

<b>BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR</b> <b>MAINTENANCE DES SYSTEMES</b>
--

**PHYSIQUE-CHIMIE**

**OPTION B**

***SESSION 2023***

\_\_\_\_\_

*Durée : 2 heures*  
Coefficient : 2

\_\_\_\_\_

**Matériel autorisé :**

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

**Document à rendre avec la copie :**

- Annexe ..... page 6/7

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet se compose de 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.

Session 2023	BTS Maintenance des systèmes	Page 1 sur 7
23MSPHYB1	U32 PHYSIQUE-CHIMIE	

## Rénovation d'un gîte en moyenne montagne

La consommation énergétique des constructions françaises représente 43 % des consommations énergétiques nationales, soit 660 TWh, et près de 25 % des émissions de gaz à effet de serre. Pour contrer cela, le Grenelle de l'Environnement a mis en place des réglementations thermiques. La RE 2020 succède à la RT 2012 avec de nouvelles normes à respecter pour les constructions neuves et la rénovation des plus anciennes.

Un couple souhaitant rénover un ancien gîte doit se plier à la nouvelle réglementation environnementale.

L'étude se limitera aux points suivants :

- La récupération des eaux de pluie.
- Un chauffage et une production d'eau chaude qui fonctionnent grâce aux énergies renouvelables.
- La protection chimique des canalisations.

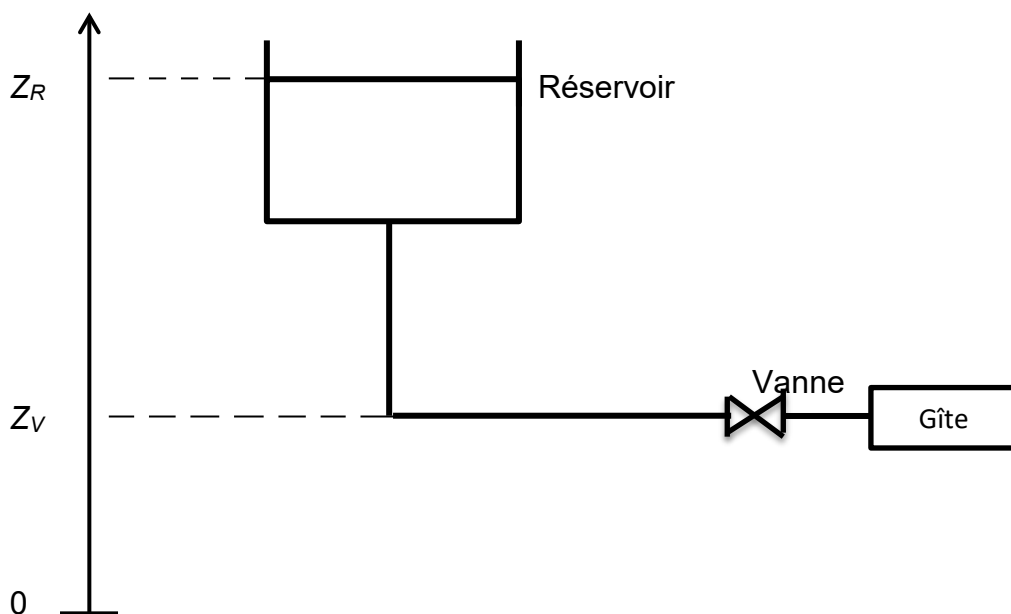
### Partie A : Alimentation en eau (7,5 points)

Le gîte est alimenté en eau par un réservoir de **grandes dimensions, ouvert à l'air libre**.

On considère que le niveau d'eau reste constant dans le réservoir.

$Z_V = 845$  m : altitude de la vanne du gîte.

$Z_R = 850$  m : altitude de la surface libre de l'eau contenue dans le réservoir.



### Données dans les conditions considérées :

Pression atmosphérique :  $p_0 = 1,00 \times 10^5$  Pa.

Masse volumique de l'eau :  $\rho = 1,00 \times 10^3$  kg m<sup>-3</sup>

Capacité thermique massique de l'eau :  $c_{eau} = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

Accélération de la pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

Viscosité dynamique de l'eau :  $\mu = 1,00 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$ .

**Théorème de Bernoulli traduisant l'écoulement d'un fluide du point 1 vers le point 2 :**

$$(p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g z_1) - (p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g z_2) = \frac{P}{D_v}$$

où,  $p_1$  et  $p_2$  sont les pressions en pascals (Pa) aux points 1 et 2, de même  $v_1$  et  $v_2$  en sont les vitesses et  $z_1$  et  $z_2$  en sont les altitudes.  $P$  est la puissance en watts (W) à laquelle une éventuelle pompe fournirait de l'énergie au fluide et  $D_v$  est le débit volumique ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ).

**Nombre de Reynolds  $R_e$**

$$R_e = \frac{\rho v D}{\mu}$$

où  $v$  est la vitesse de l'eau et  $D$  une longueur caractéristique de l'écoulement.

1. Appliquer le principe fondamental de la statique des fluides entre les points V et R.
2. Évaluer la pression à l'altitude  $Z_V$  lorsque la vanne est fermée.
3. On s'intéresse au débit de l'eau issue du réservoir.

3.1. Évaluer la valeur de la vitesse  $v$  d'écoulement de l'eau à travers la vanne lorsque cette dernière est ouverte, le diamètre de la canalisation étant de 25 mm et les pertes de charge étant négligées. Pour cela vous utiliserez le théorème de Bernoulli et expliquerez les simplifications que vous pouvez faire en fonction de la situation étudiée.

3.2. Indiquer et justifier si l'écoulement est laminaire ou turbulent.

3.3. Évaluer le débit volumique  $D_v$  en  $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$  puis en  $\text{L.s}^{-1}$ . Pour mémoire, la section  $S$  d'un tube de rayon  $R$  est  $S = \pi . R^2$ .

4. Pour augmenter le débit volumique à  $7,0. \text{L.s}^{-1}$ , on place une pompe actionnée par un moteur électrique. Le rendement de l'ensemble est  $\eta = 80 \%$ .

4.1. Calculer la nouvelle vitesse d'écoulement  $v'$ .

4.2. En utilisant le théorème de Bernoulli dans cette nouvelle situation, vérifier que la puissance utile de cette pompe est de l'ordre de 370 W.

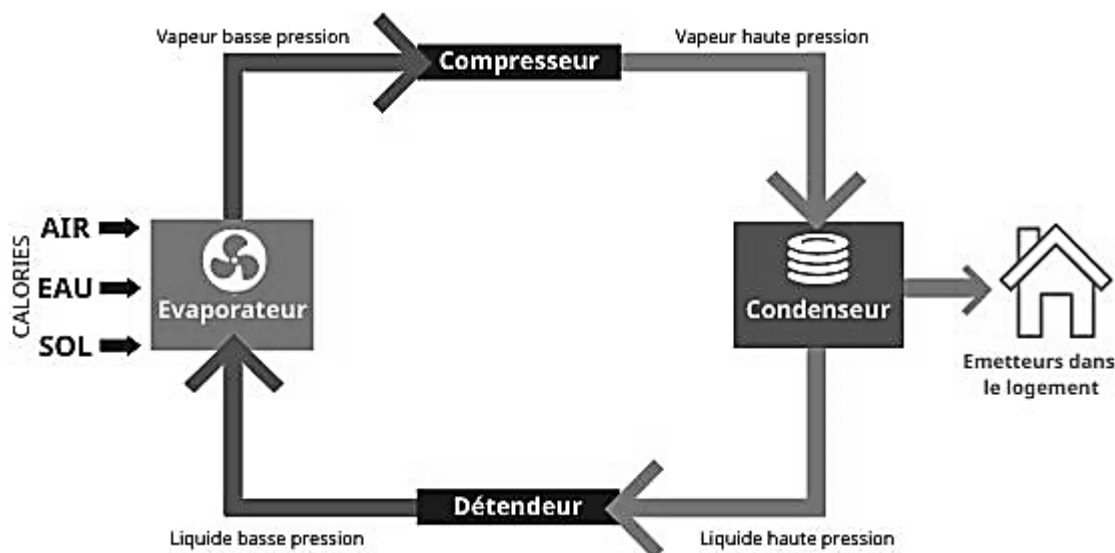
4.3. Calculer la puissance électrique consommée.

Session 2023	BTS Maintenance des systèmes	Page 3 sur 7
23MSPHYB1	U32 PHYSIQUE-CHIMIE	

## Partie B : Chauffage du gîte (9 points)

Algébriquement, la pompe à chaleur reçoit la chaleur  $Q_1$  de la source froide de température  $T_1$ , reçoit le travail  $W$  du compresseur et reçoit la chaleur  $Q_2$  de la source chaude de température  $T_2$ .

On se place dans le cas de transformations réversibles.



1. Indiquer les intérêts économiques et environnementaux de l'utilisation d'une pompe à chaleur pour le chauffage du gîte.
2. Appliquer le premier principe de la thermodynamique sur le cycle pour déterminer la relation entre  $W$ ,  $Q_1$  et  $Q_2$ . Préciser les signes de  $W$ ,  $Q_1$  et  $Q_2$ .
3. Indiquer les impacts sur l'environnement des fluides frigorigènes HCFC et CFC.
4. Afin de limiter ces effets, on préfère le fluide R32. On utilise 1,5 kg de R32.

Le point A, placé sur les diagrammes en annexe (l'un ou l'autre, ils sont identiques, le premier est à rendre avec la copie et alors que le second sert de brouillon), caractérise le fluide à l'entrée du compresseur.

Déterminer la pression  $p_A$ , la température  $T_A$  ainsi que la valeur correspondante de l'enthalpie massique  $h_A$ .

5. Passage dans le compresseur. La transformation est adiabatique et réversible. La pression passe de 8,0 à 20,0 bar.

5.1. Le point B caractérise le fluide à la sortie du compresseur. Placer le point B sur le diagramme à rendre avec la copie.

5.2. Préciser la phase dans laquelle se trouve le fluide en B.

5.3. Déterminer la température  $T_B$  du fluide en B.

5.4. Calculer l'énergie fournie sous forme de travail par le compresseur pour faire passer de A en B 1,5 kg de fluide.

6. Passage dans le condenseur. La transformation est isobare.  
L'enthalpie massique du fluide à la sortie du condenseur est de 228 kJ/kg.

6.1. Le point C caractérise l'état du fluide à la sortie du condenseur.  
Placer le point C sur le diagramme à rendre avec la copie.

6.2. Déterminer l'énergie  $Q_2$  sous forme de chaleur cédée par le condenseur pour 1,5 kg de fluide.

7. Passage dans le détendeur. La transformation est isenthalpique.

7.1. Le point D caractérise le fluide à sa sortie du détendeur.  
Placer le point D sur le diagramme à rendre avec la copie.

7.2. Ce point est placé sur une ligne indiquant  $x = 0,1$ .  
À quoi correspond cette grandeur physique ?

7.3. Déterminer la température  $T_D$  du fluide en D.

8. Passage dans l'évaporateur.  
Déterminer la chaleur  $Q_1$  reçue par le fluide dans l'évaporateur.

9. Exprimer puis calculer l'efficacité  $e$  de la pompe. Interpréter ce résultat.

### Partie C : Protection des canalisations, action contre la corrosion (3,5 points)

#### Données :

Potentils standard de quelques couples oxydant/réducteur :

$$E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,23 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}) = -2,36 \text{ V}$$

1. La fonte, assimilée à du fer, s'oxyde au contact du dioxygène de l'air.  
Pour limiter la corrosion de la fonte, on fixe une anode en magnésium.  
Expliquer pourquoi l'anode en magnésium permet la protection de la fonte.
2. Écrire la demi-équation électronique correspondant à l'oxydation du magnésium.
3. Cette anode n'est efficace que s'il reste 20 % de sa masse initiale.  
On considère que la vitesse de corrosion du magnésium est de 0,50 g par jour.  
Évaluer la masse initiale minimale de magnésium nécessaire pour conserver cette anode pendant 5 ans.

Session 2023	BTS Maintenance des systèmes	Page 5 sur 7
23MSPHYB1	U32 PHYSIQUE-CHIMIE	





**NOM DE FAMILLE** (naissance) :  
(en majuscules)

[illegible]

(en majuscules)

[illegible][illegible]

--	--	--



(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)



# ANNEXE (POUVANT SERVIR DE BROUILLON)

## Partie B

