

Brevet de technicien supérieur

Fluides Énergies Domotique

Option : toute option

Épreuve E32

Physique-chimie

Session 2026

Durée de l'épreuve : 2 heures

Coefficient : 1

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

Important

Ce sujet comporte 12 pages.
Le document réponse page 12 est à rendre avec la copie.

BTS Fluides Énergies Domotique	sujet	session 2026
Épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 26FEPC		page 1/12

Rénovation énergétique d'une école élémentaire

Située dans le département du Gers, la commune du Houga envisage, dans le cadre de la rénovation énergétique des bâtiments publics, des travaux à l'école élémentaire du groupe scolaire Jean Jaurès (**figure 1**).

L'étude thermique effectuée par le bureau d'études ADARA a abouti, entre autres, aux conclusions suivantes :

- le niveau de confort actuel de l'école est faible ;
- l'école est peu isolée ;
- les systèmes de chauffage sont vétustes.

Une rénovation s'impose.



Figure 1 – Un bâtiment du groupe scolaire Jean Jaurès au Houga.

Le sujet comporte quatre parties indépendantes :

- Isolation des murs par l'extérieur.
- Ventilation mécanique contrôlée à double flux.
- Remplacement de la chaudière à gaz.
- Qualité de l'eau du circuit de chauffage.

BTS Fluides Énergies Domotique	sujet	session 2026
Épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 26FEPC		page 2/12

A. Isolation des murs par l'extérieur

L'objectif est de choisir un isolant et d'en évaluer l'épaisseur.

Afin de bénéficier des aides gouvernementales, la réglementation environnementale RE2020 impose que la résistance thermique des murs soit au minimum de $3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$.

L'audit effectué par le bureau d'études aboutit à la préconisation suivante :

Les murs de l'école ne sont pas isolés et engendrent des déperditions thermiques importantes. L'isolation des murs diminuerait le besoin de chauffage et la facture énergétique. Elle améliorerait le confort thermique en diminuant la sensation de froid venant des parois.

L'isolation par l'extérieur avec un isolant biosourcé de type fibre de bois est recommandée.

La valeur minimale préconisée pour la résistance thermique R de cet isolant est $3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$.

Cette isolation permettra également de bénéficier d'un meilleur confort durant l'été.

L'**ANNEXE 1** présente les différents matériaux possibles pour une ITE (isolation thermique par l'extérieur).

1. Indiquer au moins deux critères qui justifient la proposition du bureau d'études pour le choix de l'isolant biosourcé de type fibre de bois.

Le quartier où est situé le bâtiment est très calme et les façades du bâtiment sont particulièrement exposées aux intempéries.

2. Proposer un isolant mieux adapté en justifiant la réponse.

L'entreprise chargée des travaux a finalement proposé d'utiliser du polystyrène expansé (PSE) comme isolant pour des raisons principalement financières.

La conductivité thermique λ du PSE est égale à $0,037 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Les pertes thermiques par conduction P_{th} à travers une paroi de surface S pour un écart de températures $T_{\text{ext}} - T_{\text{int}}$ sont données par la relation $P_{\text{th}} = \frac{(T_{\text{ext}} - T_{\text{int}}) \times S}{R}$.

3. Indiquer, avec justification, s'il faut réduire ou augmenter la valeur de la résistance thermique R de la paroi pour diminuer les pertes thermiques.

La résistance thermique R en $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ s'exprime en fonction de la conductivité thermique λ et de l'épaisseur e du matériau par la relation $R = \frac{e}{\lambda}$.

La résistance thermique des murs en béton est considérée négligeable.

4. Évaluer l'épaisseur e de polystyrène expansé à poser pour répondre aux exigences de la réglementation environnementale RE2020.

BTS Fluides Énergies Domotique	sujet	session 2026
Épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 26FEPC		page 3/12

B. Ventilation mécanique contrôlée à double flux

L'objectif est de valider le choix du modèle de ventilation mécanique contrôlée à double flux (**figure 2**) et de déterminer son impact acoustique.

Conclusions du bureau d'études :

Aujourd'hui, la ventilation des classes se fait uniquement par l'ouverture des fenêtres.

La mise en place d'une ventilation mécanique contrôlée double flux (VMC DF), d'un débit de $450 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ par pièce (classes et couloir), permettra d'assurer un taux de renouvellement d'air conforme au règlement sanitaire départemental, soit $15 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ par occupant des salles de classe. [...]

La ventilation double flux avec échange de chaleur permet de préchauffer l'air neuf entrant avec de l'énergie récupérée dans l'air vicié extrait. Elle favorise un confort thermique optimal, une qualité de l'air intérieur amélioré et un gain énergétique significatif.

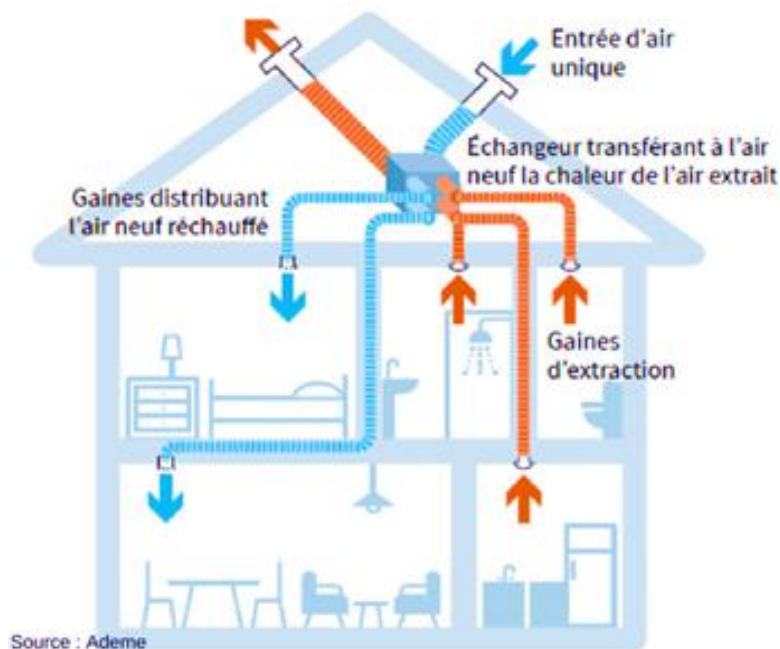


Figure 2 – Principe d'une ventilation mécanique contrôlée à double flux.

Choix de la ventilation

Une ventilation à double flux type Plate Box®95²-2000 de FRANCE AIR a été installée sur chaque niveau.

5. Expliquer l'intérêt d'une ventilation à double flux.
6. À partir des conclusions du bureau d'études, du plan des lieux précisé sur la **figure 3** (page suivante) et des informations de l'**ANNEXE 2**, justifier le choix du modèle 2000 de la ventilation à double flux Plate Box®952 avec un débit de $1\,900 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ pour chaque niveau.

BTS Fluides Énergies Domotique	sujet	session 2026
Épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 26FEPC		page 4/12

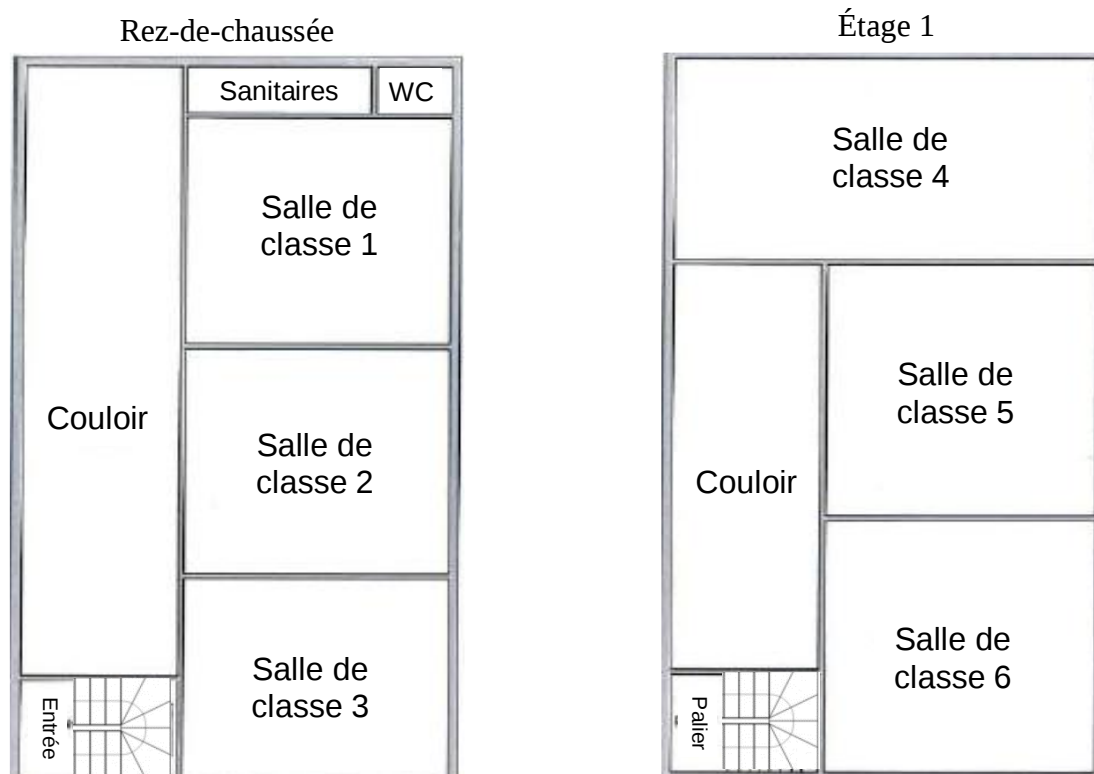


Figure 3 – Plan du bâtiment.

Protection acoustique

L'objectif est de vérifier le confort acoustique lors du fonctionnement de la ventilation à double flux.

7. À l'aide du document de l'ANNEXE 2, relever la valeur du niveau global de puissance acoustique, noté L_{w1} , en dB(A) de la ventilation à double flux fonctionnant avec un débit de $1\,900\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

La documentation technique des panneaux isolants constituant le faux plafond situé juste au-dessous de la ventilation à double flux indique un coefficient de transmission acoustique $\tau = 0,12$.

L'affaiblissement acoustique R en décibels correspond à la différence entre le niveau sonore incident sur la paroi et le niveau transmis. Il est relié au coefficient de transmission par $R = 10 \times \log\left(\frac{1}{\tau}\right)$.

8. En choisissant judicieusement le matériel parmi la liste proposée en ANNEXE 3, proposer un protocole expérimental permettant de déterminer l'affaiblissement acoustique, puis le coefficient de transmission τ des panneaux isolants constituant le faux plafond.
9. Calculer la valeur de l'affaiblissement acoustique R par le faux plafond.
10. Calculer le niveau global de puissance acoustique, noté L_{w2} , en dB(A) juste après les panneaux.
11. Préciser, en vous aidant de l'ANNEXE 4, si les conditions de travail seront acceptables en justifiant la réponse.

BTS Fluides Énergies Domotique	sujet	session 2026
Épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 26FEPC		page 5/12

C. Remplacement de la chaudière à gaz

L'objectif est d'évaluer l'impact environnemental de la chaudière à gaz en vérifiant la quantité de dioxyde de carbone produite.

Les conclusions du bureau d'études sont les suivantes :

La chaudière existante fonctionne au gaz naturel. Elle est ancienne et peu efficace.

Les réseaux de chauffage ne sont pas isolés.

La mise en place d'une PAC air/eau diminuera votre consommation énergétique de chauffage. La PAC air/eau utilise l'énergie de l'air extérieur pour chauffer de l'eau.

Selon le régime de température de chauffage choisi et la configuration de l'installation, le coefficient de performance (COP) peut atteindre un niveau de 4, soit 1 kW d'énergie électrique consommée pour 4 kW de chaleur fournie.

Plus le régime de température d'eau de chauffage est bas, plus le système est efficace.

Le rapport du bureau d'études présente un comparatif des consommations d'énergie avant et après travaux, ainsi que l'impact écologique en précisant la masse de dioxyde de carbone rejetée dans l'atmosphère par an :

Avant travaux (chaudière gaz)		Après travaux (PAC)	
Consommation de gaz (en $\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{an}^{-1}$)	Émission de CO_2 (en tonnes de CO_2 par an)	Consommation d'électricité (en $\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{an}^{-1}$)	Émission de CO_2 (en tonnes de CO_2 par an)
31 430	8,2	7 857	5,2

La chaudière est alimentée par du gaz naturel, composé essentiellement de méthane, de formule CH_4 .

Ce gaz fossile est dit naturel car il résulte de la transformation naturelle de matières organiques.

Données

- Pouvoir calorifique inférieur du méthane : $PCI = 10,5 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot \text{kg}^{-1}$.
- Masse molaire du méthane : $M(\text{CH}_4) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Masse molaire du dioxyde de carbone : $M(\text{CO}_2) = 44,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Lors de la combustion complète du méthane CH_4 avec le dioxygène O_2 de l'air, il se forme du gaz carbonique CO_2 et de la vapeur d'eau H_2O .

12. Écrire l'équation de la combustion complète du méthane.

13. Calculer la masse $m(\text{CH}_4)$, puis la quantité de matière de méthane $n(\text{CH}_4)$, consommées annuellement avant l'installation de la PAC.

14. Vérifier la valeur de la masse $m(\text{CO}_2)$ du dioxyde de carbone produite par la combustion donnée par le bureau d'études avant la réalisation des travaux.

BTS Fluides Énergies Domotique	sujet	session 2026
Épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 26FEPC		page 6/12

D. Qualité de l'eau du circuit de chauffage

L'objectif est de déterminer s'il est nécessaire de traiter l'eau qui circule dans le système de chauffage.

Les principaux problèmes auxquels peut être confronté le réseau de chauffage sont :

- la formation de boues dues principalement à la corrosion de l'acier des radiateurs, liée à l'acidité de l'eau ;
- la formation de tartre, liée à la dureté de l'eau.

L'eau utilisée dans le circuit de chauffage a un pH égal à 8,2.

15. Proposer une méthode permettant de mesurer le pH de l'eau du circuit de chauffage.

16. Indiquer si cette eau est acide ou basique en justifiant la réponse.

Afin de déterminer la dureté de l'eau, il est nécessaire de réaliser un titrage à l'EDTA.

Le titrage d'un volume de 20 mL d'eau est réalisé avec une solution d'EDTA, de concentration égale à $0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

17. Compléter l'**ANNEXE 6 (document réponse à rendre avec la copie)** qui représente le dispositif expérimental utilisé.

À l'équivalence, le volume V_e d'EDTA versé est égal à 6,6 mL.

18. À l'aide de l'**ANNEXE 5**, montrer que le titre hydrotimétrique TH de l'eau utilisée dans le circuit de chauffage est égal à 33 °f.

19. Expliquer s'il est nécessaire de traiter l'eau de chauffage et, dans l'affirmative, proposer une solution en expliquant le principe.

BTS Fluides Énergies Domotique	sujet	session 2026
Épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 26FEPC		page 7/12

ANNEXE 1

Isolant pour ITE	Prix de l'isolant installé au m ²	Isolation thermique	Isolation acoustique	Inertie thermique (*) (confort d'été)	Sensibilité à l'humidité
PSE (polystyrène expansé)	135 à 160 €	Bonne	Médiocre	4 heures	Faible
PUR (polyuréthane)	140 à 180 €	Excellente	Médiocre	6 heures	Faible
Laine de roche	160 à 200 €	Bonne	Bonne	6 heures	Faible
Ouate de cellulose	200 à 220 €	Bonne	Excellente	7 heures	Très forte
Fibre de bois	220 à 250 €	Bonne	Excellente	14 heures	Forte
Liège	250 à 300 €	Bonne	Bonne	13 heures	Très faible

(*) Inertie thermique : afin de limiter la surchauffe estivale, il faut privilégier des isolants à forte inertie thermique. La chaleur venant de l'extérieur pendant la journée traverse une paroi à forte inertie plus lentement. Elle arrive à l'intérieur bien après le pic de température extérieure donc à un moment où il est plus facile d'aérer et d'évacuer la chaleur du bâtiment. Des matériaux à forte inertie thermique possèdent une grande masse volumique et une grande capacité thermique massique.

BTS Fluides Énergies Domotique	sujet	session 2026
Épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 26FEPC		page 8/12

ANNEXE 2

Documentation technique Ventilation Mécanique Contrôlée à Double Flux

PLATE BOX® 95²

Centrale double flux avec échangeur contre-flux et moteur basse consommation extra-plate pour installation en faux-plafond

ÉCHANGEUR
Contre-flux

MOTEUR
Basse
consommation

INSTALLATION
Intérieure

MONTAGE
Plafond

COMMUNICATION
GTC/GTB :
Modbus RS 485
Modbus TCP/IP



• Niveaux sonores - Niveau de puissance acoustique rayonnée (Lw)

Modèle	Débit (m³/h)	Pression statique (Pa)	Par bande de fréquence (dB)							
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	db(A)
400	450	-	63,4	60,3	60,6	61,9	49,7	45,3	40,3	60,4
	290	400	61,9	63,2	63,1	60,0	50,2	47,0	41,6	60,0
	145	600	64,5	66,6	68,3	62,0	52,3	48,1	44,6	63,3
600	800	30	37,7	50,5	58,5	66,8	61,4	58,1	52	66,8
	650	250	37,7	49,9	57,6	65,4	60,1	57,3	51,5	66,3
	500	500	40,9	57,1	62,5	64,2	61,1	58,9	53,5	68,9
1400	1600	50	51,4	61,5	67,9	71,5	69,8	67,8	59,7	75,9
	1520	200	51,3	61,2	67,6	71,1	69,4	66,8	58,7	75,2
	1200	450	51,3	61,2	67,6	71,1	69,4	65,8	58,5	75
2000	2400	70	51	66,2	69,2	65,8	68,1	63,1	55,8	75,6
	1900	350	49,8	63,9	66,9	64,8	67,4	62,3	55,7	74
	1400	550	54,4	65,3	68,8	65,5	67,7	64	59,6	73,8

BTS Fluides Énergies Domotique

sujet

session 2026

Épreuve E32 : physique-chimie

durée : 2 heures

coefficient : 1

Code : 26FEPC

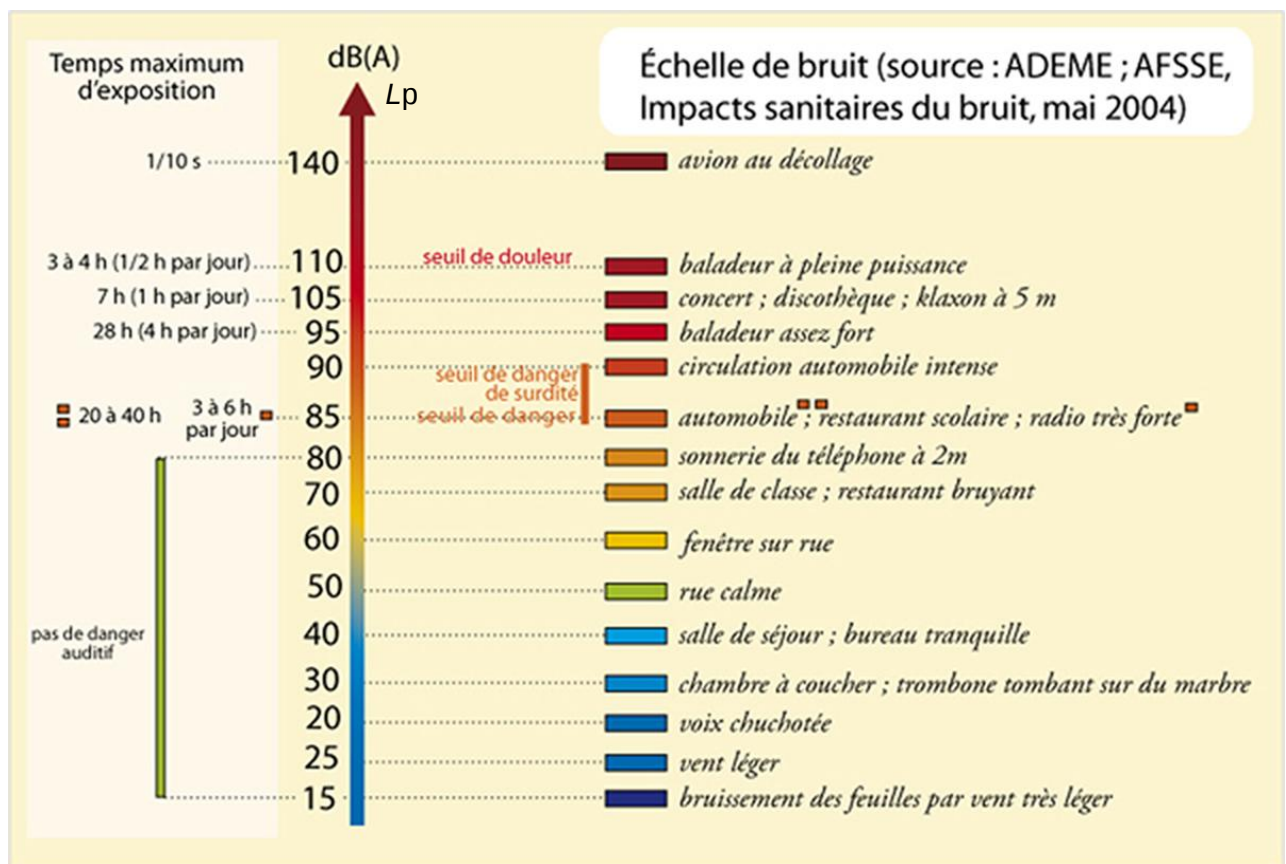
page 9/12

ANNEXE 3

Liste de matériels disponibles en laboratoire :

1. Haut-parleur
2. Sonomètre
3. Microphone
4. Tube acoustique
5. Générateur basses fréquences (GBF)
6. Panneaux isolants constituant le faux plafond
7. Émetteur et récepteur à ultrasons

ANNEXE 4



BTS Fluides Énergies Domotique	sujet	session 2026
Épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 26FEPC		page 10/12

ANNEXE 5

Indicateur coloré N.E.T.

La solution titrante d'EDTA réagit avec les ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} dans les mêmes proportions stœchiométriques : $n(\text{EDTA}) = n(\text{Ca}^{2+}) + n(\text{Mg}^{2+})$.

Le N.E.T. est un indicateur coloré de couleur bleue. En présence des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} , cet indicateur prend une couleur rose.

Dureté d'une eau

La dureté d'une eau est donnée par son titre hydrotimétrique TH exprimé en degrés français °f :

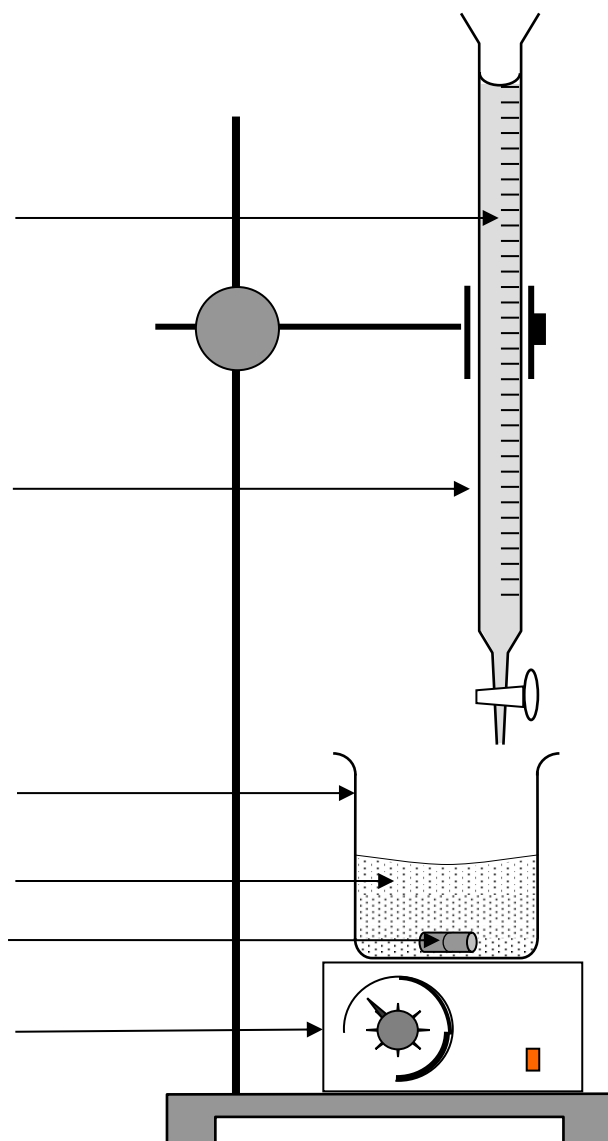
$$TH = ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]) \times 10^4$$

où les concentrations $[\text{Ca}^{2+}]$ et $[\text{Mg}^{2+}]$ sont exprimées en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

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

BTS Fluides Énergies Domotique	sujet	session 2026
Épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 26FEPC		page 11/12

ANNEXE 6
DOCUMENT RÉPONSE
À RENDRE AVEC LA COPIE



BTS Fluides Énergies Domotique	sujet	session 2026
Épreuve E32 : physique-chimie	durée : 2 heures	coefficient : 1
Code : 26FEPC		page 12/12

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

(en majuscules)

PRENOM :

RENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

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