

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2025

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, innovation et développement durable
ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT

CORRIGÉ

Durée de l'épreuve : **4 heures**

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

L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 16 pages numérotées de 1/16 à 16/16.

Constitution du sujet :

Partie commune (durée indicative 2h30)	12 points
Partie spécifique (durée indicative 1h30)	8 points

**Le candidat traite les 2 parties en suivant les consignes contenues dans le sujet.
Ces 2 parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre indifférent.**

Chacune des parties est traitée sur des copies séparées.

Tous les documents réponses sont à rendre avec la copie.

PARTIE COMMUNE (12 points)

Centre aquatique Balsan'éo



Partie 1 – Pourquoi le centre aquatique est labellisé bâtiment Haute Qualité Environnementale (HQE) ?

- Question 1.1 | La démarche HQE peut satisfaire aux exigences du développement durable :
- durabilité environnementale : améliorer la qualité environnementale des bâtiments en offrant des ouvrages sains et confortables dont les impacts sur l'environnement, évalués sur l'ensemble du cycle de vie, sont les plus maîtrisés possibles.
 - durabilité sociétale : répondre à un usage et assurer un cadre de vie adéquat à ses utilisateurs.
 - durabilité économique : les 14 cibles doivent apporter une réponse économique.
- Question 1.2 | Cibles niveau « Très performant » :
- N°4 Gestion de l'énergie
 - N°5 Gestion de l'eau
 - N°8 Confort hygrothermique
 - N°14 Qualité sanitaire de l'eau
- Cibles niveau « performant » :
- N°7 Maintenance
 - N°9 Confort acoustique
 - N°12 Qualité sanitaire des espaces
 - N°13 Qualité sanitaire de l'air
- Dans le diagramme d'exigences, l'id « 1.1 » stipule qu'au moins 50 % des cibles niveau « performant » ou « très performant » doivent être traitées.
- 8 cibles sur 14 répondent à ce critère soit 57 % donc cette exigence est respectée.

Partie 2 – Comment répondre à la performance de l'objectif HQE sur la gestion de l'énergie?

- Question 2.1 | Voir DR1
- Question 2.2 | Voir DR1
- Les déperditions les plus importantes sont dues aux menuiseries car leurs surfaces sont très importantes et leurs coefficients de transferts thermiques relativement élevés.
- Question 2.3 |
- $$D_{\text{totfin}} = D_{\text{totpar}} + D_{\text{vmc}}$$
- $$D_{\text{vmc}} = 33 \% \cdot D_{\text{totfin}}$$
- $$D_{\text{totfin}} = D_{\text{totpar}} + (33 \% \times D_{\text{totfin}}) \text{ donc } D_{\text{totpar}} = 67 \% \times D_{\text{totfin}}$$
- $$D_{\text{totfin}} = 100 \times D_{\text{totpar}} / 67 = 6\,111 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$$

Question 2.4 | $P_{tp} = D_{totfin} \times \Delta T = 6\,110 \times (28 - 4,1) = 146\,029\text{ W}$

Question 2.5 | Voir DR2

Question 2.6 | Les A_{sthtot} représentent 40,5 % de P_{tp} ($59\,210,3 / 146\,029$)

Dans le diagramme des exigences, l'id « 1.2 » stipule que les apports solaires doivent représenter au moins 1/3 de la puissance de chauffage.

Ce critère est respecté car $A_{sthtot} > 33,33\%$

Partie 3 – Comment répondre à la performance de l'objectif HQE sur la gestion de l'eau?

Question 3.1 | $V_a = V_p \times 82\% = 369 \times 82\% = 302,58\text{ m}^3$

Question 3.2 | $t_v = \text{Nombre de litres} / \text{débit de fuite} = 302580 / (4 \times 3600) = 21\text{ h}$

Question 3.3 | $V_{b1} = (76 \times 3 \times 0,75) + (100 \times 1 \times 0,72) + (76 \times 3 \times 0,69) = 400\text{ m}^3$

Dans le diagramme d'exigences, l'id « 1.3 » stipule que le temps de vidange doit être $< 24\text{ h}$ et que $V_b > V_a$ donc ce critère est respecté.

Partie 4 – Comment répondre à la performance de l'objectif HQE sur les confort hygrothermique et acoustique du centre aquatique?

Question 4.1 | Sur le graphique du DT8, pour une température de 26 °C et une hygrométrie de 70 %, cela correspond à une « zone de confort commune aux baigneurs secs et mouillés ».

Question 4.2 | Débits d'air « insufflés » = (Débits volumiques / m^2) x Surfaces

Voir DR3

Question 4.3 | Conversion du débit en $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$: $(80000 \times 10^3) / 3600 = 22\,222,22 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$

Dans le diagramme d'exigences, l'id « 1.6.2 » stipule que le taux de renouvellement de l'air doit être compris entre 20 000 et 25 000 $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$, donc l'exigence est respectée.

Question 4.4 | $Q = 80000 / 8 = 10\,000 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$

$Q = [(8 \times (\pi \times d^2)) / 4] \times V$

$V = (4 \times Q) / (\pi \times d^2) = (4 \times 10\,000 / 3\,600) / (\pi \times 0,8^2)$

$V = 5,53 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

Dans le diagramme d'exigences, l'id « 1.6.1 » stipule que la vitesse de circulation de l'air doit être $< 6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ donc ce critère est respecté.

Partie 5 – Comment répondre à la performance de l'objectif HQE sur la qualité sanitaire de l'eau ?

Question 5.1 | Exemple vidange : ratio [litres/baigneurs] = $3\,190\,000 / 245\,000 = 13$

DT2, DT9
DR3 | Pour un ratio total = 91,154 correspond la lettre C

Dans le diagramme d'exigences, l'id « 1.5.3 » stipule que le nombre de litres/baigneurs doit être < 100 , donc l'exigence est respectée.

Question 5.2 | $Q_c = (1,5 \cdot 10^6) / (526 \times 1000 \times 12) = 0,24 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$

DT2 | Dans le diagramme d'exigences, l'id « 1.5.2 » stipule que la teneur en chlore gazeux doit être $> 0,2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ donc ce critère est respecté.

DR1 – Déperditions thermiques

Tableau 1

N°	Composition	Description	S Surfaces (m ²)	R _t Résistance thermique (m ² ·K·W ⁻¹)	U Coefficient thermique (W·m ⁻² ·K ⁻¹)	D Déperdition thermique (W·K ⁻¹)
1	Façades RDC R+1	24 cm laine de verre + béton	1 620	7,69	0,13	210,6
2	Façades citrées	Panneau métal + 18 cm verre cellulaire	420	4,34	0,23	96,6
10	Menuiseries verticales Hall bassins	Vitrage structurel double	609	0,66	1,52	925,7
11	Menuiseries verticales Hall balnéo	Alu double vitrage contrôle solaire	152	0,71	1,41	214,3
12	Menuiseries verticales Hall d'accueil	Mur rideau double vitrage, contrôle solaire	178	0,59	1,69	300,8
14	Menuiseries extérieures horizontales	Aluminium + double vitrage	193	0,62	1,61	310,7
A	Toiture Hall bassins et balnéo	25 cm laine de roche + bac acier	3 105	6,25	0,16	496,8
B	Toiture autres	16 cm polyuréthane + béton	1 829	7,14	0,14	256,2
C	Plancher sur RDC	Béton + 12 cm laine de roche	4 375	3,57	0,28	1 225
D	Plancher sur extérieur	24 cm laine de roche + béton	412	7,14	0,14	57,7
					D_{totpar}	4 094,4

Tableau 2

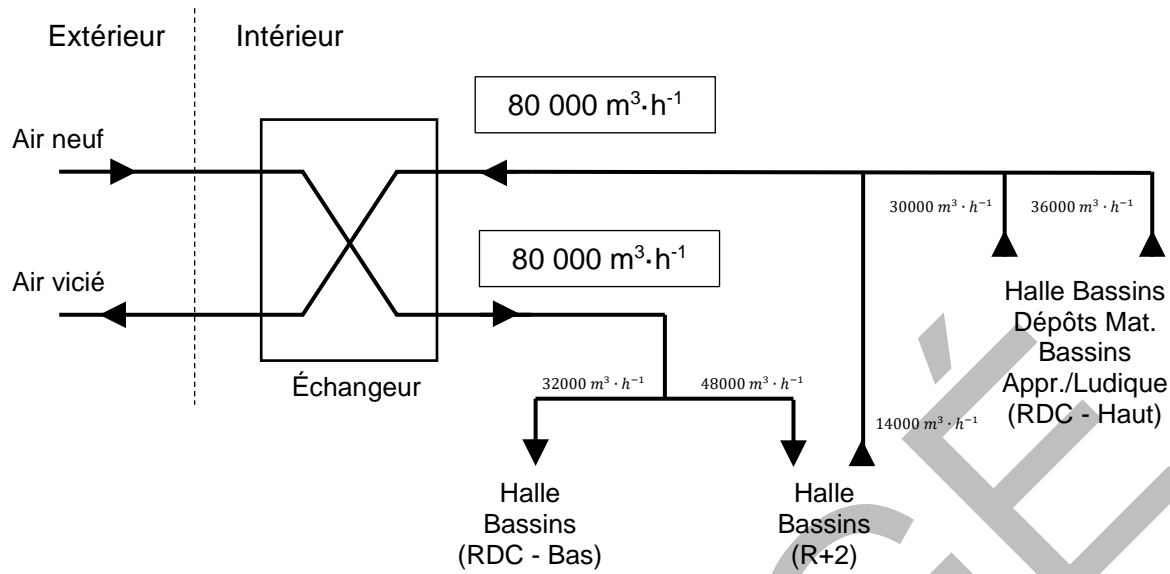
Parois	Déperditions thermique (W·K ⁻¹)	Pourcentages (%)
Façades	307,2	7,5
Menuiseries	1 751,55	42,78
Toiture	752,9	18,39
Planchers	1 282,7	31,33

DR2 – Apports solaires thermiques

Tableau 3

Orientation	Calcul de A_{sth}	A_{sth} (W)
Verticale Sud		24 674
Verticale Est		7 696
Verticale Nord		5 973,2
Verticale Ouest	37 x 263	9 731
Horizontale	57,7 x 193	11 136,1
	A_{sthtot}	59 210,3

DR3 – Débits d'air de la CTA

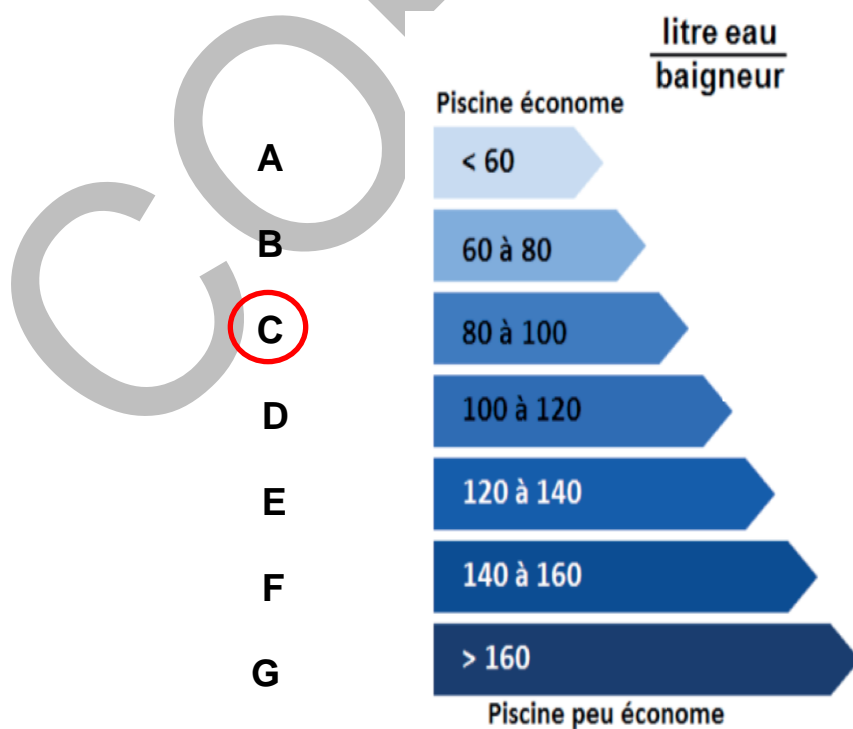


DR4 – Indicateur de performance

Tableau 4

Poste	Ratio (litre eau/baigneur)
Nettoyage + lavabo + sanitaire	12
Évaporation	13,15
Vidange	13
Renouvellement bassin	33
Douches	20
Arrosage	négligeable
Total	91,15

Étiquette de Diagnostic de Performance



PARTIE SPÉCIFIQUE (8 points)

ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT

Centre aquatique Balsan'éo



Partie A – Comment valider le nombre de luminaires dans la salle polyvalente ?

Question A.1 | Voir DRS1

Question A.2 | Voir DRS1

Question A.3 | Voir DRS1

Question A.4 | Voir DRS1

Question A.5 | $F_L = 3\,400\text{ lm}$

Question A.6 | Voir DRS1

Question A.7 | Pour 500 lx, il faut 6 luminaires pour 40 m²
Donc pour 247,5 m², il faut environ $(247,5 \times 6) / 40 = 37$ luminaires
33 luminaires par calcul, 37 luminaires par graphique, 36 luminaires installés
Les deux méthodes confirment la cohérence et la fiabilité du nombre de luminaires dans la salle polyvalente.

Partie B – Comment optimiser la consommation électrique de l'éclairage de la piscine ?

Question B.1 | Voir DRS2

Question B.2 | Voir DRS2

Question B.3 | Par temps clair au mois de mars, l'éclairage artificiel fonctionne seulement $4 \text{ h} \cdot \text{j}^{-1}$.

Consommation électrique hebdomadaire réelle = $41\,000 \times 4 \times 7 = 1\,148 \text{ kW} \cdot \text{h}$ à comparer aux $2\,952 \text{ kW} \cdot \text{h}$ du DRS2.

La gestion de l'éclairage artificiel permet de diviser par 2,5 la consommation d'énergie électrique.

Question B.4 | Pour 48 luminaires : $E_{\text{moy}} [lx] = 532$ et $E_{\text{min}} / E_{\text{moy}} = 0,85 \rightarrow$ correspond à la classe d'éclairage I \rightarrow compétition internationale ou nationale

Pour 24 luminaires : $E_{\text{moy}} [lx] = 327$ et $E_{\text{min}} / E_{\text{moy}} = 0,64 \rightarrow$ correspond à la classe d'éclairage II \rightarrow compétition régionale ou locale ou entraînement de haut niveau

L'intérêt d'utiliser ce circuit de distribution est d'adapter l'éclairage en fonction de l'activité aquatique, ce qui permet de limiter la consommation d'énergie électrique au strict nécessaire.

Partie C – Comment vérifier le dimensionnement énergétique de la pompe à chaleur?

Question C.1 | $P_{\text{th}} = \rho \times q_{\text{VC}} \times C_{\text{eau}} \times \Delta\theta_{\text{cond}} = 1000 \times 90 \times 1,16 \times (45 - 37) = 835\,200 \text{ W}$

Question C.2 | $P_{\text{hyd}} = \rho \times g \times H \times Q = 1000 \times 9,81 \times 80 \times \frac{114}{3600} = 24\,852 \text{ W}$

$$\eta = \frac{P_{\text{hyd}}}{P_{\text{a}}} \text{ donc } P_{\text{a}} = \frac{24\,852}{0,85} = 29\,237 \text{ W}$$

Question C.3 | $\text{COP}_{\text{inst}} = \frac{P_{\text{th}}}{P_{\text{a,comp}} + P_{\text{a,aux}}} = \frac{835,2}{178 + 29,2} = 4$

Question C.4 | Voir DRS3

Question C.5 | Voir DRS3

Question C.6 | La PAC couvre 88 % des besoins calorifiques de la piscine : $((2848 + 909,2 + 117,2) / (3164,4 + 1010,2 + 234,4)) = 0,878$

CORRIGÉ

DRS1 – Éclairage de la salle polyvalente

Question A.1	Longueur de la salle :	$L = 22,5 \text{ m}$
Question A.1	Largeur de la salle :	$l = 11 \text{ m}$
Donnée	Hauteur du plan utile :	$h_u = 0,8 \text{ m}$
Question A.1	Hauteur totale de la salle :	$h_t = 2,2 \text{ m}$
Question A.1	Éclairement recommandé :	$E = 500 \text{ lux}$
Question A.2	Hauteur du luminaire :	$h = 2,2 - 0,8 = 1,4 \text{ m}$
Question A.2	Indice du local :	$K = \frac{22,5 \cdot 11}{(22,5 + 11) \cdot 1,4} = 5,28$
Facteur de réflexion et d'utilance		
Question A.3	Réflexion du plafond :	7
Question A.3	Réflexion des murs :	5
Question A.3	Réflexion du plan utile :	2
Question A.3	Facteur d'utilance :	$U = 1,12$
Nombre de luminaires		
Donnée	Facteur de maintenance :	$D = 1$
Question A.4	Flux lumineux à produire :	$F = (500 \times (22,5 \times 11) \times 1) / 1,12$ $F = 110\,491 \text{ lm}$
Question A.5	Flux lumineux du luminaire :	$F_L = 3\,400 \text{ lm}$
Question A.6	Nombres de luminaires :	$N = 110\,491 / 3\,400$ $N = 32,5 \text{ luminaires}$ Il faut installer 33 luminaires

DRS2 – Consommations théoriques de l'éclairage

	Puissance électrique totale des luminaires (W)	Consommation électrique hebdomadaire (kW·h)	Consommation électrique annuelle (kW·h)
Accueil	19 x 31 = 589	589 x 72 = 42,41	42,41 x 48 = 2 035,7
Halle aux bassins	41 000	2 952	141 696
Cafétéria	221	15,91	763,7
Sanitaires + douches + vestiaires	2 640	190,08	9 123,8
Vestiaires et douches pour les scolaires	1 320	13,2	633,6
Zones techniques	9 600	403,2	19 353,6
Bureaux	575	20,12	965,8
Salle polyvalente	900	3,6	172,8
Salle de musculature	352	4,93	236,6
Total		3645,45	174 981,6

DRS3 – Énergies impliquées pour le chauffage et la production ECS

	Énergie électrique consommée par la pompe à chaleur (MW·h)	Énergie thermique fournie par la pompe à chaleur (MW·h)	Énergie thermique fournie par la chaudière à gaz (MW·h)	Énergie thermique totale fournie par les systèmes de chauffage (MW·h)
Chauffage de l'eau des bassins	712	2 848	316	3 164
Chauffage de l'air	227,3	$227,3 \times 4 = 909,2$	$909,2 / 9 = 101$	1 010,2
Production ECS	29,3	$29,3 \times 4 = 117,2$	117,2 (car 50 %)	234,4

La chaudière à gaz couvre 10 % des énergies thermiques pour le chauffage et 50 % pour la production ECS.