

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2021

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, innovation et développement durable

SYSTÈMES D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE

Durée de l'épreuve : **4 heures**

CORRECTION

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 $kg.équivalent\ CO_2 / MW\cdot h\ utile.$
DT1 (feuillelet 1/2)

Le fuel

Question 1.2 | **Indiquer** l'énergie la plus utilisée pour le chauffage des foyers français.
DT1 (feuillelet 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 $kg.équivalent\ CO_2 / MW\cdot h\ utile.$
DT1

	Gaz	Électricité	Fioul	Bois
Part d'émission de gaz à effet de serre en $kg.équivalent\ CO_2 / MW\cdot h$	$28,6\% \times 222 =$ 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 $kg. équivalent\ CO_2 / MWh\ utile.$

Question 1.4 | **Calculer** le gain en Co_2 si 100% du chauffage utilisait du bois. **Conclure** sur la pertinence de cette solution au regard de ce critère.

$$100\% \times 37 = 37\ kg.équivalent\ CO_2 / MW\cdot h\ utile$$

$$\text{Quantité totale actuelle} : 63,5 + 63,2 + 71,8 + 6,4 = 204,9\ kg.équivalent\ CO_2 / MW\cdot h\ utile$$

$$\text{Gain} : 204,9 - 37 = 167,9\ kg.équivalent\ CO_2 / MW\cdot h\ utile$$

Conclusion cette solution fait gagner 81% d'émission de CO_2 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 (feuillelet 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 (feuillelet 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 (feuillelet 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 (feuillelet 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%.

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

Question 3.3 |

DT3

Relever la valeur du rendement à charge partielle de la nouvelle chaudière à granulés.

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 : $600 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

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

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 θ_{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°C ou 43°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°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 θ_{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 masse maximale de granulés (en g) qui peuvent être amenés pour un tour de la vis de dosage.
DT4

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 d'alimentation en vous aidant de la documentation technique du motoréducteur.
DT8

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 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 $\rho = 1,204 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.
DT9

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 moto-ventilateur à fournir ce débit.
DT3

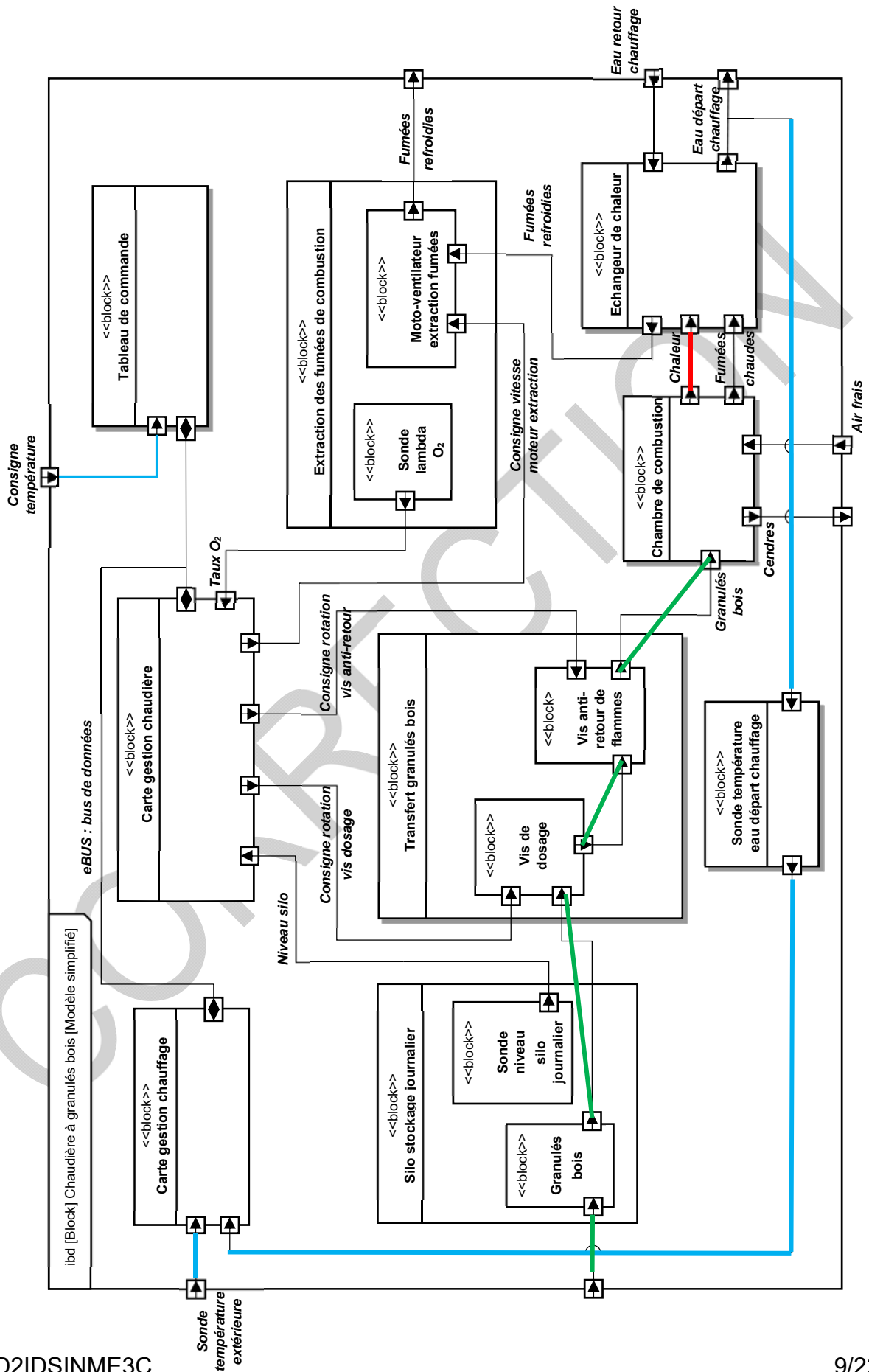
Débit d'air = $V_{\text{air}}/\text{durée cycle} = 0,486 \times 3600/20 = 87,5 \text{ m}^3/\text{h}$
D'après le DT3, le débit d'air maximum du moto-ventilateur la chaudière est de $290 \text{ m}^3/\text{h}$ donc il convient.

Question 4.10 | **Relever** les valeurs limites de lambda pour rester dans la zone idéale :
DT9 | λ_{mini} et λ_{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



SYSTÈMES D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE

Chaudière à granulés



Travail demandé

PARTIE A : Peut-on obtenir 6 mesures de consommation différentes par jour pour un débit moyen de 0,7g/s ?

Question A.1 DTS2 **Expliquer** comment, à partir de la déformation d'un capteur de pesage équipé de jauges de contrainte, on obtient un signal électrique proportionnel à la charge appliquée.

Lorsque le capteur de pesage se déforme, les jauges de contraintes collées sur celui-ci se déforment. Leurs déformations entraînent une variation de leurs résistances électriques. A partir de ces variations de résistance, on obtient un signal électrique proportionnel à la charge appliquée.

Question A.2 A l'aide des hypothèses ci-dessus, **donner** l'expression littérale permettant de calculer la charge équivalente C_{capteur} (en kg) à laquelle est soumise un capteur sous le pied 1 ou le pied 2 en fonction de $m_{\text{granulés}}$ et m_{silo} .

Réaliser l'application numérique.

La masse du silo et de sa structure se répartit équitablement sur les 4 pieds
La masse de granulé se répartit uniquement sur les 2 pieds 1 et 2.
D'où $C_{\text{capteur}} = (m_{\text{silo}} / 4) + (m_{\text{granulés}} / 2) = (240 / 4) + (3000 / 2) = 1560\text{kg}$

Question A.3 Les capacités nominales disponibles pour les capteurs de pesage sont : 300kg, 500kg, 1000kg ou 2000kg. **Justifier** l'utilisation de 4 capteurs de pesage de capacité nominale de 2000kg pour mesurer la masse de l'ensemble (granulés + silo et sa structure).

La capacité nominale immédiatement supérieure à 1560 kg pour les capteurs est 2000kg.

Question A.5 DTS3 La tension $V_{\text{IN}+} - V_{\text{IN}-}$ délivrée par un capteur de pesage dépend de sa tension d'alimentation. Le DTS3 indique la caractéristique $V_{\text{IN}+} - V_{\text{IN}-}$ en fonction de la masse mesurée et pour différentes tensions d'alimentation du capteur. **Indiquer** la tension $(V_{\text{IN}+} - V_{\text{IN}-})_{\text{nominal}}$ délivrée par le capteur pour sa capacité nominale de 2000kg si la tension d'alimentation est $U_{\text{alim}} = 10\text{V}$. On donnera cette valeur en mV.

Pour $U_{\text{alim}} = 10\text{V}$, on lit $(V_{\text{IN}+} - V_{\text{IN}-})_{\text{nominal}} = 20\text{mV}$

Question A.6

DRS1

Les Convertisseurs Analogiques Numériques (CAN) sont intégrés à une carte Arduino. Les entrées analogiques de l'Arduino acceptant des tensions comprises entre 0 et 5V, **justifier** l'utilisation d'un amplificateur en sortie de chaque capteur de pesage.

La tension en sortie de chaque amplificateur est donnée par :

$$U_0 = (V_{IN+} - V_{IN-}) \times G \quad G \text{ étant le gain de l'amplificateur.}$$

Calculer le gain G des amplificateurs pour obtenir une tension de 5V sur une entrée analogique de l'Arduino pour la tension nominale $(V_{IN+} - V_{IN-})_{\text{nominal}}$ délivrée par un capteur.

Tension de sortie (20mV) trop faible pour les entrées analogiques

$$G = \frac{U_0}{V_{IN+} - V_{IN-}} = \frac{5}{20 \cdot 10^{-3}} = 250$$

Question A.7

DTS4

A l'aide du document technique DTS4, **calculer** le quantum (résolution) du CAN. Le quantum est la tension minimale détectable par le CAN (correspondant à N = 1). On choisira une tension pleine échelle de 5V et on précise que n = 10 bits pour une entrée analogique d'un Arduino Uno.

Tension pleine échelle obtenue pour N = $2^{10} - 1 = 1023$

$$\text{quantum} = \frac{5}{1023} = 4,888mV$$

Question A.8

Quels que soient les résultats précédents, on considèrera que la valeur de masse de granulés est donnée par :

$$m_{\text{granulés}} = 400 \times U_0 \quad (\text{avec } U_0 = \text{tension en sortie d'un amplificateur en V})$$

A partir du quantum déterminé précédemment, **calculer** la masse minimale m_{mini} détectée par le CAN pour un capteur puis pour 4 capteurs $m_{4\text{mini}}$.

$$m_{\text{mini}} = 400 \times 4,888 \times 10^{-3} = 1,955 \text{ kg pour un capteur}$$

$$\text{Pour 4 capteurs : } m_{4\text{mini}} = 4 \times m_{\text{mini}} = 7,82 \text{ kg}$$

Question A.9

Si on considère un débit moyen de granulés de 0,7g/s, **calculer** le temps mis pour consommer la masse $m_{4\text{mini}}$ de granulés (en heures).

$$t = \frac{9180}{0,7} = 13114s = 3,64h$$

Question A.10

Conclure sur la possibilité de respecter la problématique de la partie A avec cette chaine d'information.

En étudiant les résultats précédents, pour obtenir une meilleure précision sur l'acquisition de la masse de granulés, **indiquer** quel est l'élément de cette chaine d'information à modifier en priorité (entre les capteurs de pesage, les amplificateurs ou les CAN). **Justifier** votre réponse.

On veut 6 mesures différentes par jour pour un débit de 0,7g/s, donc une mesure toutes les 4h. La chaîne d'information permet une discrimination toutes les 3,64h donc possible.

Les capteurs de poids permettent une précision de 1,36kg alors que les CAN ne permettent que 7,82kg. Il faudrait donc des CAN avec n plus grand. Par exemple, avec 12 bits, on obtiendrait une masse minimale détectable de 1,95kg pour 4 capteurs soit une mesure possible toutes les 1,3h en tenant compte de la précision des capteurs.

Choix 1 :

PARTIE B : Comment vérifier la bonne réception de la valeur de la masse de granulés par le serveur ?

- Question B.1
DRS2
- Bien lire l'algorithme donné sur le DRS2 qui permet de calculer la masse nette de granulés dans le silo (*masseGranulesFloat*). **Compléter** alors la ligne 17 de cet algorithme en utilisant les noms de variables données dans celui-ci.
- masseGranulesFloat ← somme * NversM - tare*
- Question B.2
- Donner** la valeur de *masseGranulesInt* calculée par l'algorithme précédent si les valeurs numériques présentes en sorties des CAN sont :
- $N_1 = 307$ $N_2 = 276$ $N_3 = 317$ $N_4 = 245$
- masseGranulesInt = INT((307+276+317+245)×1,955 – 240) = INT(1998,475) = 1998 kg*
- Question B.3
DTS5
DTS7
DTS8
- Sur le DTS7, la requête HTTP avec la méthode GET a été capturée (trame n°310). La partie basse de la capture donne cette trame en hexadécimal et en ASCII. Le code ASCII de la valeur du paramètre *masse* a été masquée par 4 points d'interrogations correspondants aux 4 codes hexadécimaux encadrés. A l'aide de la table ASCII donnée en DTS8, **déterminer** les 4 caractères du paramètre *masse* et donc la valeur transmise.
- Code ASCII = 31 39 39 38 soit les caractères 1998*
- Question B.4
DTS7
- La trame n°312 sur le DTS7 correspond à la réponse à cette requête. **Conclure** sur la bonne transmission de la masse de granulés vers le serveur.
- Le code d'erreur renvoyé suite à cette requête est 200 OK, la requête s'est donc exécutée correctement.*

Choix 2 :

PARTIE C : Comment gérer la transmission d'information au sein de la chaudière ?

Question C.2

DRS3

Le chronogramme ci-dessus est un enregistrement de l'émission de la valeur de la température eau de départ chauffage (θ_{edc}).

Donner la valeur binaire de cette température. **Convertir** cette valeur en hexadécimal et en décimal. **Compléter** alors le DRS3.

Octet émis : $0b00101010 = 0x2A = 42$

Question C3

DRS3

En examinant le chronogramme ci-dessus, **indiquer** le nombre de bits nécessaires à l'émission d'un caractère (dont la longueur utile est de un octet).

En déduire le nombre de bits nécessaires à l'émission des 3 trames (1: *Demande d'informations*, 2 : *Envoi d'informations* et 3 : *Fin de transmission* du DRS3).

Calculer la durée totale de la communication depuis l'émission de la requête (1) jusqu'à la fin de l'émission de la trame de fin de transmission (3).

Pour émettre un caractère d'un octet, il faut 10 bits. La trame de requête comporte 9 octets, celle de réponse 13 octets, celle de fin de transmission 11 octets. Donc au total 33 octets. Il faudra donc $10 \times 33 = 330$ bits pour les 3 trames.

La vitesse de transmission étant de 2400 bits/s la durée totale sera : $330/2400 = 0,1375 \text{ s} = 137,5 \text{ ms}$

Question C4

En examinant le nombre de paramètres transmis par la trame de réponse et au regard de la question précédente, **conclure** sur le choix de cette technologie de transmission pour gérer les échanges d'informations au sein de la chaudière.

Ce bus permet de transmettre en une seule requête 5 paramètres en un temps très court largement compatible avec la commande de la chaudière.

PARTIE D : Comment suivre la consommation énergétique du chauffage de l'habitation ?

Question D.2	Déterminer l'adresse IP (en hexadécimal puis en notation décimale pointée) et l'adresse MAC de l'appareil ayant exécuté la requête en vue de connaître la masse de granulés restant. Donner son nom.
DTS5	
DTS6	

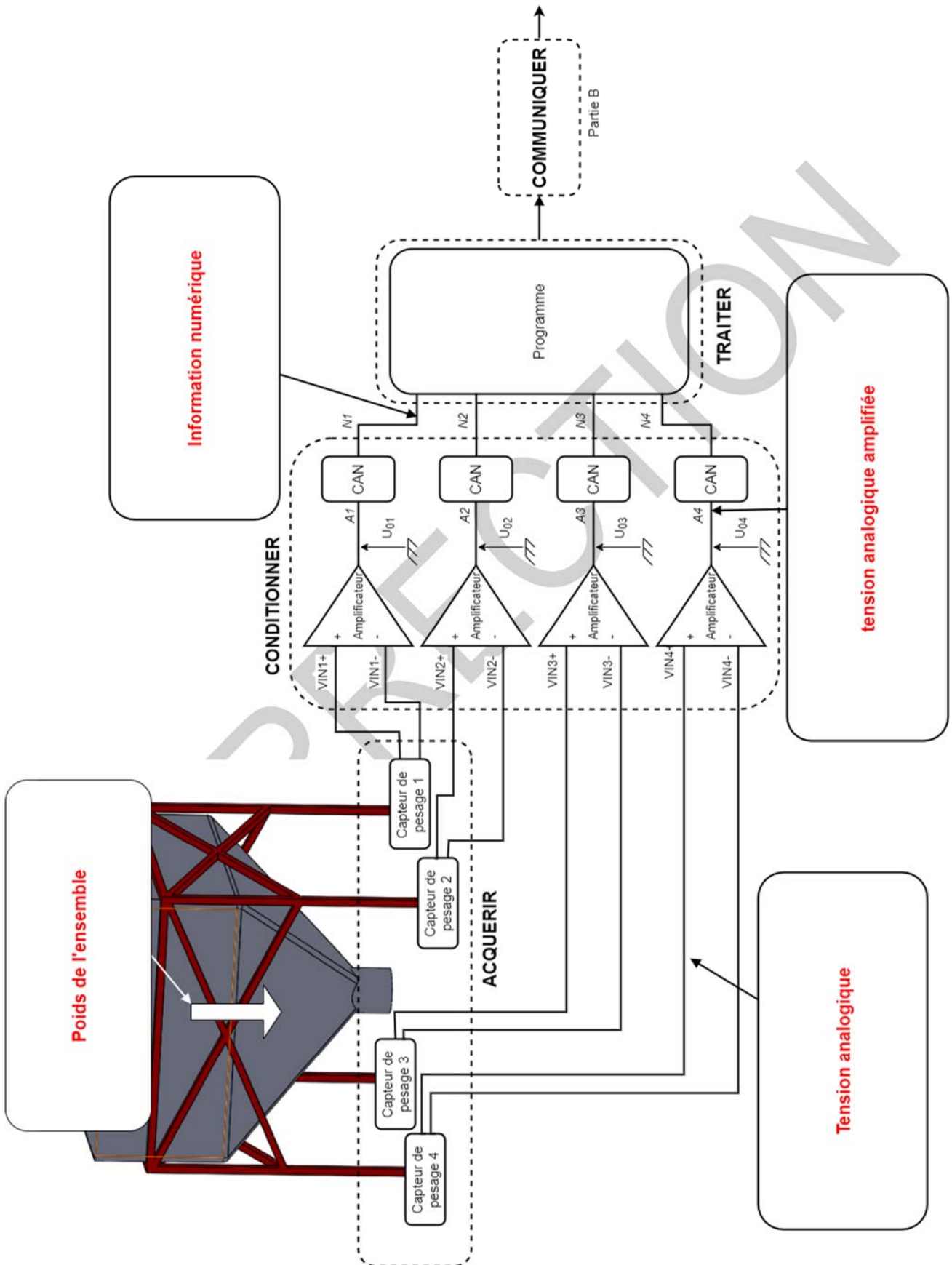
Adresse IP : c0 a8 00 1f soit 192.168.0.31
Adresse MAC : 78:24:af:82:eb:9a Il s'agit donc du PC1

PARTIE E : Conclusion

Question E.1	<p>Sachant que l'on stocke dans la base de données un relevé toutes les 4 heures, calculer la taille minimale (en octets puis en ko) de la mémoire nécessaire si l'on veut archiver 10 ans de consommation. On considèrera que l'installation fonctionne 245 jours par an.</p> <p>Il faut stocker 26 octets à chaque relevé. On effectue 6 relevés par jours, pendant 245 jours sur 10 ans :</p> <p>Taille mini = $26 \times 6 \times 245 \times 10 = 382\,200$ octets = 382,2 ko</p>
Question E.2	<p>A l'aide de études réalisées dans les parties A, D et E, conclure sur la viabilité de la solution retenue pour suivre la consommation de granulés.</p> <ul style="list-style-type: none">• Il est donc possible de suivre sa consommation toutes les 4 heures pour un débit moyen de consommation• les données stockées permettent de comparer sa consommation avec des logements similaires et donc éventuellement d'envisager des actions pour réduire sa consommation• l'archivage est très peu consommateur en terme de stockage en comparaison des tailles de cartes mémoire actuelles.

DRS1 : Chaîne d'information " pesage granulés"

Question A.4



DRS2 : Calcul de la masse de granulés

Question B.1

Variables

```
01 | brocheCapteur : type liste // liste des entrées analogiques utilisées
02 | NversM : type flottant // permet la conversion d'une valeur numérique en masse (en kg)
03 | tare : type flottant // masse propre du silo et de sa structure (en kg)
04 | masseGranulesFloat : type flottant // masse nette de granulés (en kg)
05 | masseGranulesInt : type entier // partie entière de la masse nette de granulés (en kg)
06 | somme : type entier
07 | i : type entier
```

Début algorithme

```
08 | NversM ← 1,955
09 | tare ← 240,0
10 | somme ← 0
11 | brocheCapteur ← [A1, A2, A3, A4]
12 |
13 | Pour i allant de 0 à 3 par pas de 1 // addition de l'information des 4 capteurs
14 | | somme ← somme + lectureEntreeAnalogique(brocheCapteur[i])
15 | Fin de Pour
16 |
17 | masseGranulesFloat ← somme * NversM - tare
18 | masseGranulesInt ← INT(masseGranulesFloat) //On conserve seulement la partie entière
```

Fin algorithme

Remarques :

Pour une variable de type liste, on accède à chaque élément de la liste par son indice (qui débute à 0).

Par exemple, si *liste* = [10, 21, 54], *liste*[0] = 10 et *liste*[2] = 54

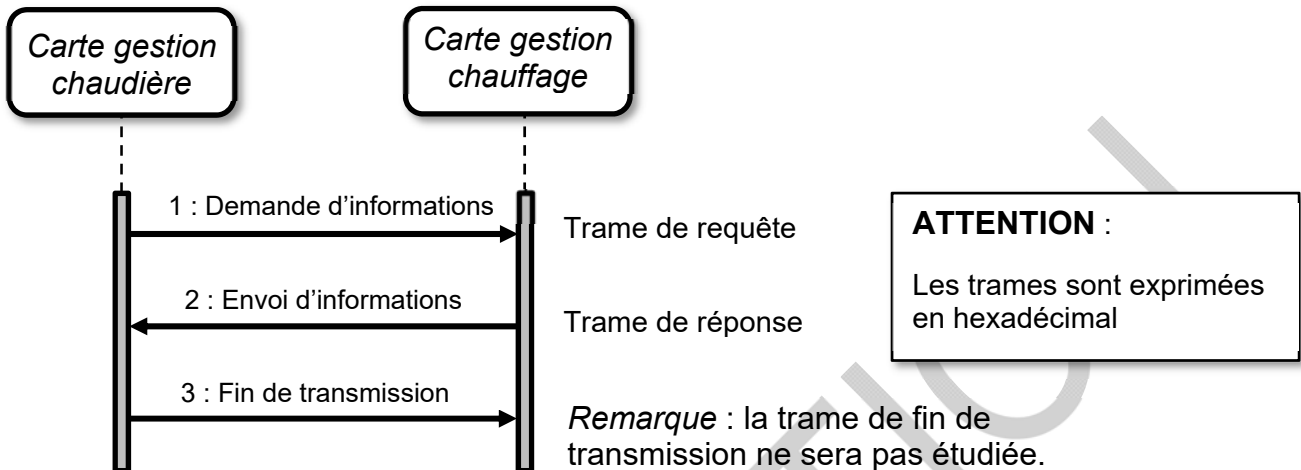
lectureEntreeAnalogique(*broche*) est une fonction qui permet d'obtenir la valeur numérique image de la tension présente sur l'entrée analogique *broche*.

Le facteur *NversM* permet la conversion d'une variable numérique en une grandeur en kg (par exemple, si N=1, la masse sera de 1,955kg)

DRS3 :

Protocole de communication eBUS

L'eBUS (energy BUS) est un bus de communication de données série bidirectionnel. L'échange d'informations entre les différents nœuds respecte le protocole suivant :



protocole trame de requête (1)

Adresse source	Adresse destination	Contrôle chaudière	Requête	Nbre d'octets données	Etat requête	Contrôle CRC	ACQ	Relâchement du bus
1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet
0B	02	05	00	01	AA	77	00	AA

protocole trame de réponse (2)

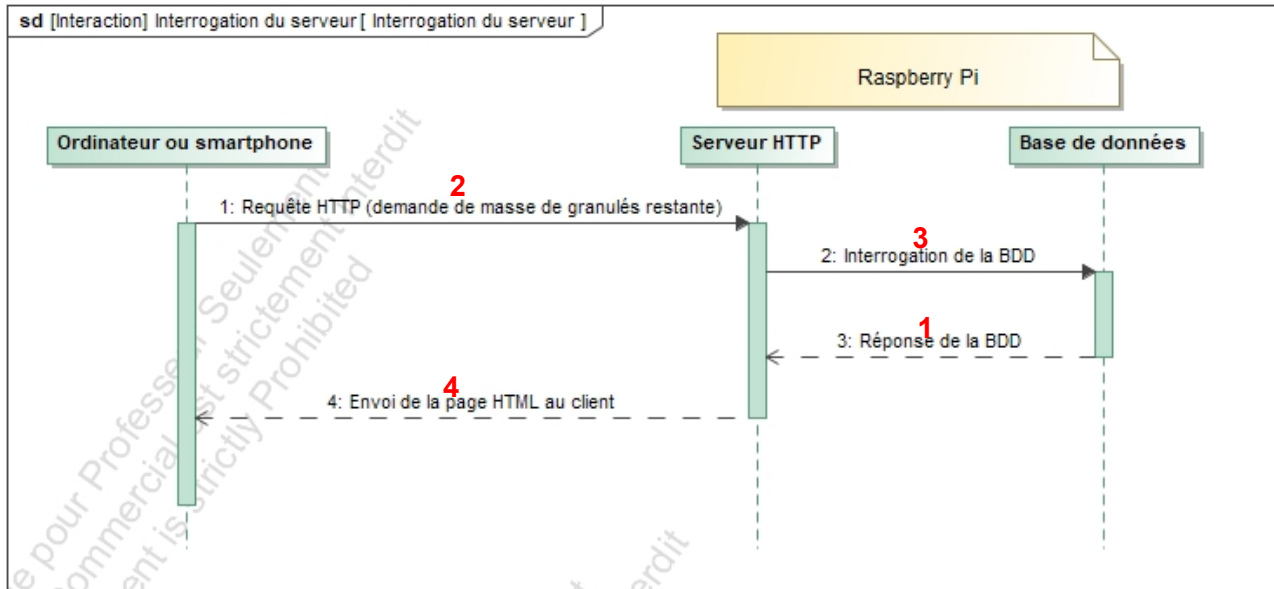
Adresse source	Adresse destination	Contrôle chaudière	Contrôle données	Nbre d'octets données	Statut chauffage	Consigne temp. eau départ chauffage	Consigne temp.ECS (57°C)	Suite de la trame ci- dessous
1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	
02	0B	05	01	05	AA	2A	39	

Question C2

Suite de la trame de réponse	Temp. extérieure	Performance chaudière (%)	Contrôle CRC	ACQ	Relâchement du bus
	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet
	07	64	A2	00	AA

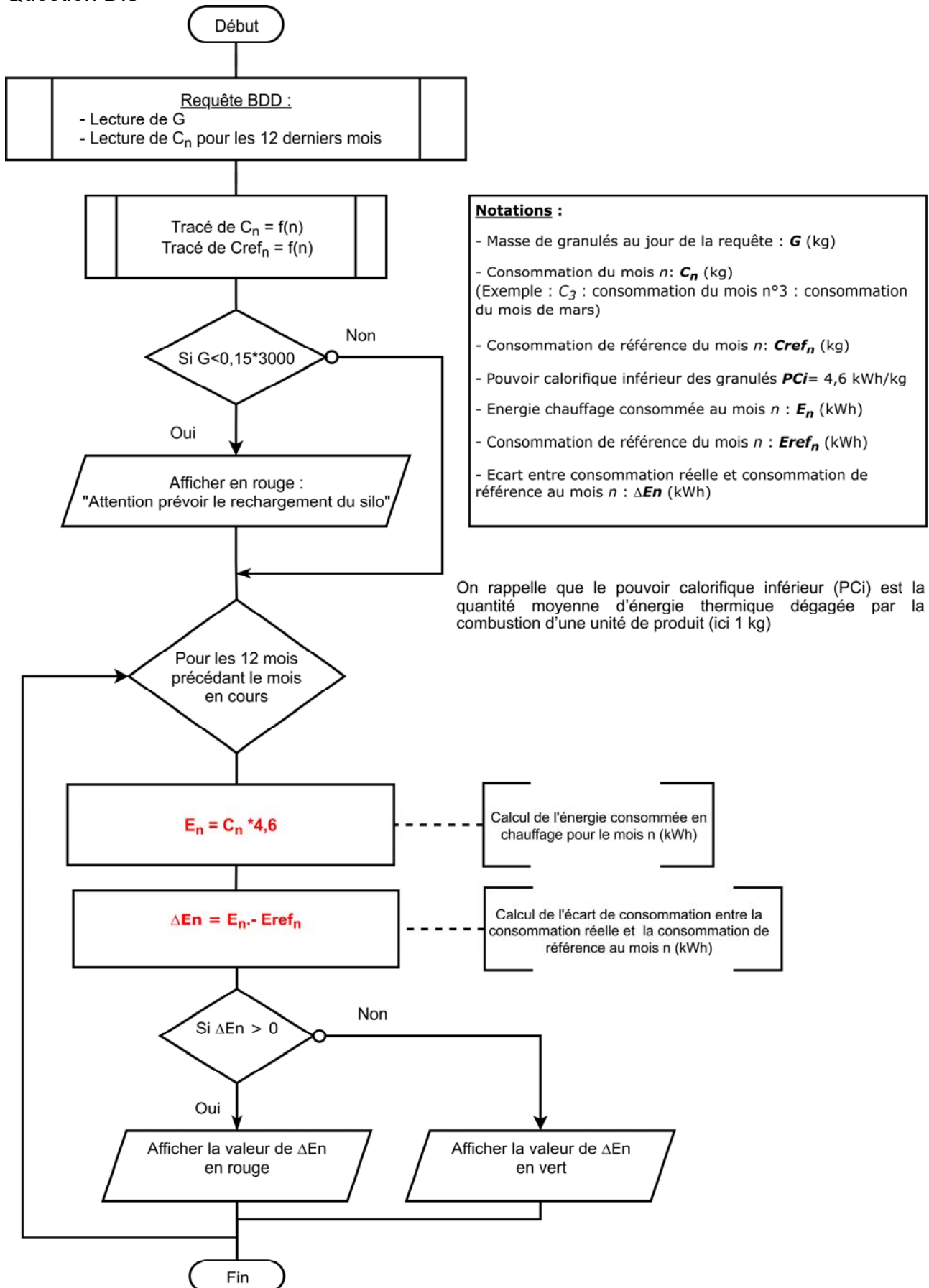
DRS4 : Diagramme de séquence

Question D.1



DRS5 : Étude de la consommation

Question D.3



Notations :

- Masse de granulés au jour de la requête : G (kg)
- Consommation du mois n : C_n (kg)
(Exemple : C_3 : consommation du mois n°3 : consommation du mois de mars)
- Consommation de référence du mois n : C_{ref_n} (kg)
- Pouvoir calorifique inférieur des granulés $PCi = 4,6$ kWh/kg
- Energie chauffage consommée au mois n : E_n (kWh)
- Consommation de référence du mois n : E_{ref_n} (kWh)
- Ecart entre consommation réelle et consommation de référence au mois n : ΔE_n (kWh)

On rappelle que le pouvoir calorifique inférieur (PCi) est la quantité moyenne d'énergie thermique dégagée par la combustion d'une unité de produit (ici 1 kg)

DRS6 : Étude de la consommation

Question D.4

Mois	Mai	Décembre	Mars
G (kg)	430	2707	904
Affichage " <i>Attention prévoir le rechargement du silo</i> " (O/N)	O	N	N
E_n (kWh)	197	2487	863
E_{refn} (kWh)	658	1897	1068
ΔE_n (kWh)	-461	590	-205
Couleur d'affichage de ΔE_n	Vert	Rouge	Vert