SESSION 2018

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

Technicien en Installation Des Systèmes Energétiques et Climatiques

ÉPREUVE U 21

Analyse scientifique et technique d'une installation

Durée : 4 h 00 – Coefficient : 3

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Cette épreuve deux dossiers :

- Le dossier sujet pages 1/20 à 20/20
- Le dossier ressources pages 1/18 à 15/18

Seul le dossier sujet est à rendre à la fin de l'épreuve, agrafé à la copie d'examen.

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

DOSSIER CORRIGÉ

DOCUMENTS REMIS AU CANDIDAT :

- Un dossier sujet et réponses comportant 20 pages, numérotées de 1/20 à 21/20
- Un dossier ressources comportant 18 pages, numérotées de 1/18 à 15/18

Le candidat doit s'assurer que chaque dossier remis est complet.

Le candidat doit rendre uniquement le dossier réponses.

L'usage de la calculatrice est autorisé (Circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999)

CORRIGE

	Temps conseillé
Lecture du sujet	20 Minutes
Question 1	50 Minutes
Question 2	40 Minutes
Question 3	40 Minutes
Question 4	40 Minutes
Question 5	50 Minutes
Note	4 heures

Durée de l'épreuve : 4 heures Coefficient 3

Question n°1 : Analyse de l'installation

Contexte :

En vue de l'installation de la chaufferie, on vous demande d'analyser le schéma hydraulique de l'installation et de donner le nom et la fonction de certains composants.

Vous disposez :

- du schéma de principe « plan chaufferie » dans le dossier sujet page 5/20.

Vous devez : (travail demandé)

a) Identifier et donner la fonction des éléments repérés 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 sur le schéma « Plan chaufferie ».

b) Surligner en rouge le circuit à débit variable du réseau radiateurs et en bleu le circuit à débit constant sur l'extrait du schéma.

c) Indiquer par des flèches le sens du fluide.

d) A partir du schéma de la chaufferie, donner l'intérêt de réaliser une boucle de Tickelman.

CORRIGE

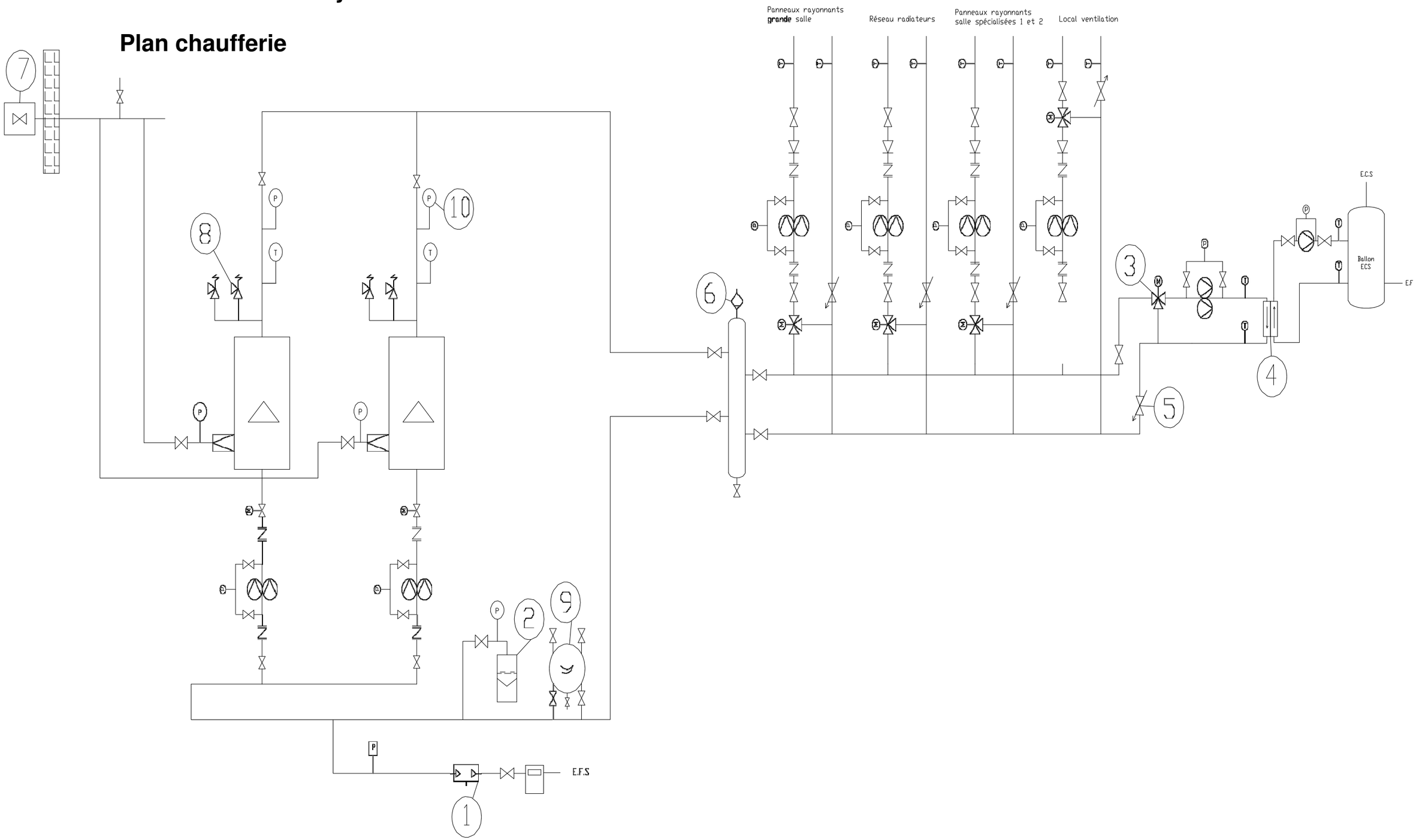
Question n°1 : analyse de l'installation

a) Identifier et donner la fonction des éléments repérés 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 sur le schéma « Plan chaufferie ».

Numéro	Nom	Fonction
1	Disconnecteur	C'est un dispositif destiné à éviter les risques de retour d'eau non potable dans les réseaux d'eau potable.
2	Vase d'expansion	Il permet la libre dilatation du fluide dans l'installation lors de la montée en température.
3	Vanne à 3 voies	Elle permet de réguler la température ou le débit d'eau d'un circuit afin de modifier sa puissance.
4	Echangeur à plaque	Sur cette installation, il permet de produire de l'eau chaude sanitaire.
5	Vanne d'équilibrage	Elle permet d'équilibrer un circuit plusieurs fonctions : réglage, isolement, vidange, mesure de débit, mesure de la perte de charge, lecture des valeurs réglées.
6	Purgeur d'air	Il a pour rôle d'évacuer de façon automatique ou manuelle l'air ou le gaz contenu dans une installation.
7	Vanne sécurité Gaz	Elle permet de fermer le réseau gaz de l'installation.
8	Soupape de sécurité	Elle limite la pression à l'intérieur d'une installation.
9	Pot d'introduction de liquide	Il traite l'eau contenue dans l'installation, anticorrosion, antigel etc …
10	Manomètre	Il indique une pression.

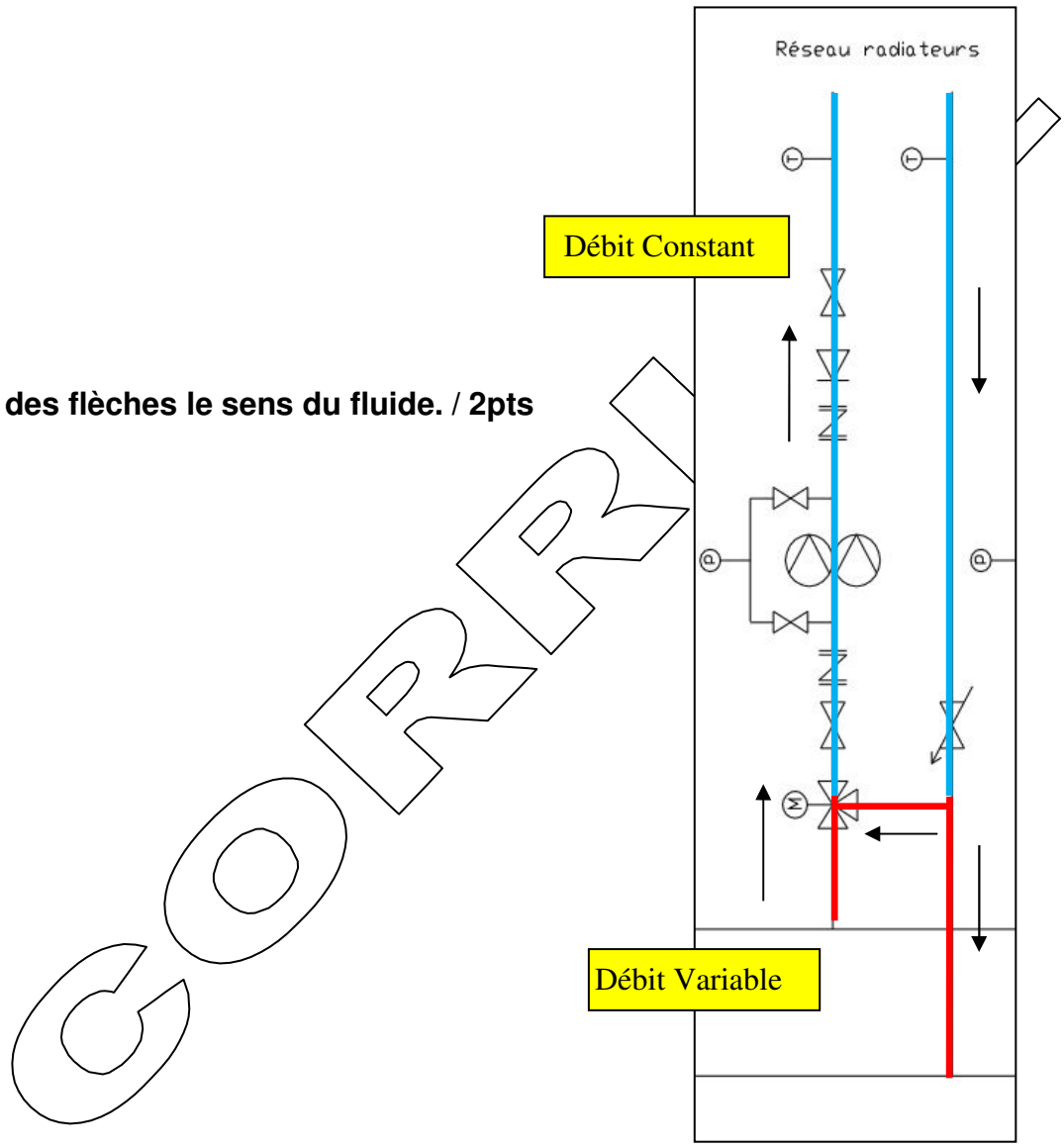
Question n°1 : Analyse de l'installation

Plan chaufferie



Question n°1 : analyse de l'installation

b) Surligner en rouge le circuit à débit variable du réseau radiateurs et en bleu le circuit à débit constant sur l'extrait du schéma de chaufferie ci-dessous.



CORRIGE

c) Indiquer par des flèches le sens du fluide. / 2pts

d) A partir du schéma de la chaufferie, donner l'intérêt de réaliser une boucle de Tickelman. / 3pts

On réalise un équilibrage géométrique en rendant la longueur de chaque branche identique entre A et B. Cette boucle est réalisée sur le retour pour limiter les pertes thermiques. Bien que l'équilibrage soit approximatif, cette méthode est très employée.

Question n°2 : sélection de matériel

Contexte :

Afin de préparer l'installation de radiateurs dans le vestiaire, on vous demande de sélectionner le radiateur.

Vous disposez :

- du schéma de principe « plan chaufferie » dans le dossier sujet page 5/20.
- de l'extrait de la documentation technique constructeur dans le dossier ressources page 6/18 et 7/18.
- de l'extrait du cahier des charges.
- du plan du vestiaire n°6.

Vous devez (travail demandé)

a) Calculer le △tm du radiateur.

b) Calculer la puissance par élément du radiateur.

c) Déterminer le nombre d'éléments pour assurer la puissance nécessaire.

d) Calculer le débit d'eau devant circuler dans le radiateur pour une puissance de 2310 W en kg /s m^3/s m^3/h.

CORRIGE

Question n°2 : sélection de matériel

Extrait cahier des charges :

1 - 1.1 BASES DES CALCULS ET DISPONIBILITÉS

☑ **Températures**

Extérieure hiver : -5°C (Département limitrophe de PARIS).

Réseaux

- Eau chauffage : 85°C/65°C.
- Eau chaude sanitaire : 55°C/5K ; primaire 70°C/25K
- Air : mini 20°C, maxi 40°C

Radiateurs

Les vestiaires, les sanitaires, l'infirmerie, le local gardien, les circulations et le hall sont chauffés par radiateurs à eau chaude.

Les radiateurs sont de marque Finimétal Reggane type 22H habillés de hauteur 750 mm, laqués, de teinte au choix de l'architecte dans la limite de la gamme RAL.

Ils sont alimentés depuis la chaufferie par un réseau bitube. Les canalisations circulent en apparent dans les locaux desservis.

Les radiateurs sont équipés de robinets de vidange et de purgeurs automatiques à flotteurs isolables marque FLAMCO/FLEXCON.
Ils sont implantés conformément aux plans.

Tous les radiateurs sont équipés de robinets thermostatiques MNG/2080fl.
La tête est protégée par une bague anti-vandalisme.
Les corps sont de type équerre inversée, à double réglage et associés sur le retour à un té de mesure du débit.

a) Calculer le △tm du radiateur.

Formule :

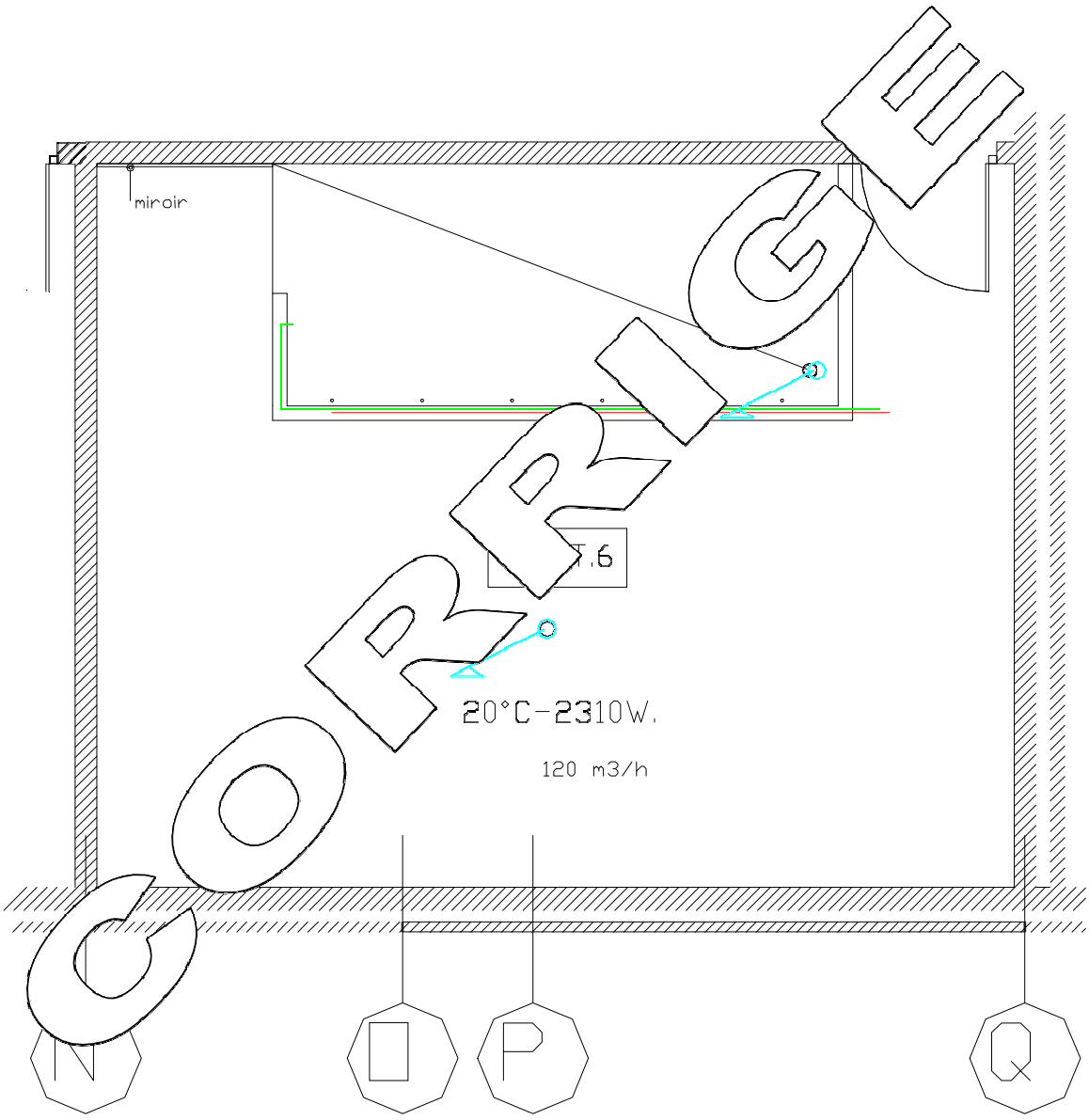
te : température d'entrée d'eau.
ts : température de sortie d'eau
ta: température ambiante du local

$$\Delta tm = \frac{te + ts}{2} - ta$$

△tm = (85+65)/2 – 20 = 55°c

Question n°2 : sélection de matériel

Plan vestiaire 6



CORRIGE

Question n°2 : Sélection de matériel

b) Déterminer la puissance par élément du radiateur.

Puissance par élément d'un 22h 750 avec dtm 55 p/el = 115.8 W

c) Calculer le nombre d'éléments pour assurer la puissance nécessaire.

Nombre éléments = 2310/115.8 = 19.94 soit 20 éléments

d) Calculer le débit d'eau devant circuler dans le radiateur pour une puissance de 2310 W en kg /s m^3/s m^3/h.

Formule :

$$P_{[W]} = Qm_{[kg/s]} \times C_{[J/kg\,°C]} \times \Delta T_{[°C]}$$

$$Qm_{(kg/s]} = Qv_{[m3/s]} \times \rho_{[kg/m3]}$$

C = 4186 j/kg.°C
Masse volumique de l'eau : 980 kg/m^3

Débit massique = 2310/(20×4186)=0.0276 kg/s

Débit volumique = 0.0276/980=$2.816.10^{-5}$ m^3/s × 3600 =0.101 m^3/h

Question n°3 : Sélection de brûleur

Contexte :

Vous devez effectuer la sélection et la mise en service des brûleurs gaz des chaudières.

Vous disposez :

- de la puissance nominale de chaque générateur : 80 kW
- de l'extrait de la documentation technique constructeur dans le dossier ressources pages 8/18 et 9/18.
- Patm : 1025 mbar
- Tgaz : 18°C
- Patmréférence : 1013 mbar
- Pgaz : 300mbar
- PCI GN = 10,2 kW.h/m^3
- de l'extrait du cahier des charges.

Vous devez (travail demandé)

a) Calculer la puissance du brûleur à installer sur chaque chaudière.

b) Choisir le brûleur le mieux adapté.

c) Calculer le débit Qv de gaz en m^3(n)/h pour la deuxième allure du brûleur.

d) Calculer le facteur de correction F.

e) Calculer le débit de gaz pour chaque brûleur à lire au compteur lorsqu'il fonctionne en 2ème allure en m3/h et litres/minutes.

f) Déterminer les réglages des cames ainsi que la côte Y à effectuer sur le brûleur

Question n°3 : Sélection de brûleur

Extrait cahier des charges

Chaudières

Elles sont en fonte ou en acier à haut rendement, à brûleur à air soufflé 2 allures. L'alimentation hydraulique des chaudières se fera en «boucle de Tickelman »

Chaque chaudière est équipée de :

- bouton marche - arrêt,
- thermostat de sécurité,
- mise en sécurité brûleur,
- manomètre,
- thermomètre droit à verre grossissant,
- contrôleur de débit,
- pressostat manque d'eau,
- deux soupapes de sécurité munies d'un entonnoir avec raccordement à l'évacuation,
- vidange chaudière,
- brûleur gaz à air soufflé,
- thermostat de sécurité,
- pressostat gaz,
- sonde de température de départ,
- vannes deux voies motorisées sur le retour,
- vannes d'isolements en amont et aval.

Détermination et performances

Le nombre d'unités est indiqué dans les descriptions des ouvrages. La puissance utile minimale et la puissance nominale des générateurs sont déterminées conformément au §. 5.1 du CCTG.

Rendement minimal de combustion

- chaudières à haut rendement : 93%.
- chaudières à condensation : 96% porté à 98% et105% pour retours 50° et 30°C.

a) Calculer la puissance du brûleur à installer sur chaque chaudière.

Formule : $$Pbrûleur = \frac{P\ générateur}{\eta(rendement\ \ du\ générateur)}$$

Puissance brûleur = 80/0.93 = 86.2 kw

b) Choisir le brûleur le mieux adapté.

C10 à 90 KW

Question n°3 : Sélection de brûleur

c) Calculer le débit Qv de gaz en m³(n)//h pour la deuxième allure du brûleur.

Formule : $$Qv\,gaz\,[m3n/h] = \frac{P\,[kW]}{PCI\,[kw.h/m3n]}$$

Qv gaz = 90/10.2 = 8.82 m³n/h

d) Calculer le facteur de correction F.

Formule : $$F = \frac{P_{atm} + P_{gaz}}{P_{atmréféren\,ce}} \times \frac{273}{273 + T_{gaz}}$$

F = $\frac{1025+300}{1013} \times \frac{273}{273+18} = 1.227$

e) Calculer le débit de gaz pour chaque brûleur à lire au compteur lorsqu'il fonctionne en 2ème allure en m³/h et litres/minutes.

Formule : $$QV\,[m3n\ \ h] = Qv\,lu\,au\,compteur \times F(facteur\,de\,correction)$$

Qv Gaz lu au compteur = 8.82/1.227 = 7.18 m³/h ou 119.66 litres/minutes

f) Déterminer les réglages des cames I, II, III et V ainsi que la cote Y à effectuer sur le brûleur

I=60°

II=0°

III=10°

V=35°

Cote Y=6

Question n°4 : aéraulique

Contexte :

Vous devez vérifier la puissance d'un aérotherme lors de sa mise en service.

Vous disposez :

- d'un extrait de la documentation technique constructeur dans le dossier ressources page 10/18.
- d'un extrait du cahier des charges.
- du type de l'aérotherme : AE 521 H.
- des mesures effectuées sur l'aérotherme :

- air entrant dans l'aérotherme : 17°C hygrométrie 70%.
- température de soufflage de l'aérotherme : 37°C.

- de la formule :

$$\text{Puissance aérotherme} = \text{qmas} \times (h_2 - h_1)$$

$$\text{Qmas} = \frac{\text{Qv}}{Vs\ (Air\ entrant)}$$

Vous devez (travail demandé)

a) Placer les points air entrant dans l'aérotherme Ae et l'air soufflé par l'aérotherme As.

b) Donner les caractéristiques de ces 2 points.

c) Relever le débit d'air volumique en m^3/h de l'aérotherme.

d) Calculer le débit d'air massique de l'aérotherme en kg/h et en kg/s.

e) Calculer la puissance sur l'air de l'aérotherme.

f) Comparer cette puissance avec celle fournie par le constructeur et donner une explication.

Question n°4 : aéraulique

Extrait cahier des charges :

BASES DES CALCULS ET DISPONIBILITÉS

Températures

Extérieure hiver : -5°C (Département limitrophe de PARIS).

Réseaux

- Eau chauffage : 85°C/65°C.
- Eau chaude sanitaire : 55°C/5K ; primaire 70°C/25K
- Air : mini 20°C, maxi 40°C

Gymnase

Pour assurer le chauffage et le renouvellement de l'air hygiénique dans le gymnase, pendant les périodes d'occupation, il est prévu la mise en place d'une installation de ventilation mécanique ainsi que d'aérothermes.

L'installation comprend :

- Une prise d'air neuf extérieur en toiture de marque ANEMOTHERM type Pal ou équivalent approuvé, équipée de protection pare-pluie et anti-volatile. La gaine en acier galvanisé de prise d'air neuf est calorifugée.
- Une gaine de soufflage en acier galvanisé, de section circulaire. Elle circule conformément aux plans. Des clapets coupe-feu seront installés pour reconstituer les degrés coupe-feu des parois traversées.
- Des grilles de soufflage de marque ALDES type AGE 100 en aluminium avec registre type ADE 003 en acier galvanisé monté sur conduit ou équivalent approuvé.
- Des grilles de reprise de marque ALDES, de même aspect que le soufflage ou équivalent approuvé.
- Une gaine d'extraction en acier galvanisée, de section circulaire. Elle circule conformément aux plans. Des clapets coupe-feu seront installés pour reconstituer les degrés coupe-feu des parois traversées.
- Des aérothermes à eau chaude alimentés depuis la chaufferie de type SEET ou équivalent. Le nombre sera déterminé en fonction de la note de calcul et tiendra compte du taux de brassage nécessaire.
- Une alimentation électrique à partir des attentes laissées à proximité par le lot électricité.

a) Placer les points air entrant dans l'aérotherme Ae et l'air soufflé par l'aérotherme As. Sur le diagramme de l'air humide page 15/20.

b) Donner les caractéristiques de ces 2 points. Compléter le tableau page 15/20.

CORRIGE

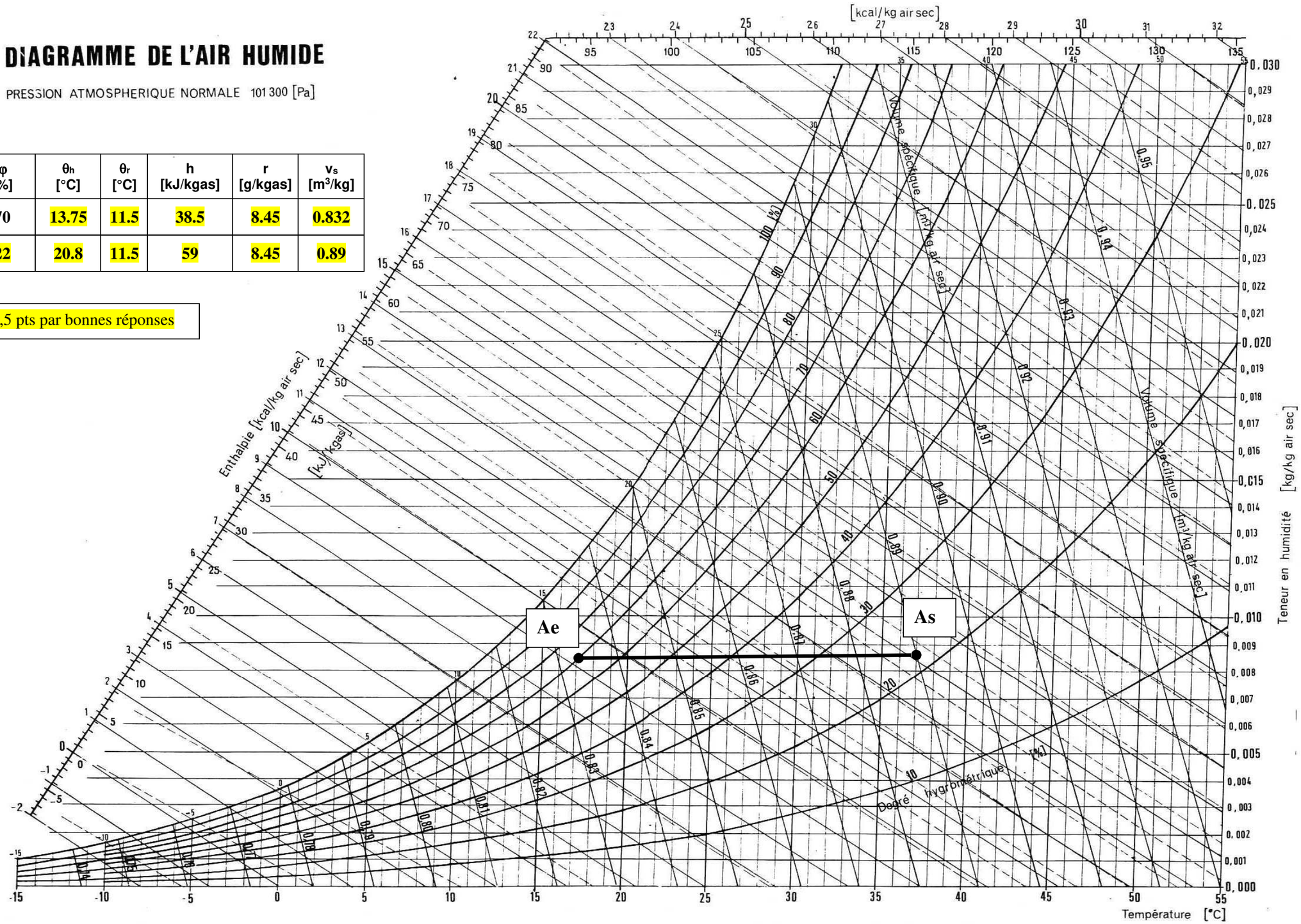
Question n°4 : aéraulique

DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

PRESSION ATMOSPHERIQUE NORMALE 101 300 [Pa]

	θ_s [°C]	φ [%]	θ_h [°C]	θ_r [°C]	h [kJ/kgas]	r [g/kgas]	v_s [m³/kg]
Ae	17	70	13.75	11.5	38.5	8.45	0.832
As	37	22	20.8	11.5	59	8.45	0.89

0,5 pts par bonnes réponses



Question n°4 : aéraulique

c) Relever le débit d'air volumique en m^3/h de l'aérotherme.

Débit volumique = 3835 m^3/h

d) Calculer le débit d'air massique de l'aérotherme en kg/h et en kg/s.

Débit massique = 3835/0.832 = 4609.37 kg/h soit 1.28 kg/s

e) Calculer la puissance sur l'air de l'aérotherme.

Puissance = 1.28 x (59-38.5) = 26.24 kw

f) Comparer cette puissance avec celle fournie par le constructeur et donner une explication.

40.8 kW pour le constructeur. La différence est due aux températures pour lesquelles les puissances sont fournies par le constructeur (90/70 en régime d'eau et 12°c en entrée air dans l'aérotherme).

Question n°5 : régulation

Contexte :

on vous demande de préparer le câblage pour le régulateur agissant sur le circuit radiateur

Vous disposez :

* de l'extrait de la documentation technique constructeur dans le dossier ressources à partir de la page 11/18 jusqu'à la page 18/18.
* de l'extrait du cahier des charges.

CORRIGE

Vous devez (travail demandé)

a) Donner les précautions de montage des sondes afin d'éviter des dysfonctionnements.

1. **Pour la sonde extérieure.**
2. **Pour la sonde d'ambiance.**
3. **Pour la sonde de départ chaudière**

b) Préparer le câblage du régulateur en complétant.

1. **Le schéma de câblage des sondes**
2. **Le schéma de câblage de la partie puissance**

c) Tracer la courbe de chauffe pour le circuit Radiateur. Le chauffage se coupera lorsque la température extérieure aura atteint 18°C.

d) Donner la température de départ lorsque la température extérieure sera de 10°C.

e) Calculer la pente de cette courbe.

Question n°5 : régulation

Extrait cahier des charges

☑ **Régulation**

La régulation est de type numérique. Il sera nécessaire de prévoir :

- une régulation pour la cascade chaudières,
- une régulation pour circuit radiateurs à température variable,
- une régulation pour le circuit à température constante des batteries chaudes,
- une régulation pour le circuit à température variable des panneaux rayonnant de la grande salle,
- une régulation pour le circuit à température variable des panneaux rayonnant des deux salles spécialisées,
- la permutation périodique des pompes doubles.

La description de l'installation correspondante est réalisée dans le chapitre « régulation » de ce document.

L'installation comprend :

- régulateurs optimiseurs digitaux,
- sondes de température d'ambiance,
- une sonde de température extérieure,
- une sonde de température de départ,
- une vanne 3 voies à soupape motorisée sur chaque circuit,
- accessoires, fileries, …

a) Donner les précautions de montage des sondes afin d'éviter des dysfonctionnements.

1. Pour la sonde extérieure.

Monter de préférence les sondes extérieures au milieu de la façade du bâtiment ou de la zone de chauffe, à 2,5 m minimum au-dessus du sol.
Eviter de placer la sonde :
- au-dessus de fenêtres, portes, évacuations d'air ou autres sources de chaleur
- sous les balcons et les gouttières.

Afin d'éviter les erreurs de mesure dues à une circulation d'air, veiller à l'étanchéité de la gaine au niveau de la sonde.
Ne pas peindre la sonde extérieure.

2. Pour la sonde d'ambiance.

En cas de régulation avec influence de l'ambiance, l'appareil d'ambiance doit être monté dans une pièce représentative de l'ensemble de l'immeuble (pièce de référence). Dans cette pièce, il faut régler le cas échéant les vannes thermostatiques de radiateur sur le débit maximal.
Pour que la mesure de la température de l'air dans la pièce ne soit pas faussée, monter la sonde à l'abri du rayonnement solaire ou d'autres sources de chaleur ou de froid.
Hauteur de montage idéale : environ 1,5 m au-dessus du sol.

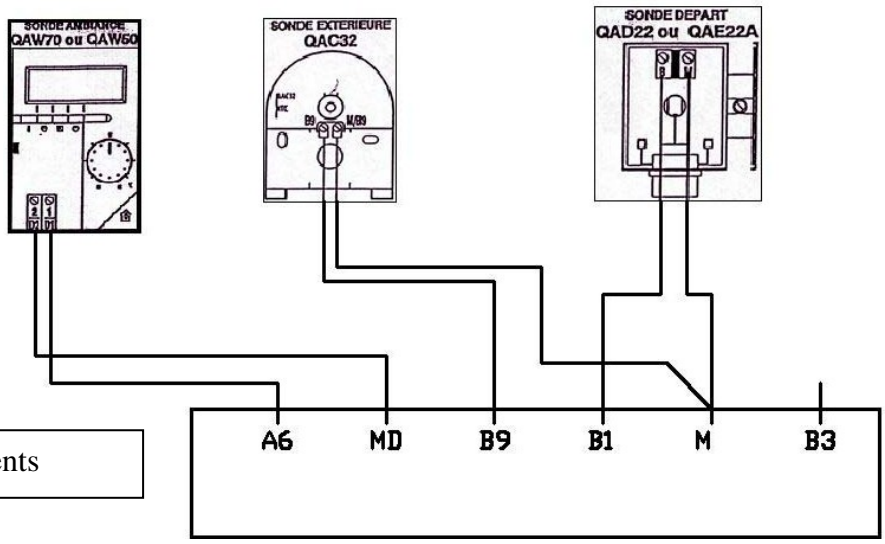
3. Pour la sonde de départ chaudière

La canalisation ne doit pas être calorifugée à l'endroit de la sonde.
Monter la sonde de façon que le passage de câble ne s'effectue pas par en haut.
- Pour la régulation de la température de départ :
  sur le départ du chauffage
  – immédiatement après la pompe, si elle se trouve dans le départ
  – entre 1,5 et 2 m après la vanne mélangeuse si la pompe se trouve dans le retour

Question n°5 : Régulation

b) Préparer le câblage du régulateur en complétant.

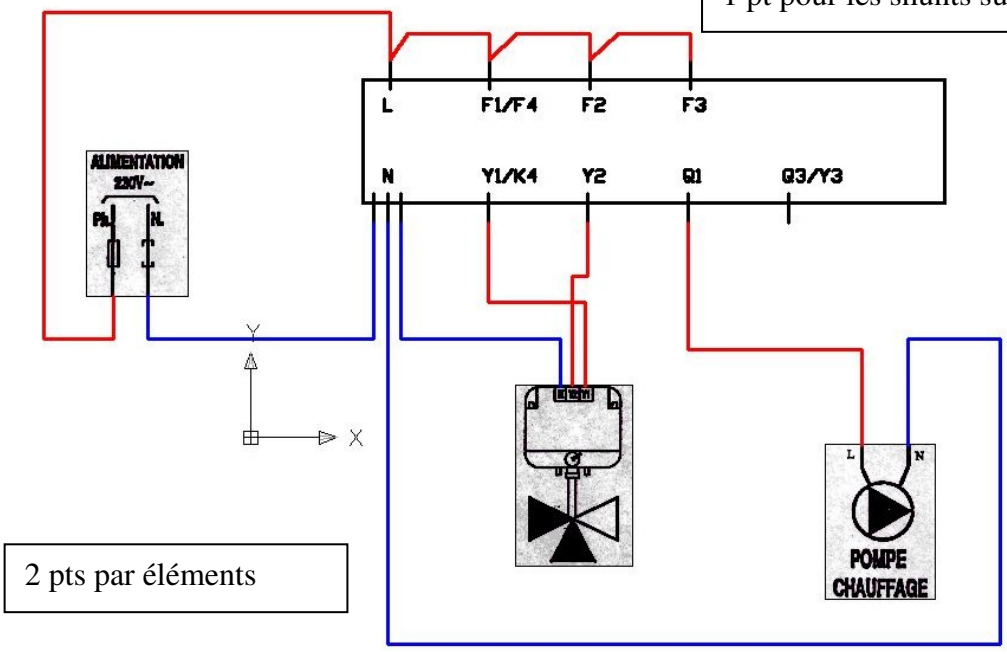
1. **Le schéma de câblage des sondes.**



1 pt par éléments

2. **Le schéma de câblage de la partie puissance.**

1 pt pour les shunts sur le bornier



2 pts par éléments

Question n°5 : régulation

c) Tracer la courbe de chauffe pour le circuit radiateurs. Le chauffage se coupera lorsque la température extérieure aura atteint 18°C.

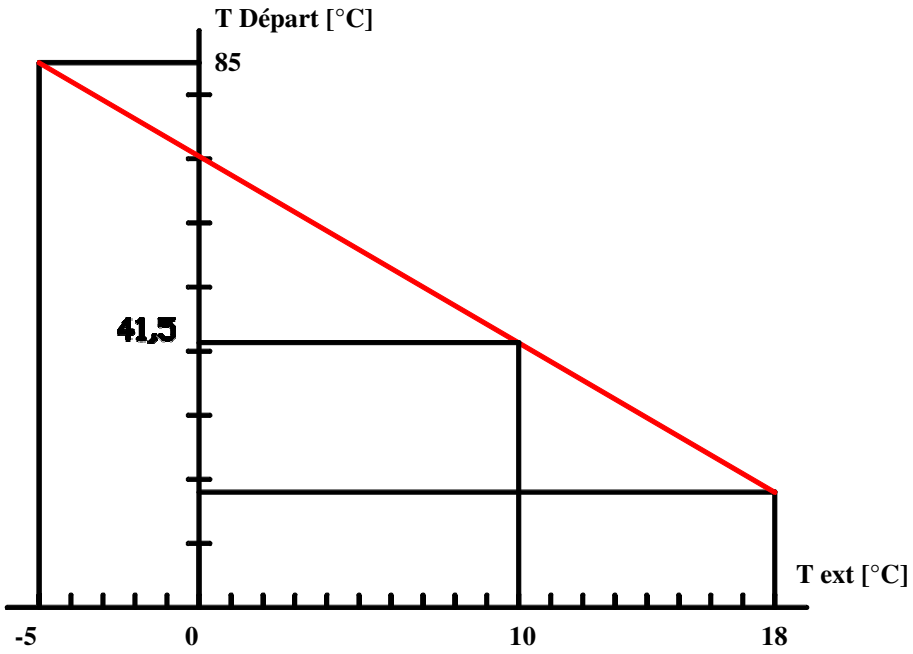
Extrait cahier des charges

☑ **Températures**

Extérieure hiver : -5°C (Département limitrophe de PARIS).

Réseaux

- Eau chauffage : 85°C/65°C.
- Eau chaude sanitaire : 55°C/5K ; primaire 70°C/25K
- Air : mini 20°C, maxi 40°C



d) Donner la température de départ lorsque la température extérieure sera de 10°C.

41,5 °C

e) Calculer la pente de cette courbe.

$$Pente = \frac{\Delta t\ eau}{\Delta t\ air}$$

$$Pente = \frac{(85 - 18)}{(18 - -5)} = 2,91$$