pour la  
DT9 | valeur de référence  $\lambda_{\text{réf}} = 1,3$ . **Calculer** la masse d'air puis le volume d'air  
nécessaire à l'obtention de la combustion complète (pour un cycle de 20 s)  
sachant que la masse volumique de l'air est de  $\rho = 1,204 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Pour avoir  $\lambda_{\text{réf}} = 1,3$ , il faut le rapport  $\frac{A}{G} = 7,8$  (réponses admises entre 7,4 et 8)  
Pour une masse de granulés = 75g, il faut une masse d'air de  $75 \times 7,8 = 585 \text{ g}$   
Le volume d'air correspondant  $0,585 / 1,204 = 0,486 \text{ m}^3$

Question 4.9 | **Déduire** le débit d'air correspondant (en  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ) et **vérifier** la capacité du  
DT3 | moto-ventilateur à fournir ce débit.

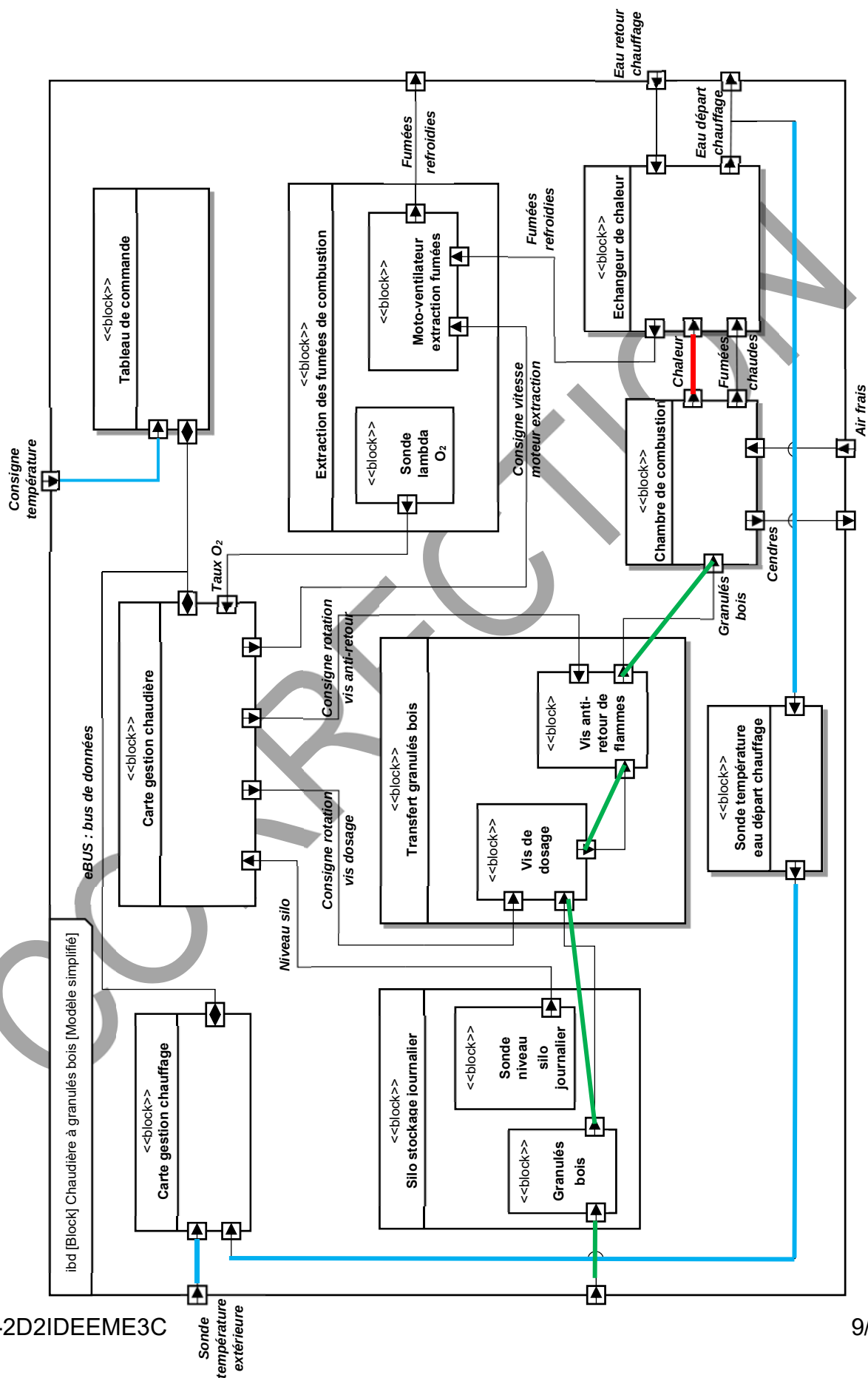
Débit d'air =  $V_{\text{air}} / \text{durée cycle} = 0,486 \times 3600 / 20 = 87,5 \text{ m}^3/\text{h}$   
D'après le DT3, le débit d'air maximum du moto-ventilateur la chaudière est de  $290 \text{ m}^3/\text{h}$   
donc il convient.

Question 4.10 | **Relever** les valeurs limites de lambda pour rester dans la zone idéale :  
DT9 |  $\lambda_{\text{mini}}$  et  $\lambda_{\text{maxi}}$ .

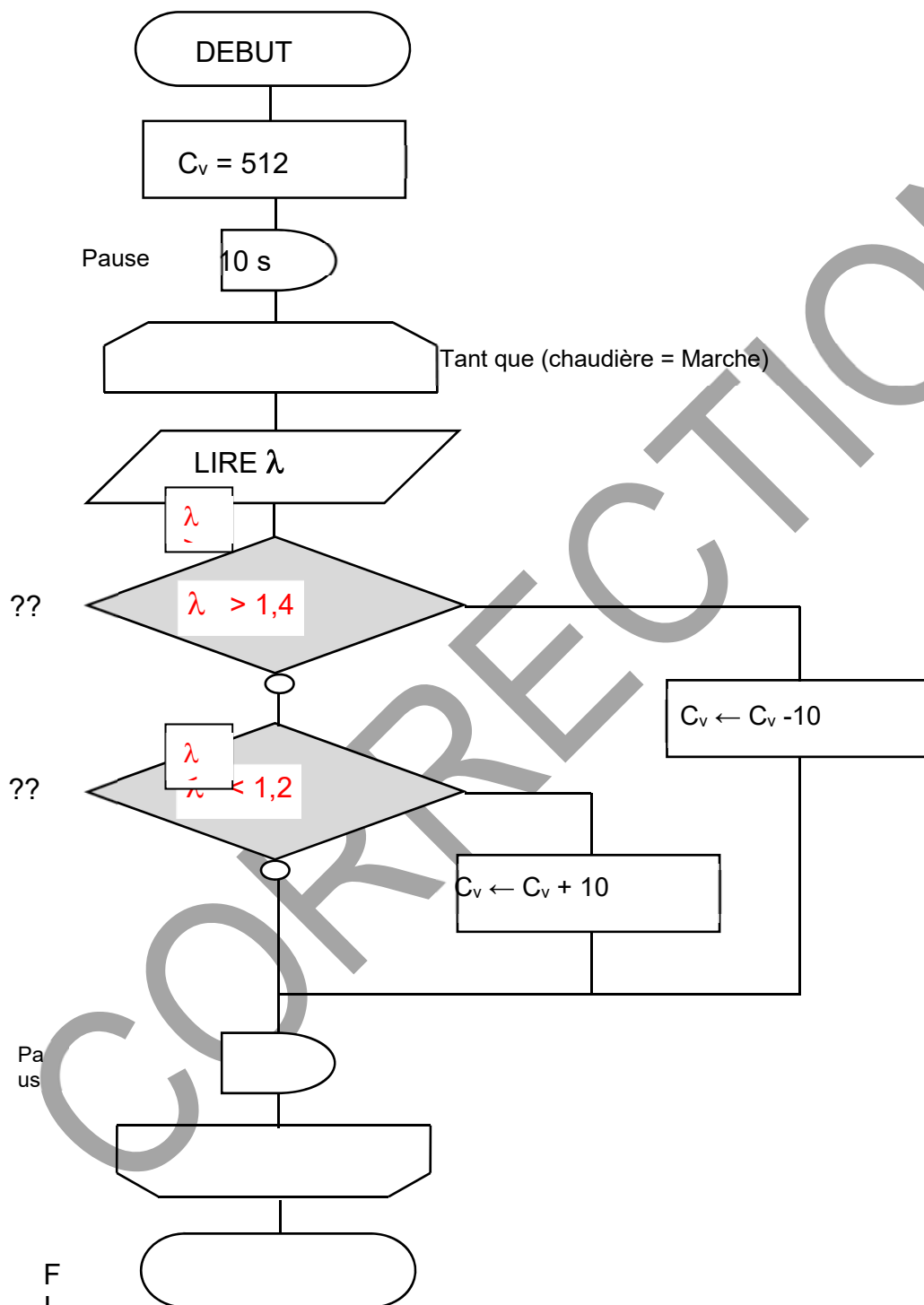
$\lambda_{\text{mini}} = 1,2$  et  $\lambda_{\text{maxi}} = 1,4$

Question 4.11 | **Compléter** sur le DR2 l'algorithme de traitement des informations du  
DR2 | microcontrôleur de sorte que la vitesse de rotation du moto-ventilateur  
s'adapte automatiquement pour fournir le volume d'air optimal.

CORRECTION



Algorithme de régulation du volume d'air



## **ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT**

### **Chaudière à granulés**



## Partie A : Quelle est la consommation énergétique de la chaîne de puissance liée à la vis de dosage ?

---

Question A.1 | Sur le diagramme I.B.D. du document réponse DRS1, **repasser en bleu** le flux d'énergie circulant lors du fonctionnement de la vis de dosage.

DRS1

**Voir DRS1**

Question A.2 | A partir des résultats de la simulation multi-physique, **calculer** le rapport de réduction et le rendement du réducteur programmés dans le modèle.

DTS3 – DTS10

### Calcul du rapport de réduction :

- La vitesse en sortie du moteur  $N_{\text{mot}} = 2914 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$  (à lire sur l'afficheur en sortie du moteur)
- La vitesse en sortie du réducteur  $N_{\text{red}} = 2,914 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$  (à lire sur l'afficheur en sortie du réducteur)
- Rapport de transmission :  $r = N_{\text{red}} / N_{\text{mot}} = \frac{2,914}{2914} = \frac{1}{1000} = 0,001$

### Calcul du rendement du réducteur :

- Puissance en entrée du réducteur (fournie par le moteur)  $W_{\text{mot}} = 30,51 \text{ W}$  (à lire sur l'afficheur en sortie du moteur)
- Puissance en sortie du réducteur  $W_{\text{red}} = 6,102 \text{ W}$  (à lire sur l'afficheur en sortie du moteur)
- Rendement du réducteur :  $\eta = P_{\text{red}} / P_{\text{mot}} = \frac{6,102}{30,51} = 0,2 = 20 \%$

Question A.3 | A la lecture des données constructeur (DTS1), **conclure** sur la modélisation du réducteur.

DTS1

Le rapport de transmission donné par le constructeur est  $\frac{1}{1000}$ .

Le rapport de transmission calculé à partir de la simulation est  $\frac{1}{1000}$ .

Les deux valeurs du rapport de réduction sont identiques.

Le rendement du réducteur donné par le constructeur est de 25%.

Le rendement calculé à partir du modèle simulé est de 20%.

Il y a donc un écart entre le modèle simulé et les données du constructeur de 20%

$$\left( \frac{25-20}{25} = 0,2 \right)$$

Question A.4 | À partir de la simulation multi-physique (DTS3), **relever** le couple en sortie du moteur ( $C_{\text{mot}}$ ) et l'intensité ( $I$ ) consommée par le moteur.

DTS3

- Le couple en sortie du moteur  $C_{\text{mot}} = 0,1 \text{ N}\cdot\text{m}$
- L'intensité consommée par le moteur  $I = 238,6 \text{ mA} = 0,2386 \text{ A}$

Question A.5 | À partir des courbes caractéristiques du moteur asynchrone (DTS2), **déterminer** l'intensité ( $I_{\text{const}}$ ) et le couple moteur ( $C_{\text{const}}$ ) lorsque le moteur tourne à la vitesse de  $2900 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$ .

DTS2

Pour une vitesse de  $2\,900 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$  :

- Le couple moteur  $C_{\text{const}} = 0,1 \text{ N}\cdot\text{m}$
- L'intensité  $I = 0,24 \text{ A}$  (accepter entre 0,22 et 0,26)

Question A.6 | **Comparer** les caractéristiques du constructeur avec les caractéristiques du modèle multi-physique et **conclure** sur la validité de ce modèle.

DTS2

Pour  $2900 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$

|           | Valeurs issues de la simulation | Valeurs issues des courbes caractéristiques | Ecart |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------------------|-------|
| Intensité | 0,2386 A                        | 0,24 A                                      | 1,5 % |
| Couple    | 0,1 N·m                         | 0,1 N·m                                     | 0 %   |

On constate que les valeurs issues de la simulation et celles issues des courbes constructeurs sont très proches.

On peut donc valider le modèle du moteur au regard de la vitesse, du couple et de l'intensité.

Question A.7 | A partir de la simulation multi-physique (DTS3), **déterminer** la durée d'un cycle d'alimentation (c'est-à-dire le temps que met la vis de dosage pour faire un tour).

DTS3

La durée d'un cycle est **20,664 s** cette valeur correspond à la position du curseur n°2 sur la courbe du nombre de tour de la vis de dosage en fonction du temps

Question A.8 | A partir de la simulation multi-physique (DTS3), **déterminer** la puissance électrique ( $P_{\text{elec}}$ ) et l'énergie électrique ( $W_{\text{elec}}$ ) consommée lors d'un cycle d'alimentation. Donner l'énergie en J puis en Wh

DTS3 – DTS10

La puissance électrique :  $P_{\text{elec}} = 41,16 \text{ W}$  A lire sur l'afficheur en entrée du moteur.

L'énergie électrique consommée est  $W_{\text{elec}} = 839,3 \text{ J}$  A lire sur la courbe de l'énergie électrique en fonction du temps (la valeur correspond à la position du curseur n°2) on peut accepter si l'élève fait  $W_{\text{elec}} = P_{\text{elec}} \cdot t = 41,16 \times 20,664 = 850 \text{ J}$

$$W_{\text{elec}} = 839,3 \text{ J} = \frac{839,3}{3\,600} = 0,233 \text{ Wh}$$

## Partie B : Est-ce intéressant d'un point de vue de l'efficacité énergétique de remplacer la chaudière au fioul domestique par la chaudière à granulés « Euroclima » ?

---

Question B.1

DRS2 – DTS10

**Compléter** le tableau (DRS2) **en calculant** les énergies électriques consommées par les différentes chaînes de puissance et d'information sur une journée. Puis **calculer** l'énergie journalière totale consommée par la chaudière ( $W_{\text{jour}}$ ).

Voir DRS2

Question B.2

**Calculer** la consommation électrique annuelle ( $W_{\text{année}}$ ) de la chaudière. **Indiquer** les deux chaînes (de puissance ou d'information) qui consomment le plus.

$W_{\text{année}} = N \cdot W_{\text{jour}}$  avec N le nombre de jours d'utilisation de la chaudière sur une année.  $W_{\text{année}} = 182 \times 1102 = 200\,564 \text{ Wh} = 200,6 \text{ KWh}$

Les chaînes qui consomment le plus : ventilateur d'extraction des fumées (768 Wh) et la platine de régulation électronique (264 Wh), car ils fonctionnent en continu.

Question B.3

DTS4

À partir des données de CALSOL, **déterminer** la température moyenne de l'air pendant la période de chauffage. **Conclure** sur la validité du scénario de chauffage donnée dans le document technique DTS4.

Température moyenne de l'air =  $\frac{6,6+4+2,6+4,1+6,7+9,5}{6} = 5,58 \text{ °C}$  faire la moyenne des températures entre novembre et avril

Ou Température moyenne de l'air =  $\frac{6,6 \times 30 + 4 \times 31 + 2,6 \times 31 + 4,1 \times 28 + 6,7 \times 31 + 9,5 \times 30}{30+31+31+28+31+30} = 5,58 \text{ °C}$  faire la moyenne des températures entre les jours de novembre et avril

Le scénario de chauffage prévoit une température de base de 5,58 °C. Cette température correspond à la température de l'air moyenne (5,58 °C).

La température de consignes en période normale est de 19°C. Cette température correspond à la température de confort.

La période de chauffage simulée va du 1<sup>er</sup> novembre au 30 avril. Cette période correspond à la période d'utilisation de la chaudière.

Le scénario de chauffage est donc validé.

Question B.4

DTS4 – DRS3

À partir des résultats de la simulation de chauffage (DTS4), **compléter** le tableau du document DRS3, **en relevant** l'énergie fournie par la combustion des granulés et l'énergie finale puis **en calculant** les pertes énergétiques.

Voir DRS3

Question B.5

DRS4

À partir des résultats précédents, **compléter** le diagramme de Sankey se trouvant sur le document DRS4.

**Voir DRS4**

Question B.6

**Déterminer** l'efficacité énergétique de la chaudière à granulés.

$$\begin{aligned}\text{Efficacité énergétique} &= \frac{\text{énergie thermique utile}}{\text{énergie thermique de combustion} + \text{énergie électrique}} \\ &= \frac{4\,147}{4\,704 + 200,6} = 0,85 = 85\%\end{aligned}$$

Question B.7

**Conclure** sur l'intérêt de remplacer la chaudière au fioul par la chaudière à granulés au regard de la problématique de cette partie.

L'efficacité énergétique de la chaudière à granulés (85 %) est supérieure à l'efficacité énergétique de la chaudière au fioul (70%). Il semble donc (au regard de l'efficacité énergétique) intéressant de remplacer la chaudière au fioul par la chaudière à granulés.

**Choix 1**

### Partie C : Comment choisir le modulateur DC/DC du chargeur de l'alimentation de secours ?

---

Question C.1

DRS5

Sur le diagramme I.B.D. de l'alimentation de secours, **repasser** en bleu la circulation du flux d'énergie lors de la recharge de la batterie.

**Voir DRS5**

Question C.2

DTS6

A partir des courbes de la simulation (DTS6), **donner** la tension maxi de VP<sub>2</sub> (VP<sub>2maxi</sub>). **Calculer** la tension efficace VP<sub>2efficace</sub>.

**La tension maxi de VP<sub>2</sub> : VP<sub>2maxi</sub> = 17 V (on accepte entre 16,8 et 17,2)**

**La tension efficace de VP<sub>2</sub> : VP<sub>2efficace</sub> = VP<sub>2maxi</sub> / √2 = 17 / √2 = 12 V**

Question C.3

DTS7

A partir des courbes de la simulation (DTS7), **donner** la tension  $VP_3$  en sortie du modulateur AC/DC. **Indiquer** si cette tension correspond à  $VP_{2maxi}$  ou  $VP_{2efficace}$ .

**La tension  $VP_3 = 17\text{ V}$  (on accepte entre 16,8 et 17,2) en continu. On constate que la valeur de  $VP_3$  correspond donc à la tension maxi de  $VP_2$  ( $VP_{2maxi}$ )**

Question C.4

DRS6

Sur le diagramme I.B.D. du chargeur de l'alimentation de secours, **compléter** les caractéristiques des énergies.  
*Utiliser la liste suivante : 12 V AC, 230 V AC et 17 V DC.*

**Voir DRS6**

Question C.5

DTS9 – DTS10

**Donner** la capacité ( $Q_{bat}$ ) et la tension ( $U_{bat}$ ) de la batterie à recharger. Puis **calculer** l'intensité de recharge ( $I_{bat}$ ), dans le cas d'une recharge complète de 10 heures.

- **La capacité de la batterie :  $Q_{bat} = 110\text{ Ah}$**
- **La tension aux bornes de la batterie :  $U_{bat} = 12\text{ V}$**
- **L'intensité de recharge  $I_{bat} = Q_{bat} / t = \frac{110}{10} = 11\text{ A}$**

Question C.6

DTS8

**Choisir** le modulateur DC/DC qui convient pour le chargeur.  
**Justifier** votre réponse.

**En sortie le modulateur DC/DC doit pouvoir supporter une intensité de 11 A :**

- **Le modulateur n°1 (Yosoo) supporte une intensité de 15 A > 11 A**
- **Le modulateur n°2 (LM2596HV) supporte une intensité de 3 A < 11 A**
- **Le modulateur n°1 est donc le seul à respecter cette contrainte**

**En sortie du modulateur DC/DC on souhaite une tension de 13,8 VDC :**

- **Pour le modulateur n°1 (Yosoo) la plage de tension en sortie est comprise entre 1 et 36V. La tension de 13,8 V est bien comprise dans cet intervalle.**
- **La plage de tension de sortie du modulateur n°1 convient**

**En entrée du modulateur DC/DC on souhaite une tension de 17 VDC**

- **Pour le modulateur n°1 (Yosoo) la plage de tension en entrée est comprise entre 8 et 55V. La tension de 17 V est bien comprise dans cet intervalle.**
- **La plage de tension en entrée du modulateur n°1 convient**

**Le modulateur qui répond le mieux à la problématique est donc le modulateur n°1 (Yosoo).**

## Choix 2

### Partie D : Comment assurer une autonomie d'utilisation de la chaudière de deux jours en cas de coupure de la ligne EDF ?

Question D.1  
DRS5

Sur le diagramme IBD, **repasser** en bleu la circulation du flux d'énergie lors de l'alimentation de la chaudière par la batterie.

Voir DRS5

Question D.2

**Calculer** l'énergie consommée en 2 jours ( $W_{2 \text{ jours}}$ ).

**L'énergie consommée en 2 jours est  $W_{2 \text{ jours}} = 2 \cdot W_{24h} = 2 \times 1000 = 2\,000 \text{ Wh}$**

Question D.3  
DTS10

À partir du rendement de l'onduleur, **calculer** l'énergie ( $W_{\text{conso}}$ ) que doit délivrer la batterie en 2 jours pour alimenter la chaudière.

**L'énergie délivrée par la batterie est  $W_{\text{conso}} = W_{2 \text{ jours}} / \eta = \frac{2000}{0,95} = 2\,105 \text{ Wh}$**

Question D.4  
DTS9 – DTS10

À partir du document technique, **donner** la tension ( $U_{\text{bat}}$ ) et la capacité ( $Q_{\text{bat}}$ ) de la batterie. **Calculer** la quantité d'énergie  $W_{\text{bat}}$  stockée dans la batterie.

- **La tension aux bornes de la batterie :  $U_{\text{bat}} = 12 \text{ V}$**
- **La capacité de la batterie :  $Q_{\text{bat}} = 110 \text{ A}\cdot\text{h}$**
- **L'énergie stockée dans la batterie :  $W_{\text{bat}} = Q_{\text{bat}} \cdot U_{\text{bat}} = 12 \times 110 = 1\,320 \text{ Wh}$**

Question D.5  
DTS9

**Conclure** sur la pertinence du choix de cette batterie au regard de la problématique de cette partie.

**L'énergie disponible dans la batterie (1 320 Wh) est inférieure à l'énergie nécessaire pour alimenter la chaudière à granulés pendant deux jours (2 105 Wh). Cette batterie ne permet donc pas d'assurer l'autonomie souhaitée dans la problématique de cette partie.**

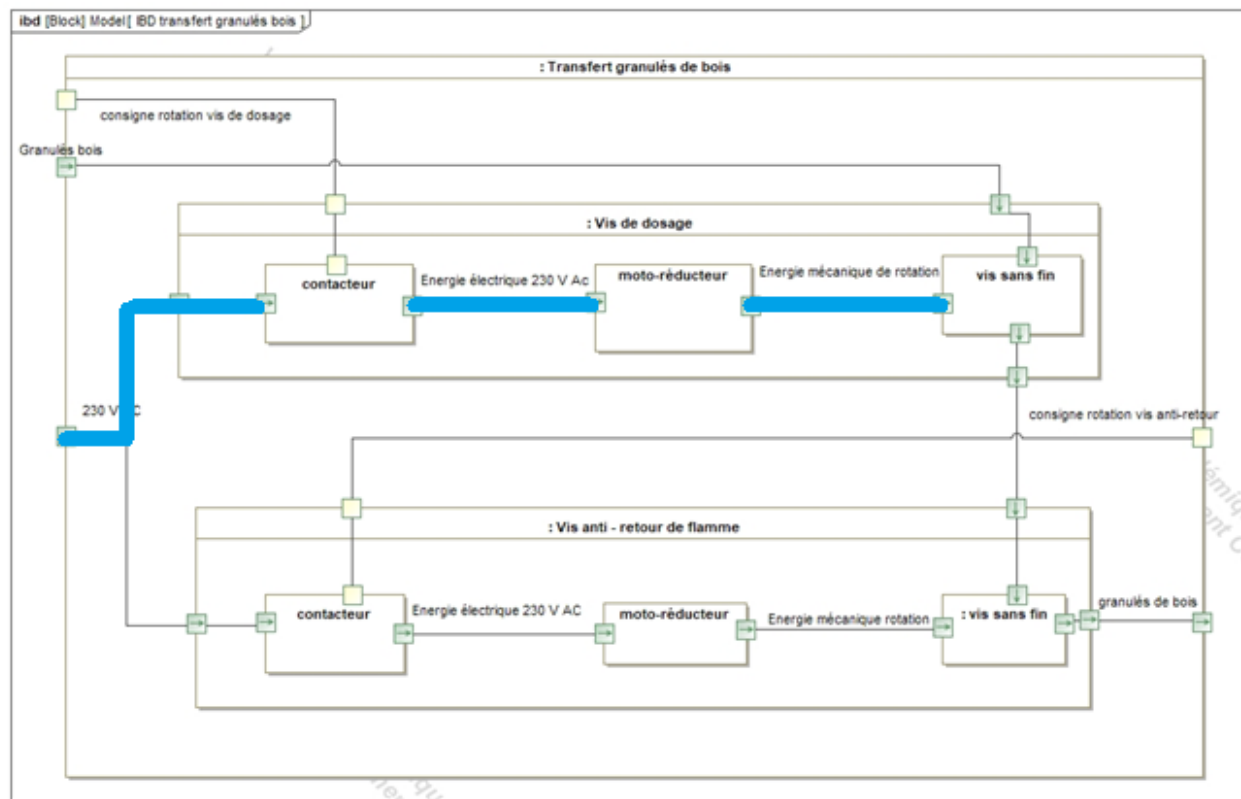
Question D.6

**Calculer** l'autonomie (T) énergétique de l'alimentation de secours si on utilise la batterie en option. **Conclure** sur l'intérêt d'utiliser la batterie en option au regard de la problématique de cette partie.

**L'autonomie est  $T = \eta \cdot W_{\text{disp}} / W_{24h} = \frac{0,95 \times 2\,208}{1000} = 2,1 \text{ jours}$  qui est supérieure à l'autonomie imposée par le cahier des charges. Au regard de l'autonomie imposé par le cahier des charges il est donc nécessaire de choisir la batterie proposée en option.**

## DRS1 : Diagramme I.B.D. du système de « transfert granulés de bois »

Question A.1



## DRS2 : Consommation électrique journalière de la chaudière

Question B.1

|                                                        | Puissance électrique | Durée d'utilisation journalière | Energie électrique consommée (en Wh) |
|--------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Turbine aspiration granulés                            | 1 200 W              | 3 minutes par jour              | $1200 \times \frac{3}{60} = 60$      |
| Chaine de puissance de la « vis de dosage »            | 40 W                 | 6 minutes par jour              | $40 \times \frac{6}{60} = 4$         |
| Chaine de puissance de la « vis de sécurité »          | 40 W                 | 6 minutes par jour              | $40 \times \frac{6}{60} = 4$         |
| Chaine de puissance de la « vis de décondrage »        | 40 W                 | 3 minutes par jour              | $40 \times \frac{3}{60} = 2$         |
| Ventilateur d'extraction des fumées                    | 32 W                 | En continu                      | $32 \times 24 = 768$                 |
| Platine régulation électronique (chaine d'information) | 11 W                 | En continu                      | $11 \times 24 = 264$                 |
| Energie journalière totale ( $W_{\text{jour}}$ ) :     |                      |                                 | 1 102                                |

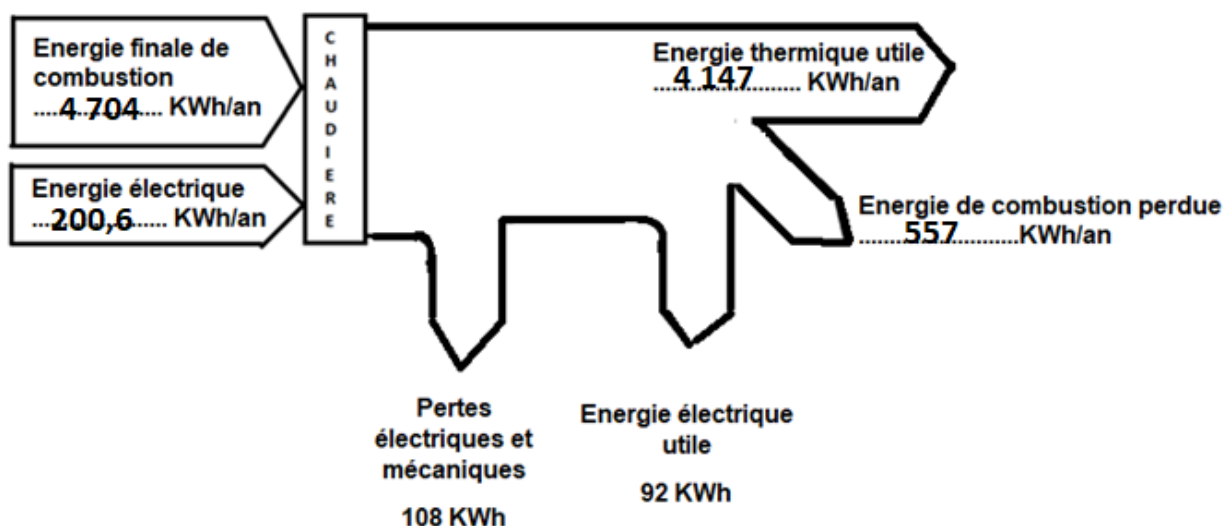
### DRS3 : Bilan énergétique du chauffage d'une maison

Question B.4

|                                                   | Energie en KWh/an       |
|---------------------------------------------------|-------------------------|
| Energie finale par la combustion des granulés :   | <b>4 704</b>            |
| Energie thermique utile pour chauffer la maison : | <b>4 147</b>            |
| Energie de combustion perdue :                    | $4\,704 - 4\,147 = 557$ |

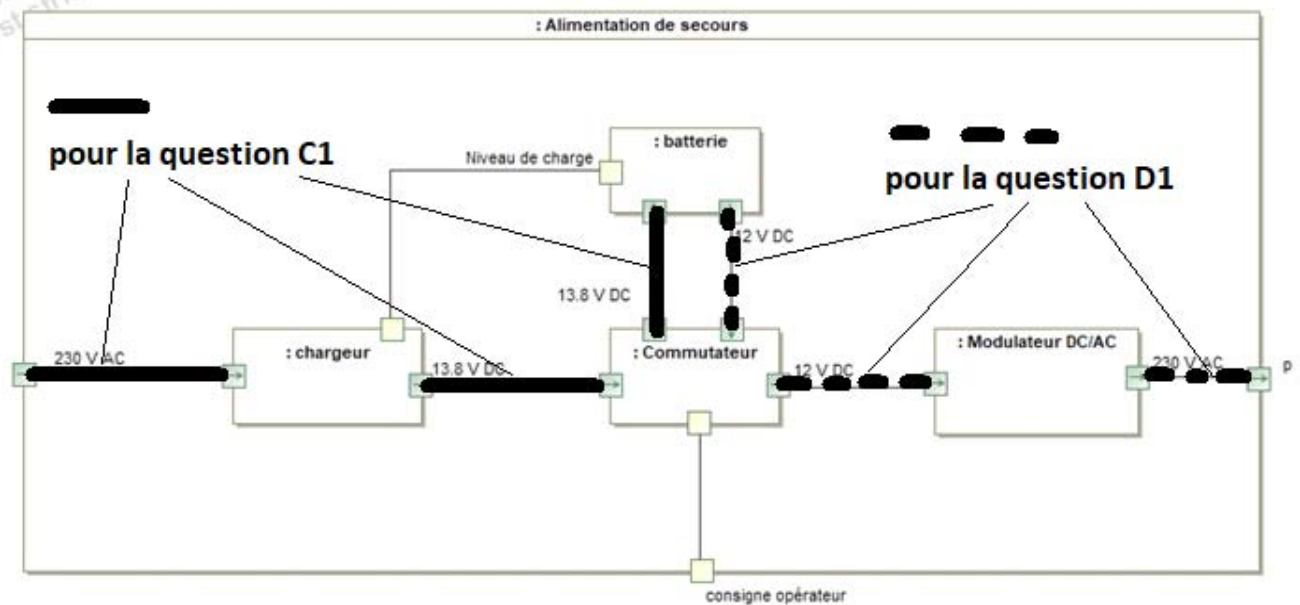
### DRS4 : Diagramme de Sankey

Question B.5



## DRS5 : Diagramme IBD de l'alimentation de secours

Question C.1 ou D.1



## DRS6 : Diagramme IBD du chargeur de l'alimentation de secours

Question C.4

