

ÉLÉMENTS DE CORRECTION

PREMIÈRE PARTIE : Analyse du dossier

Question 1.1 : Un dossier contenant des documents est présent (l'arborescence du projet est donnée dans le DT01). Néanmoins il semble manquer un dossier important : donner son sigle et sa signification.

CCTP : cahier des clauses techniques particulières

Question 1.2 : Au vu des documents présents dans cette arborescence donner la signification des sigles : DCE et DPGF.

DCE : dossier de consultation des entreprises

DPGF : décomposition du prix global et forfaitaire (DPGF)

Question 1.3 : Après avoir pris connaissance de la présentation du bâtiment page 02/26, identifier les différentes sources d'énergie mises en œuvre pour la production de chaleur du chauffage.

Production de chaleur : PAC => électricité / Chaudière gaz => gaz

Question 1.4 : D'après les éléments fournis dans le DT03, déterminer l'orientation de la vue d'élévation.

Nord-Ouest ou Ouest

Question 1.5 : Que signifie l'indication « Niv. 23.80 NGF +/-0.00m » (DT03) ?

Nivellement Général Français : le bâtiment se situe à 23.8 m d'altitude pas rapport au NGF

Question 1.6 : Dans le bloc sanitaire public (DT04), à quoi correspondent :

- les cercles tracés sur le plan
- le triangle noir avec un A à l'intérieur?

Il s'agit :

- du rayon de braquage d'1 mètre pour les fauteuils handicapés, Norme PMR
- du repère de la coupe A-A.

DEUXIÈME PARTIE : Forage géothermique

Un forage prévisionnel « FR1 » est réalisé pour les essais et analyses géothermiques. Il servira par la suite au puits de réinjection si le projet est viable.

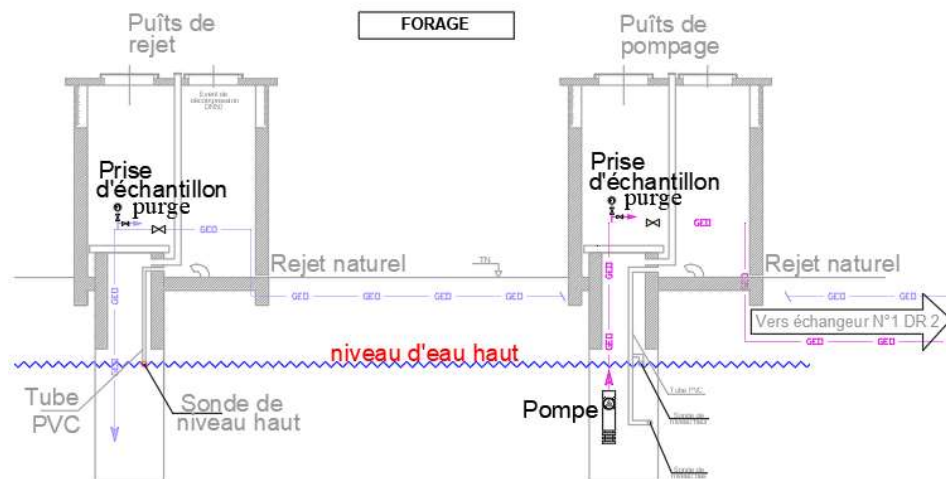
Le schéma de principe est représenté sur 4 documents : (DR 01 à DR 04).

Question 2.1: D'après le schéma de principe, expliquer comment le forage géothermique intervient dans la production de chaleur.

Il sert de source d'énergie pour l'évaporateur. On vient prélever de l'énergie dans la nappe phréatique pour la transférer à l'évaporateur via un échangeur intermédiaire. Cette énergie est utilisée pour vaporiser le fluide frigorigène.

Question 2.2: Sur les documents réponses DR01 à DR03 indiquer par un code couleur les différents fluides présents sur les schémas, repasser les canalisations concernées et renseigner les tableaux.

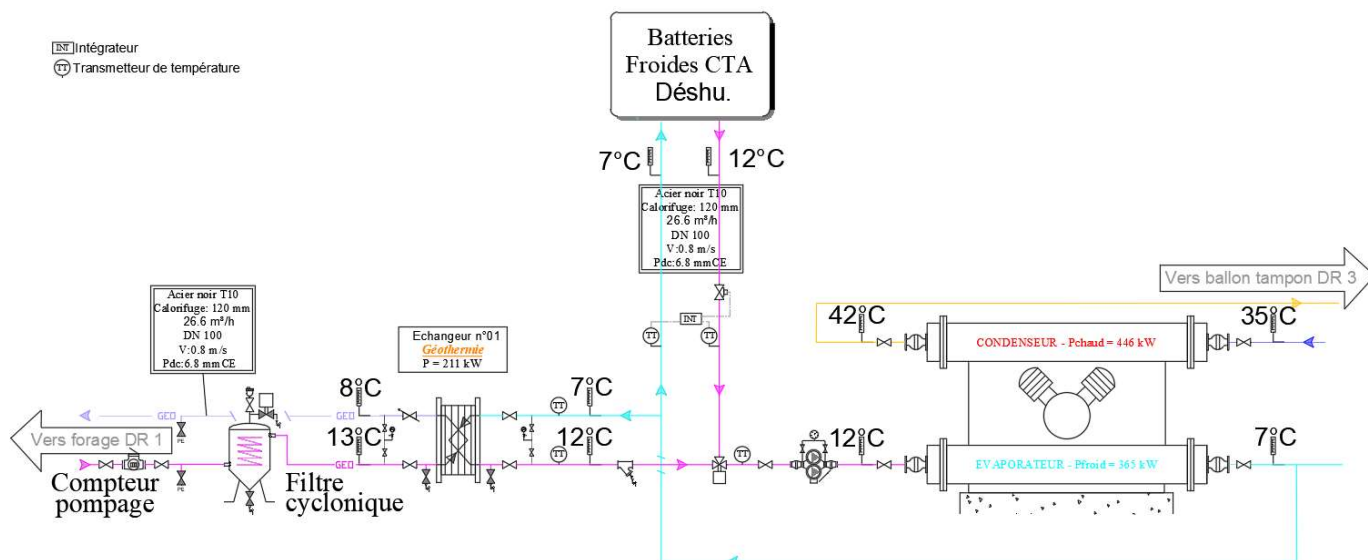
DOCUMENT REPONSE DR01 : Schéma forage



Régime d'eau	Nom du réseau	Couleur	Utilité
8-13°C	eau géothermique	violet	capter l'énergie de la nappe phréatique (source froide pour l'évaporateur de la PAC)

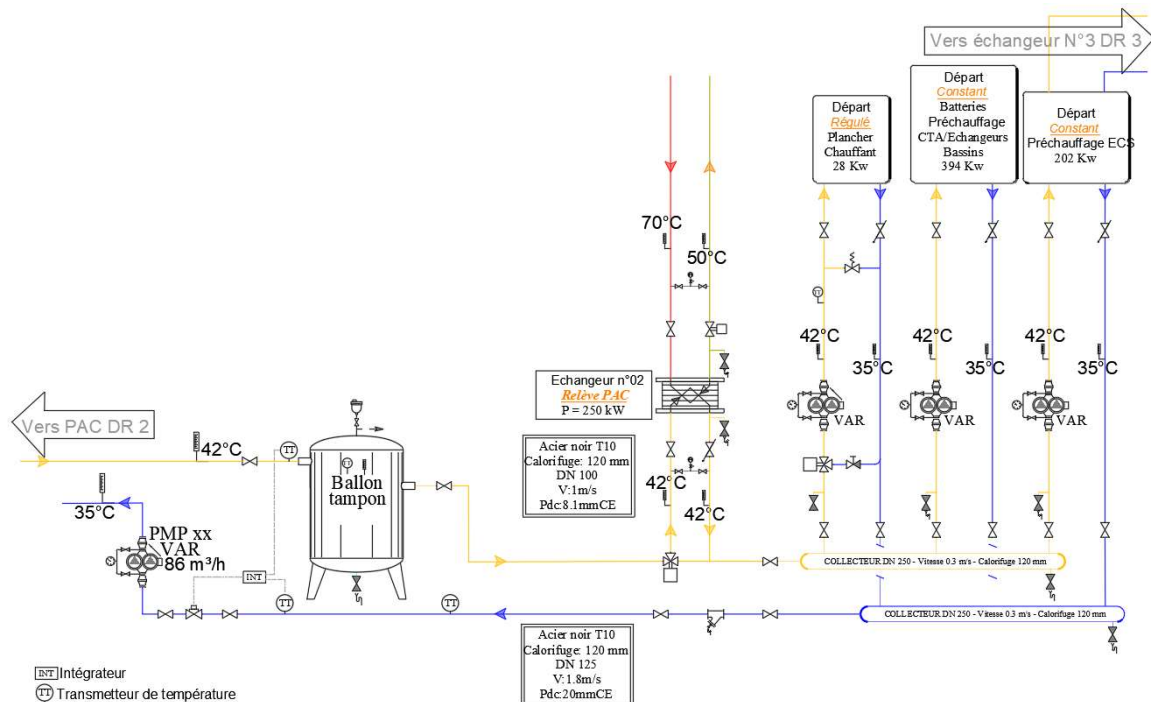
DOCUMENT REPONSE DR02 : Schéma primaire PAC

INT Intégrateur
TT Transmetteur de température



Régime d'eau	Nom du réseau	Couleur	Utilité
8-13°C	Réseau géothermique sur nappe phréatique	violet	capter l'énergie de la nappe phréatique (source froide pour l'évaporateur de la PAC) via l'échangeur N°01
7-12°C	Réseau Eau glacée / évaporateur	bleu	Alimenter en eau glacée les batteries froides déshumidificatrices de la CTA / Prélever l'énergie dans la nappe phréatique via l'échangeur N°01
42/35°C	Circuit chauffage (primaire PAC)	orange	chauffer l'eau pour les réseaux PC, CTA et préchauffage de l'ECS

DOCUMENT REPONSE DR03 : Schéma secondaire PAC



Régime d'eau	Nom du réseau	Couleur	Utilité
42/35°C	Circuit chauffage (primaire PAC)	orange	chauffer l'eau pour les réseaux PC, CTA et préchauffage de l'ECS
70-50°C	Réseau de Production de chaleur chaudière	rouge	Apporter un complément de chaleur si besoin (PAC en relève de chaudière)

Question 2.3: Quelle est la fonction de l'échangeur N°1 et pourquoi est-il obligatoire (DR 02) ?

Il permet de transférer l'énergie de l'eau de forage à l'eau de l'installation et il est obligatoire de séparer les différentes eaux pour éviter de polluer le forage par le réseau.

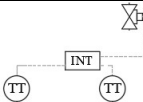

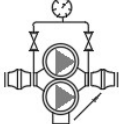

Question 2.4: Le stagiaire avait préparé un schéma de la CTA à déshumidification thermodynamique (DT05). A partir de l'analyse du schéma, expliquer le principe de fonctionnement. Donner au moins un avantage de ce procédé.

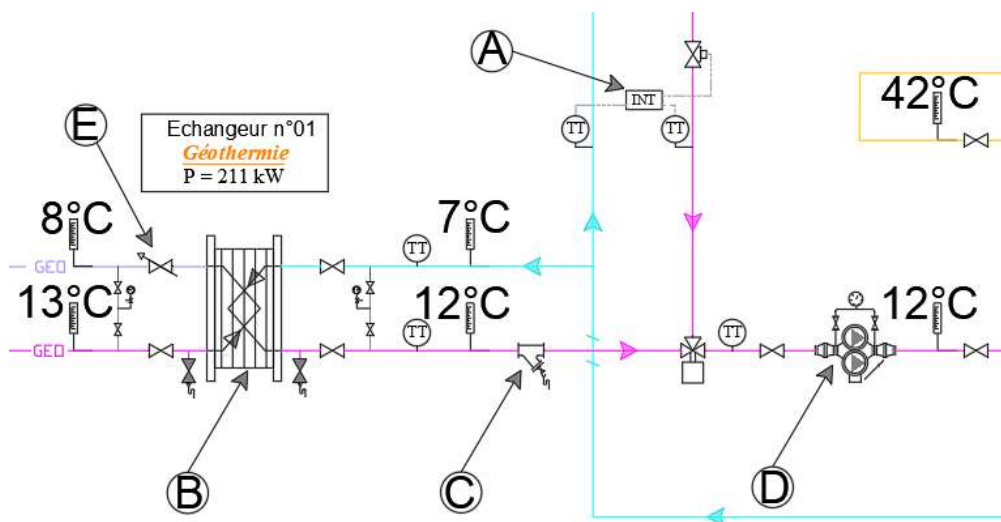
L'air humide des bassins a besoin d'être déshumidifié puis réchauffé pour être à la température voulue, on récupère l'énergie de la batterie de déshumidification pour l'évaporateur de la PAC ce qui permet de chauffer l'air des bassins par le condenseur.

Il y a utilisation de la PAC en froid et en chaud pour la même CTA, économie d'énergie.

Question 2.5: Donner le nom et la fonction des composants repérés de A à E (DR05).

DOCUMENT REPONSE DR05 Nomenclature

Index	Symbole	Nom	Fonction
A		Intégrateur / Compteur d'énergie	Compter l'énergie de récupération sur les eaux usées
C		Filtre à tamis	Filtrer les particules éventuelles pour protéger la V3V et la pompe
D		Double pompe	Faire circuler l'eau dans le réseau avec une pompe de secours
E		Vanne de réglage	Régler le débit du réseau géothermique en créant des pertes de charge



L'objectif de ce système est de réaliser des économies énergétiques et donc financières. On propose de le comparer à un système équivalent à eaux perdues (c'est un système qui comprend une pompe à chaleur eau-eau, l'énergie récupérée ne se fait pas dans la nappe phréatique (gratuite) mais avec de l'eau du réseau qui est facturée). Avec un prix du mètre cube d'eau compris entre 0,90 € et 1,1 € et un volume prélevé à la nappe compris entre 19 000 et 21 000 m³/an, l'économie annuelle est comprise entre 17 000 et 23 000 €. Le chiffrage du forage représente un surcoût compris entre 46 000 et 51 000 €.

Question 2.6: Les contraintes économiques et réglementaires imposent à la ville de Carvin d'étudier chaque proposition afin de définir le retour sur investissement des différentes solutions technologiques. Ce retour sur investissement doit être inférieur à 4 ans. Cette solution de forage sur nappe phréatique est-elle acceptable ?

Dans le pire des cas l'investissement sera de 51 000 € et on aura une économie la plus faible de 17 000 €/an Soit $51\,000 / 17\,000 = 3$ ans

Ou $4 \times 17\,000 = 68\,000 \text{ €} > 51\,000 \text{ €}$

La solution est acceptable

Question 2.7 : Proposer une argumentation structurée sur les atouts et les faiblesses de ce système par rapport à celui à eau perdue.

Atouts : solution géothermique pas de surcout de consommation d'eau ni de traitement des eaux usées.

Faiblesse : il faut que le forage soit viable, nécessite un réseau avec échangeur supplémentaire et coût de forage important.

TROISIÈME PARTIE : Préchauffage de l'eau chaude sanitaire par récupération de chaleur sur les eaux grises

Votre prédécesseur a travaillé sur le premier point de la démarche HQE, vous reprenez ses notes pour les vérifier.

Rappel : Les eaux grises peuvent provenir de la récupération des eaux d'évacuation de lavabos ou de douche, mais aussi des eaux pluviales (si l'atmosphère n'est pas polluée) ou celle d'un puits (si la nappe phréatique n'est pas polluée). Toute eau ne contenant ni polluant chimique, ni trace de matière fécale, ni trace de produit chimique (hydrocarbure, médicament, etc.) peut être considérée comme une eau grise. Elles sont souvent à opposer aux eaux-vannes, qui contrairement aux eaux grises contiennent des matières fécales ou d'autres substances polluantes (médicaments) plus difficiles à traiter et à éliminer.

Question 3.1: Expliquer le mode de fonctionnement de ce récupérateur de chaleur sur eaux grises en précisant les transferts d'énergie, les provenances et les destinations des différents fluides concernés.

- ⇒ **Utilisations des douches**
- ⇒ **l'eau est évacuée mais a encore des "calories" (aux alentours de 30 à 35 °C)**
- ⇒ **au lieu de l'évacuer directement aux égouts on détourne cette eau pour la faire passer dans un échangeur vertical et gravitaire.**
- ⇒ **Cet échangeur va transférer l'énergie de ces eaux grises au réseau de préchauffage sanitaire**

Question 3.2: Sur le DR04, à quoi sert la vanne de bypass ?

Cette vanne sert pour la maintenance du récupérateur

Question 3.3: Pourquoi y a-t-il un intégrateur (INT) sur le schéma du DR04 ? Quel est son rôle ?

Intégrateur, il permet de mesurer les températures départ et retour ainsi que le débit afin de pouvoir déterminer l'énergie récupérée sur ce récupérateur.

Question 3.4: A partir du schéma du DR04, indiquer le débit d'eau froide qui circule par le récupérateur d'énergie sur les eaux grises et le débit d'eau sanitaire qui circule dans l'échangeur N°3 du DR04 ?

Débit récupérateur : 10 m³/h

Débit échangeur : 23 m³/h

Question 3.5: Quel équipement permet de maîtriser ces débits ? L'identifier sur le DR04. Décrire son fonctionnement.

La vanne de réglage située sur le réseau d'eau froide qui ne passe pas par le récupérateur. Elle crée des pertes de charge pour ajuster les débits du récupérateur et de la conduite principale

QUATRIÈME PARTIE Centrale de traitement d'air des vestiaires n°4

L'ensemble des notes du stagiaire reprend les contraintes du bâtiment (DT 02).

L'étude ne porte que sur le traitement d'air des zones vestiaires individuels, vestiaires collectifs et douches.

Hypothèse de fonctionnement de la CTA

Question 4.1: Déterminer le débit d'air neuf pour l'ensemble des vestiaires (DT02).

Le débit par personne est de 25 [m³/h]

Le débit total de l'ensemble vestiaire est donc de :

800 personnes x 0,35 = 280 pers en moyenne x (22+3) [m³/h/p] = 7 000 [m³/h]

Éléments de correction BTS FLUIDES ENERGIES DOMOTIQUE		Session 2025
U41 : Analyse et définition d'un système	Repère : 20FE41ADS-C	Page : 7/15

Question 4.2: Deux solutions, DT06 et DT07, sont proposées. Quelles sont les différences de composition entre ces deux CTA ?

La technologie du récupérateur est différente : Dans la solution 1, la CTA est équipée d'un échangeur rotatif et dans la solution 2, la CTA est équipée d'un échangeur à plaques.

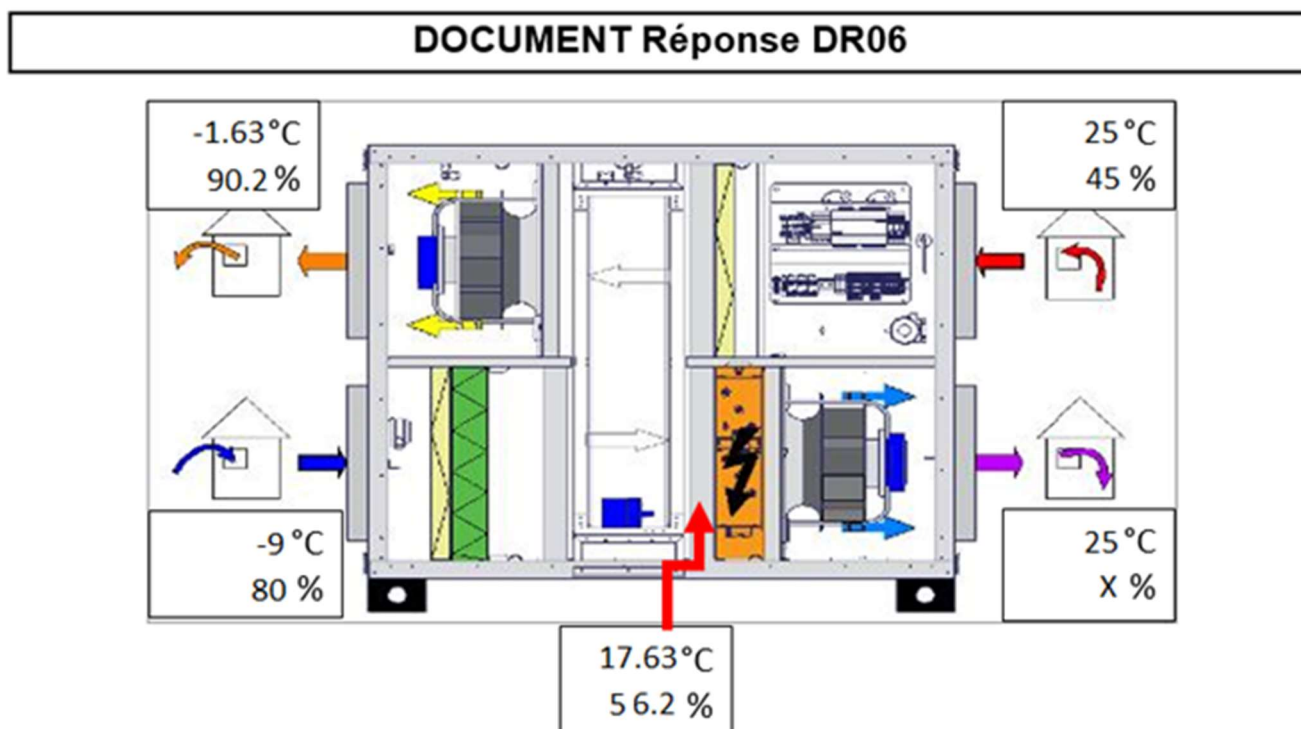
Question 4.3: La solution n°1 est retenue. Justifier ce choix en relevant les informations techniques nécessaires sur les DT06 et DT07.

L'efficacité de l'échangeur rotatif est de 78,5% en hiver et en été alors que l'efficacité de l'échangeur à plaques est de 54 % en hiver et 60 % en été. Le prétraitement de l'air est donc plus efficace.

Analyse du diagramme de l'air humide

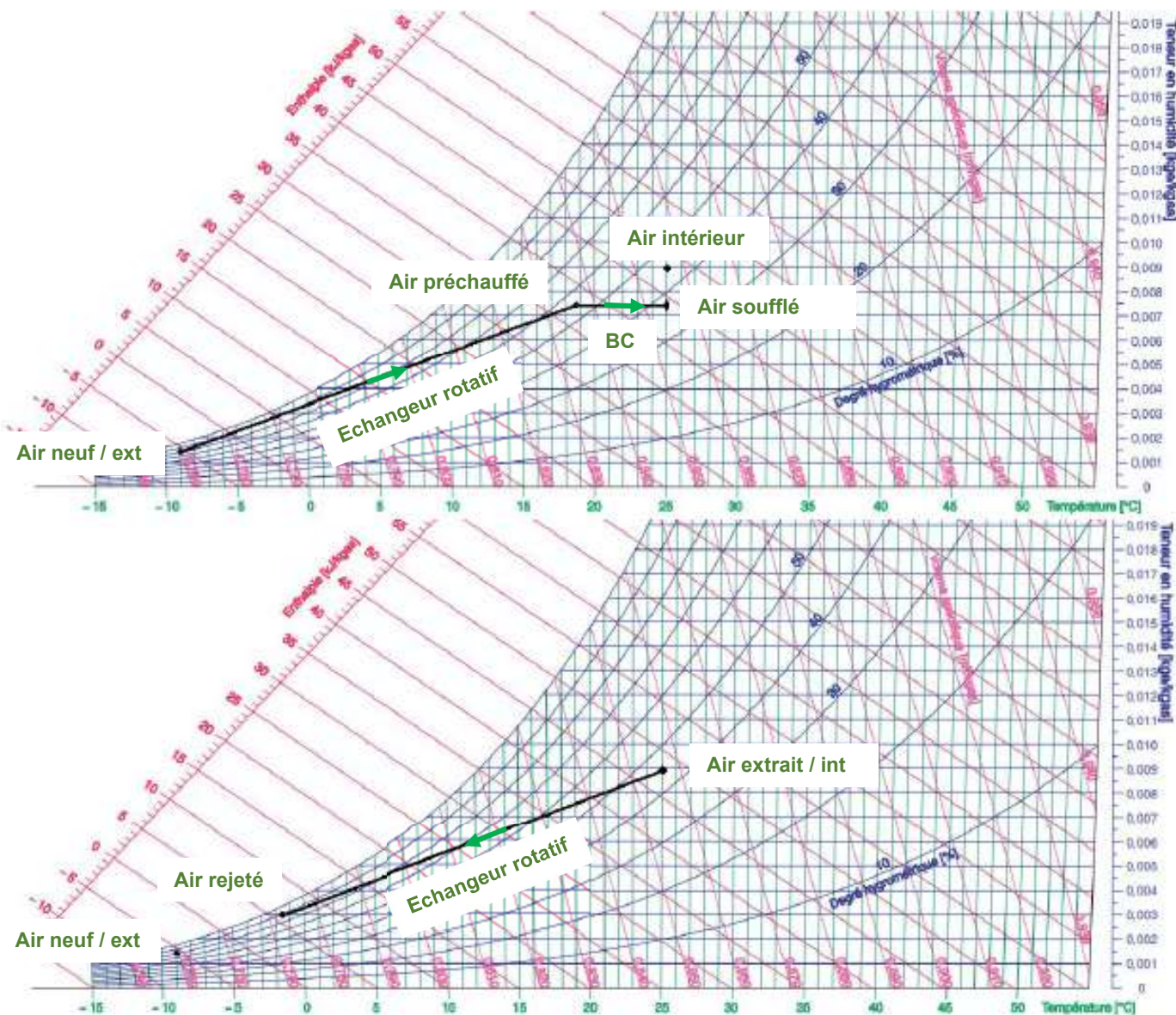
Le stagiaire avait réalisé une étude d'évolution de l'air en mode hiver sur la CTA avec un tracé sur le diagramme psychrométrique pour déterminer la puissance nécessaire de la batterie électrique.

Question 4.4: En prenant appui sur la solution retenue (solution N°1), relever les températures et hygrométries pour les reporter dans les cadres sur le schéma de la CTA DR06.



Question 4.5: Sur le DR07 :

- Identifier les différents points caractéristiques,
- Flécher les évolutions de l'air pour en indiquer le sens d'évolution,
- Identifier sur le diagramme les différents composants de la CTA,
- Compléter le tableau avec les caractéristiques des points "sortie échangeur" et "soufflage".



Attention, le tracé donné aux candidats est différent des valeurs données dans les DT.

	Sortie échangeur	Soufflage
Température sèche [°C]	18,8	25
Volume spécifique [m³/kg _{air}]	0,836	0,855
Humidité spécifique [g _{eau} /kg _{air}]	7,5	7,5
Humidité relative [%]	56	38
Enthalpie spécifique [kJ/kg _{air}]	38	44

Question 4.6: Voici la note de calcul du stagiaire, les paramètres de fonctionnement repérés sont 7 000 et 0,835. A quoi correspondent ces paramètres ?

Note de Calcul : $P = Q_m \times \Delta h$	ou	$P = Q_m \times C_p \times \Delta t$	$Q_m = \frac{7000}{0,835 \times 3600} = 2,32 \text{ [kg}_{as}/s]$
avec $\Delta h = 46 - 39 = 7 \text{ [kJ/kg}_{as}]$	et	$P = 2,32 \times 1 \times 7 = 16,24 \text{ [kW]}$	

Le débit global de la CTA soit 7000 [m³/h].

0,835 est le volume spécifique en [m³/kg_{as}]

Question 4.7: En conditions extrêmes (pour une température extérieure de -9°C), la CTA est équipée de batteries chaudes d'une puissance totale de 80 [kW]. Pourtant la note de calcul préconise une puissance de 16,24 [kW]. Expliquer dans quel cas de fonctionnement la CTA aura besoin de cette puissance de 80 [kW] (DT06).

En cas de dysfonctionnement de la roue

CINQUIÈME PARTIE : Régulation traitement d'air

Rappel : la CTA étudiée en partie 4 fait l'objet de l'étude de régulation. Nous rappelons qu'il s'agit d'une CTA double flux équipée d'un récupérateur de chaleur et de deux batteries électriques. Une batterie de 50 [kW] fonctionnant en tout ou rien et une batterie de 30 [kW] à deux étages régulés.

Question 5.1: Le stagiaire a fait une proposition, il s'agit d'une régulation Corrigo E 28 (DT09). Concernant le choix de la sonde CO₂, il en a sélectionné deux (DT08). Classer de façon méthodique les informations sur ces deux sondes et indiquer leur compatibilité avec le régulateur.

	CORRIGO	ALC 230 A	CTDT2
Grandeur mesurée		CO ₂ et Température	CO ₂ et Température
Type de signal	AI	0....10 Volt	0....10 Volt
Tension d'alimentation	24 V	230 V	24 V

Les deux sondes sont compatibles car ce sont des sondes quatre fils. Elles possèdent toutes les deux leur propre alimentation. Le signal 0-10 Volt sera correctement identifié par le régulateur.

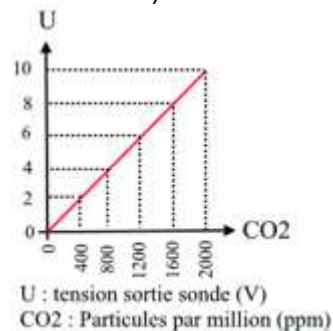
Question 5.2: La qualité de l'air est contrôlée par une sonde de gaine qui mesure le CO₂. Indiquer sur quelle gaine placer cette sonde et justifier ce choix.

Gaine d'air repris car elle mesurera la teneur en CO₂ du local traité dans lequel a lieu la pollution par les personnes.

Question 5.3: Il s'agit de créer une note sur les paramètres de fonctionnement de la sonde choisie, référence CTD2 : à l'aide du DT08, tracer le graphe du signal de sortie de la sonde sur le DR08, sachant que le signal est considéré comme proportionnel. Définir la tension du signal pour une valeur de 400 ppm (soit graphiquement, soit par le calcul).

Pour 2000 ppm on a 10 Volt,

Donc pour 400 ppm on a une tension = $\frac{10}{2000} \times 400 = 2 \text{ Volt}$



Cette sonde CO₂ va permettre de réaliser des économies d'énergie. Grâce à cette sonde on peut faire varier la vitesse des ventilateurs et donc limiter le renouvellement d'air.

Question 5.4: A partir de l'analyse du graphique des niveaux de CO₂ (DR 09) :

- compléter les valeurs des seuils de déclenchement (mise en marche) et d'arrêt
- tracer les seuils de déclenchement (mise en marche) et d'arrêt sur le graphique
- compléter le tableau de fonctionnement horaire des ventilateurs en vitesse réduite et en vitesse normale
- indiquer le nombre d'heures de fonctionnement dans chacun des modes

Valeur des seuils de déclenchement (mise en marche) et d'arrêt	
Seuil déclenchement vitesse réduite	400
Seuil déclenchement vitesse normale	1000
Seuil retour vitesse réduite	840
Seuil arrêt des ventilateurs	240

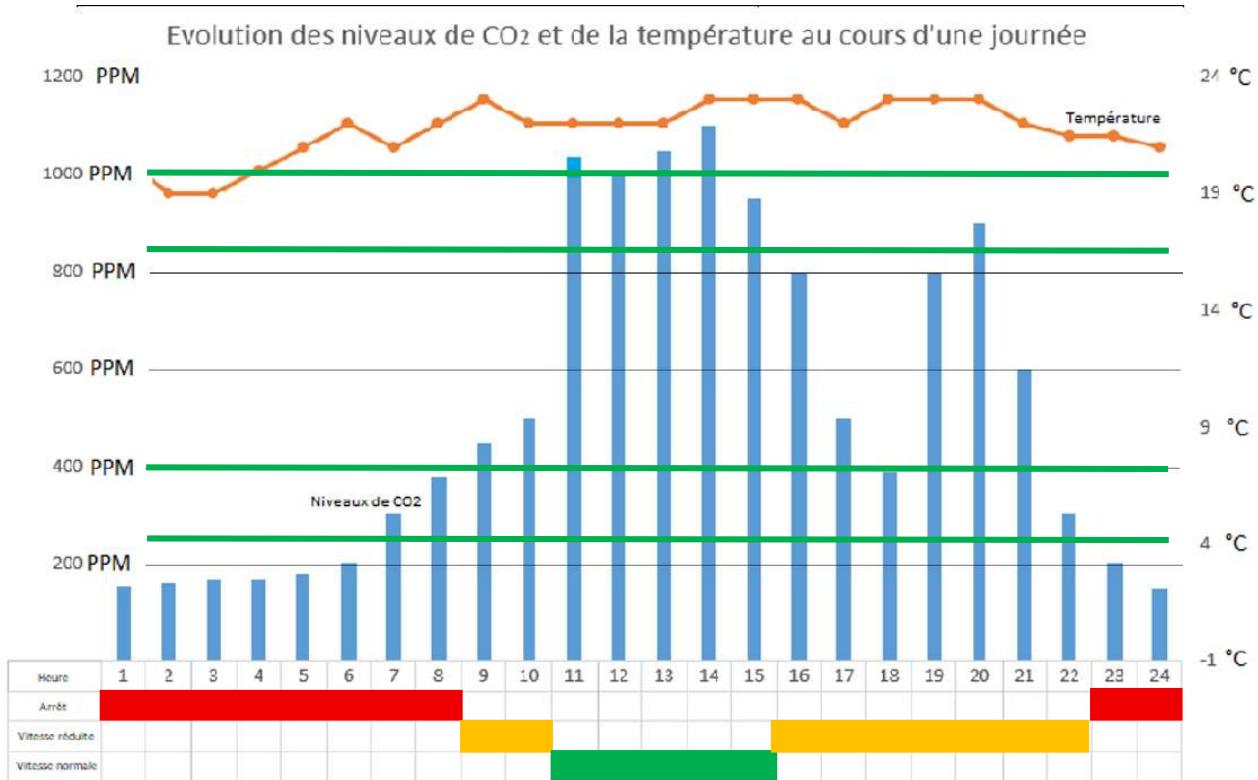


Tableau de fonctionnement horaire des ventilateurs

Heures de fonctionnement	
Nombre d'heures de fonctionnement en vitesse réduite :	9
Nombre d'heures de fonctionnement en vitesse normale :	5
Nombre d'heures à l'arrêt :	10

Question 5.5: Expliquer l'impact de ces variations de vitesse sur les consommations énergétiques.

Si on réduit la vitesse des ventilateurs, on diminue leur puissance absorbée et donc leur consommation

Le débit est donc moins conséquent dans la CTA (car les besoins en renouvellement d'air sont plus faibles) et donc les déperditions par renouvellement d'air moins importantes, les batteries électriques de la CTA seront donc moins sollicitées

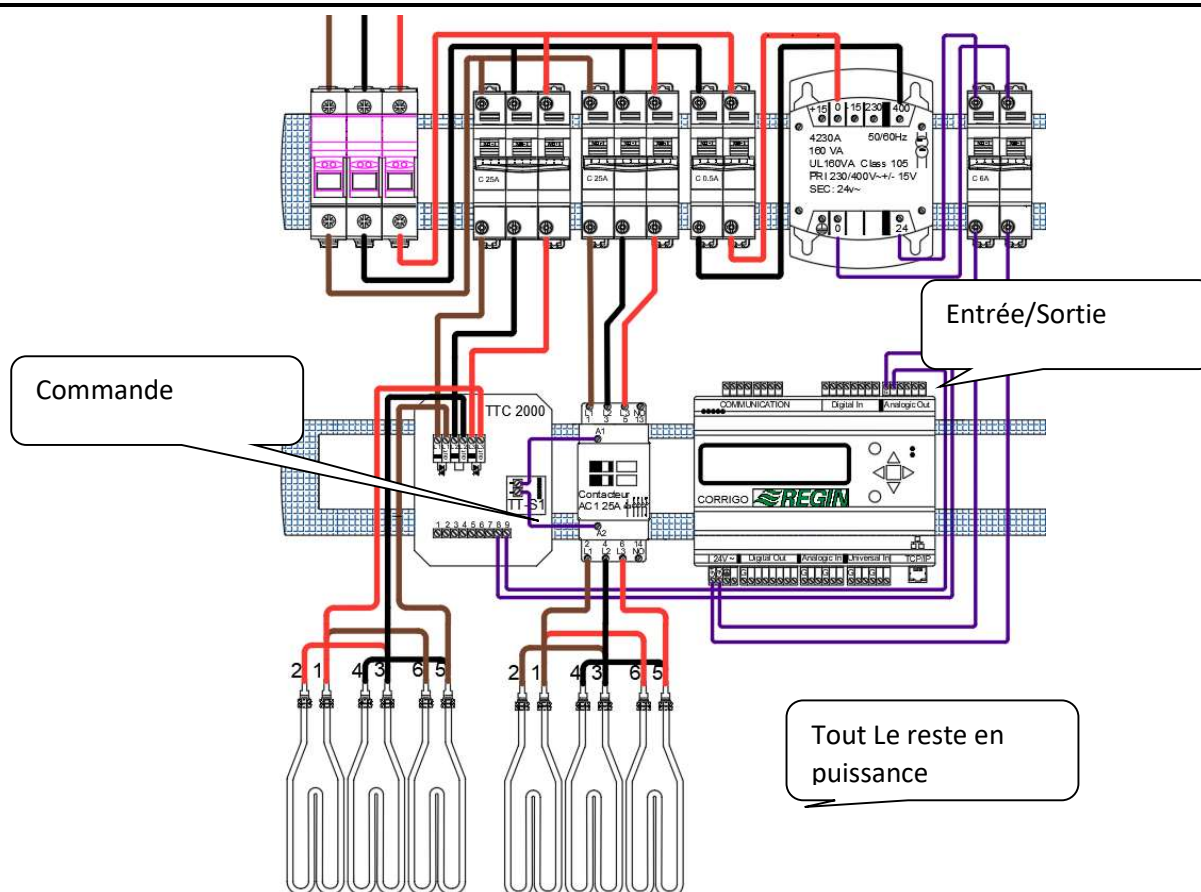
Batterie électrique : étude du fonctionnement.

Les batteries électriques sont décomposées en deux lots. Le premier lot sert au confort de l'ambiance et permet de réguler dans des conditions normales pour atteindre la température de soufflage en respect du CCTP. Le deuxième lot de batteries sert uniquement en cas de dysfonctionnement. Notre attention se portera uniquement sur les batteries qui serviront au confort. Toutes les batteries électriques ont une alimentation triphasée en 400 Volts.

Après lecture des DT09 à DT11, on comprend que le régulateur Corrigo commande un régulateur Triac TTC 2000 associé à une carte esclave TT-S1. Les batteries (pour le confort) seront donc composées de deux étages, un étage géré par le TTC 2000 et un étage par la carte TT-S1. La composition du tableau est présentée en DR10 et le dessin de câblage est présenté en DR11.

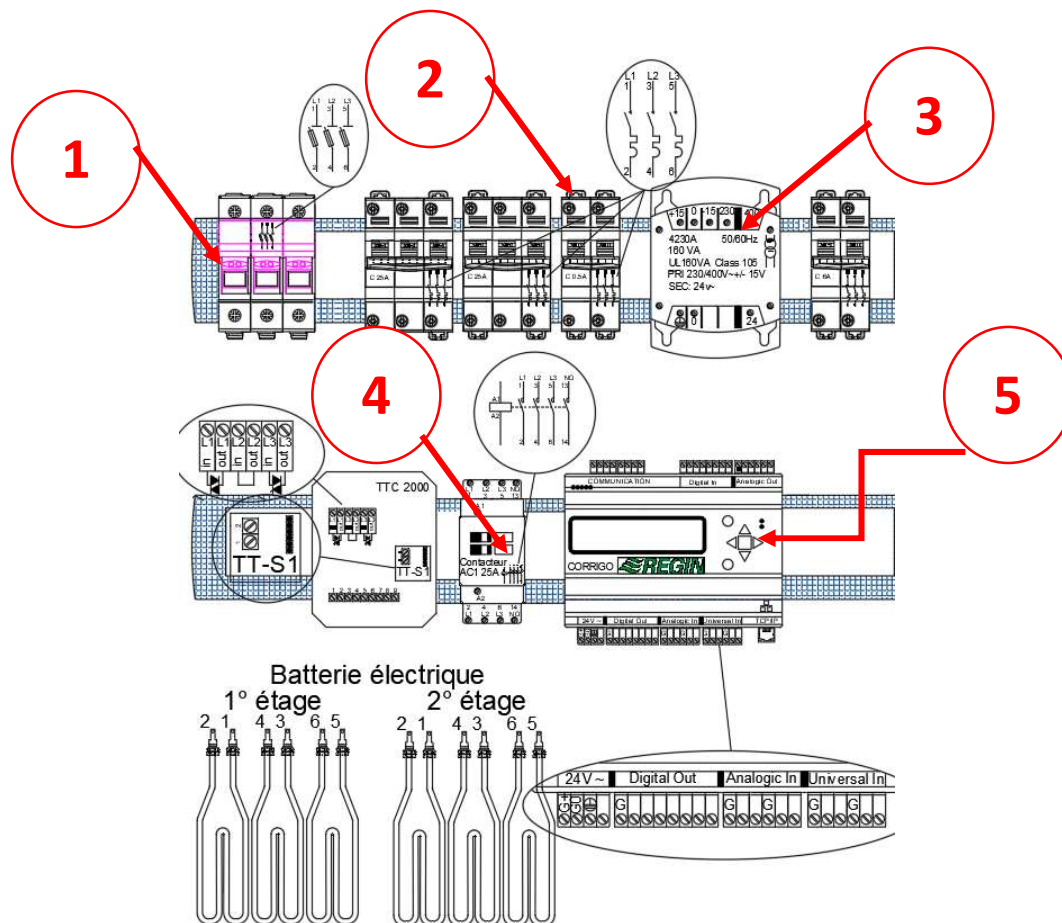
Question 5.6: Sur le DR11, repérer par un code couleur les conducteurs de puissance, les conducteurs de commande et les conducteurs d'entrée/sortie du régulateur.

DOCUMENT REPONSE DR11 Dessin de câblage



Question 5.7: Compléter la nomenclature des éléments identifiés de 1 à 5 sur le DR10.

Repère	Nom	Fonction
1	Sectionneur porte fusible principal	Protéger l'installation (puissance et commande) contre les surintensités de court-circuit
2	Disjoncteur magnétothermique	Protéger le transformateur contre les surintensités de surcharge et de court-circuit
3	Transformateur 400V / 24V	Transformer la tension de 400V alternatif en 24V
4	contacteur de puissance pour les batteries électriques	Autoriser ou non l'alimentation des batteries électriques en puissance
5	Régulateur	Réguler l'installation, ici la CTA



Question 5.8: On peut identifier sur le dessin de câblage (DR11) les deux étages de la batterie chaude. Réunir les différentes caractéristiques techniques des composants pour justifier le choix de ces deux résistances référencées 950 x 600 – 15 [kW] (DT 10).

La gestion des résistances se fait par un Triac modèle TTC 2000 qui peut supporter au maximum 25 A, nous devons donc choisir d'installer deux résistances de 15 [kW] et d'ajouter une carte esclave qui peut à son tour gérer une deuxième charge de 25 A max. (attention les charges doivent être identiques)

Question 5.9: Pour vérifier le bon fonctionnement de la régulation (DT09 à DT11) on peut considérer deux situations différentes : la situation 1 nécessite 10 [kW] de puissance et la situation 2 nécessite 20 [kW] de puissance.

A partir de l'exemple de fonctionnement donné dans le DT11 et du schéma de câblage du DR11, expliquer, pour chacune des situations, quel étage est sous tension et comment les régulateurs interagissent entre eux (comment l'information transite entre le régulateur Corrigo, le régulateur triac et la carte esclave TT-S1).

Situation 1 : 10 [kW] : le Corrigo génère un signal de 3,33 V qui correspond aux besoins de 10 [kW], seul le premier étage fonctionne à 66 % de sa puissance soit 15 [kW] x 0,66 = 10 [kW]

Situation 2 : 20 [kW] : le Corrigo envoie un signal de 6,66 V qui correspond aux besoins de 20 [kW], le premier étage est insuffisant, la carte esclave alimente la bobine du contacteur et fait fonctionner à 100 % de sa charge le deuxième étage de la batterie (15 [kW]) et régule le complément sur le premier étage de la batterie soit 5 [kW].

Éléments de correction BTS FLUIDES ENERGIES DOMOTIQUE		Session 2025
U41 : Analyse et définition d'un système	Repère : 20FE41ADS-C	Page : 14/15

Question 5.10: Ce régulateur est prévu pour communiquer avec la GTC. A partir du DT09, indiquer quel protocole peut être utilisé pour ce régulateur.

On peut identifier sur le schéma des ports communication qui laissent présumer que ce régulateur a la possibilité de communiquer avec un système. Il peut communiquer avec le protocole TCP/IP ou ceux donnés dans le DT09.