



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP 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.

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2011
E1 – EPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE		
SOUS EPREUVE E.11 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE INSTALLATION		UNITE U11
1106- TMS ST 11	DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## DOSSIER SUJET

Documents remis au candidat :

Présentation générale Page 2/10						
SG1	Schéma de principe production thermique Page 3/10					
	Dossier sujet	Dossier ressources	Dossier réponses	Note / 60	Note / 20	Temps conseillé
Question n° 1	1°/ Energies renouvelables Page 4/10	Annexes 1.1 et 1.2 Pages 2/21 à 3/21	DR 1a et 1b Pages 2/17 et 3/17	/ 07,5	/ 02,5	30 min
Question n° 2	2°/ Analyse de l'installation Page 5/10	Annexes 2.1 à 2.3 Pages 4/21 à 6/21	DR 2a, 2b et 2c Pages 4/17 à 6/17	/ 07,5	/ 02,5	30 min
Question n° 3	3°/ Production thermique Page 6/10	Annexes 3.1 à 3.6 Pages 7/21 à 12/21	DR 3 Page 7/17	/ 10,5	/ 03,5	30 min
Question n° 4	4°/ Hydraulique Page 7/10	X	DR 4a, 4b et 4c Pages 8/17 à 10/17	/ 10,5	/ 03,5	40 min
Question n° 5	5°/ Régulation Page 8/10	Annexes 4.1 et 4.6 Pages 13/21 à 18/21	DR 5a, 5b et 5c Pages 11/17 à 13/17	/ 09	/ 03	45 min
Question n° 6	6°/ Production frigorifique Page 9/10	X	DR 6a, 6b et 6c Pages 14/17 à 16/17	/ 10,5	/ 03,5	45 min
Question n° 7	7°/ Protection Environnement Page 10/10	Annexes 5.1 à 5.3 Pages 19/21 à 21/21	DR 7 Page 17/17	/ 04,5	/ 01,5	20 min
Total :				/ 60	/ 20	

Documents à rendre :

**Les candidats doivent uniquement rendre le dossier réponses.**

**Le dossier réponses - 17 PAGES - sera agrafé dans une copie anonymée afin que la correction se fasse sans le dégrafer.**

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2011
E1 – EPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE		
SOUS EPREUVE E.11 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE INSTALLATION		UNITE U11
1106- TMS ST 11	DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## Présentation générale :

Venant de prendre en charge un nouveau site, vous découvrez les installations permettant de traiter le bâtiment principal et le logement du gardien. Dans le cadre de votre mission, vous devez vérifier le dimensionnement de certains équipements et réaliser les opérations de maintenance corrective. De plus, vous êtes amené à conseiller le client dans ses choix.

La production calorifique est assurée par une chaudière équipée d'un brûleur gaz alimentant différents circuits :

- les radiateurs du logement du gardien,
- les radiateurs du bâtiment principal,
- le plancher chauffant,
- les batteries chaudes CTA.

La production d'eau chaude sanitaire du logement gardien est mixte :

- panneaux solaires en base,
- appoint électrique.

La production d'eau glacée des CTA est assurée par un groupe froid à condensation par air.

Vos contrôles porteront sur les points suivants :

- **ENERGIE RENOUVELABLE** / la production d'ECS solaire du logement du gardien
- **ANALYSE DE L'INSTALLATION** / établissement d'une procédure d'intervention
- **PRODUCTION THERMIQUE** / la chaufferie, la chaudière et le brûleur gaz
- **HYDRAULIQUE** / la sélection de la pompe de charge de la chaudière
- **RÉGULATION** / la sélection du régulateur, son câblage et ses réglages
- **PRODUCTION FRIGORIFIQUE** / détermination de la puissance frigorifique
- **PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT** / l'isolation thermique du bâtiment



BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2011
E1 – EPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE		
SOUS EPREUVE E.11 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE INSTALLATION		UNITE U11
1106- TMS ST 11	DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## 1° / ÉNERGIES RENOUVELABLES

07,5 POINTS / 60

(2,5 points / 20)

### Contexte :

Vous prenez en charge une nouvelle installation, le gardien du site vous signale que la consommation électrique de son ballon d'ECS (Eau Chaude Sanitaire) est importante malgré l'apport solaire. Il vous demande de revoir le dimensionnement de cette production ECS solaire en fonction des nouveaux besoins ECS.

### Données fournies :

Schéma de principe **SG 1**

Documents ressources : **Annexes 1.1 et 1.2** (pages 2 et 3/21)

Dossier réponses : **DR 1a et DR1b** (pages 2 et 3/17)

Les caractéristiques techniques suivantes :

- Besoins ECS par personne : **60 [litre / jour / pers]**
- Nombre de personnes dans le logement du gardien : **2 adultes et 3 enfants**
- Température eau froide EF : **10 [°C]** ; Température ECS : **60 [°C]**
- Chaleur massique de l'eau :  **$C_{\text{eau}} = 4185 \text{ [J / kg.K]}$**
- Rayonnement solaire moyen du site :  **$\Phi_0 = 3,7 \text{ [kWh / m}^2 \text{ / jour]}$**
- Conditions d'implantation des capteurs solaires : Angle d'inclinaison = **50°**  
Orientation = **30° sud ouest**
- Rendement du capteur = **60 [%]** ; Rendement distribution capteur / ballon ECS = **95 [%]**

**Rappel : 1 [kWh] = 3600 [kJ]**

<u>Questions :</u>	<u>Réponse sur :</u>	<u>Barème / 60</u>
a) Déterminez les besoins en ECS (en kWh) des occupants et déduisez-en l'énergie calorifique nécessaire pour satisfaire ces besoins ( $\Phi_{\text{ECS}}$ ).	- <b>DR 1a</b>	1,5 pt
b) Déterminez l'énergie solaire reçue par le capteur ( $\Phi_{\text{capteur}}$ ), transmise à l'absorbeur ( $\Phi_{\text{absorbeur}}$ ) et échangée dans le ballon ( $\Phi_{\text{ballon}}$ ).	- <b>DR 1a</b>	2 pts
c) Calculez la surface totale de capteurs solaires nécessaire en estimant les besoins à 17,5 [kWh].	- <b>DR 1b</b>	1,5 pt
d) Déterminez, à partir de la documentation technique, le nombre de capteurs manquant sachant qu'il en existe déjà deux.	- <b>DR 1b</b>	2,5 pts

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2011
E1 – EPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE		
SOUS EPREUVE E.11 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE INSTALLATION		UNITE U11
1106- TMS ST 11	DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## 2°/ ANALYSE DE L'INSTALLATION

**07,5 POINTS / 60**

(02,5 points / 20)

### Contexte :

Afin de préparer une intervention de maintenance, vous devez identifier certains appareils, analyser les fonctions de certains équipements et définir les étapes de mise en service.

### Données fournies :

Schéma de principe **SG 1**

Documents ressources : **Annexes 2.1, 2.2 et 2.3** (pages 4 à 6/21)

Dossier réponses : **DR 2a, DR 2b et DR 2c** (pages 4 à 6/17)

<u>Questions :</u>	<u>Réponses sur :</u>	<u>Barème / 60</u>
a) Identifiez et donner la fonction des éléments repérés de 1 à 6 sur le schéma de principe SG 1.	- <b>DR 2a</b>	2 pts
b) Listez de façon chronologique les étapes de remplacement de l'anode magnésium du chauffe-eau solaire.	- <b>DR 2b</b>	3 pts
c) Indiquez le rôle du pot d'injection repéré « <b>B</b> » sur le schéma de principe SG 1 et donnez le mode opératoire de manipulation des vannes repérées de <b>1 à 5</b> (définies page 6/17 du dossier ressources).	- <b>DR 2c</b>	2,5 pts

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2011
E1 – EPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE		
SOUS EPREUVE E.11 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE INSTALLATION		UNITE U11
1106- TMS ST 11	DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

### 3°/ PRODUCTION THERMIQUE

10,5 POINTS / 60

(03,5 points / 20)

#### Contexte :

Vous intervenez sur une installation de chauffage sur laquelle vous devez contrôler le fonctionnement et le dimensionnement de certains éléments.

#### Données fournies :

Schéma de principe **SG 1**

Dossier ressources : **Annexes 3.1 à 3.6** (pages 7 à 12/21)

Dossier réponses : **DR 3** (page 7/17)

Les caractéristiques techniques suivantes :

- Puissance utile de chauffage : **Pu = 780 [kW]**
- Marque et type de la chaudière : **LACAZE LDP 930**
- Marque et type du brûleur : **DE DIETRICH G 43-S**
- Combustible : **Gaz naturel H** sous **300 [mbar]**
- **Réglementation DTU « Aération chaufferie »**
  - On prend comme hypothèse :  $\varnothing_{buse} = \varnothing_{conduit\ de\ fumée}$

Rappel :

- $Q_{gaz} = (P_{brûleur} / PCI_{gaz}) \times f$

<u>Questions :</u>	<u>Réponse sur :</u>	<u>Barème / 60</u>
a) Vérifiez l'association brûleur / chaudière, le rendement de la chaudière étant de 91 % : - Déterminez la puissance du brûleur, - Donnez la gamme du brûleur, - Vérifiez sur le diagramme l'association brûleur / chaudière.	- <b>DR 3</b>	2,5 pts
b) Calculez le débit de gaz à lire au compteur, l'installation étant située à une altitude de 800 [m](les calculs et formules doivent être développés).	- <b>DR 3</b>	4 pts
c) A partir du DTU « Aération chaufferie », calculez la section minimum de l'aération basse <b>Sb</b> et de l'aération haute <b>Sh</b> de la chaufferie.	- <b>DR 3</b>	4 pts

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2011
E1 – EPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE		
SOUS EPREUVE E.11 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE INSTALLATION		UNITE U11
1106- TMS ST 11	DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## 4°/ HYDRAULIQUE

**10,5 POINTS / 60**

(03,5 points / 20)

### Contexte :

Chargé de la maintenance, vous devez recenser les différents circuits de chauffage et régler la vanne d'équilibrage (repère **4**) de la pompe de charge. Constatant lors de cette opération que la pompe du circuit production est inadaptée, on vous demande de sélectionner une nouvelle pompe de charge adaptée aux caractéristiques de l'installation.

### Données fournies :

Schéma de principe **SG 1**

Dossier réponses : **DR 4a, DR 4b et DR 4c** (pages 8 à 10/17)

Les caractéristiques techniques suivantes :

- Marque et type de la pompe du circuit production : **SALMSON JRL 406**
- Pertes de charge du circuit production : **13 [kPa]**
- Pertes de charge de la vanne d'équilibrage STAF 100 : **25 [kPa]**

<u>Questions :</u>	<u>Réponses sur :</u>	<u>Barème / 60</u>
a) Relevez les débits de tous les circuits qui sont alimentés par la chaufferie, déduisez-en le débit recyclé dans la bouteille de découplage.	- <b>DR 4a</b>	2,5 pts
b) Indiquez sur quelle position la vanne STAF 100 (repère 4) doit être réglée pour conserver ce débit avec une perte de charge de 25 [kPa] (le tracé doit être réalisé sur l'abaque de la vanne).	- <b>DR 4a et DR 4b</b>	5 pts
c) Placez le point de fonctionnement du circuit production et sélectionnez la pompe adaptée à l'installation. En déduire la puissance absorbée par la pompe (les tracés doivent être réalisés sur le courbier de la pompe).	- <b>DR 4a et DR 4c</b>	3 pts



BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2011
E1 – EPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE		
SOUS EPREUVE E.11 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE INSTALLATION		UNITE U11
1106- TMS ST 11	DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## 5°/ RÉGULATION

**09 POINTS / 60**

(03 points / 20)

### Contexte :

Dans le cadre de l'amélioration des installations de traitement de l'air, la régulation obsolète est remplacée par un système numérique. On vous demande de réaliser le schéma de câblage du régulateur et d'effectuer son paramétrage.

### Données fournies :

Schéma de principe : **Inclus dans le document réponse DR 5a** (page 11/17)

Dossier ressources : **Annexes 4.1 à 4.6** (pages 13 à 18/21)

Dossier réponses : **DR 5a, DR 5b et DR 5c** (pages 11 à 13/17)

Les caractéristiques techniques de la régulation sont :

- Marque du régulateur : **SIEMENS**
- Type de régulateur : **RMU 710**
- Principe : **régulation de la température ambiante par action sur les batteries (chaude et froide) de la CTA avec sonde de température en limite basse au soufflage.**
- Paramètres de la régulation :
  - consigne :  $W = 25$  [°C]
  - zone neutre :  $Zn = 2$  [°C] (1°C de part et d'autre de la consigne)
  - bande proportionnelle chauffage :  $X_{pc} = 3$  [°C]
  - bande proportionnelle rafraîchissement :  $X_{pf} = 4$  [°C]
  - sortie chauffage : Y1
  - sortie rafraîchissement : Y2

<u>Questions :</u>	<u>Réponses sur :</u>	<u>Barème / 60</u>
a) Donnez le nom du type de montage des vannes 3 voies. Que fait-on varier pour réguler la puissance émise par les batteries ? Mentionnez le sens des fluides sur le schéma de principe de la CTA.	- <b>DR 5a</b>	3 pts
b) Complétez, en fonction du schéma de principe de la CTA, le schéma de câblage de la régulation.	- <b>DR 5b</b>	2,5 pts
c) Déterminez, à partir des applications standards programmées dans le régulateur et du principe de régulation de la CTA, le type d'installation à paramétrer dans le régulateur. Puis, complétez le graphe de régulation à l'aide des paramètres donnés.	- <b>DR 5c</b>	3,5 pts

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2011
E1 – EPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE		
SOUS EPREUVE E.11 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE INSTALLATION		UNITE U11
1106- TMS ST 11	DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## 6°/ PRODUCTION FRIGORIFIQUE

10,5 POINTS / 60

(03,5 points / 20)

### Contexte :

Après la découverte d'une fuite de fluide frigorigène et une fois sa réparation effectuée, vous intervenez sur le groupe de production d'eau glacée pour effectuer un complément de charge de l'installation.

### Données fournies :

Schéma de principe : **Inclus dans le document réponse DR 6b** (page 15/17)

Dossier réponses : **DR 6a, DR 6b et DR 6c** (pages 14 à 16/17)

Les caractéristiques de l'installation sont les suivantes :

- Débit massique de fluide frigorigène : **2,19 [kg/s]**
- Pressions et températures de fonctionnement : **inclus dans le document réponse DR 6b**

<u>Questions :</u>	<u>Réponses sur :</u>	<u>Barème / 60</u>
a) Remplacez dans l'ordre chronologique les opérations afin de réaliser le complément de charge en phase gazeuse.	- <b>DR 6a</b>	3 pts
b) Tracez le cycle frigorifique sur le diagramme du R407C en utilisant les points de mesure placés sur le schéma de principe (le n° du point doit être placé sur le diagramme).	- <b>DR 6b et DR 6c</b>	3 pts
c) Relevez les différentes caractéristiques des points et complétez le tableau réponse.	- <b>DR 6b et DR 6c</b>	3 pts
d) Calculez, à partir du débit massique de fluide frigorigène, la puissance frigorifique de l'installation.	- <b>DR 6b</b>	1,5 pt

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL TMSEC TECHNICIEN DE MAINTENANCE DES SYSTEMES ENERGETIQUES ET CLIMATIQUES		SESSION 2011
E1 – EPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE		
SOUS EPREUVE E.11 : ANALYSE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE D'UNE INSTALLATION		UNITE U11
1106- TMS ST 11	DOSSIER SUJET	4H COEF. 3

## 7° / PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT 04,5 POINTS / 60

(01,5 point / 20)

### Contexte :

Dans le cadre du Grenelle de l'Environnement et suite à la réalisation d'un diagnostic de performances énergétiques (DPE), des travaux d'améliorations du logement du gardien ont été programmés (pose de capteurs solaires supplémentaires pour la production d'ECS, optimisation des régulations, renforcement de l'isolation ...).

Pour l'isolation des combles, votre client souhaite, dans le cadre d'un « geste citoyen », utiliser de la ouate de cellulose. Il vous demande des conseils sur les performances énergétiques de ce matériau issu de la filière du recyclage du papier ou du bois.

### Données fournies :

Dossier ressources : **Annexes 5.1 à 5.3** (pages 19 à 21/21)

Dossier réponses : **DR 7** (page 17/17)

Informations concernant la ouate de cellulose :

- L'épaisseur utile = l'épaisseur à l'application – 20 [%] de tassement
- La résistance thermique est déterminée à partir de l'épaisseur utile.

Rappel :

- Détermination de la résistance thermique d'un isolant :  $R_{Th} = e / \lambda$  avec  $R_{Th}$  : résistance thermique en  $[m^2.K/W]$  ;  $e$  : épaisseur en  $[m]$  ;  $\lambda$  : coefficient de conductivité thermique en  $[W/m.K]$

<u>Questions :</u>	<u>Réponses sur :</u>	<u>Barème / 60</u>
a) Concernant les logements existants, quels sont les objectifs du Grenelle de l'Environnement à l'horizon 2020 ?	- <b>DR 7</b>	0,5 pt
b) A partir des documentations techniques des matériaux, dites en quoi l'utilisation de la ouate de cellulose peut être considérée comme un « geste citoyen » ? (4 critères doivent être cités).	- <b>DR 7</b>	2 pts
c) Identifiez les caractéristiques thermiques des matériaux dans les fiches techniques puis, déterminez l'épaisseur de ouate de cellulose à mettre en œuvre lors de l'application afin que la résistance thermique $R_{Th}$ de l'ensemble soit identique à celle de 20 [cm] de laine de verre.	- <b>DR 7</b>	2 pts