



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Montpellier
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2014
ÉPREUVE E.2: ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION		UNITÉ U 2
1406-TMS T	DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

DOSSIER SUJET

Documents à rendre :

Les candidats doivent uniquement rendre le dossier réponses.

Le dossier réponses - 20 pages - sera agrafé dans une copie anonymée afin que la correction se fasse sans le dégrafer.

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2014
ÉPREUVE E.2: ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION		UNITÉ U 2
1406-TMS T	DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

DOSSIER SUJET

Documents remis au candidat :

	Présentation générale Page 3/10
SG 1	Schéma de principe hydraulique de l'installation Page 4/10

	Dossier sujet	Dossier technique	Dossier réponses	Note / 200	Note / 20	Temps conseillé
Question n° 1	Production thermique Page 5/10	Annexe 1 Pages 2/12	DR1a, DR1b, DR1c Page 2 à 3/20	/15	/1,5	40 min
Question n° 2	Énergies renouvelables Page 6/10	Annexe 2, 2-1, 2-2, 2-3 Pages 4 à 6/12	DR2a, DR2b, DR2c Page 4 à 6/20	/40	/4	40 min
Question n° 3	Traitement de l'air Page 7/10	X	DR3a, DR3b, DR3c Page 7 à 9/20	/45	/4,5	45 min
Question n° 4	Production frigorifique Page 8/10	Annexe 3 Pages 7/12	DR4a, DR4b, DR4c Page 10 à 12/20	/45	/4,5	45 min
Question n° 5	Hydraulique Page 9/10	Annexe 4, 4-1, 4-2 Pages 8 à 10/12	DR5a, DR5b, DR5c Page 13 à 15/20	/20	/2	30 min
Question n° 6	Régulation Page 10/10	Annexe 5, 5-1 Pages 11 à 12/12	DR6a, DR6b, DR6c, DR6d, DR6e Page 16 à 20/20	/35	/3,5	40 min
Total :				/ 200	/ 20	4h

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2014
ÉPREUVE E.2: ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION		UNITÉ U 2
1406-TMS T	DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

Présentation générale

Il s'agit de l'installation d'une résidence composée de 4 niveaux existants sur sous-sol créé et caves existantes.

Extérieur : Piscine

Sous – sol : Garage / Cave / Local Technique

Rez de chaussée : Hall d'entrée avec sanitaires / Salon / Cuisine / Escalier – Ascenseur

1^{er} Etage : Palier et dégagements / Bibliothèque / Alcôve bébé / Chambre parents
Dressing / Salles de Bains et Sanitaires associés

2^{ème} Etage : Palier et dégagements / 3 Chambres avec Salles de Bain et
Sanitaires associés.

3^{ème} Etage : Palier et Dégagements / Salle de jeux / Chambre d'amis avec salle de
bains associée / Salle de sport avec Jacuzzi.

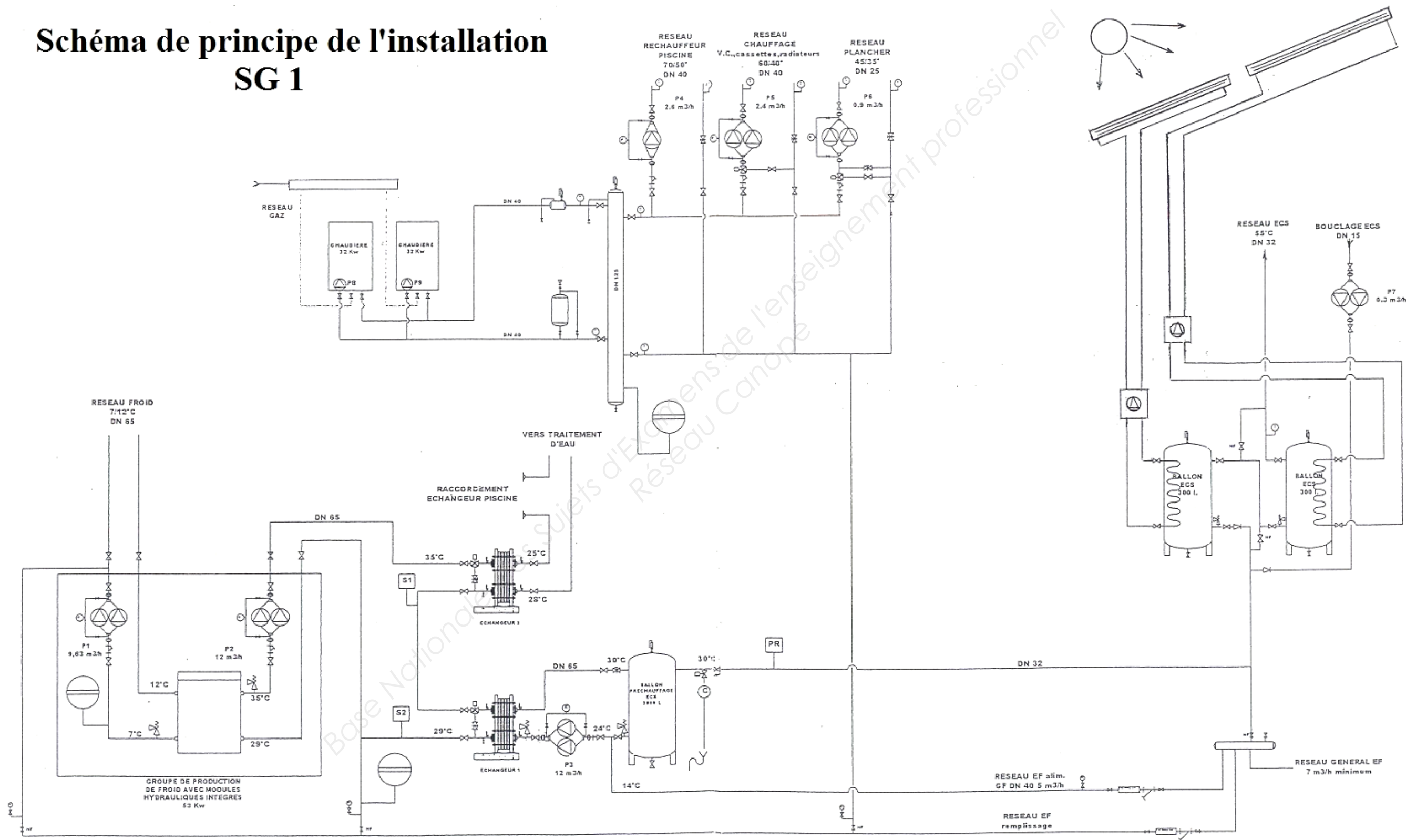
Les équipements, de traitement d'eau de la piscine, de production thermique, de production frigorifique, d'ECS se trouvent dans le local technique.

Vous êtes en charge de la maintenance de l'ensemble de ces installations. Votre étude portera plus particulièrement sur les points suivants :

- **Production thermique :** Chaudière avec brûleur à air soufflé gaz.
- **Énergies renouvelables :** Production d'ECS sur 2 ballons et capteurs solaires.
- **Traitement de l'air :** Batterie froide à eau du MCI CARRIER du séjour.
- **Production frigorifique :** Pompe à chaleur eau / eau.
- **Hydraulique :** Régulation plancher chauffant.
- **Régulation :** Régulateur RWA1.1

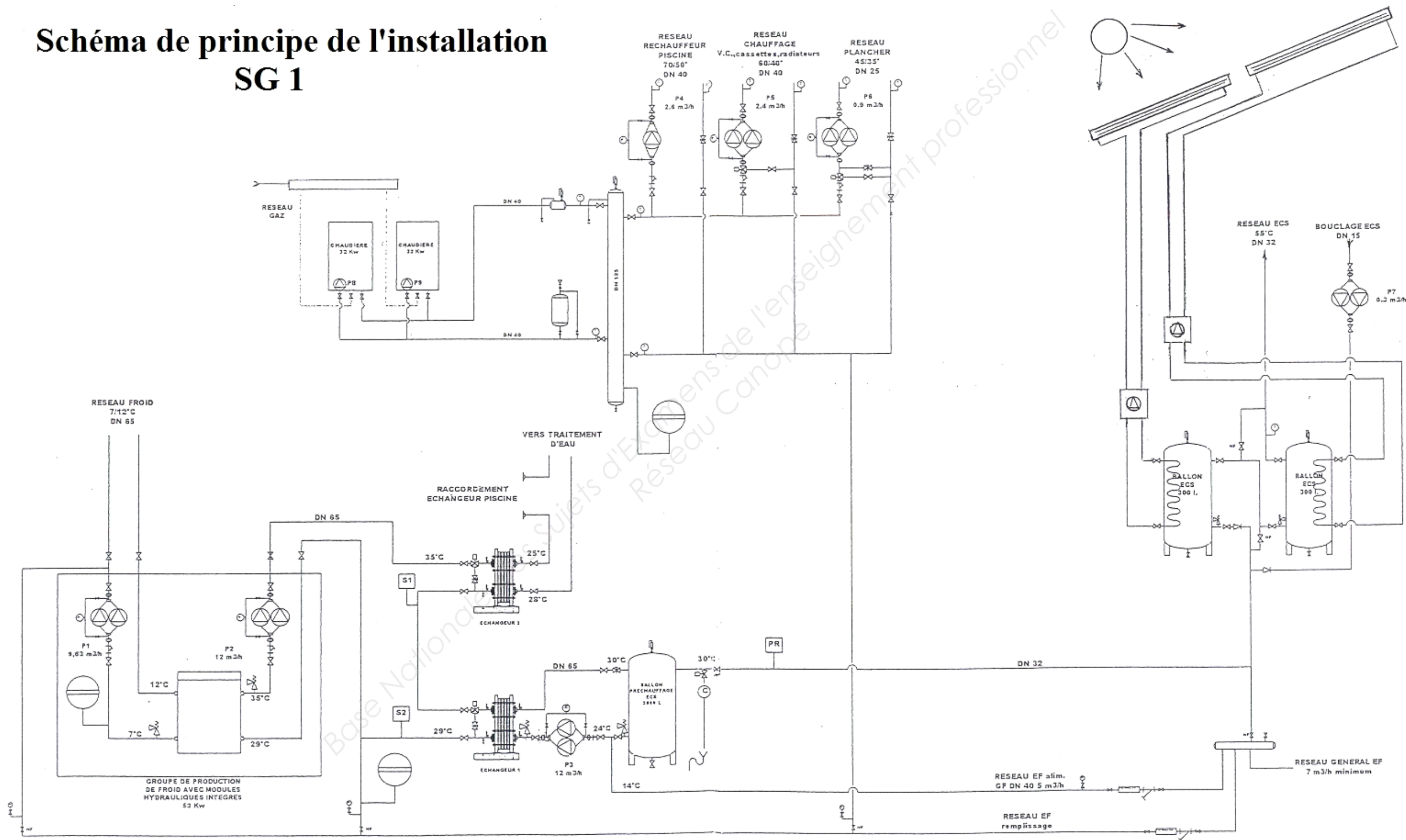
BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2014
ÉPREUVE E.2 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITÉ U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

Schéma de principe de l'installation SG 1



BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2014
ÉPREUVE E.2 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITÉ U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

Schéma de principe de l'installation SG 1



BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2014
ÉPREUVE E2: ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITÉ U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

1°/ PRODUCTION THERMIQUE

15 POINTS / 200

(1,5 point/20)

Contexte :

La production de chaleur est assurée par deux chaudières alimentées en gaz naturel type H 20 de ville soit une pression de distribution de 20 [mbar].

Les chaudières sont du type WTU 213 de marque "WEISHAUP THERMO-UNIT" en chauffage seul avec un régime de fonctionnement 70 / 50 [°C].

On vous demande de faire l'entretien et la vérification du bon fonctionnement de l'installation gaz.

Données fournies :

Schéma de principe : **SG1**

Dossier technique : **Annexe 1** (page 2/12 du dossier technique)

Dossier réponses : **DR1a, DR1b** (pages 2/20 à 3/20)

Rappel :

$$P_{\text{brûleur}} = q_v \text{ gaz} \times \text{PCI}_{\text{gaz}} \text{ [kW]}$$

$$P_{\text{chaudière}} = P_{\text{brûleur}} \times \eta \text{ [kW]}$$

$$\text{PCI}_{\text{gaz}} = \mathbf{11,3 \text{ [kWh/m}^3\text{N]}}$$

$$\text{Rendement : } \eta = 82 \%$$

$$\text{Volume théorique de la bouteille tampon : } V_{\text{th}} = Q_{\text{max gaz}} / 1000$$

$$\text{Volume de la bouteille tampon : } V = \frac{\pi \times D^2}{4} \times L$$

Volume

$$\varnothing \text{ intérieur de la bouteille tampon} = \mathbf{120 \text{ [mm]}}$$

<u>Questions :</u>	<u>Réponses sur</u>	<u>Barème / 200</u>
a) Identifier et donner la fonction des éléments repérés 1 – 2 – 3 – 4 et 5 du schéma de l'annexe 1.	- DR1a	5 pts
b) Vérifier par calcul le débit de gaz théorique d'un des brûleurs en prenant comme hypothèse que la chaudière WTU 213 a une puissance de 31 [kW].	- DR1a	3 pts
c) Une bouteille tampon a été installée en amont de l'installation, expliquer l'utilité de ce matériel et vérifier son dimensionnement par la règle du 1/1000 ^e . Conclure. Prendre comme hypothèse un débit gaz de 4 [m³/h] par chaudière.	- DR1b	7 pts

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2014
ÉPREUVE E2: ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITÉ U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

2°/ ÉNERGIES RENOUVELABLES

40 POINTS / 200

(4 points / 20)

Contexte :

Dans le cadre d'une opération de maintenance, vous devez vérifier les caractéristiques du CESI (Chauffe-eau solaire individuel) installé pour la production d'ECS. Les ballons solaires fonctionnent tous les deux en parallèle. Les régulations solaires de chaque CESI sont autonomes.

Données fournies :

Schéma de principe : **SG1**

Dossier technique : **Annexe 2, 2-1, 2-2, 2-3** (pages 3/12 à 6/12 du dossier technique)

Dossier réponses : **DR2a, DR2b, DR2c**, (pages 4/20 à 6/20)

Température extérieure θ_{ext} : **20 [°C]**

La température moyenne des capteurs θ_m : **38 [°C]**

Hauteur d'installation : **20 [m]**

Panneaux solaires installés : **VISSMANN de type Vitosol SV1**

Rendement du capteur : $\eta_{\text{capteur}} = \eta_0 - [(k_1 \times \Delta\theta/Eg) - (k_2 \times \Delta\theta^2/Eg)]$

η_0 : rendement optique du panneau

k_1 : coefficient de déperditions du capteur

k_2 : coefficient quadratique de déperditions du capteur

$\Delta\theta = \theta_m - \theta_{ext}$

$P = \eta_{\text{capteur}} \times Eg \times S$

S: surface nette du capteur en [m²] ou surface d'absorption

Eg ensoleillement global avec **Eg = 1000 [W/m²]**

<u>Questions :</u>	<u>Réponses sur</u>	<u>Barème / 200</u>
a) D'après le schéma de principe de l'annexe 2, identifier et donner la fonction de chacun des éléments repérés de 1 à 12.	– DR2a	10 pts
b) Calculer le rendement des capteurs solaires avec θ_m : 38 [°C] puis avec θ_m : 50 [°C] . Conclure.	– DR2b	18 pts
c) Calculer la puissance des capteurs pour θ_m : 38 [°C] .	– DR2c	6 pts
d) D'après le document constructeur annexe 2-3, la pression de prégonflage d'usine du vase est-elle adaptée à l'installation ? Justifier la réponse.	– DR2c	6 pts

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2014
ÉPREUVE E2: ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITÉ U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

3°/ TRAITEMENT DE L'AIR

45 POINTS / 200

(4,5 points / 20)

Contexte :

Le traitement de l'air du séjour est assuré par un système appelé MCI (module de confort individuel) avec soufflage en faux plafond. Les conditions de confort à respecter dans cette salle devront être de 22 [°C] et 60 [%] d'hygrométrie.

Vous allez déterminer les caractéristiques de la batterie froide de l'armoire de climatisation.

Données fournies :

Dossier réponses : **DR3a, DR3b, DR 3c** (pages 7/20 à 9/20)

Conditions extérieures : $\theta_{ext} = 32$ [°C] ; HR = 50 [%]

Volume du séjour : **100 [m³]**.

Taux de renouvellement d'air neuf τ : **5 fois par heure.**

Température de l'air à la sortie de la batterie froide : **17 [°C]**.

La température de fin de processus théorique est de **10 [°C]**.

Débit volumique de soufflage : $q_v = \tau \times V$ en [m³/h].

Débit massique d'air sec au soufflage : $q_{mas} = q_v/v$ (on prendra le volume spécifique au soufflage).

Puissance condenseur = $q_{mas} \times (h \text{ entrée batterie} - h \text{ sortie batterie})$

Débit d'eau piégée : $q_{m.eau} = q_{mas} \times (r \text{ entrée batterie} - r \text{ sortie batterie})$

Facteur de BYPASS d'une batterie froide : $BF = (\theta_{sortie \text{ d'air BF}} - \theta_{FPT}) / (\theta_{entrée \text{ d'air BF}} - \theta_{FPT})$.

Efficacité d'une batterie froide : $\epsilon = 1 - BF$

<u>Questions :</u>	<u>Réponses sur</u>	<u>Barème / 200</u>
a) Placer le point du local, tracer l'évolution de l'air dans la batterie froide sur le diagramme psychrométrique et compléter le tableau.	- DR3a - DR3b	15 pts
b) Proposer une solution afin d'atteindre précisément la température de soufflage de 19 [°C].	- DR3c	5 pts
c) Calculer le débit volumique en sortie de batterie froide et en déduire le débit massique.	- DR3c	5 pts
d) Calculer la puissance de la batterie froide, en déduire le débit d'eau piégée par la batterie froide.	- DR3c	10 pts
e) Calculer l'efficacité de la batterie froide. Conclure.	- DR3c	10 pts

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2014
ÉPREUVE E2: ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITÉ U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

4°/ PRODUCTION de CHALEUR par PAC

45 POINTS / 200

(4,5 points / 20)

Contexte :

Les besoins de chauffage de la piscine sont assurés par une pompe à chaleur eau/eau de marque CARRIER de type 30 RW 060. On vous demande de vérifier son bon fonctionnement.

Après avoir raccordé vos manifolds, vous avez les valeurs suivantes :

- Pression évaporation : **4,5 [bars] (valeur lue au manomètre BP)**
- Pression condensation : **16,5 [bars] (valeur lue au manomètre HP)**
- Sous refroidissement : **10 [°C]**
- Surchauffe : **5 [°C]**

La température de l'eau de la piscine en début de saison est de **12 [°C]**, pour la baignade la température minimale de l'eau doit être de **23 [°C]**, cette température devant être atteinte en moins de **24 h**. La capacité de la piscine est de **80 [m³]**.

Données fournies :

Schéma de principe : **SG1**

Dossier technique : **Annexe 3** (page 7/12 du dossier technique)

Dossier réponses : **DR4a, DR4b, DR4c** (pages 10/20 à 12/20)

Puissance électrique totale absorbée par la PAC : **8,5 [kW]**

Débit de fluide frigorigène : **0,27 [kg/s]**

COP = øk / Pelec

Quantité d'énergie nécessaire : **Q = m x Cp x ΔT [KJ]**

1kWh= 860 kcal Cp_{eau} = 4,185 [kJ/K.kg] ρ_{eau} de piscine = 1000 [kg/m³]

<u>Questions :</u>	<u>Réponses sur</u>	<u>Barème / 200</u>
a) Tracer l'évolution de la PAC sur le diagramme enthalpique du R407C fourni.	- DR4a	15 pts
b) Compléter le tableau (état du fluide - Température - pression - enthalpie) et calculer la puissance calorifique øk de la PAC.	- DR4b	10 pts
c) En déduire son COP. Conclure.	- DR4b	5 pts
d) Calculer l'énergie nécessaire au chauffage de la piscine.	- DR4c	5 pts
e) À partir du document ressource CIAT, déterminer le modèle de l'échangeur nécessaire pour la piscine.	- DR4c	10 pts

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2014
ÉPREUVE E2: ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITÉ U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

5°/ HYDRAULIQUE

20 POINTS / 200

(2 points / 20)

Contexte :

Suite à votre visite de maintenance annuelle, après une campagne de mesure, vous constatez que la température à l'entrée du plancher chauffant est anormalement élevée 55 [°C].

Données fournies :

Schéma de principe : **SG1**

Dossier technique : **Annexe 4, 4-1, 4-2** (pages 8/12 à 10/12 du dossier technique)

Dossier réponses : **DR5a, DR5b, DR5c** (pages 13/20 à 15/20)

Débit dans la vanne BPVS : 0,6 [m³/h]

Perte de charge de la vanne BPVS : $\Delta P_v = 25$ [kPa]

Diamètre de la vanne BPVS : **DN 25**

Perte de charge du réseau : $\Delta P_r = 0,2$ [kPa]

Autorité d'une vanne trois voies : **$a = \Delta P_v / (\Delta P_v + \Delta P_r)$**

Diamètre de la V3V : **DN 20**

<u>Questions :</u>	<u>Réponses sur</u>	<u>Barème / 200</u>
a) Expliquer l'origine de cette surchauffe anormale du circuit du plancher chauffant, en sachant que les vannes VRPC et VBPR , fonctionnent correctement. Que faut-il faire pour résoudre ce défaut ?	- DR5a	6 pts
b) Déterminer à l'aide du document technique annexe 4-1 le nombre de tours à régler sur la vanne "by-pass" de sécurité afin d'avoir la bonne température et compléter le tableau.	- DR5b	6 pts
c) Vérifier l'autorité de la vanne 3 voies. Conclure.	- DR5c	8 pts

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES ET CLIMATIQUES	SESSION 2014
ÉPREUVE E2: ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE EXPLOITATION	UNITÉ U 2
DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

6°/ RÉGULATION

35 POINTS / 200

(3,5 points / 20)

Contexte :

Vous devez paramétrer le régulateur du réseau « CHAUFFAGE » en fonction de la température extérieure et contrôler visuellement le bon fonctionnement de la vanne 3 voies de régulation du plancher chauffant (V3V).

Données fournies :

Dossier technique : **Annexe 5, 5-1** (pages 11/12 à 12/12 du dossier technique)

Dossier réponses : **DR6a, DR6b, DR6c, DR6d, DR6e** (pages 16/20 à 20/20)

Température extérieure de base = - 10 [°C]

Température de départ chauffage = 70 [°C]

Température de consigne ambiante = 20 [°C]

Bande proportionnelle du régulateur de température ambiante : 3K

Coefficient de pente sur RWA1.1 :
$$\frac{(T^{\circ} \text{Départ} - T^{\circ} \text{ambiante})}{(T^{\circ} \text{ambiante} - T^{\circ} \text{Extérieure})} \times 10$$

<u>Questions :</u>	<u>Réponses sur</u>	<u>Barème / 200</u>
a) La régulation du réseau « CHAUFFAGE » est-elle une "boucle ouverte" ou une "boucle fermée" ? Expliquer le principe de fonctionnement.	- DR6a	5 pts
b) Tracer sur le graphique la courbe de chauffage du réseau « CHAUFFAGE ».	- DR6b	7 pts
c) Déterminer le coefficient de pente à régler et donner le numéro du bouton de réglage sur le régulateur.	- DR6c	10 pts
d) Représenter sur le graphique l'abaissement de nuit (abaissement de 6 [°C] de la courbe de chauffe) et donner le numéro du bouton de réglage sur le régulateur.	- DR6d	7 pts
e) Tracer le graphe d'ouverture de la vanne trois voies en fonction de la température ambiante, indiquer sur le graphique la consigne et la bande proportionnelle.	- DR6e	6 pts