

Brevet de technicien supérieur

Fluides Énergies Domotique

Option : Domotique et Bâtiments Communicants

Épreuve E32

Physique et Chimie

Session 2018

Durée : 2 heures

Coefficient : 1

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

Important

Ce sujet comporte, en plus de cette page de garde, 8 pages.

BTS Fluides énergies domotique – session 2018 – épreuve E32

Code sujet : 18FEPHDBC1

Bâtiment Basse Consommation

Un Bâtiment Basse Consommation, BBC, fait appel à plusieurs technologies afin d'obtenir une performance énergétique globale particulièrement élevée.

Ce type de maison est devenu la norme en France pour toutes les constructions neuves, depuis le Grenelle de l'environnement et la réglementation thermique qui en a découlé (actuellement RT 2012). L'objectif fixé depuis le 1^{er} janvier 2013, pour les constructions neuves, est de ne pas dépasser une consommation en énergie primaire de $50 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$ pour le chauffage, la climatisation, la production d'eau chaude sanitaire, la ventilation et l'éclairage.

Les techniciens d'une entreprise de rénovation d'habitation dans le domaine énergétique ont installé des panneaux photovoltaïques et une pompe à chaleur afin d'assurer la quasi-totalité des besoins énergétiques de l'habitation : production d'électricité, chauffage et fourniture d'eau chaude. Le complément est assuré par le fournisseur d'électricité.



www.nchabitat.com

Cette rénovation a été réalisée sur une habitation de surface égale à 150 m^2 dans la ville de Niort en France où l'éclairement énergétique moyen (ou irradiance) est d'environ $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Le sujet qui suit aborde différents aspects de la rénovation.

Il comporte deux parties indépendantes qui peuvent être traitées séparément

- A. Production d'électricité
- B. Pompe à chaleur de l'habitation

BTS Fluide Énergies Domotique	Sujet	Session 2018
Épreuve E32 : physique et chimie	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
Code : 18FEPHDBC1		Page 1/8

A. Production d'électricité

Les panneaux solaires photovoltaïques (panneaux PV) recouvrant la toiture sont des modèles *Photowatt PW1650*.

Un panneau PV permet de transformer l'énergie fournie par le soleil en énergie électrique. Chaque panneau peut fournir une puissance maximale P_{\max} égale à 165 W.



<http://www.meteoslins.be/photovoltaïque03.php>

I. Caractéristique d'un panneau photovoltaïque

1. Citer des avantages et des inconvénients de ce système de production d'électricité.
2. Pour tester le bon fonctionnement du panneau PV, on le branche sur une charge résistive.
On veut tracer les variations de l'intensité I du courant fourni par le panneau en fonction de la tension U aux bornes de la charge, pour un éclairement énergétique constant de $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.
Proposer le schéma du montage en indiquant les appareils de mesure, leur branchement et la position du commutateur (AC ; DC ; AC+DC).
3. On relève en sortie du panneau un courant d'intensité I égale à 4,5 A sous une tension U égale à 26 V. Indiquer si ces valeurs sont cohérentes avec la caractéristique constructeur fournie dans l'annexe 1. Donner une explication aux éventuels écarts.

II. Surface de l'installation photovoltaïque

L'insolation annuelle moyenne en France est d'environ $1400 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}$.

Ce type de panneau convertit 10% de l'énergie solaire en énergie électrique.

Cette partie sera traitée en s'aidant de l'annexe 1.

1. Vérifier que la surface S d'un panneau est proche de $1,34 \text{ m}^2$.
2. L'énergie électrique annuellement consommée par l'habitation de 150 m^2 et produite par les panneaux PV est estimée à $2200 \text{ kW}\cdot\text{h}$.
Déterminer le nombre minimum de panneaux PW1650 nécessaires après avoir expliqué la démarche choisie.

BTS Fluide Énergies Domotique	Sujet	Session 2018
Épreuve E32 : physique et chimie	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
Code : 18FEPHDBC1		Page 2/8

III. Rendement de la chaîne d'énergie photovoltaïque Electrosun

Cette partie sera traitée en s'aidant des annexes 1, 2 et 3.

L'installation photovoltaïque est constituée de 12 panneaux solaires, d'un régulateur de tension et d'un onduleur de référence Fronius IG15.

1. Indiquer le rôle des différents éléments constituant le système d'énergie photovoltaïque Electrosun.
2. L'installation électrique de l'habitation présente un facteur de puissance égal à 0,9. On a relevé, pour un éclairement de $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, les grandeurs électriques en sortie de l'onduleur.

$$U_a = 230 \text{ V} \quad ; \quad I_a = 6,5 \text{ A}$$

La puissance solaire reçue par les panneaux est de $13\,200 \text{ W}$.

Déterminer le rendement η_{syst} du système global pour un ensoleillement de $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

B. Pompe à chaleur de l'habitation

Pour chauffer l'habitation, l'entreprise de rénovation a installé une Pompe à Chaleur (PAC).

La PAC est un dispositif thermodynamique permettant de transférer la chaleur du milieu le plus froid (ici l'air extérieur) vers le milieu le plus chaud (ici la maison) via un échangeur.

Cette partie sera traitée en s'aidant des annexes 4 à 6.

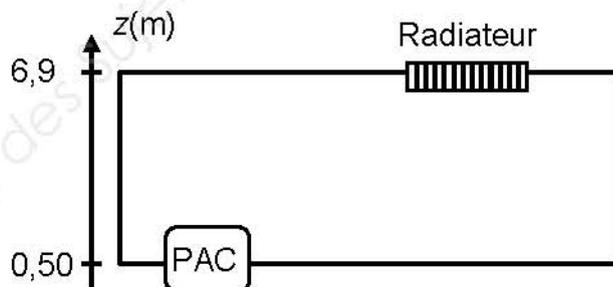
I. Pression dans les canalisations

La PAC a été installée dans la chaufferie située au sous-sol de l'habitation.

Pour simplifier notre étude, on considère un seul radiateur.

Les pertes de charge sont négligées.

Le schéma simplifié d'implantation est donné ci-dessous :



À la sortie de la PAC, la conduite a un diamètre d_1 égal à 20 mm .

L'eau monte dans un radiateur par une conduite de diamètre d_2 égal à $12,0 \text{ mm}$.

Le débit volumique Q_v est constant et est égal à $20 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$.

L'eau sort du dispositif de chauffage à la température de $70 \text{ }^\circ\text{C}$.

On suppose que la conduite est parfaitement calorifugée et que la température de l'eau à l'entrée du radiateur est toujours égale à $70 \text{ }^\circ\text{C}$.

À la sortie du radiateur, la température de l'eau prend la valeur de $50 \text{ }^\circ\text{C}$ qui est conservée sur toute la canalisation de retour.

BTS Fluide Énergies Domotique	Sujet	Session 2018
Épreuve E32 : physique et chimie	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
Code : 18FEPHDBC1		Page 3/8

1. Calculer la vitesse v_1 de l'eau à la sortie de la PAC et sa vitesse v_2 à l'entrée du radiateur.
2. La pression p_1 à la sortie de la PAC est égale à 3,0 bars.
Calculer la valeur de la pression p_2 à l'entrée du radiateur et l'exprimer en bar.

Données : Masse volumique moyenne de l'eau entre les températures de 45 °C et 80 °C :
 $\rho = 982 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

II. Protection contre le bruit

La PAC est considérée comme une source sonore omnidirectionnelle.

Le niveau de puissance acoustique (ou sonore) L_w , en dB(A), caractérise la capacité d'émission sonore de la source indépendamment de son environnement.

Cette puissance acoustique est mesurée en laboratoire.

C'est la valeur qui permet de comparer directement les appareils entre eux.

Le niveau de pression acoustique (ou sonore) L_p , en dB(A), est la grandeur acoustique perçue par l'oreille humaine et mesurée par le sonomètre.

Pour une source donnée, la pression acoustique dépend de l'environnement d'installation et de la distance à laquelle on réalise la mesure.

1. Décrire le protocole expérimental permettant de déterminer l'évolution du niveau sonore quand on s'éloigne à une distance de 1,0 m de l'unité extérieure de la PAC.
2. Le niveau de d'intensité sonore L_I du groupe extérieur de la PAC est égal à 51 dB.

Montrer que l'intensité acoustique I est égale à $1,3 \cdot 10^{-7} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

3. Le niveau de puissance acoustique de la PAC est de $L_w = 60 \text{ dB(A)}$.

Expliquer comment on peut vérifier que la PAC ne respecte pas la préconisation du niveau de pression acoustique, dans le cas de l'habitation placée en zone urbaine, en utilisation nocturne.

Calculer les différentes grandeurs à déterminer.

4. Rédiger un rapport à destination du chef de service pour expliquer le problème identifié précédemment et proposer au moins deux solutions envisageables afin d'améliorer l'installation, en respectant les contraintes de fonctionnement de la PAC.

BTS Fluide Énergies Domotique	Sujet	Session 2018
Épreuve E32 : physique et chimie	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
Code : 18FEPHDBC1		Page 4/8

Annexe 1 : Doc. Constructeur des Panneaux Photovoltaïque PW1650 – 12/24V

Le module PW1650 est le module haut rendement de la gamme 5 pouces. Facile à manier grâce à une taille optimisée, le PW1650 est spécifiquement développé pour les applications raccordées au réseau.

Le PW1650 utilise la technologie des cellules multicristallines PHOTOWATT. Les cellules solaires sont mesurées individuellement et triées électroniquement avant d'être interconnectées. L'encapsulation des cellules est réalisée entre une plaque de verre trempé et une feuille de Tedlar. L'encapsulant, de l'EVA résistant aux UV, enrobe les cellules photovoltaïques à l'intérieur des laminés et protège les cellules de la corrosion. La face arrière du module est étanche et protégée des dommages mécaniques par une feuille polymère continue et résistante.

Cette gamme de produits utilise un cadre renforcé en aluminium anodisé, développé pour répondre aux exigences qualité de Photowatt en matière de résistance à la corrosion (durée de vie 3 fois supérieure aux exigences de la norme IEC61215).

Avec un centrage des tolérances à +/-3%, le PW1650 garantit l'homogénéité de puissance de vos installations, et un investissement financier correspondant réellement aux watts produits.

Une version 12V et une version UL sont disponibles sur demande.

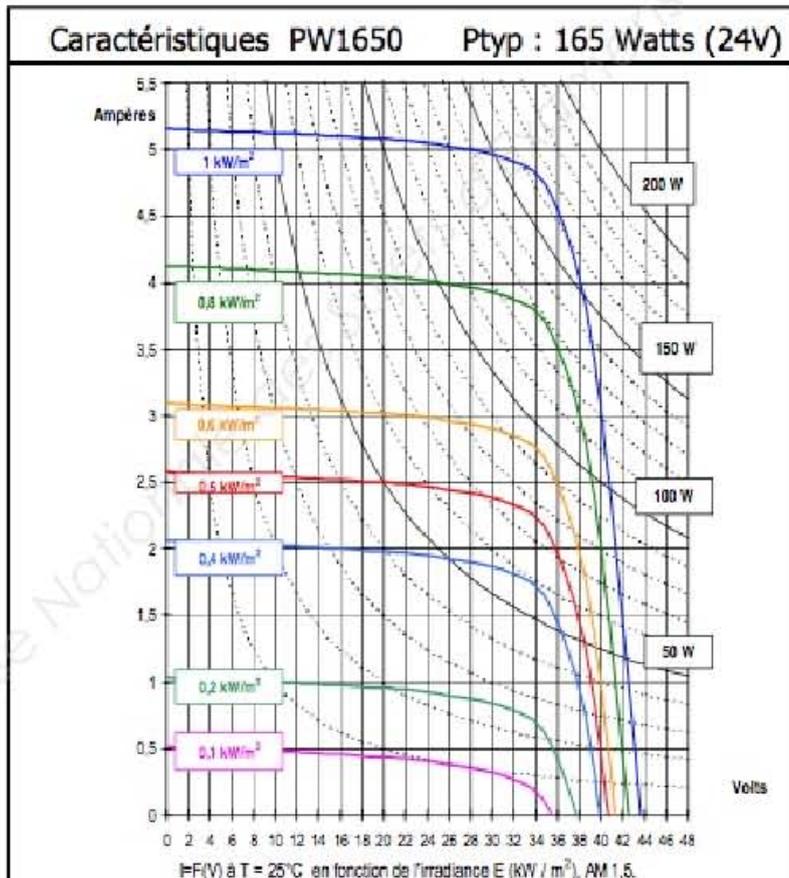
PUISSANCE : +/- 3% GARANTIE PUISSANCE : 25 ANS* GARANTIE PRODUIT : 5 ANS*

PW1650		Configuration 24 V			Configuration 12 V		
Puissance typique	W	155	165	175	155	165	175
Puissance minimale	W	150	160	170	150	160	170
Tension à la puissance typique	V	34	34,4	35	17	17,2	17,5
Intensité à la puissance typique	A	4,6	4,8	5	9,2	9,6	10
Intensité de court circuit	A	4,8	5,1	5,3	9,6	10,2	10,6
Tension en circuit ouvert	V	43	43,2	43,4	21,5	21,6	21,7
Tension maximum du circuit	V	770V DC					
Coefficient de température		$\alpha=+1,46 \text{ m A/}^\circ\text{C} ; \beta=-158 \text{ m V/}^\circ\text{C} ; \gamma \text{ P/P}=-0,43 \text{ \% /}^\circ\text{C}$			$\alpha=+2,92 \text{ m A/}^\circ\text{C} ; \beta=-79 \text{ m V/}^\circ\text{C} ; \gamma \text{ P/P}=-0,43 \text{ \% /}^\circ\text{C}$		

Spécifications de puissance à 1000 W/m² : 25°C : AM 1,5



*Selon les conditions générales de garantie
Informations sujettes à évolutions - Dernière mise à jour : 02/09/03



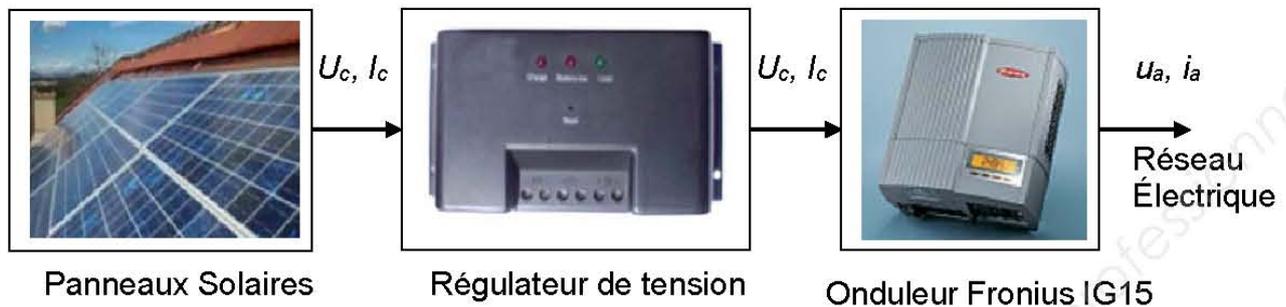
- ◆ Poids du Module : 18 kg
- ◆ Taille du Module : 1237 x 1082 x 45 mm
- ◆ Emballage par 2 unités : 1350 mm x 1130 mm x 102 mm, 39 Kg
- ◆ Taille maximum d'une palette (34 modules) : 1360 mm x 1130 mm x 1770 mm, 678kg



Module protégé par 4 crochets anti-retrour (1 pour 18 cellules)

BTS Fluide Énergies Domotique	Sujet	Session 2018
Épreuve E32 : physique et chimie	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
Code : 18FEPHDBC1		Page 5/8

Annexe 2 : Chaîne d'énergie photovoltaïque Electrosun



Annexe 3 : Onduleur Fronius IG 15

LA FAMILLE FRONIUS IG EN RESUME.

Fronius IG. Une gamme d'onduleurs PV fiables.

Performante, conviviale et hautement fiable, la série des onduleurs Fronius IG est présentée sous une forme compacte. Prévu pour chaque taille d'installations, les différents modèles peuvent être combinés de multiples manières. Le système de commande très étudié du processeur puise, en liaison avec le puissant transformateur HF, le maximum d'énergie de tous les types de modules.

Fronius IG 60 HV. Le paquet de puissance.

Un rendement maximum grâce au concept MIX™, qui répartit le travail entre deux étages de puissance, liée de manière optimale dans un système maître-esclave. En charge partielle seule une des deux parties travaille, tandis qu'à pleine charge les deux parties fonctionnent ensemble. Les avantages pour vous: Augmentation sensible du rendement tout en diminuant les heures de fonctionnement de chaque carte.

Fronius IG Outdoors. Il résiste aux intempéries.

Le Fronius IG Outdoors est spécialement fabriqué pour l'emploi à l'extérieur, il a été testé pour répondre au type de protection IP45. Par exemple une circulation d'air permanente empêche l'accumulation d'eau de condensation. De même, il est protégé contre la pénétration de corps étrangers solides et contre les jets d'eau. Une couche de vernis protège les cartes électroniques et permet son utilisation à proximité de la mer.

QUELQUES POINTS TECHNIQUES.

Naturellement la gamme des onduleurs Fronius IG remplit toutes les directives et normes nécessaires. Des informations complémentaires, ainsi que les certificats sont téléchargeables sous le répertoire «Downloads» du site www.fronius.com. Tous les onduleurs Fronius IG sont naturellement marqués **CE**.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES Fronius IG	15	20	30	40	60 HV
Gamme de tension-MPP	150 - 400 V	150 - 400 V	150 - 400 V	150 - 400 V	150 - 400 V
Tension d'entrée max. (avec 1000 W/m ² ; -10°C)	500 V	500 V	500 V	500 V	530 V
Puissance du dispositif PV	1300 - 2000 Wc	1800 - 2700 Wc	2500 - 3600 Wc	3500 - 5500 Wc	4600 - 6700 Wc
Puissance nominale	1300 W	1800 W	2500 W	3500 W	4600 W
Puissance de sortie max.	1500 W	2000 W	2650 W	4100 W	5000 W
Rendement max.	94,2 %	94,3 %	94,3 %	94,3 %	94,3 %
Rendement Euro	91,4 %	92,3 %	92,7 %	93,5 %	93,5 %
Tension de réseau / Fréquence	230 V / 50 Hz				
Taille (l x b x h)	366 x 344 x 220 mm (500 x 435 x 225 mm)		610 x 344 x 220 mm (733 x 435 x 225 mm)		
Poids	9 kg (12 kg)		16 kg (20 kg)		
Refroidissement	ventilation forcée régulée				
Boîtier	Boîtier intérieur « Designer » ; en option boîtier externe				
Domaine de température ambiante	-20 50 °C				

Le texte et les figures correspondent à l'état de la technique lors de l'impression. Sous réserve de modifications. Sans autorisation écrite de Fronius International GmbH ce document ne peut être copié ni complètement ni partiellement ou être reproduit sous une autre forme.

BTS Fluide Énergies Domotique	Sujet	Session 2018
Épreuve E32 : physique et chimie	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
Code : 18FEPHDBC1		Page 6/8

Annexe 4 : Formulaire mécanique des fluides

Conservation de l'énergie dans un fluide s'écoulant entre deux points 1 et 2 :	
sans pompe	avec pompe
$\frac{1}{2} \frac{v_1^2}{g} + \frac{p_1}{\rho g} + z_1 = \frac{1}{2} \frac{v_2^2}{g} + \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \Delta J$	$\frac{1}{2} \frac{v_1^2}{g} + \frac{p_1}{\rho g} + z_1 + H_{MT} = \frac{1}{2} \frac{v_2^2}{g} + \frac{p_2}{\rho g} + z_2 + \Delta J$
p : pression statique (en Pa)	H_{MT} : hauteur manométrique fournie par la pompe (en mCF)
ρ : masse volumique du fluide (en kg·m ⁻³)	ΔJ : pertes de charge entre 1 et 2 (en mCF)
z : altitude (en m)	Accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
v : vitesse du fluide (en m·s ⁻¹)	

Annexe 5 : Niveaux acoustiques

Niveau d'intensité acoustique L_I	Niveau de pression acoustique L_P	Niveau de puissance acoustique L_W
$L_I = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$	$L_P = 20 \cdot \log\left(\frac{P}{P_0}\right)$	$L_W = 10 \cdot \log\left(\frac{P_a}{P_{a0}}\right)$
I : Intensité acoustique (W·m ⁻²) I_0 : Intensité acoustique de référence (1,0·10 ⁻¹² W·m ⁻²)	P : Pression acoustique (W·m ⁻²) P_0 : Pression acoustique de référence (2,0·10 ⁻⁵ Pa)	P_a : Puissance acoustique (W) P_{a0} : Puissance acoustique de référence (1,0·10 ⁻¹² W)
$L_W = L_P + 10 \cdot \log(2\pi \cdot R^2)$		
R : distance, en m, entre la source de bruit et la position de la mesure		
Intensité sonore I : $I = \frac{P}{S}$		I : Intensité sonore en W·m ⁻² P : Puissance sonore en W S : surface en m ²

BTS Fluide Énergies Domotique	Sujet	Session 2018
Épreuve E32 : physique et chimie	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
Code : 18FEPHDBC1		Page 7/8

Annexe 6 : Niveau maximum de pression acoustique L_P à ± 5 dB mesuré à 1,0 m de la PAC préconisé.

Type de Zone	Jour	Intermédiaire	Nuit
Zone d'hôpitaux, zone de repos, aires de protection d'espaces naturels	45 dB	40 dB	32 dB
Résidentielle, rurale ou suburbaine, avec faible circulation de trafic terrestre, fluvial ou aérien	50 dB	45 dB	37 dB
Résidentielle urbaine	55 dB	50 dB	42 dB
Résidentielle urbaine ou suburbaine, avec quelques ateliers ou centres d'affaires, ou avec des voies de trafic terrestre, fluvial ou aérien assez importantes	60 dB	55 dB	50 dB
Zone à prédominance d'activités commerciales, industrielles	65 dB	60 dB	55 dB
Zone à prédominance industrielle (industrie lourde)	70 dB	65 dB	60 dB

D'après la Fiche technique n°1 : Pompes à Chaleur & environnement acoustique, éditée par l'AFPAC.

BTS Fluide Énergies Domotique	Sujet	Session 2018
Épreuve E32 : physique et chimie	Durée : 2 heures	Coefficient : 1
Code : 18FEPHDBC1		Page 8/8