Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

INGÉNIERIE, INNOVATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Coefficient 16

Durée : 20 minutes -1 heure de préparation

Aucun document autorisé – Calculatrice autorisée

Constitution du sujet :

- **Dossier de Présentation**..... Page 2
- **Dossier de Travail Demandé**..... Pages 3 à 5
  - Partie relative aux enseignements communs ..... Pages 3 à 4
  - Partie relative à l'enseignement spécifique..... Pages 4 à 5
- **Dossier Technique et Ressource** ..... Pages 6 à 10

Rappel du règlement de l'épreuve

L'épreuve s'appuie sur une étude de cas issue d'un dossier fourni au candidat par l'examinateur et présentant un produit pluritechnologique.

Un questionnaire est remis au candidat avec le dossier en début de la préparation de l'épreuve. Il permet de résoudre une problématique technologique (sans entraîner le développement de calculs mathématiques importants) afin d'évaluer des compétences et connaissances associées, de la partie relative aux enseignements communs et propres à l'enseignement spécifique choisi par le candidat lors de son inscription.

Pendant l'interrogation, le candidat dispose de 10 minutes pour exposer les conclusions de sa préparation avant de répondre aux questions de l'examinateur, relatives à la résolution du problème posé.

Conservatoire de musique de Bourges

Mise en situation



Fondée en 1921, l'école nationale de musique de danse devient en 2007 à conservatoire à rayonnement départemental. Le conservatoire de musique et de danse à la double vocation de former des animateurs de qualité d'une part, de préparer l'accès au concours de haut niveau pour les élèves aptes à devenir professionnels de la musique et de la danse d'autre part. Aujourd'hui ce conservatoire compte près de 1000 élèves.



Le bâtiment est composé d'un conservatoire de musique et de danse et d'un auditorium. Il s'étend sur 7086 m². L'auditorium de 1250 m² comprend une salle de spectacle d'environ 500 places, une scène de 260 m².

L'école de musique abrite également une grande quantité d'instruments (piano à queue ou demi que, par peu de concerts, or, clavecin etc.).





Ces instruments, fabriqués en bois sont extrêmement sensibles aux variations de température et à l'humidité de l'air ambiant. Toute variation de ces paramètres implique de revoir l'accordage des instruments ce qui pourrait se produire plusieurs fois par jour...

L'objectif de l'étude est de vérifier les solutions technologiques mises en œuvre pour limiter au maximum les variations de température et d'hygrométrie dans l'auditorium dans le cadre d'une démarche de développement durable.

La solution retenue repose sur une pompe à chaleur eau / eau sur nappe phréatique; cet équipement permettra à la fois de produire de la chaleur en hiver et de refroidir les locaux en période estivale.

DOSSIER DE TRAVAIL DEMANDE

Partie relative aux enseignements communs

Question 1 **Relever** les caractéristiques attendues de l'air ambiant de l'auditorium.

DTR1

Afin d'assurer le chauffage et le refroidissement des locaux, les concepteurs ont opté pour une pompe à chaleur réversible.

Principe de fonctionnement des pompes à chaleur

Le principe de fonctionnement est le même que celui de la machine frigorifique mais l'application travaille en sens inverse. Cette fois, l'objectif consiste à extraire la chaleur gratuite d'un milieu extérieur : l'eau d'une rivière, l'air extérieur, l'eau d'une nappe souterraine, ... (On parle de « source froide »).
Les performances d'une PAC sont définies par leur coefficient de performance annuel, le COPA. Il correspond à la moyenne annuelle du COPi instantané défini par la relation suivante:

Rappel : $$COPi = \frac{Quantité\ d'énergie\ électrique\ fournie\ par\ la\ PAC}{Quantité\ d'énergie\ électrique\ consommée}$$

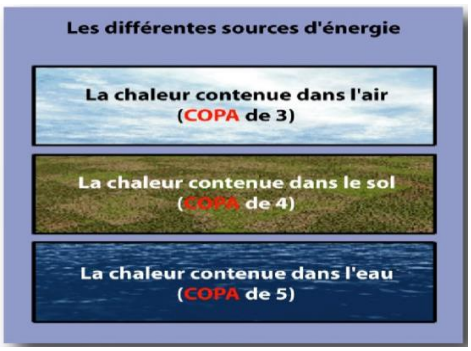


Figure 1 : *Performance des PAC*

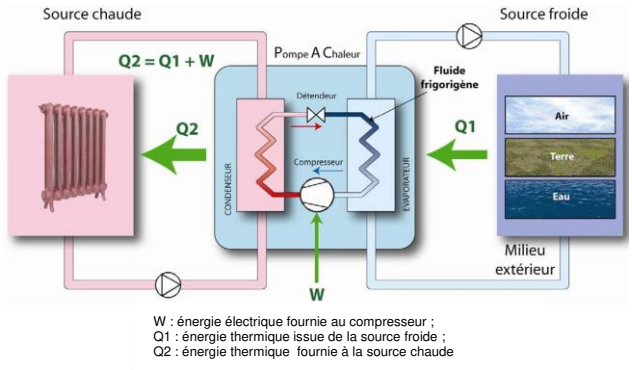


Figure 2 : *Principe de fonctionnement d'une PAC*

Question 2 **Justifier** d'un point de vue du développement durable le choix d'une pompe à chaleur au détriment d'une installation fuel ou gaz ou charbon ... Vous fondrez votre argumentation sur des indicateurs courants d'impact environnemental.

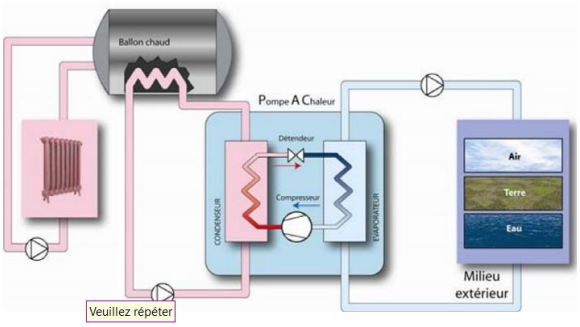
Question 3 **Justifier** le choix d'une pompe à chaleur du type eau / eau dont la mise en œuvre est particulièrement coûteuse comparativement à une pompe à chaleur du type air / eau.

Question 4 **Identifier** les grandeurs d'entrée et de sortie de l'échangeur thermique EG2 en mode refroidissement ; en **déduire** sa fonction et le sens de transfert des calories.

DTR2

Chaque mise en marche d'une pompe à chaleur s'accompagne d'efforts importants au niveau du compresseur ; il en résulte une usure prématurée pouvant conduire à une panne complète du dispositif si les redémarrages sont trop fréquents. Il est donc nécessaire de respecter un temps minimum entre chaque redémarrage. On appelle cette durée minimale le "*temps anti court-cycle*" noté t_a. Cette contrainte nécessite d'installer des ballons tampons destinés à constituer une réserve d'eau chaude dans le circuit chauffage ou d'eau glacée dans le circuit refroidissement. Les ballons installés ont un volume de 1500 litres.

Structure simplifiée du circuit chauffage avec ballon tampon



Caractéristiques du condenseur de pompe la chaleur:

Marque : CARRIER – puissance: 305 kW.

Temps anti court-cycle:
t_a = 1,5 min

Figure 3: *Structure simplifiée du circuit chauffage avec ballon tampon*

$$V = \frac{P_{thCo} \times ta}{C_{eau} \times \Delta\theta_{res-chaud}}$$

Avec V : Volume du ballon (litre)

ta : temps anti court-cycle (seconde)
C_{eau} : Chaleur massique de l'eau (kJ/(kg.°C))
P_{thCo} : puissance thermique du condenseur (kW)
$\Delta\theta_{res-chaud}$: régime de température du réseau primaire d'eau chaude (°C)

Équation 1: *Calcul du volume du ballon tampon*

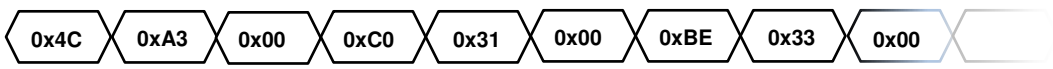
Question 5 A partir de la structure simplifiée du circuit de chauffage avec ballon tampon et de l'équation 1**, Calculer** le volume minimal du ballon tampon du circuit chauffage. **Vérifier** que le volume du ballon installé est conforme.

Partie relative à l'enseignement spécifique

Etude d'une centrale de traitement de l'air (CTA) :

Le principe de fonctionnement de la centrale de traitement d'air est donné sur le document DTR3.
L'objectif est d'analyser la chaîne d'information qui permet la mesure et la transmission des valeurs de températures et d'hygrométrie, le pilotage du microniseur ainsi que le stockage des messages d'alarme.

La capture d'une réponse de ce capteur donne la trame suivante :



Question 6 **Extraire** de la trame ci-dessus la valeur numérique correspondant à la température ambiante et de l'hygrométrie de l'auditorium en hexadécimal. **Convertir** ces valeurs en base décimale (valeur décimale transmise). **En déduire** les dernières valeurs mesurées de la température ambiante et de l'hygrométrie dans cette zone.

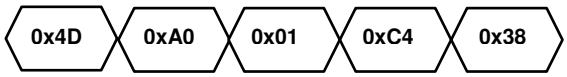
DTR4

On souhaite alerter les services techniques dès lors que le taux d'humidité est inférieur à 45% ou supérieur à 55%. L'alarme sera désactivée si l'écart est revenu entre 48% et 52% d'humidité.

Question 7 **Donner** les valeurs décimales à mettre dans les registres de S340 à S344 pour répondre à ce besoin.

DTR5

Le système envoie la trame (0x4D) suivante :



Question 8 **Donner** la raison de l'envoi de cette trame.

DTR5

En cas de détection d'alarmes, le responsable du conservatoire doit être prévenu rapidement pour éviter la dégradation de la situation. L'installation est pourvue d'un transmetteur GSM capable d'envoyer 4 messages différents à synthèse vocale de 10 secondes chacun.

Chaque message vocal est enregistré au format numérique suivant :

- Son mono ;
- Echantillonnage à 44 100 Hz ;
- Codage de l'échantillon sur 8 bits (1 octet).

La capacité mémoire prévue est de 2Mo pour répondre à ce besoin.

Question 9 **Calculer** le nombre d'octets à stocker lors de l'enregistrement de ces messages vocaux.

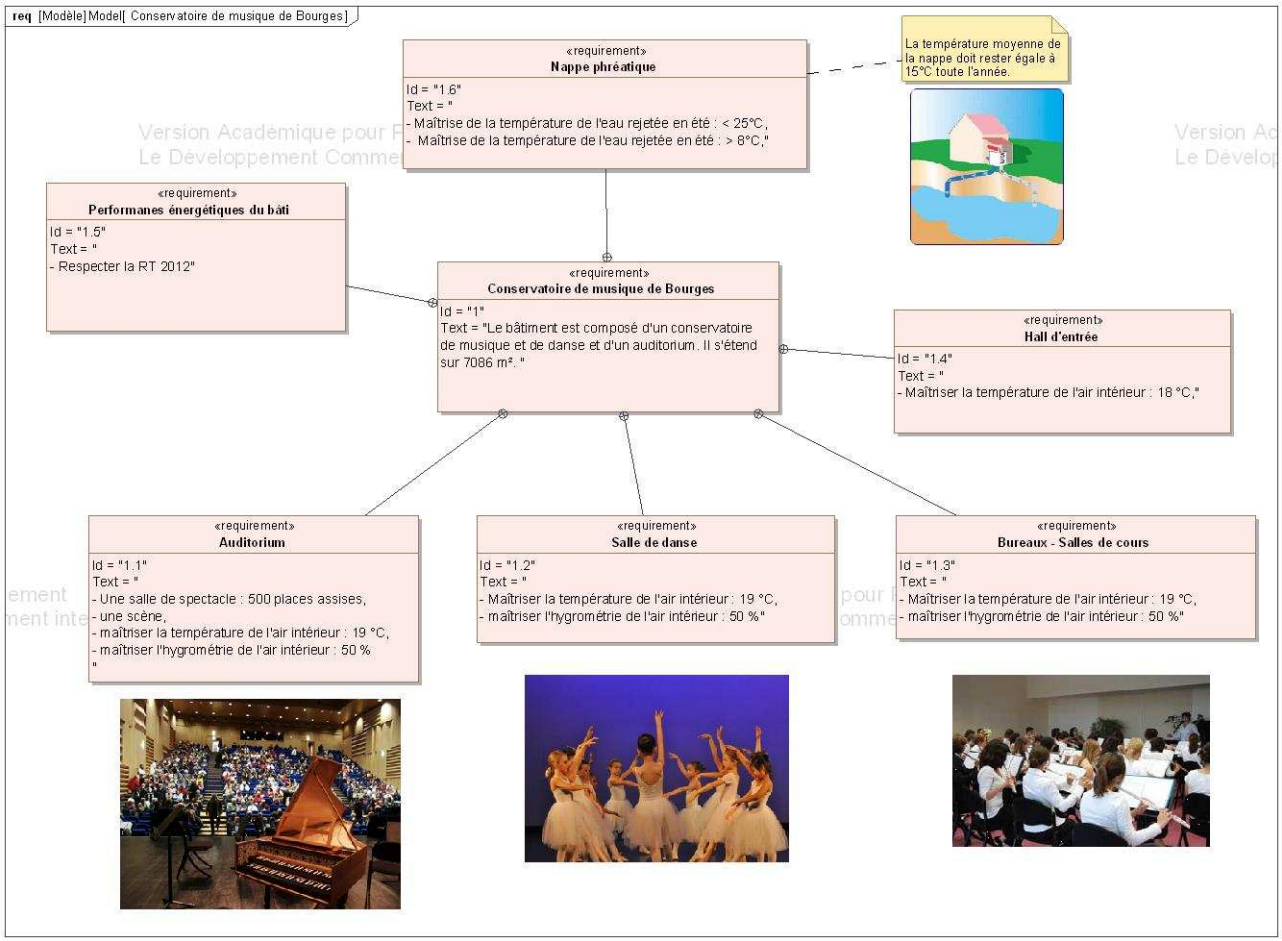
Conclure en vérifiant que la capacité mémoire est suffisante pour enregistrer les 4 messages.

Question 10 Les matériels mis en œuvre valident-ils les performances attendues ?

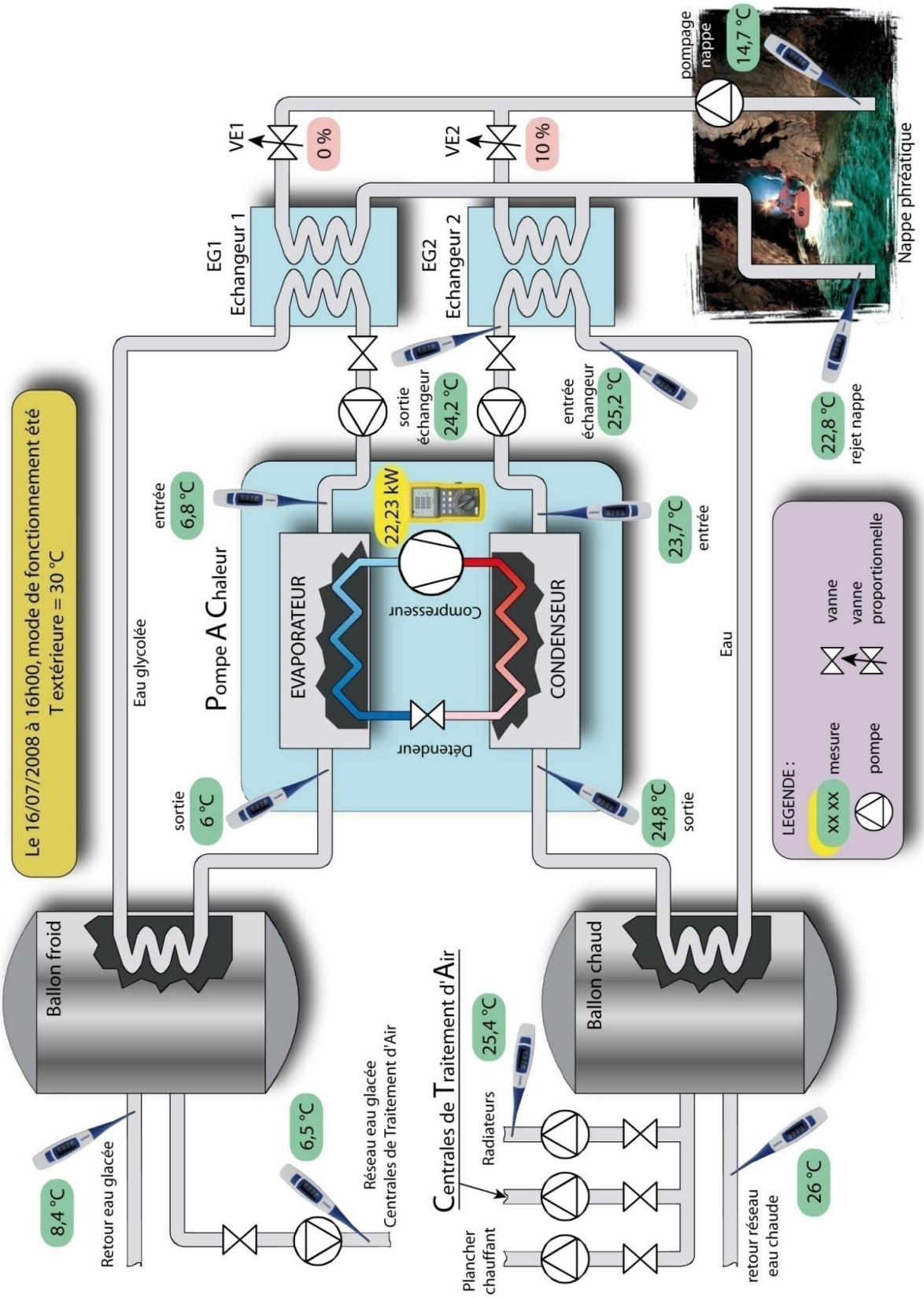
En considérant, d'une part, le service rendu par l'auditorium, et d'autre part la quantité non négligeable d'équipements mis en œuvre. **Enoncer** si selon vous, cet ensemble peut être considéré comme durable.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCE

DTR1 : diagramme partiel des exigences du conservatoire



DTR2: point de fonctionnement du circuit refroidissement en mode été



DTR3 : Principe de fonctionnement d'une centrale de traitement de l'air (CTA).

La CTA assure 3 fonctions principales :

- Climatiser l'air ;
- Renouveler l'air ;
- Régler l'hygrométrie.



Figure 4: *CTA*



Figure 5: *Tête de pulvérisation*

Le réglage de l'hygrométrie sera assuré par une humidification de l'air introduit dans les salles. Pour répondre aux critères HQE, le choix du système d'humidification s'est porté sur le système Microniser.
Un « atomiseur rotatif » (comprenez une cage cylindrique grillagée tournant à haute vitesse) est chargé de fractionner l'eau et de la pulvériser en de très fines gouttelettes de l'ordre de 20 µm de diamètre, (équivalent à de la vapeur d'eau) et ce, au moyen de la force centrifuge.
La tête de pulvérisation est entraînée en rotation à 11 390 tr/min par un moteur asynchrone à cage spécifique associé à un variateur de vitesse. Ce brouillard d'eau est ensuite emporté et absorbé par le flux d'air traversant le caisson d'humidification.

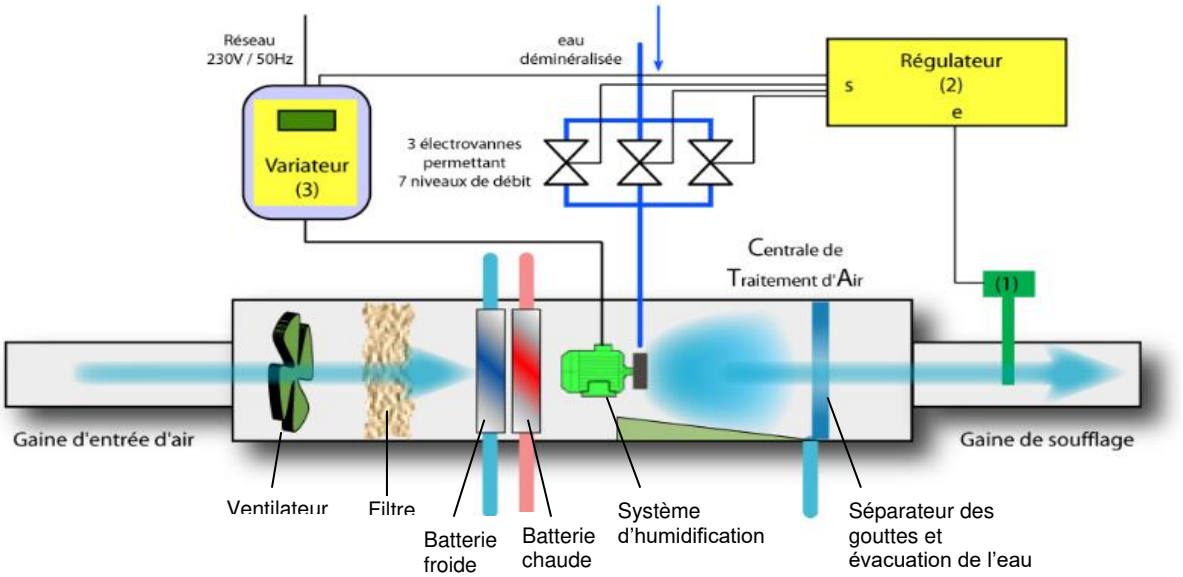


Figure 6: *Principe simplifié de la régulation d'humidité.*

La régulation est assurée par un régulateur universel (2). L'hygrométrie est mesurée par une sonde LoRaWAN Smart Buildinf Confort de chez ADEUNIS (1) placée dans la gaine de soufflage. Cette sonde émet des signaux numériques vers le régulateur.
Lorsque l'humidité relative descend sous sa valeur de consigne, le régulateur commande le variateur de fréquence (3) alimentant le moteur et la tête de micronisation. Le moteur passe de 0 à 11390 tr/min en 10 secondes.
Le variateur informe le régulateur que 80% de la vitesse du moteur est atteinte. C'est alors que le régulateur commande les 3 électrovannes d'alimentation en eau ayant chacune un débit différent. Celles-ci s'ouvrent et se ferment de façon alternée. Ce montage permet d'ajuster la pulvérisation d'eau en 7 étages par rapport à la demande et permet de réguler avec précision l'humidité relative. Lorsque la valeur de consigne d'humidité relative est atteinte, le régulateur commande la fermeture des électrovannes et commande l'arrêt du variateur de vitesse en 12s.

DTR4 : Documentation partielle du capteur de température et d'hygrométrie.

FR

4.1.8 Trame de données périodique

Cette trame (0x4C) est envoyée selon la période choisie par l'utilisateur (période = S321xS320xS301) et contient les données périodiques T+H relevées.
Chaque relevé historisé contient la température et l'humidité correspondant à une taille de 3 octets :
- les 2 premiers octets pour la température : 16 bits signés en dixième de °C. Par exemple la valeur 0x0145 soit 325 en décimal représente une température de 32.5°C.
- le dernier octet pour l'humidité : 8 bits non signé en %. Par exemple la valeur 0x32 soit 50 en décimal représente une humidité relative de 50%.

En LoRaWAN, le maximum transportable dans une trame est de 16 relevés (T+H).
Le produit envoie les relevés des plus récents au plus anciens.

0	1	2 et 3	4	5 et 6	7	8 et 9	10	...	47 et 48	49
Code	PAYLOAD	PAYLOAD								
0x4C	Cf Statut	Valeur T à t=0	Valeur H à t=0	Valeur T à t=-1	Valeur H à t=-1	Valeur T à t=-2	Valeur H à t=-2	...	Valeur T à t=-15	Valeur H à t=-15
0x4C	0xA3	0x0145	0x32	x0107	0x34	...	...	...	...	...

NOTE : si S301>16, l'octet «erreur» apparaîtra dans l'octet statut. Dans ce cas là la trame enverra les relevés les plus récents au détriment des plus anciens qui seront potentiellement perdus.

Par exemple la trame suivante 4CA3014532 (en hexadécimal) signifie :
- Code trame = 0x4C, trame de données périodique
- Statut = 0xA3, signifiant un compteur de trame à 5, une alarme batterie faible et la validation de la configuration.
- Température t=0 = 0x0145 soit 325 en décimal soit 32.5°C
- Humidité t=0 = 0x32 soit 50 décimal soit 50%
- Température t=-1 = 0x0107 soit 263 en décimal soit 26.3°C
- Humidité t=-1 = 0x34 soit 52 décimal soit 52%

4.1.9 Trame d'alarme Température et Humidité

Cette trame (0x4D) est envoyée lors de l'activation ou la désactivation d'une alarme de dépassement de seuil définie par la configuration des registres 330 à 334 pour la température et de 340 à 344 pour l'humidité.

0	1	2	3 et 4	5
Code	Statut	PAYLOAD		
0x4D	Cf Statut	Etat des alarmes	Température	Humidité
0x4D	0xA0	0x10	0x0108	0x32

Sa taille est de 6 octets.
Description de la trame :
- Octet 2 : état de l'alarme température et état de l'alarme humidité :
  - Bit 4 : état de l'alarme Température
    - Si 0: alarme inactive (seuils non atteints)
    - Si 1 : alarme active (seuils dépassés)
  - Bit 0 : état de l'alarme Humidité
    - Si 0: alarme inactive (seuils non atteints)
    - Si 1 : alarme active (seuils dépassés)
- Octets 3 et 4 : relevé de température en dixième de °C
- Octet 5 : relevé de l'humidité en %

Dans l'exemple en gris cela donne :
- Octet 2 = 0x10, l'alarme température est activé (un seuil a été dépassée), l'alarme humidité n'est pas activé (pas de franchissement de seuil)
- Octets 3 et 4 = 0x0108 soit 264 en décimal, soit la température est à 26.4°C
- Octet 5 = 0x32 soit 50 en décimal, le taux d'humidité est à 50%

3.3.1.03 Registres configurant l'alarme Humidité

Registre	Taille (octets)	Description	Codage	Détails
S340	1	Type d'alarme choisi pour l'humidité	Décimal	Défaut : 0 0 : désactivée 1 : seuil bas 2 : seuil haut 3 : seuils bas et haut
S341	1	Seuil haut de l'alarme humidité	Décimal	Défaut : 0 Min/max : 0 à 100 Unité : %
S342	1	Hystérésis haut	Décimal	Défaut : 0 Min/max : 0 à 100
S343	1	Seuil bas de l'alarme humidité	Décimal	Défaut : 0 Min/max : 0 à 100
S344	1	Hystérésis bas	Décimal	Défaut : 0 Min/max : 0 à 100

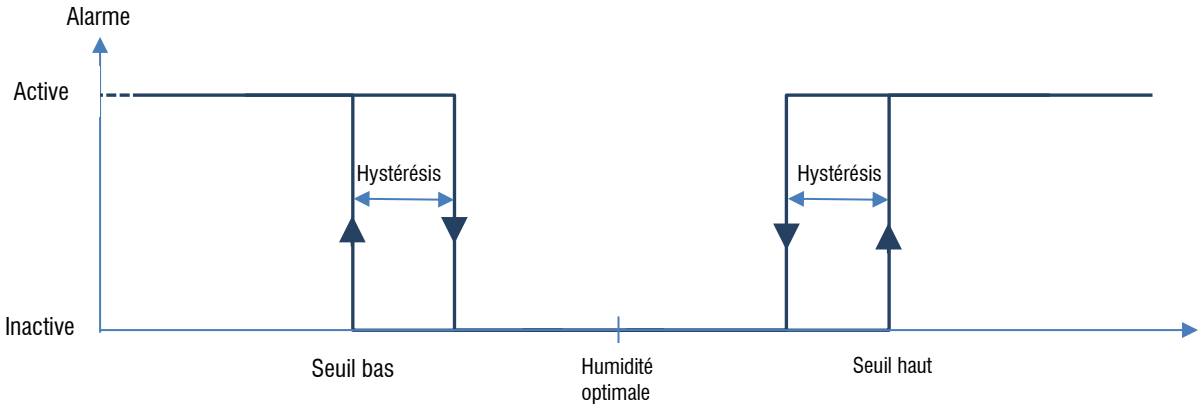


Figure 7 : description du cycle d'hystérésis

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.