

U.21 : Analyse scientifique et technique d' une installation

Baccalauréat Professionnel TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES Session 2022

ÉLÉMENTS DE CORRECTION

« Centre Bretagne Hospitalier »

Les situations professionnelles		Temps conseillé	Pages
S1	<input type="checkbox"/> Traitement de l'air	40 min	2-3 et 4/15
S2	<input type="checkbox"/> Combustion	30 min	5/15
S3	<input type="checkbox"/> Mesure et réglage	30 min	6/15
S4	<input type="checkbox"/> Récupération du fluide frigorigène	25 mn	7 et 8/15
S5	<input type="checkbox"/> Étude du schéma électrique	35 mn	9 et 10/15
S6	<input type="checkbox"/> Sécurité	30 mn	11 et 12/15
S7	<input type="checkbox"/> GTC et régulation	30 mn	13 et 14/15
S8	<input type="checkbox"/> Feebat	20 mn	15/15

Sous-épreuve E.21 - Unité U.21

*L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.*

Baccalauréat professionnel technicien de maintenance des systèmes Énergétiques et climatiques	CODE C2206-TMS T 1	Session 2022	Éléments de correction
Épreuve U21	Sujet	Durée 4h	Page DC 1/15

S1	Traitement de l'air	DR1
----	---------------------	-----

Contexte :

Dans le cadre de votre travail, vous avez la charge d'assurer la maintenance préventive de la centrale de traitement d'air de marque « Aldes » qui permet d'assurer le renouvellement de l'air dans les locaux. Lors de la maintenance de la CTA restauration, vous êtes chargé de vérifier les conditions de fonctionnement de celle-ci et de vérifier la puissance installée.

Vous disposez : (conditions ressources)

- Du schéma de principe de l'installation (DT1 page 2/18).
- Du schéma de la centrale de traitement d'air (DT2 page 3/18) et (DT3 page 4/18).
- Du fichier numérique BIM Vision.
- $Q_m = Q_v/v$ avec Q_m en [kg/s], Q_v en [m³/s].
- $P = Q_m \times (h_s - h_e)$ avec P : Puissance en [kW], Q_m : Débit massique en [kg/s].

Vous devez : (travail demandé)

- 1) Donner le nom et la fonction des éléments repérés pas les chiffres de 1 à 5 sur le schéma de principe général.
- 2) Tracer l'évolution de l'air dans la batterie chaude à partir du (DT2).
- 3) Compléter le tableau de relevé des points.
- 4) Déterminer le débit d'air de soufflage de la CTA restauration en Kg/s.
- 5) Déterminer la puissance de la batterie chaude.
- 6) Relever la référence de la centrale de traitement d'air (Niveau R+3).
- 7) Vérifier et justifier que la centrale installée (référence ci-dessus) corresponde bien au besoin de la salle de restauration.

Critères d'évaluation

- Les noms et les fonctions sont exacts.
- L'évolution est tracée correctement.
- Les points relevés sont justes.
- Le débit est exact.
- Le calcul est juste.
- La référence relevée est correcte.
- La référence est juste et justifiée.

- 1) Donner le nom et la fonction des éléments repérés par les chiffres de 1 à 5 sur le schéma (DT1).

NUMÉRO	NOM	FONCTION
1	Circulateur double	Permet de faire circuler un fluide
2	Vanne trois voies motorisée	Permet de réguler la puissance émise aux émetteurs en agissant sur le débit
3	Bouche d'extraction	Permet l'extraction l'air
4	Bouche de soufflage	Permet le soufflage de l'air
5	Registre motorisé ou volet d'air	Permet de réguler le débit d'air

- 2) Tracer l'évolution de l'air dans la batterie chaude sur le diagramme de l'air humide (page DSR4/15).
Voir le tracé sur le diagramme page 4/15
- 3) Compléter le tableau de relevé des points.

POINT	Ts en °C	Hr en %	h en KJ/kgas	r en g/Kgas	v en m ³ /Kgas
Entrée (M)	15	40	26.5	4.3	
Sortie (S)	22	27	33	4.3	0,841

- 4) Déterminer le débit d'air de soufflage de la CTA en Kg/s

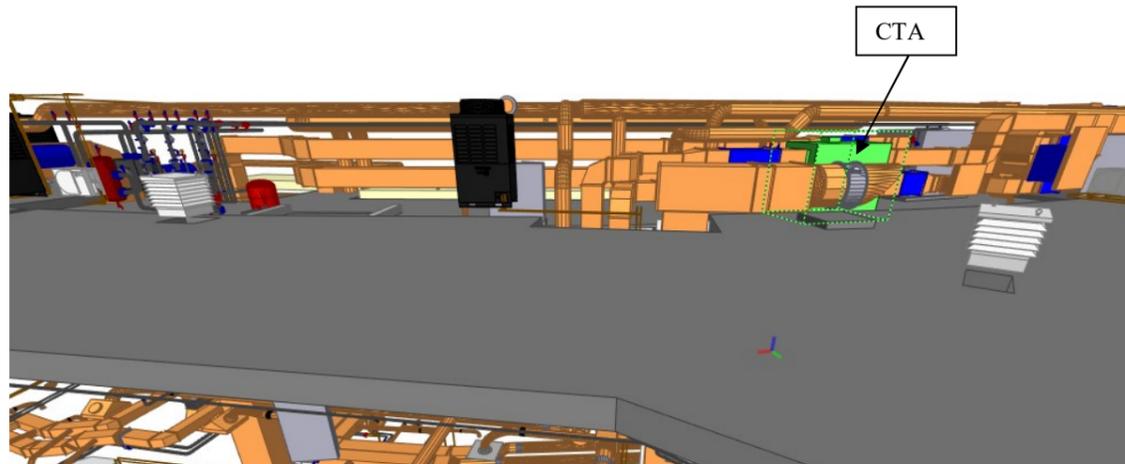
Débit de soufflage = 2430 m³/h
 $Q_m = Q_v/v$ avec Q_m en kg/s, Q_v en m³/s
 $Q_v = 2430/3600 = 0,675$ m³/s
 $Q_m = 0,675/0,841 = 0,802$ kg/s

5) Déterminer la puissance de la batterie chaude.

$$P = Q_m \times (h_s - h_e) \text{ avec } P \text{ en kW, } Q_m \text{ en kg/s}$$

$$P = 0.802 \times (33 - 26.5) = 5,2 \text{ kW}$$

6) Relever la référence de la centrale de traitement d'air sur le fichier numérique en vous aidant de la photo ci-contre.



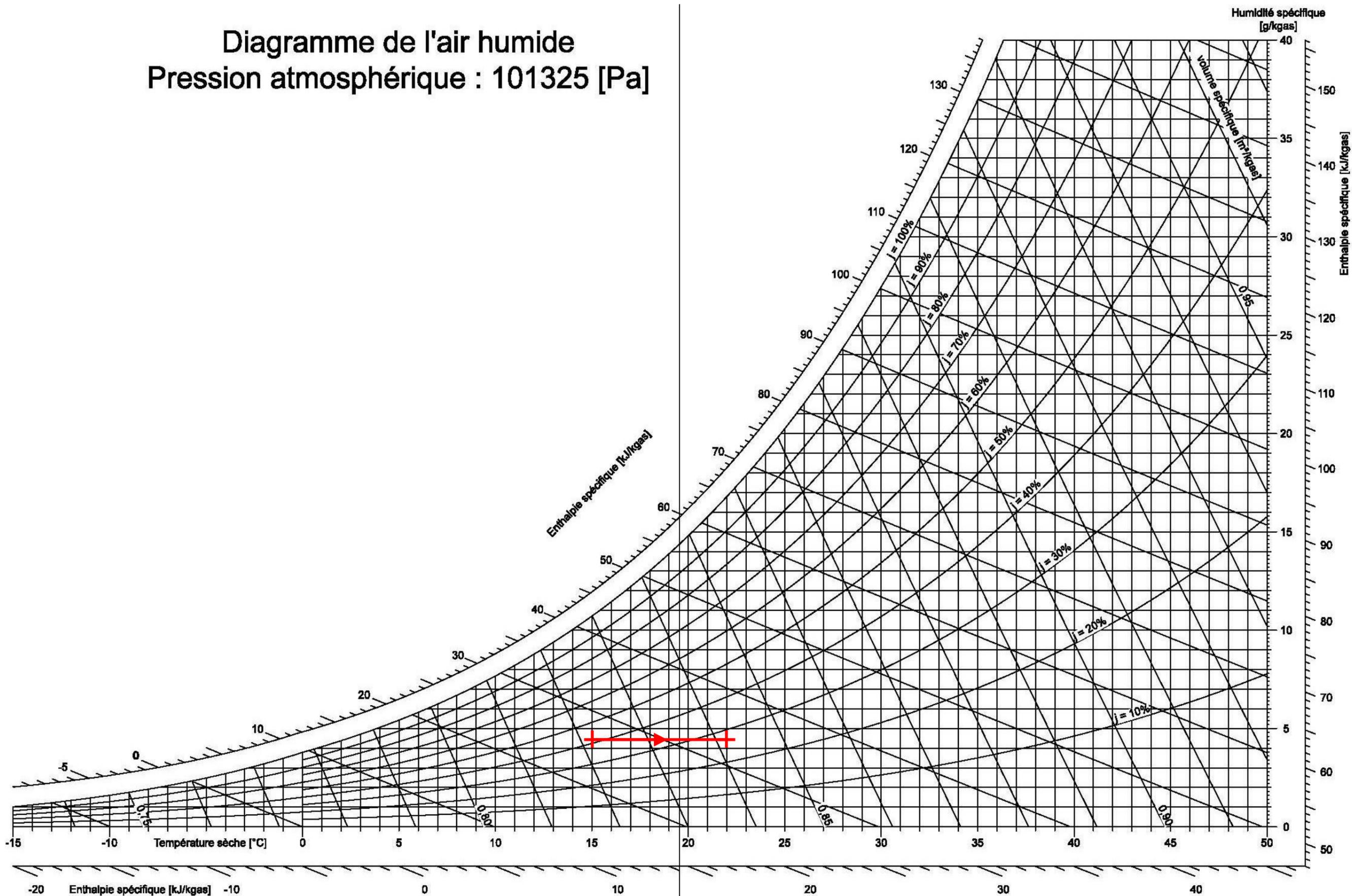
Référence : VEX 260

7) Vérifier et justifier que la centrale installée (référence ci-dessus) corresponde bien au besoin de la salle de restauration.

D'après la documentation technique du tableau de gamme de la CTA, la centrale avec la référence VEX260 peut atteindre un débit maximal de 5000 m³/h, or le débit de soufflage est de 2430 m³/h donc la centrale installée correspond bien aux attentes. Elle permet même une extension future du bâtiment.

Diagramme de l'air humide

Pression atmosphérique : 101325 [Pa]



Contexte :

La production d'eau chaude chauffage de l'échangeur de la CTA est alimentée par deux chaudières gaz condensation de marque De Dietrich C230-130 ECO. Dans le cadre de maintenance courante, vous devez vérifier la bonne combustion du brûleur, pour cela il sera nécessaire de relever les informations techniques sur la chaudière afin de déterminer le type de combustion et en faire l'analyse.

Vous disposez : (conditions ressources)

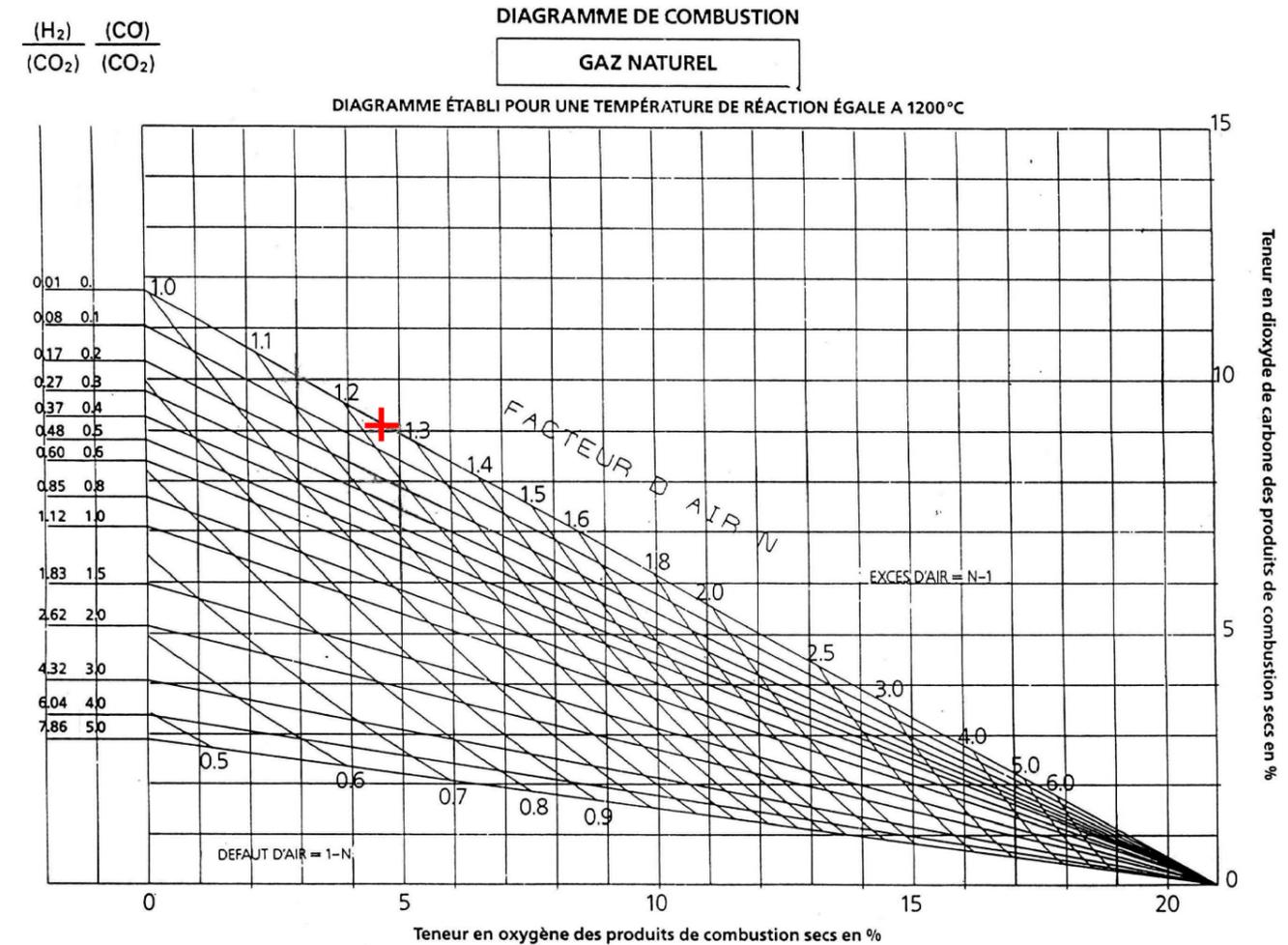
- Du schéma de principe de l'installation (DT1 page 2/18).
- De la notice d'installation et d'entretien de la chaudière (DT4 pages 5 et 6/18).
- Analyse de combustion : O₂ = 5%.
- Débit gaz G20.

Vous devez : (travail demandé)	Critères d'évaluation
8) Indiquer la valeur de CO ₂ maxi dans un caisson d'air ouvert.	La valeur est exacte.
9) Placer le point de combustion sur le diagramme d'Oswald et en déduire le type de combustion. On prendra 9% comme valeur de CO ₂ .	Le tracé est précis et le type de combustion est juste.
10) Analyser et interpréter le résultat.	La réponse est claire et précise.

8) Indiquer la valeur de CO₂ maxi dans un caisson d'air ouvert.

CO₂ = 9,3%

9) Placer le point de combustion sur le diagramme d'Oswald et en déduire le type de combustion.



Type de combustion : **Combustion complète oxydante**

10) Analyser et interpréter le résultat :

La combustion complète avec excès d'air de 25% est satisfaisante. L'excès d'air doit être suffisant pour éviter les imbrûlés.

Contexte :

La production d'eau chaude chauffage de l'échangeur de la CTA était alimentée jusqu'à présent par deux chaudières fioul mais celle-ci vient d'être changée par deux chaudières gaz condensation de marque De Dietrich C230-130 ECO. La mise en service vient d'être effectuée, vous vous rendez compte que les produits de combustion des fumées ont du mal à être évacués. Dans ce cadre, il vous est demandé de relever, de mesurer les valeurs de fonctionnement de la chaudière et y apporter les réglages nécessaires au bon fonctionnement de l'installation en tenant compte des recommandations constructeurs.

Vous disposez : (conditions ressources)

- Du schéma de principe de l'installation (DT1 page 2/18).
- De la notice d'installation et d'entretien de la chaudière (DT4 pages 5 et 6/18).
- Puissance absorbée = Puissance utile / η avec P_{abs} en kW, P_{utile} en kW et η : rendement.
- $P_{abs} = QV_{gaz} \times PCI$
- $PCI_{gaz} = 10 \text{ kWh/m}^3$ et $\eta = 97.6\%$
- Débit gaz G20
- Régime d'eau : 80/60°C

Vous devez : (travail demandé)

11) Relever la puissance utile maximum de la chaudière.

12) Calculer la puissance absorbée.

13) En déduire le débit gaz (QV_{gaz}).

14) Le débit gaz calculé correspond t-il aux préconisations constructeurs ? Justifiez votre réponse.

15) Vérifier que le diamètre du conduit d'évacuation des fumées actuel sur le fichier numérique correspond bien aux recommandations constructeurs. Que peut-on en déduire ?

Critères d'évaluation

Les relevés sont exacts.

La puissance absorbée est juste.

Le débit est juste.

La réponse est correcte et justifiée.

Les valeurs de diamètres relevées sont exactes et la déduction est correcte.

11) Relever la puissance utile maximum de la chaudière.

Puissance utile maximale (80/60°C) GN 20 = 120 kW

12) Calculer la puissance absorbée.

$P_{abs} = P_{utile} / \eta = 120 / 0,976 = 123 \text{ kW}$

13) En déduire le débit gaz (QV_{gaz}).

$QV_{gaz} = P_{abs} / PCI = 123 / 10 = 12,3 \text{ m}^3/\text{h}$

14) Le débit gaz calculé correspond t-il aux préconisations constructeurs ? Justifiez votre réponse.

Le débit maximal préconisé par le constructeur est de 13 m³/h et le mini est de 2,4 m³/h donc le débit calculé de 12,3 m³/h est bien dans les préconisations constructeurs.

15) Indiquer le diamètre du conduit des fumées sur le fichier numérique et vérifiez'il correspond bien aux recommandations constructeurs. Que peut-on en déduire ?

Diamètre sur fichier numérique : **$\varnothing 250 \text{ mm}$**

Diamètre recommandation constructeur : **$\varnothing 150 \text{ mm}$ davantage si longueur est plus importante**

Le diamètre recommandé par le constructeur est inférieur au diamètre existant, donc pas de problème de tirage pour la chaudière mais si la longueur est plus importante, le diamètre recommandé sera toujours inférieur à l'existant.

Contexte :

Avant de prendre en main l'installation et de pouvoir expliquer son fonctionnement au stagiaire, vous décidez de repérer l'état du fluide et d'indiquer le sens de circulation sur le schéma de principe. Le stagiaire vous demande par la suite les noms et fonctions de différents éléments.

Vous disposez : (conditions ressources)

- Du schéma de principe à compléter (DSR page 8/15).
- Du fichier numérique BIM Vision.

Vous devez : (travail demandé)	Critères d'évaluation
16) Repérer les différents états du fluide dans l'installation.	Les représentations couleurs des différents fluides et réseaux sont justes.
17) Indiquer le sens du fluide.	Les flèches sont correctement positionnées.
18) Raccorder le manifold, le groupe de transfert et la bouteille de récupération.	Les raccords sont justes.
19) Indiquer le nom et la fonction des éléments dont les numéros sont indiqués dans le tableau.	Le nom et la fonction correspondent aux éléments repérés.
20) Identifier l'emplacement du groupe d'eau glacée de marque Carrier.	L'emplacement est identifié.

16) Sur le schéma de principe (DSR page 8/15), repérer l'état du fluide frigorigène en surlignant en :

Noir : le fluide à l'état gazeux haute pression

Rouge : le fluide à l'état liquide haute pression

Vert : le fluide à l'état liquide basse pression

Bleu : le fluide à l'état gazeux basse pression

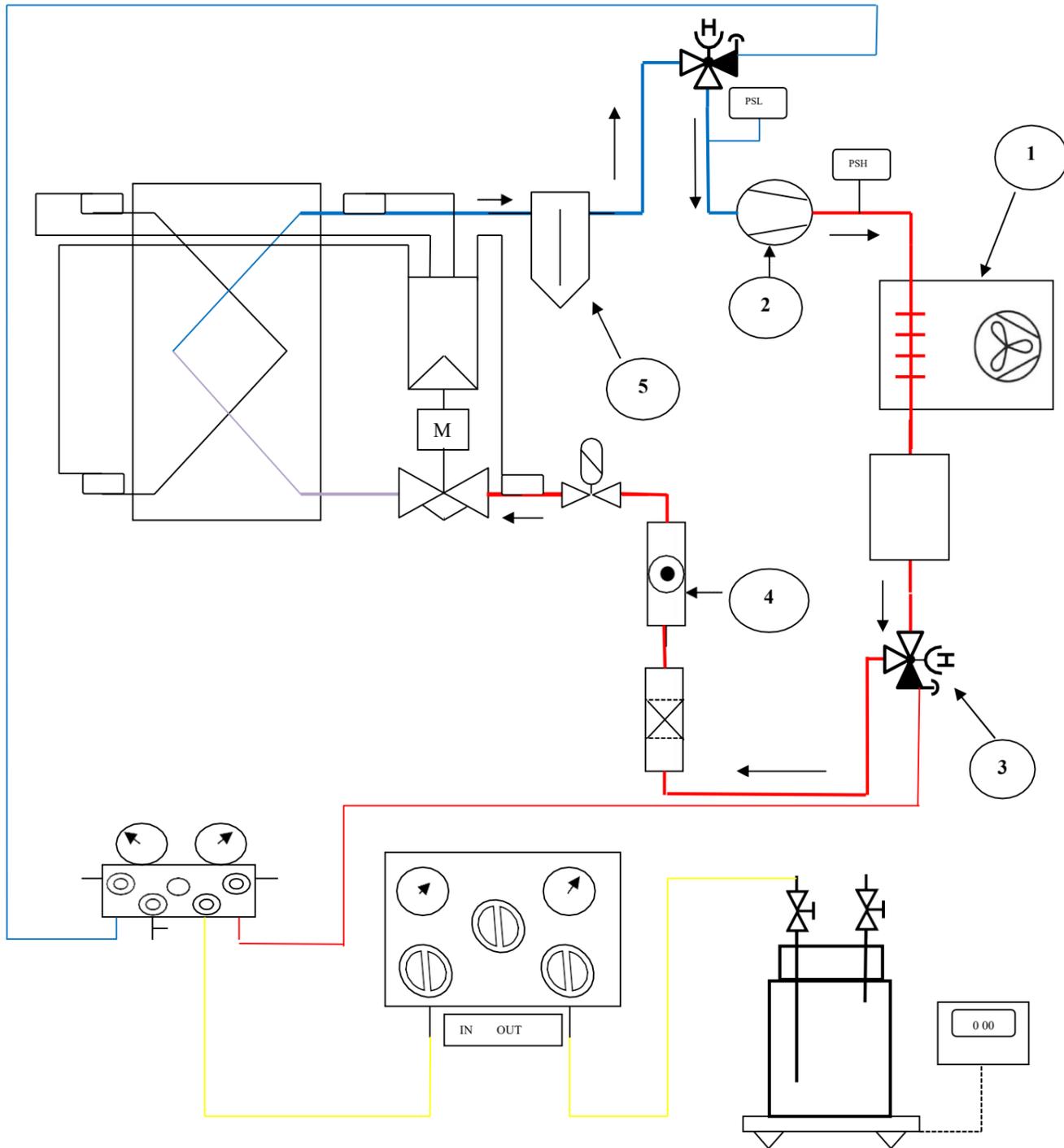
17) Indiquer le sens du fluide sur le schéma de principe (DSR page 8/15).

18) Compléter le schéma de principe (DSR page 8/15) en raccordant les différents appareils pour effectuer une récupération du fluide frigorigène.

Rouge : le raccordement du manifold côté haute pression

Bleu : le raccordement du manifold côté basse pression

Noir : le raccordement entre le manifold et la bouteille de récupération



19) Indiquer dans le tableau ci-dessous, les éléments et leurs fonctions.

N°	NOMS	FONCTION
1	Condenseur à convection forcée	Passage du fluide de l'état gazeux à l'état liquide en cédant de la chaleur
2	Compresseur	Aspire les vapeurs basse pression provenant de l'évaporateur, les comprime et les refoule à haute pression en direction du condenseur
3	Vanne de service	Elle est montée sur la bouteille liquide, c'est un robinet double effet, peut prendre trois positions pour mettre en communication les trois ou quatre orifices de la vanne de service
4	Filtre déshydrateur	Retient l'eau se trouvant en suspension dans le fluide. Absorbe les acides et retient les particules solides. (Copeaux, limaille, calamine.)
5	Bouteille anti-coup de liquide	Évite l'arrivée directe et accidentelle de liquide au compresseur. Un dispositif assure le retour de l'huile au compresseur.

20) À partir du fichier numérique BIM Vision, identifier l'emplacement du groupe d'eau glacée.

Niveau : **R +3**

Élévation (Global Y) en m : **27,85 m**

Contexte :

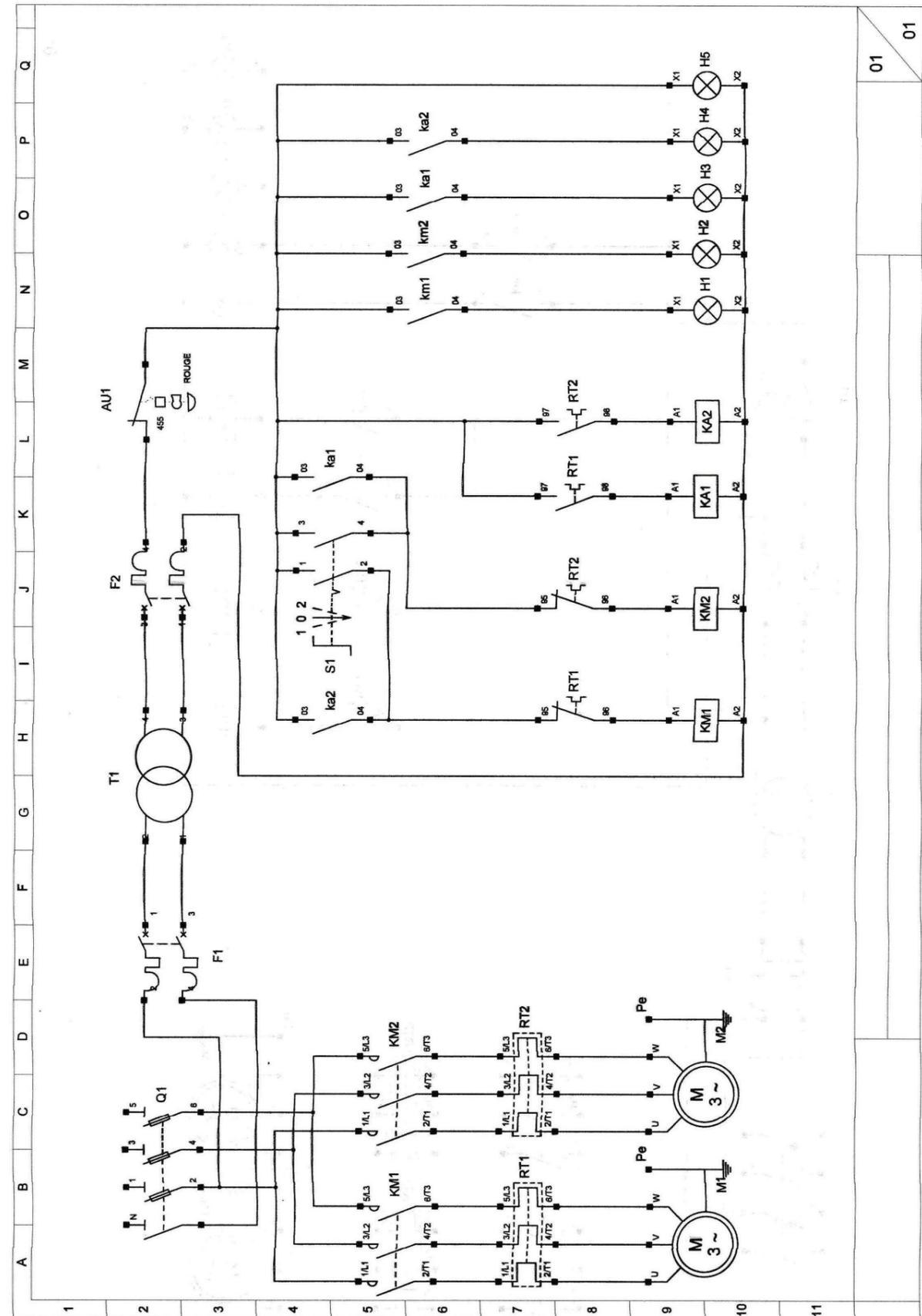
Votre entreprise a modifié les circuits hydrauliques du système, les circulateurs simples ont été remplacés par des pompes doubles sur le circuit radiateur. Votre chef d'unité vous demande de réaliser le schéma de commande du système. De plus il vous demande de rechercher les caractéristiques de tous les appareils électriques.

Vous disposez : (conditions ressources)

- Du schéma de principe de l'installation (DT1 page 2/18).
- De la documentation technique des appareils électriques (DT7 pages 11-12/18).
- Des symboles électriques (DT7 page 12/18).
- De la documentation technique de la pompe (DT10 pages 14-15/18).
- Du schéma électrique à compléter (DSR page 9/15).

Vous devez : (travail demandé)	Critères d'évaluation
21) Réaliser les schémas électriques de puissance et de commande des pompes doubles avec basculement automatique en cas de défaut d'une des pompes. Une signalisation défaut pour le circulateur N°1 et N°2 et la mise sous tension de l'installation.	Le raccordement est cohérent.
22) À partir du DT10, relever les valeurs de la puissance électrique et de l'intensité max du circulateur chauffage du circuit radiateur.	La puissance et l'intensité relevées sont justes.
23) Déterminer les références du contacteur et du relais thermique.	Les références sont justes.
24) Déterminer la valeur de réglage du relais thermique.	La valeur est correcte.

21) Compléter le schéma ci-dessous :



22) À partir du DT10, relever les valeurs de puissance électrique et de l'intensité max du circulateur chauffage du circuit radiateur.

La puissance électrique de la pompe est de **610 Watts**

L'intensité max consommée est de **2,75 A**

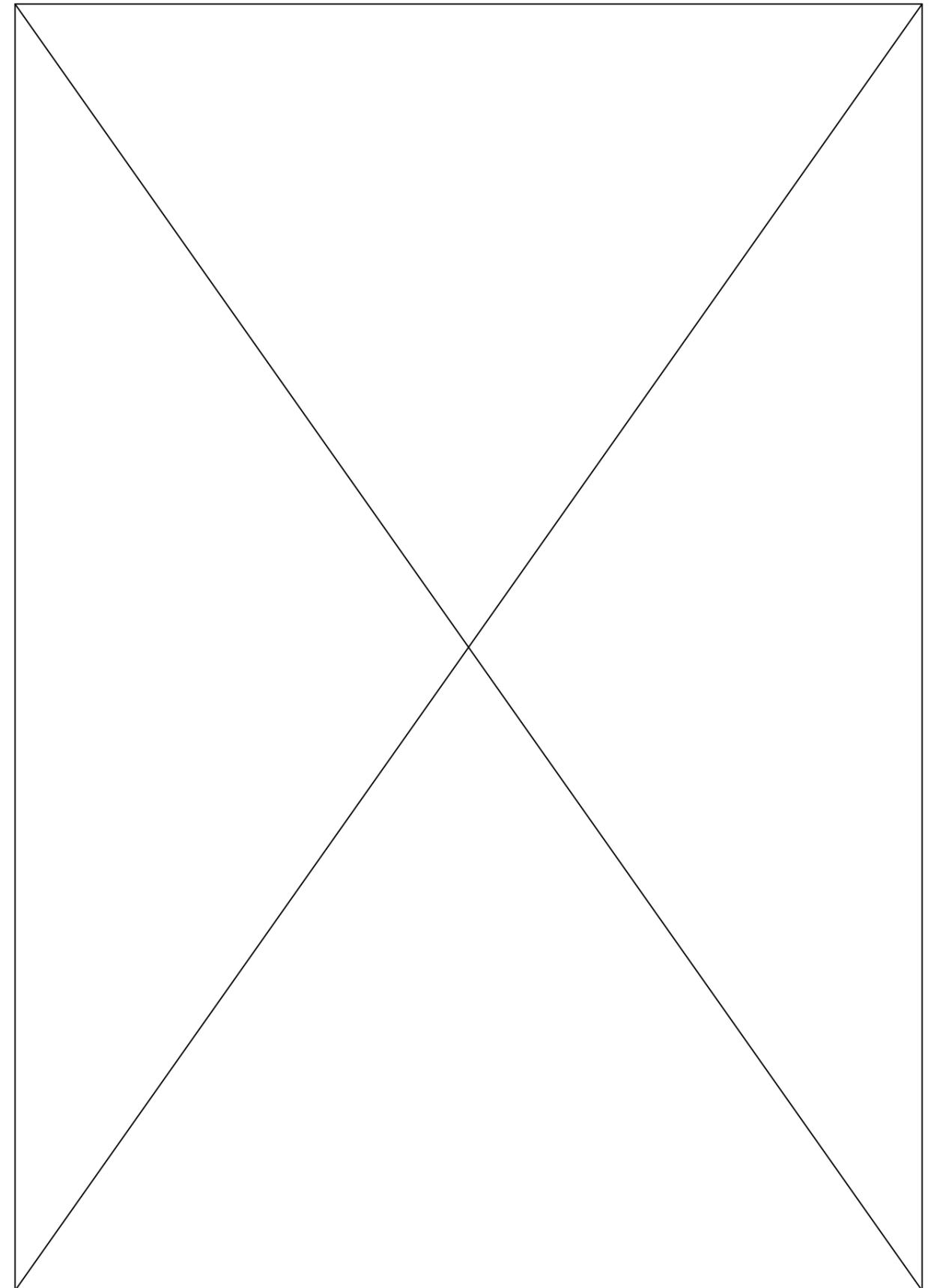
23) Donner les références des différents appareils électriques.

Référence du contacteur : **LC1D09 B7**

Référence du relais thermique : **LRD08**

24) Donner la valeur de réglage du relais thermique.

La valeur est de **2.75 A**



Contexte :

Afin d'anticiper la nouvelle réglementation relative aux fluides frigorigènes, vous devez maîtriser la dénomination de ces derniers, et être capable de renseigner le propriétaire de cette installation.

Vous devez être capable d'interpréter l'extrait de la fiche de sécurité (FDS) relative au fluide frigorigène contenu dans l'installation et d'identifier les équipements de sécurité.

Vous disposez : (conditions ressources)

- De l'extrait de la fiche de sécurité du fluide frigorigène (DT8 page 13/18).
- De la fiche de marquage de l'installation (DT12 page 17/18).
- Du document (DSR pages 11 et 12/15).

EqCO₂ = Valeur du GWP*Charge en fluide

<u>Vous devez : (travail demandé)</u>	<u>Critères d'évaluation</u>
25) Indiquer le nom du fluide frigorigène contenu dans l'installation et le protocole auquel il est soumis.	Le nom et le protocole sont justes.
26) À quelle(s) famille(s) appartient(nent) ce fluide frigorigène ? <i>Rayez les mentions inexactes et entourez-la (les) bonne(s) réponse(s).</i>	Les réponses sont cohérentes.
27) Préciser la valeur de son glissement s'il y en a un.	La valeur est juste.
28) Sous quel état doit-on charger cette installation ?	La réponse est juste.
29) Quelle est la composition du fluide de l'installation ? Compléter le tableau.	Le tableau est correctement complété.
30) Donner la valeur du GWP et calculer l'équivalent en tonne de CO ₂ .	Le résultat est juste.
31) Donner les équipements de sécurité pour manipuler ce fluide.	Les équipements sont correctement identifiés.

25) Donner le nom du fluide :

Fluide : R 410 A Protocole : kyoto

26) Entourer la famille du fluide.

CFC	HFC	HCFC	HFO	HC
Zéotrope	Azéotrope	Pur	Fluide naturel	Quasi-zéotrope

27) Donner la valeur.

Glissement : 0.1 K

28) Entourer la bonne réponse.

Liquide

29) Compléter le tableau ci-dessous :

	Famille CFC / HCFC / HFC...	Proportion	GWP
R 125	HFC	50%	550
R 32	HFC	50%	3400

30) Déterminer la valeur du GWP.

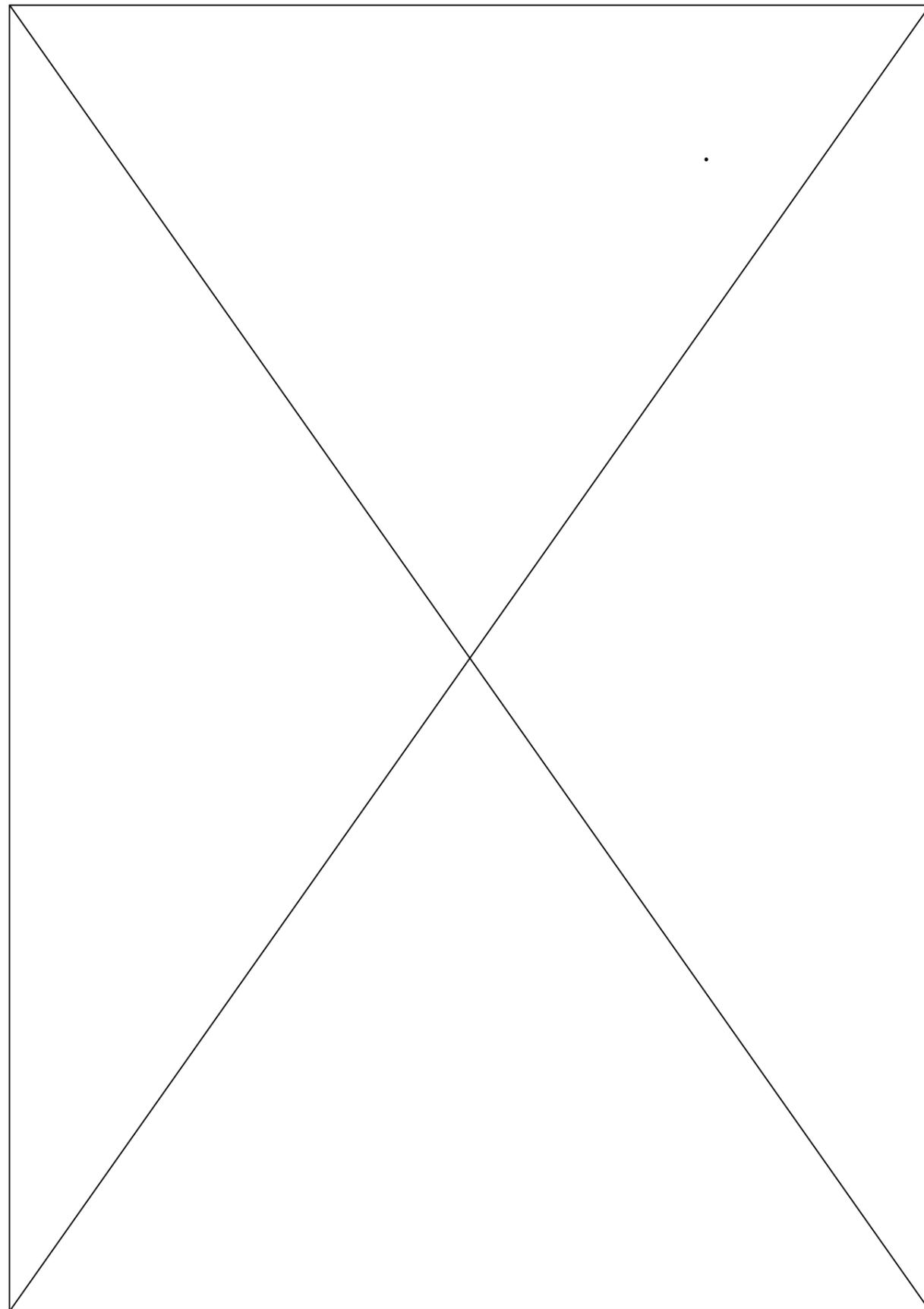
Valeur du GWP **2088**

Calcul :

EqCO₂ = 12.5*2,088 = 26.1 tonnes eq CO₂

31) Citer les équipements pour la manipulation du fluide :

- ✓ **Gants**
- ✓ **Lunettes de protection**
- ✓ **Chaussures de sécurité**
- ✓ **Vêtements de protection**



Contexte :

Votre entreprise vient de décrocher le lot pour la rénovation de la surveillance informatique du bâtiment de la partie chauffage (la ventilation, la climatisation et la production d'ECS se fera ultérieurement). Le responsable électricité de votre entreprise vous demande de compléter les schémas afin d'identifier les différentes entrées et sorties analogiques et digitales en vue d'un raccordement à une GTC. On vous demande également de changer la régulation de la centrale de d'air.

Vous disposez : (conditions ressources)

- Des schémas à compléter (DSR pages 13-14/15)
- De la documentation technique de la régulation (DT11 pages 16-17/18)

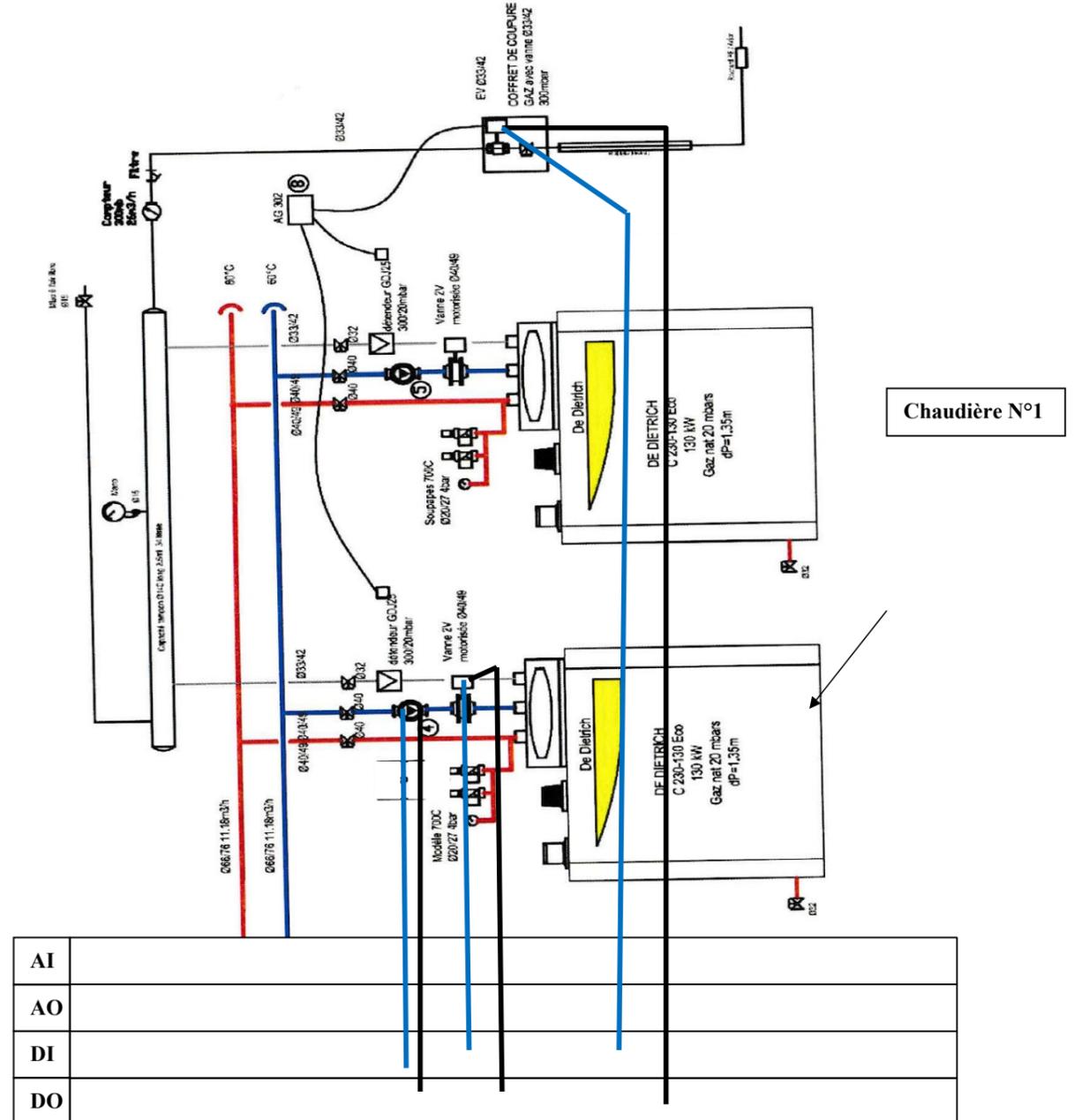
<u>Vous devez : (travail demandé)</u>	<u>Critères d'évaluation</u>
32) Donner la définition de GTC.	La définition est juste.
33) Réaliser les liaisons des différents organes de l'installation : <ul style="list-style-type: none"> - Vanne du coffret coupure gaz - Vanne 2 voies et circulateur chaudière N°1 - Circulateur circuit CTA - Aquastat, sonde, circulateur et vanne 3 voies circuit plancher Chauffant 	Les liaisons sont correctes.
34) Compléter le schéma de raccordement de la régulation de la CTA commandée par un potentiomètre mural déporté.	Les raccordements sont cohérents.

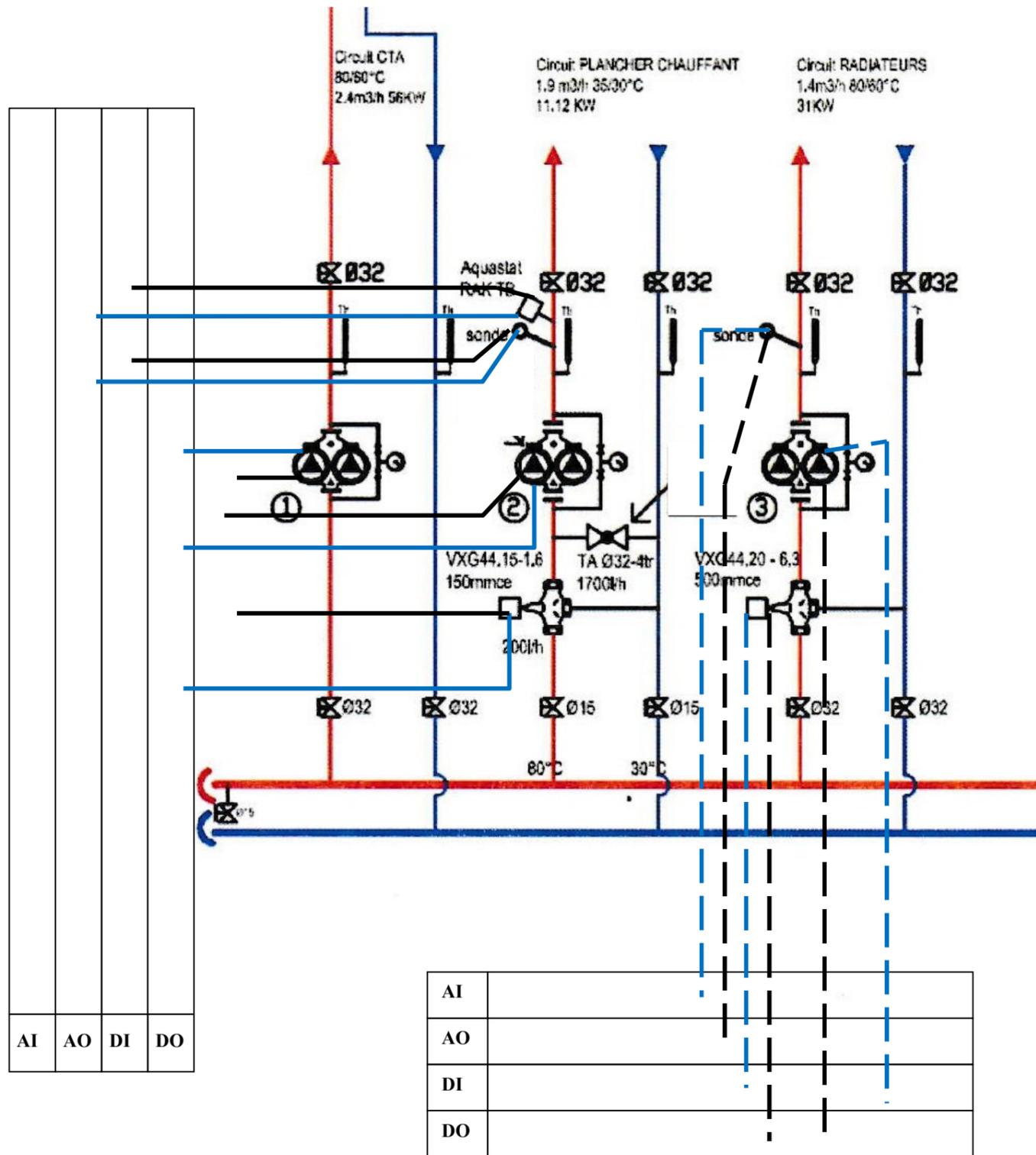
32) Donner la définition du mot GTC.

Gestion technique centralisée

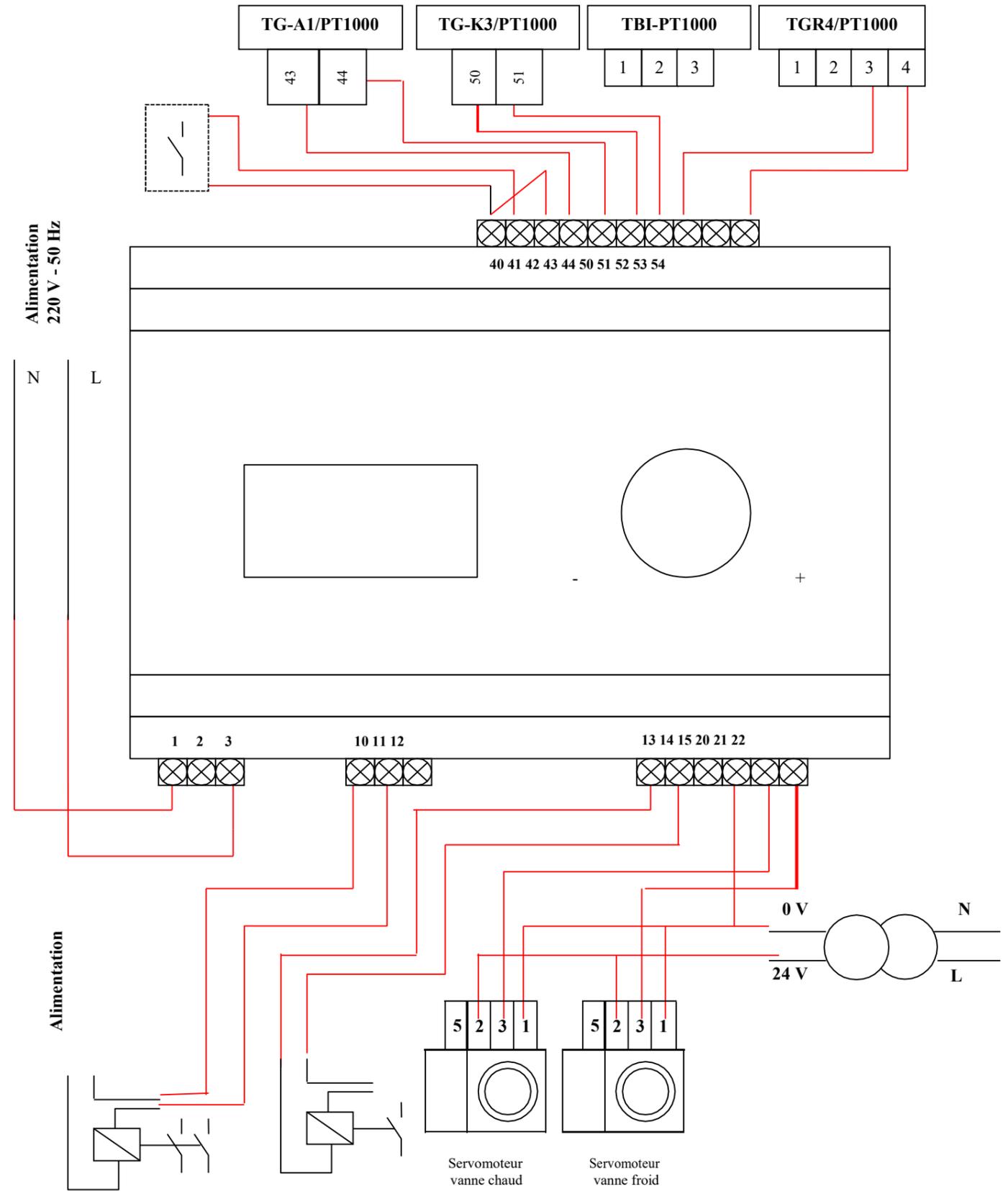
33) Compléter les schémas ci-dessous en utilisant les couleurs suivantes (exemple de raccordement page suivante) :

- Bleu** : les entrées analogiques et digitales (AI et DI)
- Vert** : les sorties analogiques (AO)
- Noir** : les sorties digitales (DO)





34) Compléter le schéma de raccordement de la régulation de la CTA.



Contexte :

Suite à une visite mensuelle des installations thermiques, climatiques et frigorifiques sur le site de l'hôpital, vous remarquez que l'isolation de la tuyauterie aller reliant le groupe d'eau glacée et la bouteille de découplage est en très mauvaise état. Vous avertissez votre responsable.

Vous disposez : (conditions ressources)

- Du fichier numérique BIM Vision.
- De la (DT9) des renseignements techniques (page 14/18).
- Des formules pour calculer les déperditions des tuyauteries.
- On prendra en compte une longueur de tuyauterie supplémentaire de 1 m pour l'ensemble des coudes présent sur la tuyauterie.

Formule canalisation non isolée

$$\Phi_1 = h_e * (\Theta_{int} - \Theta_{amb}) * \pi * d * L$$

<u>Vous devez :</u> (travail demandé)	<u>Critères d'évaluation</u>
35) Rechercher le diamètre extérieur de la tuyauterie.	Le diamètre est juste.
36) Calculer la longueur de la tuyauterie.	Le calcul est cohérent.
37) Calculer les déperditions de la canalisation non isolée.	Le calcul est juste.

35) Le diamètre extérieur de la tuyauterie.

Le diamètre est 76.1***70 mm**

36) Le calcul de la longueur.

La longueur est **d'environ 9 m**

37) Les déperditions de la canalisation non isolée.

$$\Phi_1 = h_e * (\Theta_{int} - \Theta_{amb}) * \pi * d * L \Phi_1 =$$

$$25 * (50 - (7)) * 3.14 * 0.076 * 9$$

$$\Phi_1 = 3064 \text{ W}$$