

# **Brevet de technicien supérieur**

## **Fluides Énergies Domotique**

**Option : GCF**

**Épreuve E32**

**Physique et Chimie**

Session 2021

Durée : 2 heures  
Coefficient : 1

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.  
L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collègue », est autorisé.

**Important**

Ce sujet comporte, en plus de cette page de garde, 11 pages

BTS Fluides énergies domotique – session 2021 – épreuve E32 option GCF  
Code sujet 21FEPHGCF1

# Mise en service d'une C. T. A.



## Présentation du système

L'entreprise Air2nothing assure la mise en service d'une Centrale de Traitement de l'Air pour un laboratoire d'analyses médicales, dans la région de Brest.

La production d'eau chaude est assurée par une chaudière à condensation.

Le technicien effectue l'ensemble des mesures permettant le bon fonctionnement de cette installation.

L'alimentation électrique de secours est assurée par un système de cogénération électrique/chaudière, l'énergie électrique étant fournie par une pile à combustible.

## A. Contrôles électriques

|  |                  |                 |
|--|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique Option GCF | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie         | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHGCF1                        |                  | page 1/11       |

## I. Mesure de la tension en sortie d'une pile à combustible

Le technicien contrôle l'alimentation de secours assurée par une pile à combustible.

1. Indiquer l'appareil utilisé par le technicien pour mesurer la tension à la sortie de la pile à combustible et préciser la position du commutateur (AC ; DC ; AC+DC).

2. Indiquer le type de convertisseur à installer en aval de la pile pour fournir le courant au réseau d'alimentation de la CTA.

## II. Mesure de la chute de tension aux bornes du câble d'alimentation du moteur du ventilateur

Pour déterminer la chute de tension aux bornes du câble d'alimentation du moteur du ventilateur, le technicien décide d'évaluer la valeur de la résistance du câble en cuivre, d'une longueur de 112 m, qui relie le sectionneur situé dans le TGBT et le moteur du ventilateur de la CTA.

Le moteur est alimenté par un courant d'intensité nominale égale à 19,3 A.

1. Le technicien effectue plusieurs mesures de la résistance  $R$  du câble c'est-à-dire de l'ensemble des deux fils qui le constituent.

Ces valeurs sont consignées dans la tableau ci-dessous.

|  |          |       |       |       |       |       |
|--|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| n° de la mesure                                    | 1        | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| $R (\Omega)$                                       | 0,466    | 0,468 | 0,467 | 0,469 | 0,466 | 0,469 |
| Ecart type expérimental<br>$\sigma_{n-1} (\Omega)$ | 0,001378 |       |       |       |       |       |

1.1. Calculer l'incertitude de type A,  $U(R)$ , sur les mesures de la résistance à partir de l'annexe 1. Le résultat sera donné avec 2 chiffres significatifs pour un niveau de confiance de 95 %.

1.2. En déduire l'intervalle des valeurs de la résistance  $R$ .

1.3. Déterminer alors l'intervalle des valeurs de la chute de tension notée  $\Delta U_1$  aux bornes du câble.

2. Finalement, le technicien décide d'effectuer une mesure directe de tension aux bornes du moteur puis de la tension au niveau du sectionneur.

Il a reporté les valeurs dans le tableau ci-dessous.

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| Mesure amont                | Sectionneur    |
| Tension                     | 232 V          |
| Mesure aux bornes du moteur | Bornier moteur |
| Tension                     | 223 V          |

Calculer la chute de tension correspondante notée  $\Delta U_2$  aux bornes du câble et la comparer avec la valeur précédente  $\Delta U_1$ .

## III. Mesure de puissance absorbée nominale par le moteur

Le technicien mesure la puissance absorbée nominale par le moteur et obtient 4 010 W.

Indiquer si la valeur mesurée est cohérente avec les indications de la plaque signalétique du moteur donnée sur l'annexe 2.

|  |                  |                 |
|--|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique Option GCF | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie         | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHGCF1                        | page 2/11        |                 |

## B. Contrôle échangeur

### I. Qualité de l'eau

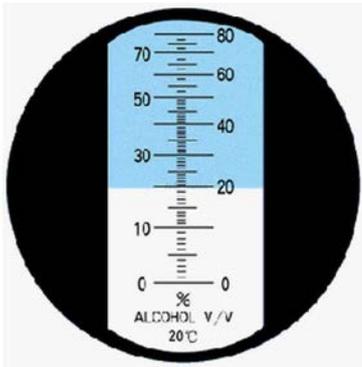
Le technicien doit évaluer la qualité de l'eau.  
Pour cela, il effectue plusieurs mesures sur l'échangeur.

#### 1. Teneur en glycol

1.1. À partir de l'annexe 3, citer deux conséquences de l'utilisation du glycol dans l'eau sur les performances d'un échangeur thermique.

1.2. Le technicien mesure la quantité de glycol de l'eau employée avec un réfractomètre dont l'afficheur est représenté ci-dessous.

Donner la température de gel  $T_G$  et la capacité thermique  $C$  de l'eau glycolée du circuit.



#### 2. Mesure du $pH$

Le technicien mesure une valeur de  $pH$  égale à 7,2.

Citer deux méthodes de mesure d'un  $pH$  et indiquer la méthode plus probablement mise en œuvre par le technicien.

#### 3. Mesure du titre hydrotimétrique

La dureté d'une eau est donnée par son Titre Hydrotimétrique ( $TH$ ) exprimé en degré français (°f), les concentrations étant exprimées en  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  :

$$TH = ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]) \cdot 10^4$$

| TH (°f) | 0 à 7      | 7 à 15 | 15 à 25           | 25 à 45 | > à 45    |
|---------|------------|--------|-------------------|---------|-----------|
| Eau     | Très douce | Douce  | Moyennement douce | Dure    | Très dure |

Le technicien mesure une valeur de  $TH$  égale à 14 °f.

Indiquer l'influence du titre hydrotimétrique de l'eau sur les performances d'un échangeur.

#### 4. Communication des résultats

Rédiger un compte rendu sur la qualité de l'eau à partir des mesures effectuées par le technicien.

## II. Maintenance du filtre de protection de l'échangeur

Pour contrôler l'encrassement du filtre qui protège l'échangeur, un contrôleur de pression différentielle est installé au niveau du filtre.

|  |                  |                 |
|--|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique Option GCF | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie         | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHGCF1                        |                  | page 3/11       |

1. Déterminer les grandeurs d'entrée et de sortie du capteur à partir de l'annexe 4.

2. Pour les besoins de l'installation, le filtre est de classe M6.

Le capteur installé est le PX274-05DI.

Justifier le choix de ce capteur à partir des valeurs des pertes de charges données dans l'annexe 5.

3. Le technicien souhaite régler une alarme indiquant que le filtre est encrassé.

Cette alarme doit se déclencher lorsque les pertes de charge atteignent 90 % de la valeur des pertes de charge finales.

Le technicien sélectionne la plage « 0 - 6,25 mbar » du capteur.

Déterminer la valeur de la grandeur de sortie du capteur qui doit déclencher l'alarme.

## C. Contrôle de la production calorifique de la CTA

### I. Production calorifique

La production d'eau chaude pour la batterie chaude de la CTA est assurée par une chaudière gaz à condensation.

Le technicien souhaite vérifier le bon fonctionnement de ce système.

1. Le rendement d'une installation dépend en partie du rapport PCS/PCI.

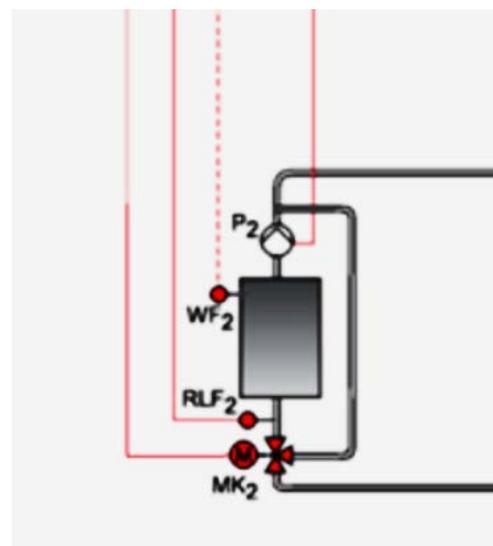
Le PCS, Pouvoir Calorifique Supérieur, et le PCI, Pouvoir Calorifique Inférieur, de la chaudière ont un rapport, PCS/PCI, dû à l'utilisation du gaz naturel égal à 1,11

D'après les définitions rappelées dans l'annexe 6, expliquer pourquoi le rapport PCS/PCI du gaz de combustion est toujours supérieur à 1.

2. Pour contrôler le rendement de la chaudière, le technicien bypassse le réseau hydraulique en sortie de la chaudière.

Il calcule la masse d'eau contenue dans ce circuit, puis mesure l'augmentation de la température de l'eau et détermine la valeur de la consommation de gaz pendant 5 minutes à partir des relevés du compteur.

À partir de ces résultats, expliquer la démarche du technicien lui permettant de vérifier le rendement de la chaudière.



|  |                  |                 |
|--|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique Option GCF | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie         | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHGCF1                        |                  | page 4/11       |

## II. Circuit hydraulique

1. Le technicien doit régler le débit de la pompe pour assurer les besoins énergétiques de la CTA qui sont de l'ordre de  $10^5 \text{ kJ}\cdot\text{h}^{-1}$ .

La température de l'eau à l'entrée de la chaudière est de  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ .

La température de l'eau à la sortie de la chaudière est de  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Calculer le débit volumique  $q_V$  de la pompe.

2. Le technicien veut vérifier le bon dimensionnement de la pompe.

2.1. Relever la valeur de la HMT, Hauteur Manométrique Totale, sur la documentation de la pompe, fournie sur l'annexe 7.

2.2. Lors du contrôle de la pompe le technicien manipule les vannes en amont et en aval de celle-ci.

Lors de la fermeture de la vanne amont, il y a un risque de cavitation de la pompe (formation de gaz).

Expliquer l'apparition de gaz à l'aspiration de la pompe.

Données :

- Capacité thermique de l'eau :  $C_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- Puissance d'un échangeur :  $P = q_m \cdot C_{\text{eau}} \cdot \Delta\theta$
- Masse volumique de l'eau :  $\rho = 1\,000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

|  |                  |                 |
|--|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique Option GCF | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie         | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHGCF1                        |                  | page 5/11       |

## **Estimer une incertitude**

**L'incertitude d'une mesure correspond à la zone au sein de laquelle se trouve probablement la valeur vraie.**

**Cette zone reflète la qualité d'un instrument ou d'une méthode employée. Elle représente donc un indicateur de qualité.**

### **Estimation d'une incertitude de type A**

Une part importante du travail expérimental réside dans l'estimation de l'intervalle de confiance associé à un niveau de confiance donné exprimé en %.

Lorsque les incertitudes sont évaluées par des méthodes statistiques, l'évaluation est dite **de type A**.

Soient  $n$  mesures effectuées dans les mêmes conditions expérimentales dites conditions de répétabilité (même opérateur, même matériel, ...).

La valeur retenue comme valeur mesurée est **la moyenne** :

$$\bar{m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_i$$

L'écart-type expérimental a pour expression :  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots$

**( $\sigma_{n-1}$  des calculatrices)**

Pour un  $n > 50$ , l'incertitude est telle que :  $U(M) = \frac{2 \cdot \sigma}{\sqrt{n}}$

Pour un  $n < 50$ , on utilise la relation de Student :  $U(M) = \frac{t \cdot \sigma}{\sqrt{n}}$

$t$  est un coefficient qui dépend du nombre de mesures (voir tableau ci-dessous).

Coefficient de Student pour un niveau de confiance de 95 %.

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $n$ | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| $t$ | 12,7 | 4,30 | 3,18 | 2,78 | 2,57 | 2,45 | 2,37 | 2,31 |

|     |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $n$ | 10   | 12   | 14   | 16   | 18   | 20   | 30   | 50   |
| $t$ | 2,26 | 2,20 | 2,16 | 2,13 | 2,11 | 2,09 | 2,04 | 2,01 |

### **Écriture du résultat final**

**$M = m \pm U(M)$  unité                      ou                       $m - U(M)$  unité <  $M$  <  $m + U(M)$  unité**

Pour l'incertitude  **$U(M)$**  on garde 1 chiffre significatif (2 au maximum) arrondi en le majorant.

Pour la valeur mesurée  **$m$** , on garde le même nombre de décimales imposé par l'incertitude. Ainsi le dernier chiffre significatif de la valeur mesurée doit être à la même position décimale que le dernier chiffre de l'incertitude.

|  |                  |                 |
|--|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique Option GCF | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie         | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHGCF1                        |                  | page 6/11       |

## Plaque signalétique du moteur



Mot 1~PLS250MP-T  
N° 146829MJ001 kg 50

CE

|           |        |                   |     |       |      |
|-----------|--------|-------------------|-----|-------|------|
| IP 23 K09 | I cl F | 40 °C             | S 1 |       |      |
| V         | Hz     | min <sup>-1</sup> | kW  | Cos φ | A    |
| 230       | 50     | 2950              | 3,6 | 0,9   | 19,3 |

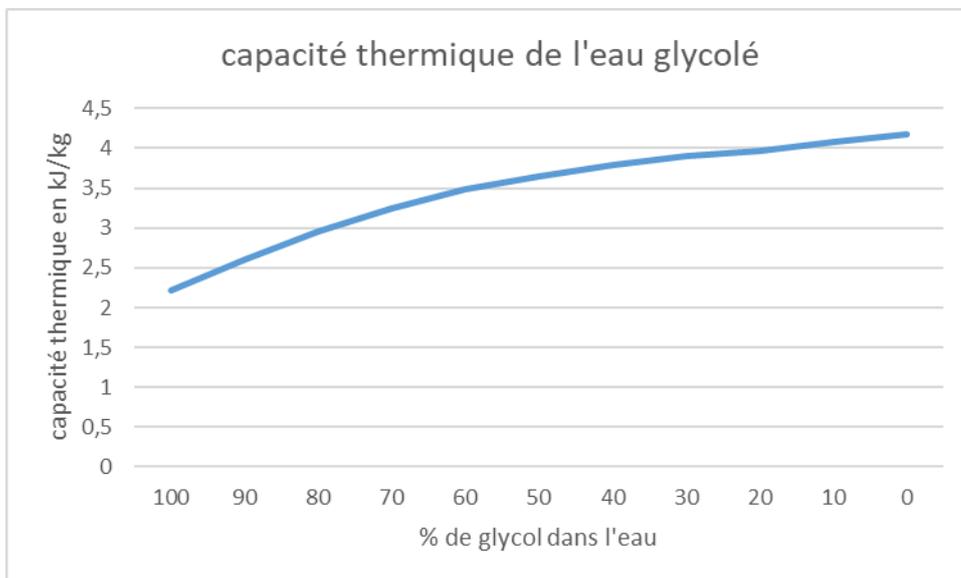
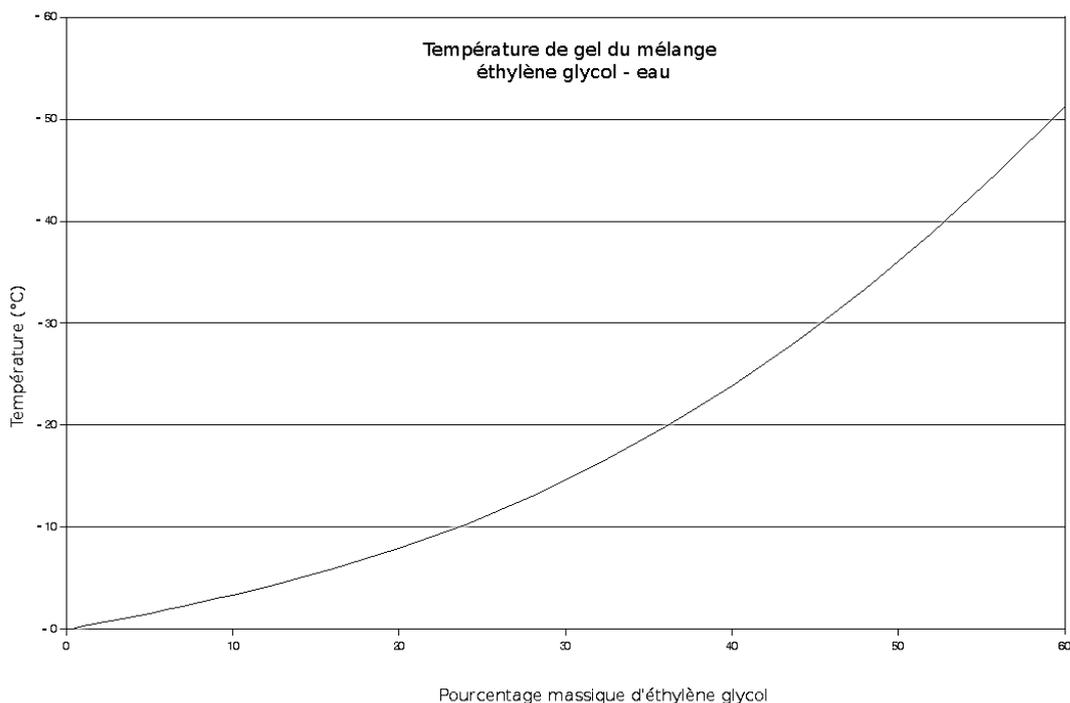
Rendement 0,9

|     |        |     |   |                |
|-----|--------|-----|---|----------------|
| BE  | 6317C3 | 040 | g | ESSO UNIREX N3 |
| NDE | 6314C3 | 950 | h |                |

MOTEURS LEROY SOMER

|  |                  |                 |
|--|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique Option GCF | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie         | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHGCF1                        |                  | page 7/11       |

### Caractéristiques de l'eau glycolée.



|  |                  |                 |
|--|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique Option GCF | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie         | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHGC1                         |                  | page 8/11       |

## Transmetteur de pression différentielle avec plages sélectionnables in situ sur chaque appareil



- Boîtier robuste NEMA 4 (IP-65) avec support de fixation externe
- Suppression jusqu'à 10 psi sans dérive du zéro.
- Protection contre les court-circuits et les inversions de polarité

### Description

Cliquez sur le lien pour plus d'informations sur les [transducteurs de pression](#)

Le PX274 est un transmetteur de pression différentielle robuste qui offre jusqu'à 6 plages sélectionnables in situ sur chaque dispositif. Il inclut un boîtier robuste NEMA 4 (IP65) antipoussière et étanche aux projections, avec un support de fixation externe.

| N° de modèle | Gammes (pouces d'eau) | Gammes (mbar)         |
|--------------|-----------------------|-----------------------|
| PX274-0.1DI  | 0-0,1 et $\pm 0,05$   | 0-0,25 ; $\pm 0,125$  |
| PX274-01DI   | 0-0,25 et $\pm 0,125$ | 0-0,625 ; $\pm 0,312$ |
| PX274-05DI   | 0-2,5 et $\pm 1,25$   | 0-6,25 ; $\pm 1,56$   |
| PX274-30DI   | 0-30 et $\pm 15$      | 0-75 ; $\pm 9,37$     |

### CARACTERISTIQUES

**Excitation** : 12 à 40 Vcc

**Signal de sortie** : 4 à 20 mA (2 fils)

**Précision** :  $\pm 1,0\%$  PE

|  |                  |                 |
|--|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique Option GCF | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie         | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHGC1                         |                  | page 9/11       |

## Annexe 5

|   |
|---|
| <b>Classification des filtres à air</b> |
|---|

| Classification des filtres à air |           |                                    |   |  |
|----------------------------------|-----------|------------------------------------|---|--|
| Groupe                           | Classe    | Pertes de charge finales (test) Pa | Arrestance moyenne (Am) de la poussière synthétique % | Efficacité moyenne (Em) sur les particules de 0,4 µm % |
| <b>Grosses particules</b>        | <b>G1</b> | <b>250</b>                         | <b>50 ≤ Am ≤ 65</b>                                   |  |
|                                  | <b>G2</b> | <b>250</b>                         | <b>65 ≤ Am ≤ 80</b>                                   |  |
|                                  | <b>G3</b> | <b>250</b>                         | <b>80 ≤ Am ≤ 90</b>                                   |  |
|                                  | <b>G4</b> | <b>250</b>                         | <b>90 ≤ Am</b>  |  |
| <b>Particules moyennes</b>       | <b>M5</b> | <b>450</b>                         |   | <b>40 ≤ Em ≤ 60</b>                                    |
|                                  | <b>M6</b> | <b>450</b>                         |   | <b>60 ≤ Em ≤ 80</b>                                    |
| <b>Particules fines</b>          | <b>F7</b> | <b>450</b>                         |   | <b>80 ≤ Em ≤ 90</b>                                    |
|                                  | <b>F8</b> | <b>450</b>                         |   | <b>90 ≤ Em ≤ 95</b>                                    |
|                                  | <b>F9</b> | <b>450</b>                         |   | <b>95 ≤ Em</b>   |

## Annexe 6

**PCS et PCI**

Le pouvoir calorifique supérieur, PCS, est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète, à pression constante, d'un mètre cube de gaz mesuré à 0 °C sous 1 013 mbar.

Les constituants du mélange combustible sont pris secs et à 0 °C et les produits de la combustion sont ramenés à 0 °C.

L'eau résultant de la combustion est supposée ramenée à l'état liquide.

Le pouvoir calorifique inférieur, PCI, est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète, à pression constante, d'un mètre cube de gaz mesuré à 0 °C sous 1 013 mbar.

Les constituants du mélange combustible sont pris secs et à 0 °C et les produits de la combustion sont ramenés à 0 °C.

L'ensemble des constituants restant à l'état de vapeur.

|  |                  |                 |
|--|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique Option GCF | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie         | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHGCF1                        |                  | page 10/11      |



| Caractéristiques techniques module                               |   |
|--|---|
| Débit du module  | 600 l/h maxi  |
| Hauteur Manométrique Totale                                      | 4 m   |
| Pression de service  | 6 bars  |
| Température ambiante max.  | voir caractéristiques techniques circulateur  |
| Pression de service max.   | 6 bars  |
| DN orifices de raccordement                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1/2" pour la tuyauterie</li> <li>• 1" pour le circulateur</li> </ul> |
| MODULSON home D  | départ à droite de la gaine palière   |
| MODULSON home G  | départ à gauche de la gaine palière   |
| Le circulateur PRIUX home 40-15/130                              |   |
| PRIUX  | Pompe à haut rendement  |
| home   | Application   |
| 40 m   | HMT à 0 m <sup>3</sup> /h   |
| 15   | DN orifices   |
| 130 mm   | Entraxe du corps de pompe   |
| Caractéristiques techniques circulateur                          |   |
| Tension d'alimentation   | 1 ~ 230 V ± 10 %, 50/60 Hz  |
| Classe de protection IP  | Voir plaque signalétique  |
| Plage de température de l'eau à température ambiante max. +40 °C | -10 °C à +95 °C   |
| Plage de température de l'eau à température ambiante max. +25 °C | -10 °C à +110 °C  |
| Température ambiante max.  | -10 °C à +40 °C   |
| Pression de service max.   | 6 bars  |
| Pression d'alimentation minimale à +95 °C/+110 °C                | 0,3 bar/1,0 bar   |

|  |                  |                 |
|--|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique Option GCF | sujet            | session 2021    |
| épreuve E32 : physique et chimie         | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHGC1                         |                  | page 11/11      |