

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2023

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

**Ingénierie, innovation et développement durable**

**ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT**

**CORRIGÉ**

Durée de l'épreuve : **4 heures**

*L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.*

*L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.*

<b>Partie commune (durée indicative 2h30)</b>	12 points
<b>Partie spécifique (durée indicative 1h30)</b>	8 points

**Le candidat traite les 2 parties en suivant les consignes contenues dans le sujet.  
Ces 2 parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre indifférent.**

**Chacune des parties est traitée sur des copies séparées.**

**Tous les documents réponses sont à rendre avec la copie.**

## **PARTIE COMMUNE (12 points)**

### **Le centre de tri multiflux**



## Partie 1 : La collecte multiflux simultanée présente-t-elle un intérêt environnemental ?

---

Question 1.1	Voir DR1
Question 1.2	Biométhane
Question 1.3	Voir DR1
Question 1.4	La phase de transport lors d'un ramassage simultané a un impact beaucoup moins important que lors d'une collecte classique. De plus, grâce à la phase de production de biocarburant le système produit plus qu'il ne consomme. La collecte multiflux simultanée est donc un système à énergie positive.

## Partie 2 : L'exigence de cadence du centre de tri multiflux est-elle vérifiée ?

---

Question 2.1	Diamètre 50 cm soit un rayon de 0,25 m $V_{\text{sphère}} = 4\pi \cdot R^3 / 3 = 4\pi \cdot 0,25^3 / 3 = 0,065 \text{ m}^3$ (65 litres)
Question 2.2	$N_{\text{sacs réels}} = V_{\text{benne}} \cdot \text{taux} = 1384 \cdot 1,25 \approx 1730 \text{ sacs/benne}$
Question 2.3	vitesse des sacs = $Q \cdot d = 0,2 \cdot 1,5 = 0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Question 2.4	L'ensemble motoréducteur-vis d'Archimède NORD SK 9052.1 AZBH 132 LH/4 TF choisit convient car $0,3145 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} > 0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

### **Partie 3 : La communication avec les chaînes de tri est-elle vérifiée ?**

---

#### Étude de la technologie de communication

Question 3.1 | Pour éviter une erreur de tri due à une trappe restée ouverte

Question 3.2 | Voir DR2 - Mettre \$ 00 dans le champ adresse

Question 3.3 | Voir DR2  
Champ adresse = \$30 donc chaîne de tri n°3  
Champ donnée = \$01 donc ouverture trappe orange

#### Étude de la fiabilité de la communication : décodage d'une trame Modbus

Question 3.4 | Il faut  $1 + 8 + 1 + 1 = 11$  bits  
Voir DR3

Question 3.5 | Durée = 104,16  $\mu$ s  
Vitesse =  $1 / 0,00010416 = 9600$  bit/s  
Cette valeur est conforme car 1 bit/s = 1 baud

Question 3.6 | Il faut  $11 \cdot 104,16$  soit 1145,76  $\mu$ s

Question 3.7 | Voir DR3  
Le bit de parité est à 0 afin que le nombre de bits (octet + parité) soit pair

Question 3.8 | Voir DR3  
Valeur binaire : 0001 0001  
Valeur hexa : \$ 11

Question 3.9 | Le message reçu \$11 commande bien la fermeture de la trappe sac orange de la chaîne de tri n°3. La fiabilité de la transmission de l'octet est assurée par le bit de parité.

## Partie 4 : Les intérêts économiques et environnementaux des panneaux photovoltaïques sont-ils justifiés ?

---

Question 4.1	<p>Voir DR4</p> <p>Ce compteur permet de mesurer l'énergie revendue à ENEDIS et sert de base à l'avoir financier que ENEDIS reverse au Sydeme.</p> <p>Rendement global : <math>0,15 \cdot 0,96 = 0,144</math> soit 14,4 %</p>
Question 4.2	<p>L'énergie annuelle produite et revendue à ENEDIS est de 48575 kWh</p> <p>Gain : <math>48575 \cdot 0,19 = 9229</math> €</p> <p>Retour sur investissement : <math>150000 / 9\,229 = 16,25</math> ans soit 16 ans et 3 mois</p>
Question 4.3	<p>Économie de CO<sub>2</sub> en un an : <math>48575 \cdot 0,08 = 3886</math> kg</p>
Question 4.4	<p>Le Sydeme est résolument engagé dans une démarche de développement durable.</p> <p>L'intérêt de l'installation photovoltaïque est double :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- gain financier non négligeable grâce à la revente à ENEDIS de l'énergie produite à un tarif supérieur au prix de rachat. Toutefois, compte-tenu de l'investissement initial, le retour sur investissement ne se fait qu'au bout de plus de 16 ans. La durée de vie des PV et de l'onduleur est sans doute inférieure à 16 ans.</li><li>- limitation des rejets de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère de plus de 4 tonnes par an, cela permet de bien montrer que le Sydeme saisit tous les moyens pour limiter l'impact environnemental, en exploitant la surface de la toiture dans ce cas précis.</li></ul> <p>Malgré le faible rendement des panneaux photovoltaïques (15 %), la surface installée de 420 m<sup>2</sup> permet de produire une quantité d'énergie intéressante à partir d'une ressource gratuite, ce mauvais rendement global n'est donc pas problématique.</p>

## DR1 – Impact sur l'environnement

Question 1.1 :

Désignation	Détail des calculs	Taux	Résultats
Masse totale de déchets collectés par an sur le site de tri	$5 \cdot 52 \cdot 760$ Ou $51376 / 0,26$	100 %	197600 tonnes/an
Masse de déchets verts collectés par an sur le site de tri		26 %	51376 tonnes/an
Masse de déchets recyclables collectés par an sur le site de tri	$197600 \cdot 0,34$	34 %	67184 tonnes/an
Masse de déchets résiduels collectés par an sur le site de tri	$197600 \cdot 0,40$	40 %	79040 tonnes/an

Question 1.3 :

Consommation d'énergie non renouvelable en équivalent jour d'un européen moyen	Phase de transport	Phase de production	Total sur le cycle de vie
Collecte classique	1950000	0	1950000
Collecte multiflux	400000	$- 1,25 \cdot 10^6$	- 850000

L'échelle du graphique n'étant pas précise, accorder une marge d'erreur au candidat

## DR2 – Trame Modbus

Question 3.2 : trame Modbus – message à toutes les chaînes de tri

	adresse à compléter	fonction	donnée	contrôle	
start	\$ 00	\$10	\$15	XX	end

Question 3.3 : trame Modbus – message à décoder

	adresse	fonction	donnée	contrôle	
start	\$ 30	\$06	\$ 01	XX	end

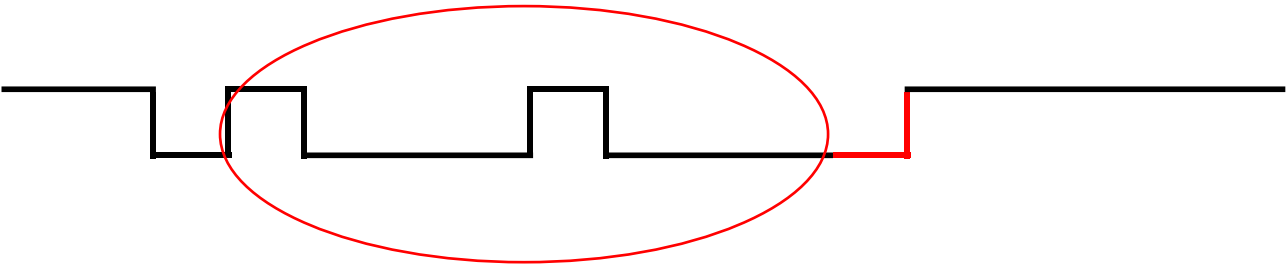
Tableau à compléter :

N° de chaîne de tri concerné	\$30 = chaîne n°3
Trappe associée	\$01 = trappe sac orange
Sens de manœuvre de la trappe	\$01 = ouvrir trappe
Objectif de tri est atteint ou pas	<input type="checkbox"/> <i>Oui</i> <input type="checkbox"/> <i>Non</i>

Indiquer si l'objectif de tri est atteint ou pas : le sac orange sera évacué vers le bac de stockage des sacs orange. L'objectif de tri est atteint

**DR3 – Trame Modbus**

Question 3.4, question 3.5 et question 3.7 :



1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
bus au repos		start	octet à transmettre (donnée)									parité	stop	bus au repos			

Question 3.8 :

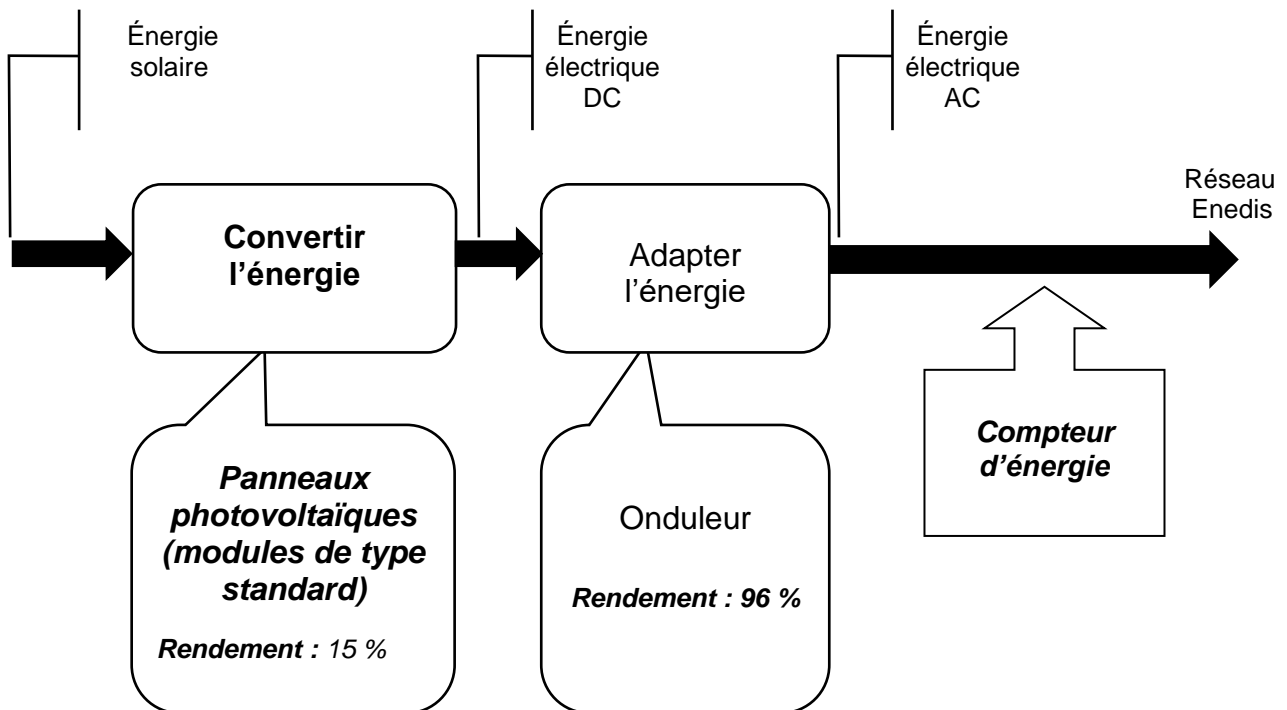
Tableau à compléter :

	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
Valeur binaire	0	0	0	1	0	0	0	1
Valeur hexadécimale	1				1			



## DR4 – Installation photovoltaïque

Question 4.1 :



**PARTIE SPÉCIFIQUE (8 points)**

**CORRIGÉ**

**ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT**

**Serre pédagogique**



## Partie A : L'intérêt environnemental de la solution de cogénération et de l'échangeur de chaleur est-il vérifié ?

---

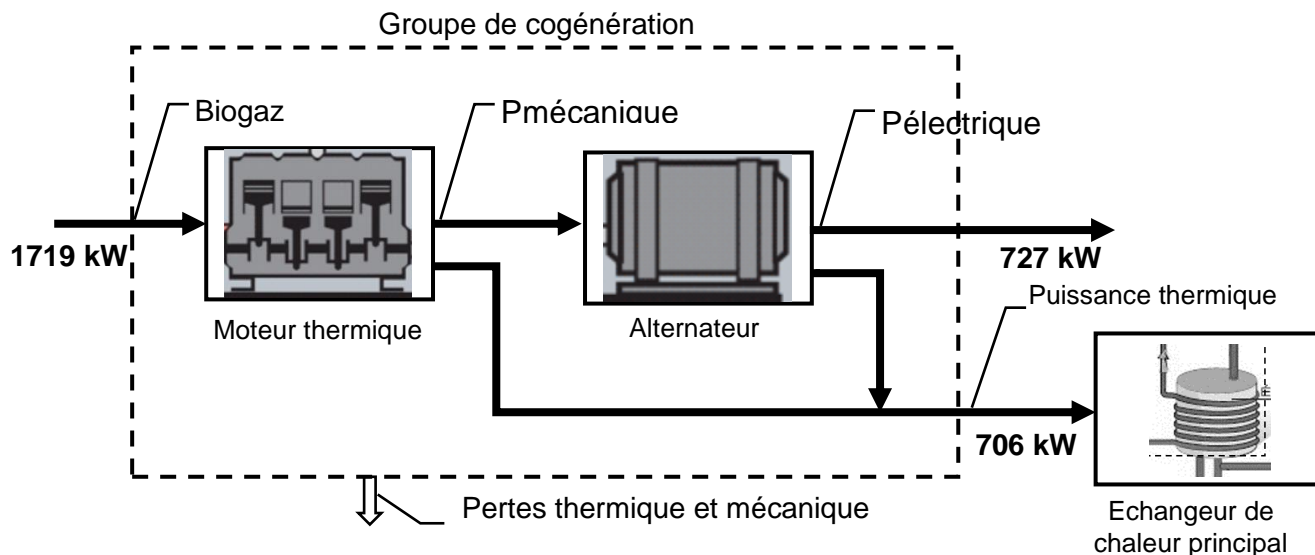
- Question A.1 | Le flux principal d'énergie est la chaleur.  
La serre pédagogique de type « tropicale » offre ainsi un aperçu complet de la biodiversité. Il sera possible de cultiver des espèces de plantes que l'on ne trouve pas forcément dans cette région.
- Question A.2 | Voir DRS1
- Question A.3 | Pertes = 1719 - 727 - 706 = 286 kW  
$$\eta = \frac{727+706}{1719} = 0,834 \text{ soit } 83,4 \%$$
- Question A.4 | Voir DRS2  
Si on utilise une chaudière plus une centrale électrique, le combustible nécessaire est de 2213 kW.  
Un groupe de cogénération utilise 1719kW. Le groupe de cogénération est plus performant au niveau énergétique, il nécessite moins de biogaz pour chauffer la serre et il produit en plus de l'énergie électrique qui peut être revendue. Au niveau environnemental l'énergie qui a été économisée par le groupe de cogénération pourra être utilisée par d'autres systèmes qui fonctionnent avec des énergies fossiles, et donc ainsi diminuer la consommation d'énergie fossiles.
- Question A.5 | L'élément qui permet de récupérer de la chaleur d'un fluide chaud pour le transférer à un fluide froid est : l'échangeur.
- Question A.6 | Puissance utile :  
Putile = Efficacité de l'échangeur de chaleur · Puissance d'entrée  
= 0,95 · 706,31 = 671 kW  
Puissance récupérable :  
Pr = 671 - 87,23 = 584 kW
- Question A.7 | Voir DRS3  
Conclusion : La chauffe de la serre pédagogique peut être réalisée totalement par l'échangeur de chaleur. On peut donc assurer l'autonomie en chauffage de la serre pédagogique par récupération de chaleur directement sur le site sans autre apport d'énergie payante. Cette installation complète l'offre de récupération d'énergie du site complet.

## Partie B : La stabilité de la régulation de température de la serre pédagogique est-elle vérifiée ?

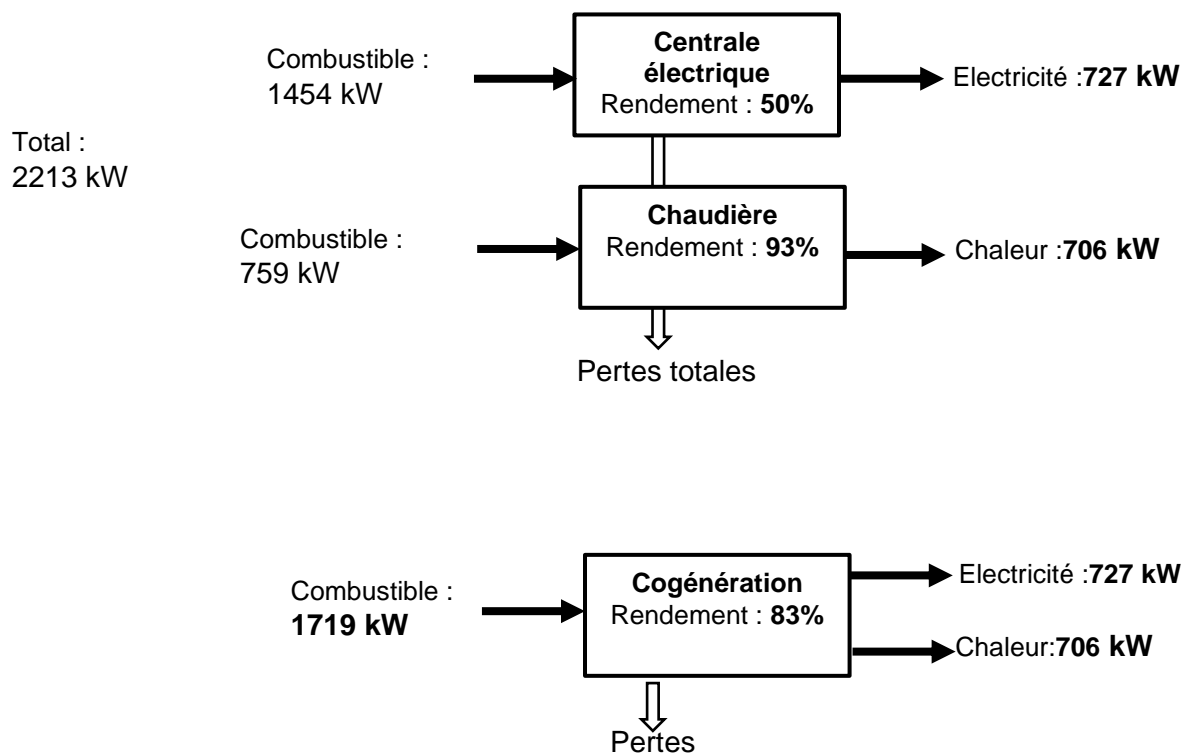
---

Question B.1	<p>Voir DRS4</p> <p>Commentaires :</p> <p>On constate que la température intérieure de la serre en condition non chauffée est, en période hivernale, proche de la température extérieure. De même si elle était chauffée, sans mode de contrôle, les conditions d'ambiance tropicale ne pourraient pas être maintenues correctement ce qui mettrait en péril la préservation des plantes tropicales.</p> <p>Écart maximal : <math>28 - 0 = 28\text{ °C}</math>.</p>
Question B.2	<p>Le transmetteur a un indice de protection IP65 qui correspond à ce type de local où l'on peut avoir de la condensation d'eau.</p>
Question B.3	<p>Voir DRS5</p>
Question B.4	<p>Voir DRS6</p> <p>La simulation n°1 correspond à un réglage des seuils bas et haut de l'hystérésis à <math>\pm 0,1\text{ °C}</math>. Ce scénario répond au cahier des charges car la température intérieure est toujours comprise entre 27 et 29 °C mais le chauffage se déclenche continuellement et cela entraînera une usure prématurée des composants de la régulation.</p> <p>La simulation n°2 répond également au cahier des charges mais avec un réglage des seuils bas et haut de l'hystérésis à <math>\pm 1\text{ °C}</math>, ce qui prolongera la durée de vie de l'installation.</p>
Question B.5	<p>Le transmetteur d'ambiance permet de réaliser des économies d'énergie puisque le chauffage et la climatisation sont régulés au °C près. Il permet également d'assurer la durabilité des plantations qui bénéficient toute l'année des conditions optimales de température.</p> <p>La solution de régulation par hystérésis apporte la stabilité de température requise.</p>

## DRS1 – Chaîne de puissance du groupe de cogénération



## DRS2 – Comparatif en puissances des systèmes de production d'électricité et de chaleur

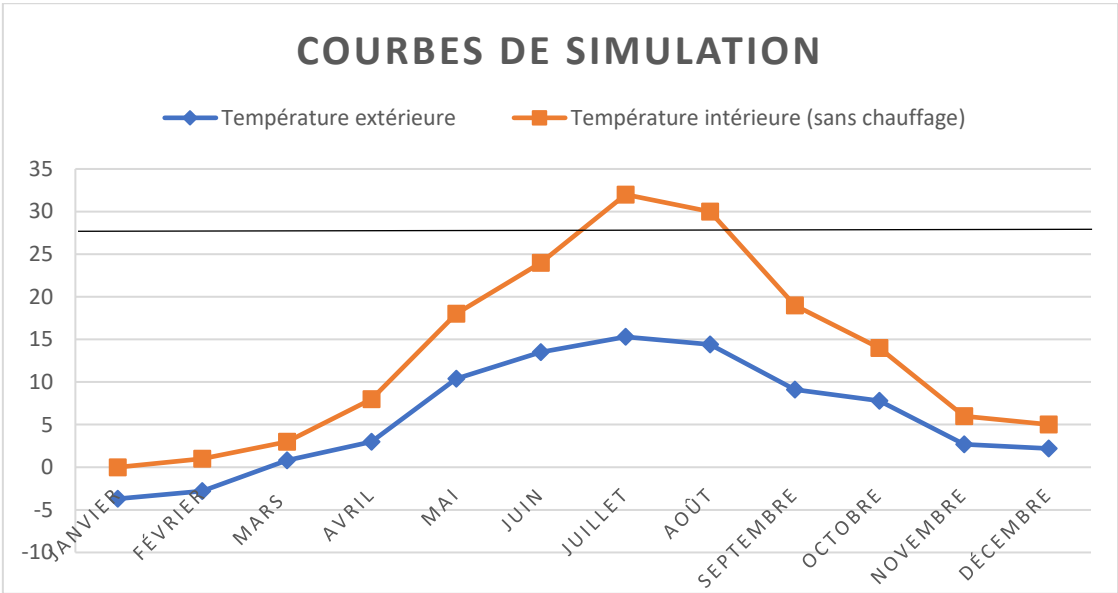


DRS3 – Puissance thermique

Puissance thermique nécessaire pour le chauffage de la serre en (kW)	412 kW
Puissance thermique disponible au niveau de l'émetteur de chaleur en (kW)	584 kW

DRS4 – Simulation de température

Les courbes représentent l'évolution des températures relevées sur une année à Morsbach.

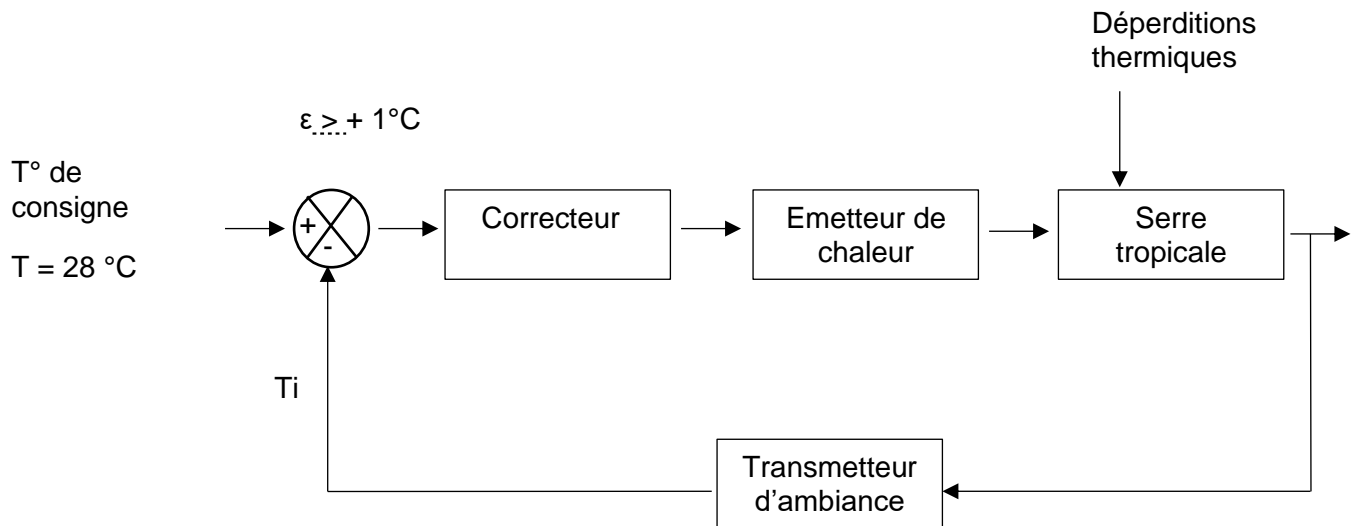


28 °C

Température extérieure en (°C)	- 3,7	- 2,8	0,8	3	10,4	13,5	15,3	14,4	9,1	7,8	2,7	2,2
Température intérieure sans chauffage en (°C)	0	1	3	8	18	24	32	30	19	14	6	5

## DRS5 – Schémas-blocs de régulation de la température de la serre

En hiver



En été

