**Brevet de technicien supérieur**

**Fluides Énergies Domotique**

**Épreuve E42**

Session 2021

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

L’usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L’usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

**Important**

Ce sujet, comporte 9 pages de la page 1/9 à 9/9

**Magasin de meubles dans la Marne**

L’étude porte sur un magasin de meubles implanté dans la Marne.

Ce magasin fait partie d’un groupe qui vise une indépendance énergétique et s’est investi dans la lutte contre le réchauffement climatique.

Il mise donc sur les énergies renouvelables et la diminution des émissions en CO2.

Le magasin situé dans la Marne possède des panneaux photovoltaïques et une chaudière biomasse.

Dans un souci d’économie, le magasin utilise également deux pompes à chaleur différentes pour les besoins énergétiques en hiver et en été.

Ce sujet porte sur ces différentes méthodes de production d’énergie.

****

Le sujet comporte quatre parties :

A. Installation photovoltaïque

B. Choix des PAC

C. Caractéristiques de la PAC

D. Chaudière biomasse

**A. Installation photovoltaïque**

L’étude consiste à déterminer le gain financier réalisé grâce à l’installation des panneaux solaires.

L’installation comporte 4 321 panneaux solaires.

Des informations pouvant être utiles sont données dans l’annexe 1.

**I. Énergie électrique produite**

1. À l’aide du document a de l’annexe 1, calculer *S* la surface totale des panneaux de l’installation.

2. Les panneaux photovoltaïques reçoivent, en moyenne sur toute l’année, 3,18 kW⋅h⋅m-² par jour.

Montrer, par le calcul, que l’énergie solaire reçue par l’ensemble des panneaux en une année *ES*est égale à 6,16·106 kW⋅h.

3. À l’aide du document a de l’annexe 1, indiquer *η* le rendement des panneaux utilisés.

4. En déduire *EE* l’énergie électrique produite par les panneaux solaires sur une année.

**II. Gain financier réalisé**

Le tarif entreprise de l’énergie électriqueest de 0,080 € par kW∙h.

ERDF ne donne aucune compensation financière aux entreprises pour l’électricité injectée dans son réseau.

Calculer, à l’aide du document b de l’annexe 1, le gain financier *G, en* €,réalisé grâce aux panneaux photovoltaïques en 2017.

**B. Choix des PAC**

Le magasin a fait le choix d’une pompe à chaleur réversible (PAC) pour couvrir les besoins de chauffage en hiver. En été, une deuxième PAC viendra compléter les besoins de climatisation.

La puissance nécessaire en hiver est de 480 kW, celle nécessaire en été est de 1 100 kW.

À l’aide des documents des annexes 2 et 3, déterminer les PAC adaptées.

**C. Caractéristiques de la PAC**

On souhaite déterminer l’efficacité frigorifique de la PAC utilisée uniquement l’été pour compléter les besoins frigorifiques.

**I. Cycle frigorifique**

1. À l’aide du diagramme en annexe 4, décrit dans le sens 1 -> 2 -> 2’ etc, indiquer entre quels points se situe la surchauffe et préciser son intérêt pratique.

2. Choisir parmi les termes suivants, celui ou ceux qui s’appliquent à la détente.

Isobare isotherme isenthalpique

3. Donner les valeurs de la basse pression *PB* et de la haute pression *PH*.

4. Indiquer sous quel(s) état(s) se trouve le fluide au point 4. Si plusieurs phases coexistent, préciser la proportion de chacune d’elles.

**II. Coefficient de performance, COP, de la PAC**

La pompe à chaleur fonctionne avec un fluide frigorigène R407C qui n’est pas un corps pur. Le débit de fluide dans le circuit est de 4,20 kg⋅s-1.

1. Le modèle de la PAC est la Powerciat 2800Z HPS. Vérifier que la puissance frigorifique *Pf* correspondant à l’évaporation entre les points 4 et 1 est bien celle indiquée sur le document en annexe 3.

2. À l’aide du diagramme du cycle de l’annexe 4, calculer le *COP* froid théorique sachant qu’il est défini par le rapport entre la puissance frigorifique et la puissance absorbée par le fluide au niveau du compresseur.

3. Expliquer la différence de valeur entre le *COP* froid et l’*EER* *(*Energy Efficiency Ratio) du document en annexe 3. L’*EER* est définie par le rapport entre la puissance frigorifique et la puissance absorbée par le compresseur.

**D. Chaudière biomasse**

La [chaudière biomasse](https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/chaudiere-bois/fonctionnement) fonctionne comme un appareil de chauffage par combustion classique mais elle utilise le bois comme combustible.

Le magasin ne l’utilise que quelques mois pendant l’hiver mais sans interruption.

Par simplification, on considèrera que le bois n’est constitué que de cellulose de formule C6H10O5.

Le but est de déterminer le débit d’air nécessaire au fonctionnement des brûleurs de la chaudière. Ce débit est en effet indispensable pour dimensionner la ventilation de la chaufferie.

On s’appuiera pour cela sur les documents fournis en annexe 5 et on cherchera une valeur moyenne sur novembre et décembre 2017.

1. Montrer que *mmoy,* la masse moyenne de bois consommée par la chaudière en 24 heures, est inférieure à 2 tonnes.

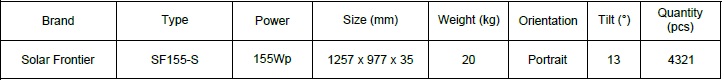
2. Sans réaliser les calculs, présenter les principales étapes de la démarche à suivre pour évaluer *VO2*, le volume moyen de dioxygène nécessaire pour une durée de 24 heures de fonctionnement de la chaudière*. Le candidat est invité à formuler et à présenter la démarche suivie, même si elle n’a pas abouti.*

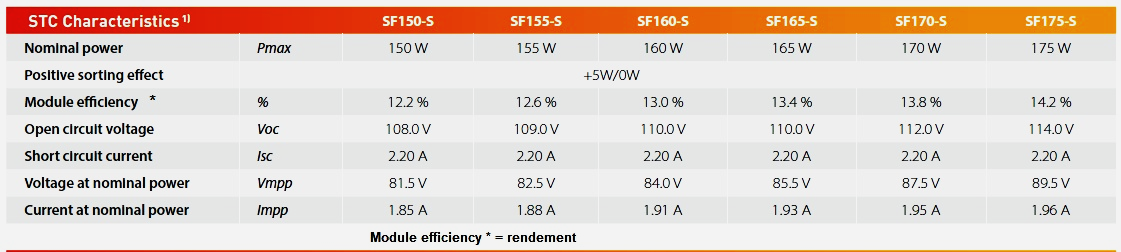
3. À l’aide du document b de l’annexe 5, mettre en œuvre la démarche proposée et calculer *VO2*.

4. L’air contient 21% de dioxygène. Pour *VO2* = 1,58·103 m3, déduire *QVair* le débit d’air nécessaire au fonctionnement de la chaudière.

**ANNEXE 1 : PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES ET PRODUCTION ELECTRIQUE**

**Document a: informations panneaux solaires.**

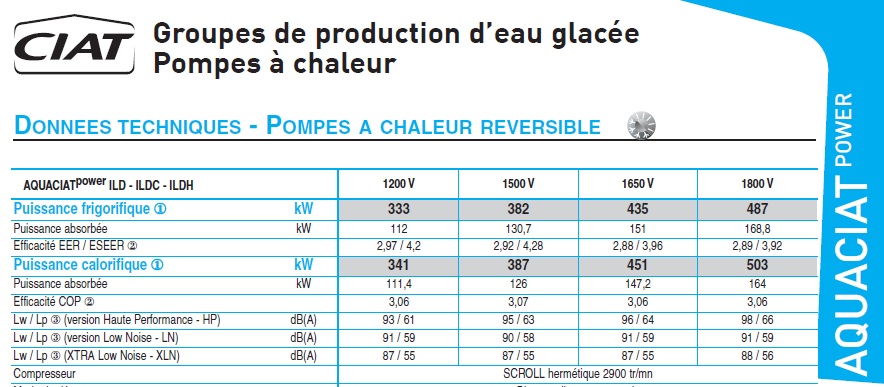
****

****

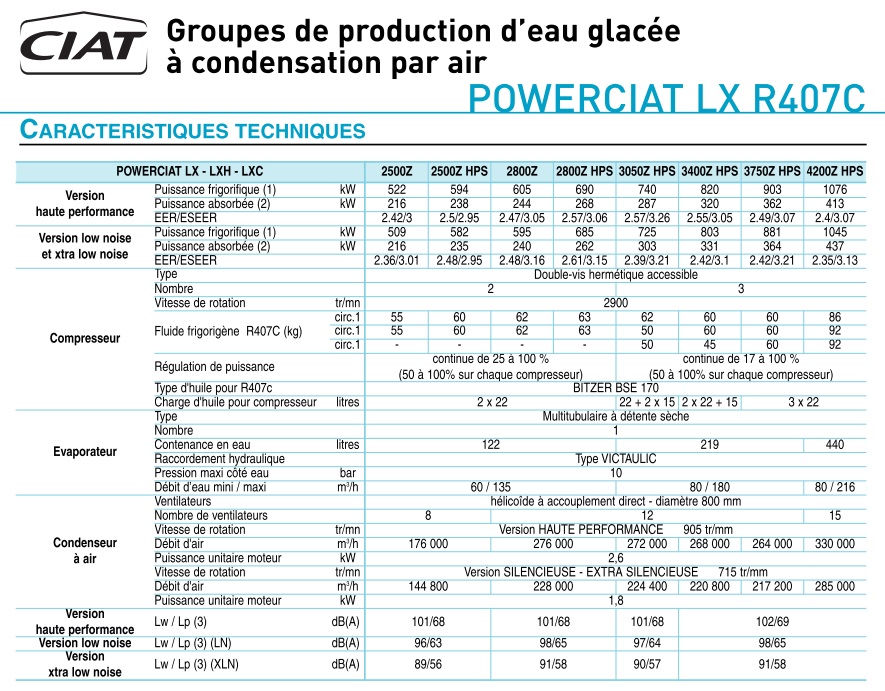
**Document b : Production et consommation électrique du magasin en 2017**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mois** | **Énergie électrique totale consommée (kW⋅h)** | **Énergie électrique consommée, fournie par EDF (kW⋅h)** | **Énergie photovoltaïque produite**  **(kW⋅h)** | **Énergie photovoltaïque consommée par le magasin**  **(kW⋅h)** | **Énergie photovoltaïque injectée dans le réseau**  **(kW⋅h)** |
| **1** | **191 969** | **176 333** | **16 052** | **15 636** | **417** |
| **2** | **172 237** | **144 629** | **32 885** | **27 608** | **5 277** |
| **3** | **192 406** | **144 885** | **54 390** | **47 521** | **6 869** |
| **4** | **170 444** | **109 835** | **82 832** | **60 609** | **22 223** |
| **5** | **164 156** | **93 083** | **107 484** | **71 073** | **36 411** |
| **6** | **166 738** | **83 420** | **107 068** | **83 318** | **23 751** |
| **7** | **210 849** | **124 833** | **107 222** | **86 016** | **21 206** |
| **8** | **221 258** | **138 873** | **94 271** | **82 385** | **11 886** |
| **9** | **175 444** | **120 823** | **67 317** | **54 621** | **12 696** |
| **10** | **181 096** | **141 789** | **43 778** | **39 307** | **4 471** |
| **11** | **189 288** | **171 178** | **19 638** | **18 110** | **1 527** |
| **12** | **191 559** | **179 267** | **12 772** | **12 292** | **480** |
| **Total** | **2 227 444** | **1 628 947** | **745 710** | **598 497** | **147 213** |

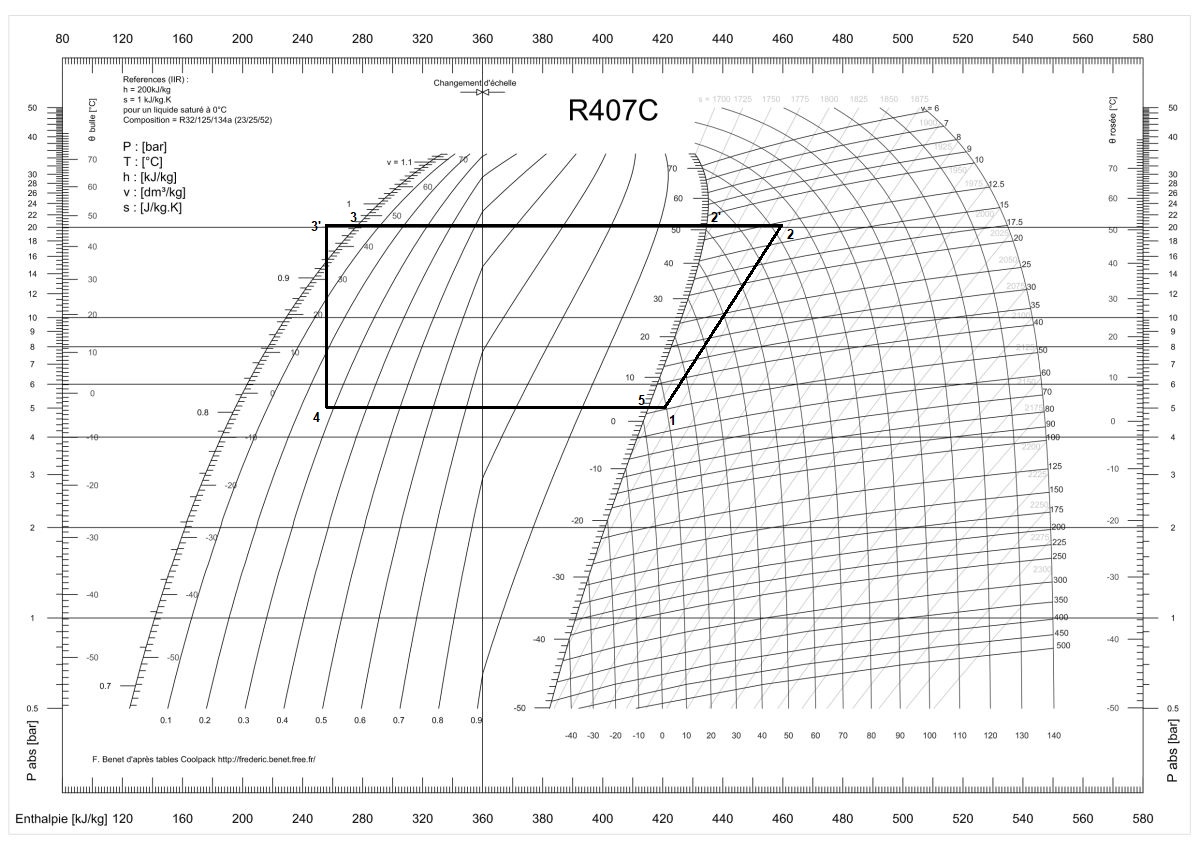
**ANNEXE 2 : Caractéristique PAC réversible**

****

**ANNEXE 3 : Caractéristique PAC froid seul**

****

**ANNEXE 4 : Cycle frigorifique**

****

**Annexe 5 : Chaudière biomasse**

**Document a : État du stock et suivi sur les livraisons de bois ONF énergie :**

Stock de bois au 01/11/2017 : 30 tonnes

Stock de bois au 01/01/2018 : 52 tonnes

Livraison des mois de novembre et décembre :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Date** | **m3** | **Poids Bois**  **kg** | **Prix de la livraison HT** |
| **Novembre** |  | **56 480** | **4 040,16 €** |
| 13/11/2017 | **90** | 27 900 | 1 936,09 € |
| 27/11/2017 | **100** | 28 580 | 2 104,07 € |
| **Décembre** |  | **82 340** | **6 061,09 €** |
| 07/12/2017 | **90** | 27 800 | 2 164,14 € |
| 18/12/2017 | **90** | 26 960 | 2 060,77 € |
| 28/12/2017 | **90** | 27 580 | 1 836,17 € |

**Document b : Équation chimique de combustion**

C6H10O5 + 6 O2 → 6 CO2 + 5 H2O

Données :

Masses molaires :

*M* (H) = 1 g∙mol−1 *M* (C) = 12 g∙mol−1 *M*(O) = 16 g∙mol−1

Volume molaire des gaz dans les conditions de température et de pression d’admission d’air de la chaudière : *V*m = 24 L∙mol-1