

# **Brevet de technicien supérieur**

## **Fluides Énergies Domotique**

**Option : toutes**

**Épreuve E32**

**Physique et Chimie**

Session 2022

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.

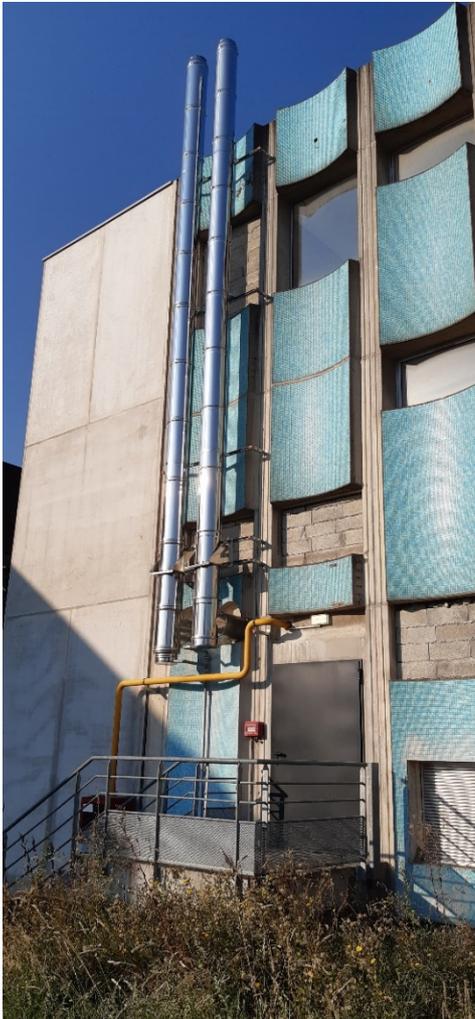
### **Important**

Ce sujet comporte, en plus de cette page de garde, 9 pages.

Le document réponse page 9 est àagrafer avec la copie.

# Rénovation de la chaufferie d'un lycée

Le lycée Roger Deschaux à Sassenage en Isère a fait l'objet d'une rénovation des ateliers qui s'est achevée en 2018. On s'intéresse à la nouvelle chaufferie de cette structure. La chaudière en place est située dans un local fermé qui doit être ventilé.



## A. Déperditions thermiques et ventilation du local

La chaudière dissipe une quantité de chaleur dans le local lors de son fonctionnement. Un système d'aération a été prévu pour que la température intérieure du local ne dépasse pas une température de 25 °C.

***L'objectif de cette partie est de déterminer la puissance dissipée naturellement afin de vérifier si une ventilation forcée est nécessaire.***

### I. Détermination de la puissance dissipée

1. On dispose, en annexe 1, de la documentation technique de la chaudière notifiant la valeur du coefficient de transmission thermique surfacique global  $U$  de ses parois.

1.1. Retrouver cette valeur dans la documentation technique de la chaudière.

1.2. On souhaite calculer le flux thermique surfacique  $\Phi$  traversant les parois de la chaudière. Citer les grandeurs physiques que l'on doit mesurer.

2. La température à l'intérieur du local doit rester constante  $\theta_{local} = 25$  °C.

2.1. On lit la température dans le corps de la chaudière  $\theta_{chaudière} = 200$  °C. Calculer le flux thermique surfacique  $\Phi$  correspondant.

2.2. En s'aidant de la documentation technique de la chaudière en annexe 1, calculer la puissance thermique  $P_{th}$  perdue. On assimilera la cuve d'eau chaude à un parallélépipède.

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2022    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C      |                  | page 1/9        |

## II. Dimensionnement de l'aération en vue d'une motorisation

Sur la période hivernale, on mesure sur les bouches d'aération de la chaufferie, une température d'entrée d'air  $\theta_{entrée} = 5,0 \text{ °C}$  et une température de sortie d'air  $\theta_{sortie} = 30 \text{ °C}$ .

Données de la partie A.II :

Capacité thermique massique de l'air :  $c_{air} = 1\,004 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

Différence de masse volumique entre l'air chaud entrant et l'air froid sortant du conduit:

$$\Delta\rho = \rho_{air\ froid} - \rho_{air\ chaud}$$

Hauteur de la cheminée :  $H = 9,0 \text{ m}$ ,

Accélération de pesanteur :  $g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$

Dépression  $\Delta p = \Delta\rho \cdot g \cdot H$

1. Calculer le débit massique d'air  $q_{m(air)}$  circulant entre ces deux bouches d'aération pour l'évacuation de  $P_{th} = 1,4 \text{ kW}$ .

2. On donne en annexe 2, la variation de la masse volumique en fonction de la température.

2.1. En déduire le débit volumique  $q_{v(air)}$  de cet air à  $30 \text{ °C}$ .

2.2. L'air chaud s'évacue par une cheminée de diamètre  $D = 60 \text{ cm}$ .

Calculer la vitesse d'évacuation  $v$  pour un débit volumique  $q_{v(air)} = 0,050 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$

3. L'évacuation de l'air chaud se fait par aspiration naturelle au travers de la cheminée. La différence de masse volumique entre l'air chaud (entrant dans le conduit à  $30 \text{ °C}$ ) et l'air refroidi (sortant à  $5,0 \text{ °C}$ ) provoque une dépression  $\Delta p$ .

3.1. Calculer cette dépression.

3.2. Cette dépression naturelle correspond à une vitesse de déplacement de l'air  $v'$  dans la cheminée.

Dans les conditions d'étude, la vitesse peut être déterminée par la relation :

$$v' = \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho_{moyen}}}$$

La calculer et la comparer avec la vitesse nécessaire d'évacuation  $v$  de l'air du local.

Une ventilation forcée sera-t-elle nécessaire?

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2022    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C      |                  | page 2/9        |

## B. Circulation de l'eau de chauffage

La chaudière est alimentée en gaz de ville. Elle permet de chauffer l'eau qui va circuler dans les radiateurs.

***L'objectif de cette partie est d'évaluer le rendement du système {pompe + moteur} permettant la circulation de l'eau.***

1. Cette circulation en circuit fermé est réalisée par une pompe, elle-même actionnée par un moteur asynchrone triphasé.

Le débit de circulation est contrôlé par un débitmètre qui indique un débit volumique  $q_v$  de  $1\,400\text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ .

1.1. En utilisant l'abaque donnée en annexe 3, déterminer la pompe nécessaire pour une hauteur de pompage  $H = 51\text{ m}$  équivalent à une hauteur manométrique  $H_m = 5,1\cdot 10^5\text{ Pa}$ .

1.2. Montrer que la puissance hydraulique  $P_{hydro}$  est proche de  $200\text{ W}$ .

*Donnée :  $P = q_v \cdot H_m$*

2. Le moteur de la pompe est alimenté par un réseau triphasé 230/400 ; 50Hz.

Vous disposez, en annexe 3, de sa documentation technique.

2.1. Relever, les grandeurs physiques nécessaires pour calculer le facteur de puissance de ce moteur.

2.2. Calculer ce facteur de puissance  $\cos\varphi$ .

2.3. Calculer le rendement  $\eta$  du système.

Commenter la performance de ce système.

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2022    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C      |                  | page 3/9        |

## C. Analyse de l'eau

Un adoucisseur est déjà installé sur l'arrivée d'eau.

**L'objectif de cette partie est de vérifier si lors de cette rénovation cet adoucisseur peut être conservé ou s'il doit être remplacé.**

A cette fin un dosage est réalisé pour calculer le titre hydrotimétrique de l'eau en sortie de l'adoucisseur.

Donnée :

titre hydrotimétrique, les concentrations étant exprimées en  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

$$T.H = \frac{[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]}{10^{-4}},$$



### I. Réalisation expérimentale

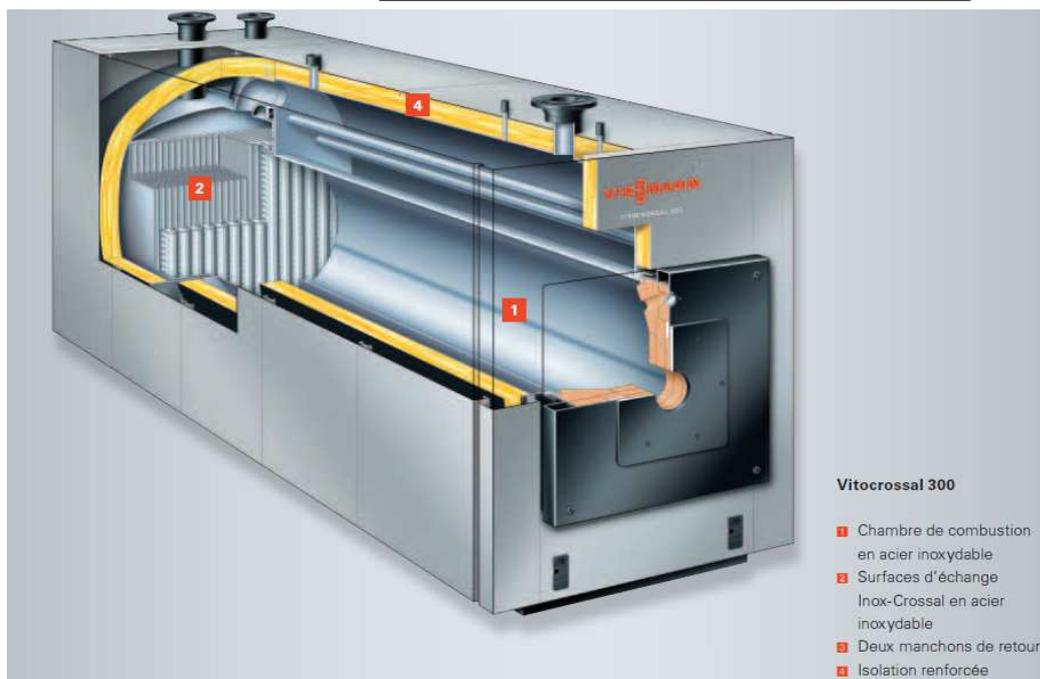
1. Légender le schéma proposé en document réponse 1.
2. Proposer un protocole expérimental permettant de réaliser le dosage d'un prélèvement d'eau,  $V_0$  de 20 mL par une solution d'EDTA de concentration  $C_{EDTA} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ , en vous aidant de l'annexe 4.
3. L'équivalence est atteinte pour un volume  $V_{eq} = 8,0 \text{ mL}$ .  
Expliquer précisément le changement de couleur observé à l'équivalence où  $([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}])$  de l'eau en sortie de l'adoucisseur vaut :  $C_{EDTA} \times V_{eq} / V_0$ .

### II. Interprétation des résultats expérimentaux

1. Calculer la valeur du titre hydrotimétrique TH en rédigeant clairement les étapes de raisonnement.
2. À l'aide du document fourni en annexe 4, rédiger une note de service pour le maître d'œuvre concluant sur la possibilité de conserver l'adoucisseur.

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2022    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C      |                  | page 4/9        |

## Annexe 1 Document technique chaudière



Vitotronic 300 type GW29, régulation numérique de chaudière et de chauffage en fonction de la température extérieure

### Profitez de ces avantages

- La plus grande chaudière gaz à condensation en acier inoxydable  
Puissance nominale : 787 à 1400 kW (température d'eau primaire de 50/30°C)  
Puissance nominale : 720 à 1280 kW (température d'eau primaire de 80/60°C)
- Rendement global annuel allant jusqu'à 98 % sur PCS/109 % sur PCI
- Pression de service : 6 bars
- Grande fiabilité et longue durée de vie grâce aux surfaces d'échange Inox-Crossal en acier inoxydable
- Surface d'échange verticale Inox-Crossal pour un échange de chaleur et un niveau de condensation élevés
- Effet auto-nettoyant permanent grâce aux surfaces d'échange lisses
- Respect des limites d'émissions strictes
- Combustion propre grâce à la faible charge thermique de la chambre de combustion
- Mise en place aisée grâce à l'exécution par élément
- Deux manchons retour pour une intégration à l'installation favorisant particulièrement la condensation
- Régulation Vitotronic positionnée sur le côté au niveau des yeux
- Utilisation des tous les brûleurs gaz standards
- Coefficient de transfert thermique  $U = 0,4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

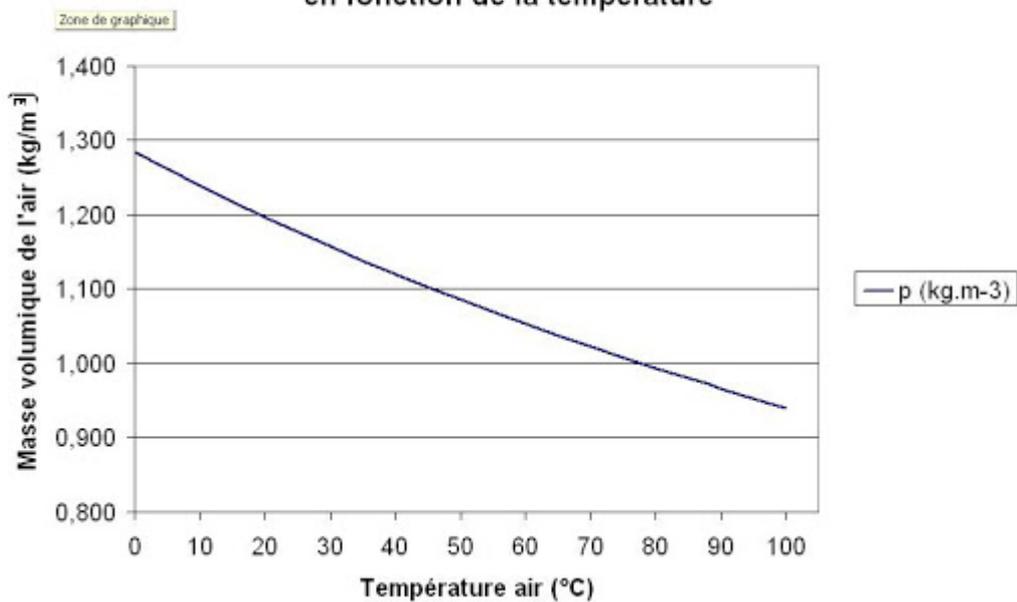


|   |      |
|---|------|
| <b>Puissance nominale (50/30°C) kW</b>  | 787  |
| <b>Puissance nominale (80/60°C) kW</b>  | 720  |
| <b>Dimensions totales</b>               |      |
| Longueur mm                             | 3021 |
| Largeur mm                              | 1114 |
| Hauteur mm                              | 1550 |
| <b>Poids avec isolation kg</b>          | 1553 |
| <b>Capacité eau de chaudière litres</b> | 1407 |

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2022    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C      |                  | page 5/9        |

Annexe 2  
Masse volumique de l'air

Graphique de la variation de la masse volumique de l'air  
en fonction de la température



|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2022    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C      |                  | page 6/9        |



Annexe 4  
Dureté de l'eau

La solution titrante de EDTA réagit avec les ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et Magnésium  $\text{Mg}^{2+}$  dans les mêmes proportions stoechiométriques  $n_{\text{EDTA}} = (n_{\text{Ca}^{2+}} + n_{\text{Mg}^{2+}})$

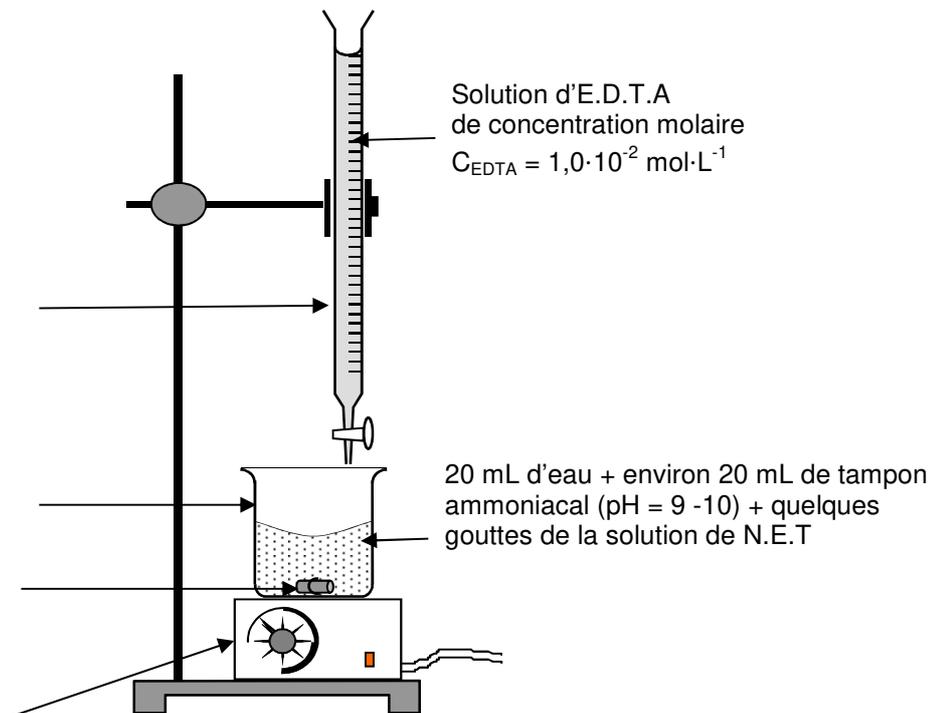
Le N.E.T est un indicateur coloré de couleur **bleu**. En présence des ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ , il prend une couleur **rose**.

Plage de valeurs du titre hydrotimétrique :

| TH (°f) | 0 à 7      | 7 à 15    | 15 à 30     | 30 à 40 | + 40      |
|---------|------------|-----------|-------------|---------|-----------|
| Eau     | très douce | eau douce | plutôt dure | dure    | très dure |

|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2022    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C      |                  | page 8/9        |

Dosage des ions responsables de la dureté de l'eau



|                                  |                  |                 |
|----------------------------------|------------------|-----------------|
| BTS Fluide Énergies Domotique    | sujet            | session 2022    |
| épreuve E32 : physique et chimie | durée : 2 heures | coefficient : 1 |
| Code : 21FEPHDBC-FCA-GCF2-C      |                  | page 9/9        |