

**Session 2019**

**BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE**

**Sciences et Technologies de l'Industrie et du  
Développement Durable**

**ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX**

Coefficient 8 – Durée 4 heures

Aucun document autorisé – Calculatrice autorisée

**CORRIGÉ**

**Constitution du sujet :**

- **Dossier sujet** (*mise en situation et questions à traiter par le candidat*)
  - **PARTIE 1 (3 heures)**..... Pages 2 à 10
  - **PARTIE 2 (1 heure)**..... Pages 11 à 13
- **Documents techniques** ..... Pages 14 à 25
- **Documents réponses** ..... Pages 26 à 30

**Le dossier sujet comporte deux parties indépendantes qui  
peuvent être traitées dans un ordre indifférent.**

**Les documents réponses DR1 à DR6 (pages 26 à 30) seront à rendre agrafés avec vos copies (y compris les DR non remplis).**

## **Partie 1 : Comment tendre vers un refuge autonome ?**

### **1.1 Comment choisir l'enveloppe du refuge afin de limiter les déperditions thermiques?**

Question 1.1.1 **Compléter** les cellules en gras du tableau du document DR1.

DR1 **Voir DR1**

Question 1.1.2 **Conclure** sur le choix des concepteurs de la forme ovoïde

**La compacité est maximale pour la forme ovoïde. Pour le même volume, cette forme permet d'avoir le moins de parois en contact avec l'extérieur, donc le moins de déperditions thermiques.**

Question 1.1.3 **Calculer** la résistance thermique

DR2 **Voir DR2**

Question 1.1.4 **Comparer** la valeur de la résistance globale, **conclure**.

**$R > R_{RT2012}$**

**Le bâtiment est bien plus performant que les standards d'isolation actuels.**

#### **✓ Synthèse**

Question 1.1.5 **Conclure** sur l'avantage à utiliser l'enveloppe.

**En agissant sur la forme du bâtiment et sur son isolation, on peut réduire les consommations énergétiques de façon passive**

## 1.2 : Comment tendre vers une autonomie énergétique totale ?

Question 1.2.1 **Définir** le type d'énergie (électrique, solaire, chimique ou thermique).

DT1, DT12, DR3

- ① : **Energie chimique**
- ② : **Energie solaire**
- ③ : **Energie électrique**
- ④ : **Energie électrique**
- ⑤ : **Energie thermique**

**Compléter** le tableau du document DR3

**Voir DR3**

Question 1.2.2 **Citer** les sources d'énergie.

DT1, DT2

**Energie chimique (combustible)**  
**Chaleur issue des occupants de la salle commune**  
**Energie solaire**

**Déterminer** l'énergie nécessaire (en kWh.jour<sup>-1</sup>)

*Energie nécessaire = chaleur sensible (-10°C → 0°C) + chaleur latente (0°C) + chaleur sensible (0°C → 10°C)*

*Volume d'eau journalier = 11,6 x 120 = 1392 litres*  
*→ masse d'eau = 1392 kg*

*Chaleur sensible (-10°C → 0°C) = 5,72 x 1392 = 7 962 Wh*

*Chaleur latente (0°C) = 92,5 x 1392 = 128 760 Wh*

*Chaleur sensible (0°C → 10°C) = 11,7 x 1392 = 16 286 Wh*

**Energie nécessaire par jour = 153 kWh.jour<sup>-1</sup>**

Question 1.2.3 **Indiquer** le comportement des batteries électriques.

DT1, DT3, DR3

**Voir DR3**

Question 1.2.4 **Expliquer** l'impact de l'occupation des zones du refuge.

DT4, DR3

**L'augmentation du nombre d'occupants de la salle commune engendre une consommation d'énergie électrique plus importante.**

Question 1.2.5 **Calculer** la consommation électrique quotidienne.

DT5

**Consommation elec. journalière = 7 + 6 + 30 + 8 + 41 = 92 kWh.jour<sup>-1</sup>**

**Montrer** que le refuge doit quotidiennement utiliser l'unité de cogénération.

**Le cas le plus favorable est la période de beau temps et il y a dans ce cas une production photovoltaïque de 69 kWh.jour<sup>-1</sup>.**

**Or, cette énergie électrique produite est inférieure au besoin de 92 kWh.jour<sup>-1</sup>.**

**Il est donc nécessaire de faire appel à un système de production d'énergie électrique supplémentaire : on utilisera en complément l'unité de cogénération (production d'une énergie électrique quotidienne de 23 kWh et production simultanée d'énergie thermique).**

### ✓ Synthèse

Question 1.2.6 **Rédiger** une conclusion argumentée.

*Éléments à retrouver dans la réponse :*

Utilisation des **systèmes énergétiques les plus performants.**

**Exploitation de l'énergie solaire** pour la **production de chaleur** (capteurs solaires thermiques) et pour la **production d'électricité** (modules photovoltaïques).

**Récupération de la chaleur des occupants** de la salle commune.

Mise en place de **batteries pour stocker l'énergie électrique** produite par les modules photovoltaïques afin **d'optimiser la récupération de l'énergie solaire** et de **disposer de cette énergie lors des périodes de non production d'électricité.**

Mise en place d'un **réservoir de 24 m<sup>3</sup> pour stocker l'eau froide** afin **d'optimiser sa récupération** et de **disposer de celle-ci lors des périodes de non production de chaleur.**

Un **complément de production (en énergie électrique et en énergie thermique)** est cependant nécessaire **à l'aide de l'unité de cogénération.** Celle-ci nécessite **l'approvisionnement du refuge en combustible par hélicoptage.**

Le refuge n'est donc **pas complètement autonome en énergie.**

### 1.3 : Quel est l'intérêt d'avoir une gestion technique à distance du refuge

Question 1.3.1 Donner le type des signaux utilisés.

DT6, DT7

- ① : *analogique*
- ② : *numérique*
- ③ : *TOR*
- ④ : *numérique*

Proposer un moyen de communication. Justifier.

*Le moyen à utiliser est le GPRS/2G+ car la communication doit se faire sans fil et avec une portée supérieure à 10km.*

Question 1.3.2 Déterminer la valeur du signal.

DT6, DT8

*La tension de sortie du capteur varie de 0 à 10V pour une gamme de température de 0 à 50°C soit  $0,2V \cdot ^\circ C^{-1}$ .*

*Pour la température de 7°C, la tension fournie sera de 1,4V (0,2 x 7).*

Donner la valeur de la variable numérique.

*La variable numérique prendra la valeur de 140 si la température de la salle commune est de 7°C ( $1,4 \times 1000 / 10$ ).*

*140d = 1000 1100b*

Question 1.3.3 Donner l'étendue des adresses IP possibles.

DT6

*Etendue des adresses IP : 10.121.33.1 à 10.121.33.254*

*Rq : l'adresse 10.121.33.0 est l'adresse réseau et ne peut pas être attribuée à une machine, l'adresse 10.121.33.255 est l'adresse de diffusion et ne peut pas être attribuée à une machine.*

Justifier que le masque de sous-réseau convient.

*Il y a 5 machines dans le réseau IP étudié et le masque permet l'attribution de 254 adresses IP ce qui est largement suffisant.*

Question 1.3.4 Entourer dans les trames du document réponse DR4 :

DT9, DR4

*Voir DR4*

Question 1.3.5 **Déterminer** le compteur (A, B ou C) concerné. **Donner** la signification de l'information. **Justifier** les réponses.

DT9, DR4

**N° du compteur concerné = 11h = 17d → Compteur C (esclave n°17)**

**Nature de l'information renvoyée : valeur de la puissance active totale absorbée car demande de lecture du mot à l'adresse 0081h (dans la requête)**

**Valeur de l'information renvoyée : 1229d car la valeur renvoyée est 04CDh (dans la réponse)**

**Unité liée à l'information renvoyée : W (voir DT9)**

**Le compteur C indique qu'il mesure une puissance active totale absorbée de 1229W.**

#### ✓ Synthèse

Question 1.3.6 **Rédiger** une conclusion argumentée.

*Éléments à retrouver dans la réponse :*

**Surveiller à distance pour alerter si la température intérieure est trop basse en période d'inoccupation (hors gel) ou en cas de panne des équipements**

**Suivre les consommations énergétiques et fluidiques pour connaître les performances et l'autonomie énergétique du refuge**

***Éventuellement : Superviser pour gérer au mieux le fonctionnement des équipements***

### 1.4 Pourquoi choisir une unité de cogénération pour satisfaire les besoins énergétiques du refuge en cas de mauvais temps ?

Question 1.4.1 **Calculer** la puissance électrique moyenne, **compléter** le document réponse DR5.

DT5, DR5

Voir DR5

Question 1.4.2 **Relever** le régime nominal des moteurs. **Calculer** la fréquence de

DT11, DT13

rotation de l'alternateur.

Régime nominal moteur :  $2000 \text{ tr.min}^{-1}$ 

rapport de transmission :  $R = \text{diamètre poulie menante} / \text{diamètre poulie menée} \times \text{diamètre poulie menante} / \text{diamètre poulie menée} = 56/50 \times 118/106 = 1.24$

Fréquence de l'alternateur :  $2000 \times 1.24 \approx 2500 \text{ tr.min}^{-1}$ 

Question 1.4.3

DR5

**Déterminer** la puissance mécanique nominale, **choisir** l'unité de cogénération la mieux adaptée.

Voir DR5.

L'unité de cogénération fonctionnant au gaz fournit 17 kW de puissance en sortie moteur ce qui est insuffisant puisque nous avons déterminé une puissance de 19 kW nécessaire en sortie moteur pour satisfaire les besoins en électricité du refuge en cas de mauvais temps. La seule unité qui convient est donc l'unité fonctionnant au diesel.

Question 1.4.4

DT11

**Déterminer** la masse de carburant pour une journée.

La consommation de l'unité de cogénération diesel est de  $6.7 \text{ litres.h}^{-1}$ , l'unité doit fonctionner 7h pour satisfaire les besoins dont consommer  $6.7 \times 7 = 46.9$  litres soit 39.8 kg.

Question 1.4.5

**Déterminer** le nombre maximum de jours entre deux ravitaillements.

On peut faire 10 jours sans ravitaillement ( $400/39.8 = 10.25$ ).

### ✓ Synthèse

Question 1.4.6

DT10

**Comparer** les consommations par jour.

La comparaison la plus fine consiste à comparer la masse de carburant sur 10 jours pour les trois solutions :

Unité de cogénération diesel : 398 kg de carburant.

Groupe électrogène et chaudière à condensation au gaz : 480 kg

Groupe électrogène et chaudière à condensation diesel : 640 kg

On constate que l'unité de cogénération consomme moins de carburant que la combinaison groupe électrogène et chaudière à condensation diesel.

On constate également que les ravitaillements seront moins fréquents avec cette solution ce qui diminuera la consommation d'énergie de ravitaillement et limitera l'impact de ceux-ci dans la durée.

## Partie 2 : Avec quel matériau construire la structure du refuge ?

### ✓ Dilatation de la structure

Question 2.1 **Calculer** l'allongement relatif en %.

DT15, DT16 Bois :  $100 \times 4 \cdot 10^{-6} \times (5,6 - (-32,5)) = 0,015 \%$

Béton:  $100 \times 10 \cdot 10^{-6} \times 38,1 = 0,038 \%$

Acier :  $100 \times 11 \cdot 10^{-6} \times 38,1 = 0,042 \%$

Question 2.2 **Conclure** sur le matériau.

DT14 Seule la structure bois permet de respecter l'exigence de dilatation inférieure à 0.02 %.

### ✓ Résistance au feu

Question 2.3 **Conclure** sur le matériau.

DT14, Seul le bois conserve une capacité portante supérieure à 60% au bout d'une heure. Les autres matériaux ne résistent pas

### ✓ Bilan carbone

Question 2.4 **Justifier** le signe négatif des émissions de carbone.

DR6 Le bois lamellé-collé stocke du CO<sub>2</sub> d'où le signe négatif des émissions de CO<sub>2</sub>.

Question 2.5 **Compléter** la colonne du tableau DR6 et **calculer** les émissions de carbone. **Conclure** sur le matériau.

DT14, DR6

**Voir DR6**

### ✓ Vérification de la résistance d'un élément de structure du refuge

Question 2.6 **Donner** le nom de la sollicitation.

DT18 Cas N°1: Compression

Cas N°2 : Traction



Question 2.7 **Vérifier** que la barre AE convient en résistance dans le cas N°2.

DT18

Calcul du coefficient de sécu :  $s = 19.5/3.2 = 6.09$

Conclusion : la barre est bien dimensionnée puisque  $s \gg 3$  (coefficient minimal)

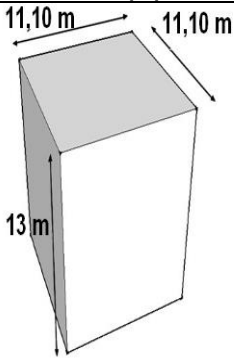
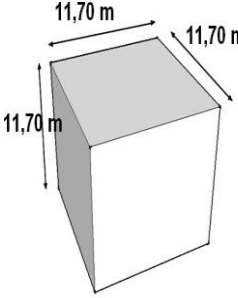

✓ **Synthèse**

Question 2.8 **Rédiger** une conclusion argumentée.

Compte-tenu du contexte de l'ouvrage (température, isolement,...) le bois répond le mieux aux exigences par rapport aux autres matériaux :

- dilatation
- résistance au feu
- bilan carbone
- résistance mécanique

## DR1 : Comparaison de la compacité selon la forme du bâtiment (Q 1.1.1)

Parallélépipède	Cube	Ovoïde
		
Volume (V): 1600 m <sup>3</sup>	Volume (V): 1600 m <sup>3</sup>	Volume (V): 1600 m <sup>3</sup>
Calcul des surfaces de parois extérieures : (S)  $2 \times 11,1 \times 11,1 + 4 \times 13 \times 11,1 = 823,62 \text{ m}^2$	Calcul des surfaces de parois extérieures : (S)  $6 \times 11,70^2 = 821,34 \text{ m}^2$	Surface de parois extérieures (S) :  $S = 640 \text{ m}^2$
Compacité = V/S $C = 1,942$	Compacité = V/S $C = 1,948$	Compacité = V/S = 2,5 $C = 2,5$

## DR2 : Résistance thermique des parois du refuge (Q 1.1.3)

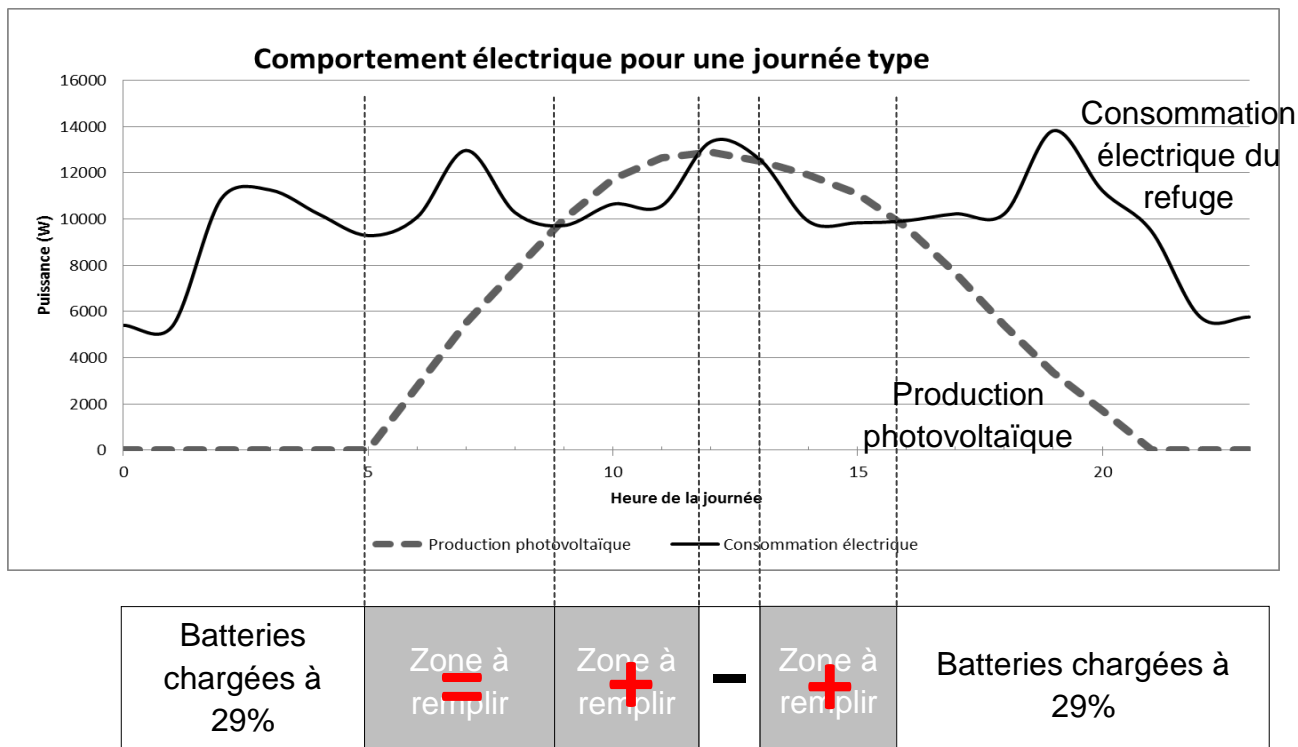
Matériau	Epaisseur « e » en mètres	Conductivité thermique $\lambda$ en (W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )	Résistance thermique (m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ) = e / $\lambda$
panneau isolant fibres de bois	0,08	0,044	1,82
isolation fibres de bois	0,2	0,038	5,26
laine de roche	<b>0,03</b>	<b>0,041</b>	<b>0,732</b>
autres éléments de la paroi			0,1
<b>Résistance thermique globale</b>			<b>7,912</b>

**DR3 : Comportement énergétique**

Q 1.2.1

Constituants	Convertir l'énergie	Stocker l'énergie	Adapter l'énergie
Onduleur			<b>X</b>
Capteur solaire thermique	<b>X</b>		<b>X peut être accepté</b>
Batterie électrique		<b>X</b>	
Pompes des circuits hydrauliques pour l'alimentation en eau froide	<b>X</b>		

Q 1.2.3



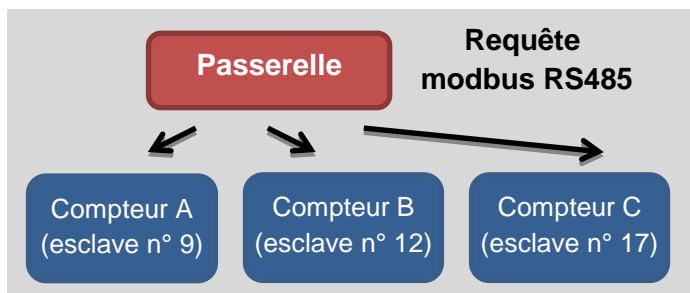
Indiquer le comportement des batteries dans les zones à remplir :

**+** ( pour charge) ou **-** ( pour décharge) ou **=** (ni charge, ni décharge)

**DR4 : Communications dans le réseau modbus RS485 (Q 1.3.4)**

Trame de requête de la passerelle (notation hexadécimale) :

**11 03 00 81 00 01 25 3D**



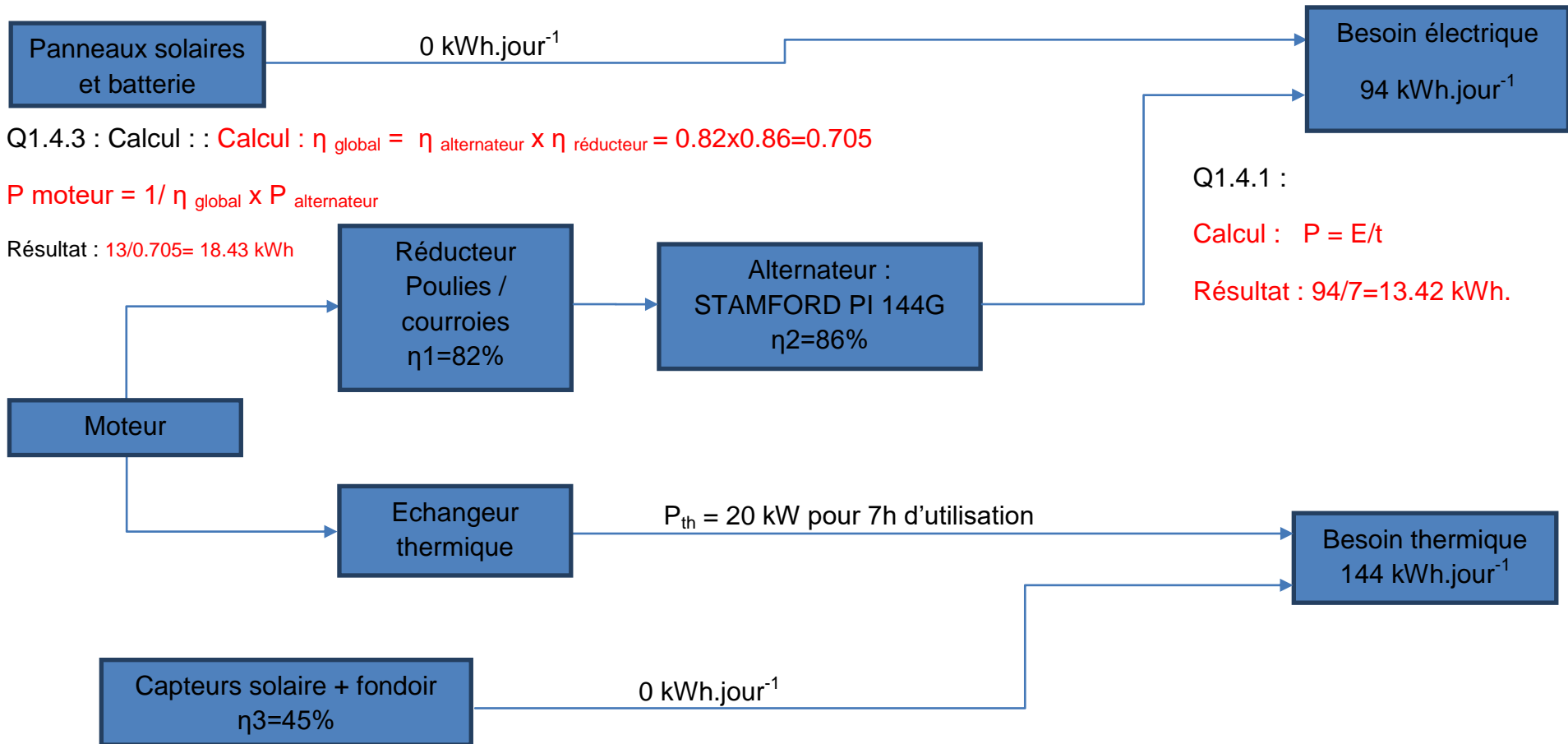
*données liées au compteur concerné par la demande*

Trame de réponse du compteur concerné (notation hexadécimale) :

**11 03 02 04 CD 02**

*données liées à la valeur renvoyée par le compteur par la demande*

**DR5 : Sources d'énergie du refuge en cas de mauvais temps**



Q1.4.3 : Calcul : : Calcul :  $\eta_{global} = \eta_{alternateur} \times \eta_{réducteur} = 0.82 \times 0.86 = 0.705$

$P_{moteur} = 1 / \eta_{global} \times P_{alternateur}$

Résultat :  $13 / 0.705 = 18.43 \text{ kWh}$

Q1.4.1 :

Calcul :  $P = E/t$

Résultat :  $94 / 7 = 13.42 \text{ kWh.}$

**DR6 : Emissions carbone pour le transport et la fabrication de la poutre (Q 2.5)**

Longueur de la poutre considérée : 50 m

Masse linéique du bois lamellé-collé : 60 kg.m<sup>-1</sup>Masse linéique de la poutre IPE 300 : 42,2 kg.m<sup>-1</sup>Masse linéique de la poutre en béton armé : 250 kg.m<sup>-1</sup>Emissions de carbone lors de l'extraction et la fabrication du lamellé-collé : - 917 kg<sub>eqCO2</sub>.t<sup>-1</sup>Emissions de carbone lors de l'extraction et la fabrication de l'acier : 2145 kg<sub>eqCO2</sub>.t<sup>-1</sup>Emissions de carbone lors de l'extraction et la fabrication du béton armé : 862 kg<sub>eqCO2</sub>.t<sup>-1</sup>Emissions de carbone lors d'un trajet aller / retour en hélicoptère: 184 kg<sub>eqCO2</sub>

Masse maximale transportée en hélicoptère : 500 kg

<b>Masse de matériau en kg</b>		
<b>Poutre lamellé-collé 0,2 x 0,5 m</b>	<b>Poutre acier IPE 300</b>	<b>Poutre en béton armé 0,2 x 0,5 m</b>
3000	2110	12500
<b>Nombre de voyages en hélicoptère pour le transport</b>		
6	5	25
<b>Masse d'équivalent CO<sub>2</sub> pour le transport en kg<sub>eqCO2</sub></b>		
1104	920	4600
<b>Masse d'équivalent CO<sub>2</sub> pour l'extraction et la fabrication en kg<sub>eqCO2</sub></b>		
-2751	4526	10775
<b>Masse d'équivalent CO<sub>2</sub> totale en kg<sub>eqCO2</sub></b>		
-1647	5446	15375