Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

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

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 collège » est autorisé.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 37 pages numérotées de 1/37 à 37/37.

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



- **Présentation de l'étude et questionnement**..... pages 3 à 8
- **Documents techniques**..... pages 9 à 16
- **Documents réponses** ..... pages 17 à 20

Mise en situation

La Communauté d'Agglomération Châteauroux Métropole (dans l'Indre (36)) a inauguré en Juin 2021 un centre aquatique répondant parfaitement aux critères et aux exigences de développement durable et de l'éco-conception.

Ce centre aquatique est composé de trois entités principales :

- une première entité couverte abritant des bassins sportifs et d'apprentissage, des plages et des vestiaires :



- une seconde entité extérieure où une large surface à l'air libre reçoit de grandes plages et des solariums autour de deux bassins :



- une troisième entité couverte liée au bien-être comprend un espace de balnéothérapie :



Les espaces extérieurs font l'objet d'aménagements paysagers et les eaux pluviales sont collectées dans des bassins de stockage enterrés et enherbés qui sont également utilisés pour collecter les eaux de vidange des piscines après traitement au chlore.

Châteauroux Métropole s'est engagée dans une démarche environnementale pour la construction de ce centre aquatique afin :

- d'optimiser les consommations d'énergie et d'eau ;
- d'exploiter au maximum les éclairages naturels ;
- de limiter le traitement physico-chimique de l'eau par la mise en place de bassins en inox ;
- de réaliser une bonne intégration du bâtiment dans le paysage.

L'ensemble du site préserve la biodiversité en matière de flore où l'on note une grande diversité et aussi en matière de faune puisque sur l'ensemble des espèces recensées, 47 dites remarquables sont retenues.

Ce sujet permet de mettre en évidence les solutions mises en œuvre pour satisfaire certains objectifs environnementaux comme :

- l'amélioration de la qualité environnementale du centre aquatique ;
- la gestion de l'énergie, de l'eau et du confort hygrothermique.

Travail demandé

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

L'objectif de la municipalité est de viser la labélisation HQE du centre aquatique par la pratique de la démarche associée.

Question 1.1
DT1

Expliquer en quoi la démarche HQE peut satisfaire les trois piliers du développement durable.

Question 1.2
DT1
DT2

À partir du document technique DT1, **identifier** les cibles privilégiées de la démarche HQE par les concepteurs de cet ouvrage pour deux niveaux : niveau « Performant » puis niveau « Très performant ».

À l'aide du document technique DT2, **quantifier** le nombre de cibles liées à ces niveaux en conformité à l'exigence correspondante.

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

La température ambiante dans la halle bassins sportifs/apprentissage et balnéo, composée de deux niveaux rez-de-chaussée haut et niveau R+1, doit être maintenue à 28 °C toute l'année.

La consultation des vues du centre aquatique (DT3) et des types de parois par niveau (DT4) permet de visualiser les informations nécessaires à la compréhension du bâtiment.

L'objectif est de vérifier la quantité d'apports solaires pour le mois de janvier.

Question 2.1
DR1

Compléter le tableau 1 du document réponse en déterminant les coefficients de transfert thermique U et les déperditions thermiques D correspondants au flux de chaleur à travers 1 m^2 de paroi pour une différence de 1 °K ainsi que la déperdition thermique totale des parois D_{totpar} en $W \cdot K^{-1}$.

Données :
$U = 1 / R_t$, la résistance thermique R_t en $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$
$D = U \times S$, la surface S de la paroi en m^2

Question 2.2
DR1

Les parts des déperditions thermiques par élément architectural sont à quantifier. **Compléter** le tableau 2 du document réponse.

À partir des résultats, **préciser** et **argumenter** les deux éléments architecturaux les plus déperditifs du bâtiment.

Question 2.3 | Sachant que les déperditions thermiques générées par le système de ventilation mécanique contrôlée à double flux D_{vmc} représentent 33 % des déperditions finales, **calculer** les déperditions totales finales D_{totfin}.

Donnée :
$D_{totfin} = D_{totpar} + D_{vmc}$

Pour la suite de l'étude, la valeur de la déperdition totale finale D_{totfin} est 6 110 $W \cdot K^{-1}$.

Question 2.4
DT5 | **Vérifier** que la puissance thermique perdue par la halle des bassins sportifs/apprentissage et balnéo P_{tp} est égale à 146 kW en prenant la température extérieure moyenne du mois de janvier.

Donnée :
$P_{tp} = D_{totfin} \times \Delta T$ avec $\Delta T = T_{int} - T_{ext}$

Question 2.5
DT5
DR2 | Pour le mois de janvier, **compléter** le tableau des apports solaires thermiques A_{sth} en W puis l'apport solaire thermique total A_{sthtot}.

Donnée :
$A_{sth} = I_s \times S$, la surface vitrée S en m^2

Question 2.6
DT2 | **Calculer** le pourcentage de l'apport solaire thermique total A_{sthtot} par rapport à la puissance thermique perdue P_{tp}.

Vérifier que la proportion des apports solaires est suffisante.

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

Les eaux pluviales ruisselant sur les espaces extérieurs et les toitures des bâtiments sont collectées dans trois zones de rétention (bassins versants de stockage enherbés et enterrés) pour permettre une seule vidange par jour (DT6). Le rejet des eaux s'effectue dans le milieu naturel ou dans des collecteurs.

L'objectif est de vérifier la capacité de stockage et d'évacuation des bassins de la zone 1.

La zone 1 de rétention est enterrée à une profondeur d'environ 0,70 m sous une surface constituée de voiries (parkings), trottoirs et espaces verts.

Question 3.1 | Sachant que dans le cas le plus défavorable, le volume d'eau précipitée V_p d'une crue centennale est de 369 m^3, **calculer** le volume d'eau absorbée V_a des bassins de la zone 1 avec un coefficient de ruissellement C_r = 82 %.

Donnée :
$C_r = V_a / V_p$

Question 3.2 | Sachant que le débit de fuite D_f des bassins de la zone 1 est de 4 $l \cdot s^{-1}$, **déterminer** le temps de vidange t_v en h de ces bassins à partir du volume d'eau à absorber dans le cas d'une crue centennale.

Question 3.3 | **Déterminer** le volume V_{b1} des bassins de la zone 1.

DT2
DT7 | **Conclure** sur la conformité des bassins de la zone 1 en termes de stockage et d'évacuation.

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

Dans la zone abritant les bassins et dans la zone de balnéothérapie, la température résultante sèche de l'air vicié est de 26 °C pour un taux d'humidité relative de 70 %. Une Centrale de Traitement de l'Air (CTA) avec une Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) double flux a été installée dans ces zones.

L'objectif est de vérifier la conformité technique de l'équipement aéraulique pour assurer le traitement et le renouvellement de l'air sans nuisance acoustique.

Question 4.1
DT8 | **Justifier** l'intérêt d'avoir choisi ces valeurs de réglages de la CTA d'un point de vue du confort.

Question 4.2
DR3 | **Quantifier** les débits d'air manquant sur le schéma aéraulique de la CTA.

Question 4.3
DT2 | **Conclure** sur la conformité des débits pour la CTA.

Pour le confort acoustique des baigneurs, il est indispensable que la VMC ne soit pas trop bruyante. Pour ce faire, la vitesse de circulation de l'air dans les gaines circulaires d'insufflation et d'aspiration ne doit pas être trop importante. Afin de limiter cette vitesse, la section de passage de l'air doit être suffisante. Ici, le débit d'air est réparti dans huit gaines de 800 mm de diamètre.

La relation suivante donne le débit en fonction de la section S en m^2 de la gaine et la vitesse de l'air V en $m \cdot s^{-1}$: $Q = S \times V$ avec Q en $m^3 \cdot s^{-1}$.

Question 4.4
DT2
DR3 | À partir du schéma aéraulique de la CTA renseigné à la question 4.2 (DR3), **calculer** le débit d'air dans une gaine.

Pour la zone abritant les bassins, **en déduire** la vitesse de circulation de l'air V en $m \cdot s^{-1}$.

Conclure sur la conformité de cette valeur.

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

Le traitement des eaux de piscine est réalisé en plusieurs étapes. La quantité d'eau à traiter doit être rationalisée afin de limiter la quantité de chlore utilisée ainsi que le temps de renouvellement de l'eau.

L'objectif est de vérifier la capacité du système de filtration de l'eau des bassins à traiter et à filtrer l'eau pour qu'elle soit débarrassée des souillures apportées par les baigneurs.

Question 5.1

DT2

DT9

DR4

Compléter le tableau 4 du document réponse sachant que la fréquentation annuelle de la piscine est de 245 000 baigneurs.

Sur l'étiquette de diagnostic de performance DR4, **entourer** la lettre correspondant au total du nombre de litres/baigneur.

Vérifier que cette valeur est conforme à l'exigence correspondante.

La désinfection d'un bassin sportif se fait par l'utilisation de chlore gazeux, sa consommation journalière est de 1,5 kg.

Le débit de renouvellement d'eau est de 526 $m^3 \cdot h^{-1}$.

Question 5.2

DT2

Calculer la quantité nécessaire de chlore gazeux utilisé Q_c en $mg \cdot l^{-1}$ sachant que la piscine est ouverte de 7 h à 19 h.

Vérifier que cette valeur est conforme à l'exigence correspondante.

Pour des bâtiments sains, confortables et respectueux de l'environnement



Qu'est-ce que la démarche HQE ?

La démarche HQE vise à améliorer la qualité environnementale des bâtiments neufs et existants, c'est-à-dire à offrir des ouvrages sains et confortables dont les impacts sur l'environnement, évalués sur l'ensemble du cycle de vie, sont les plus maitrisés possibles. C'est une démarche d'optimisation multicritère qui s'appuie sur une donnée fondamentale : un bâtiment doit avant tout répondre à un usage et assurer un cadre de vie adéquat à ses utilisateurs.

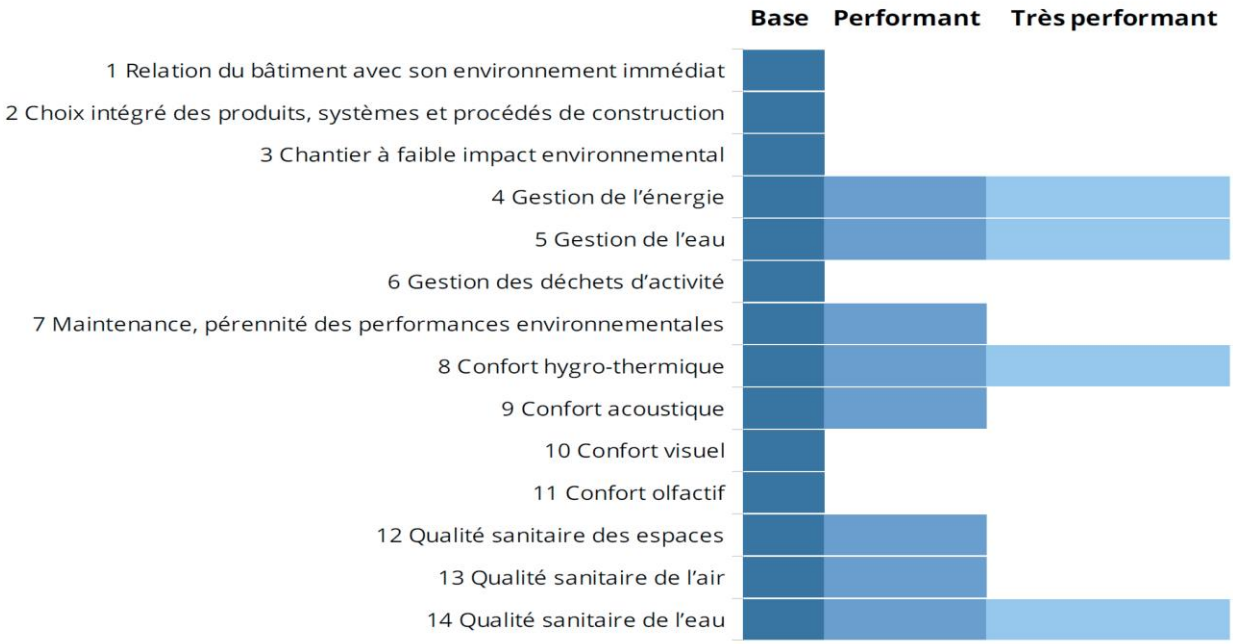


La démarche HQE comprend trois volets indissociables :

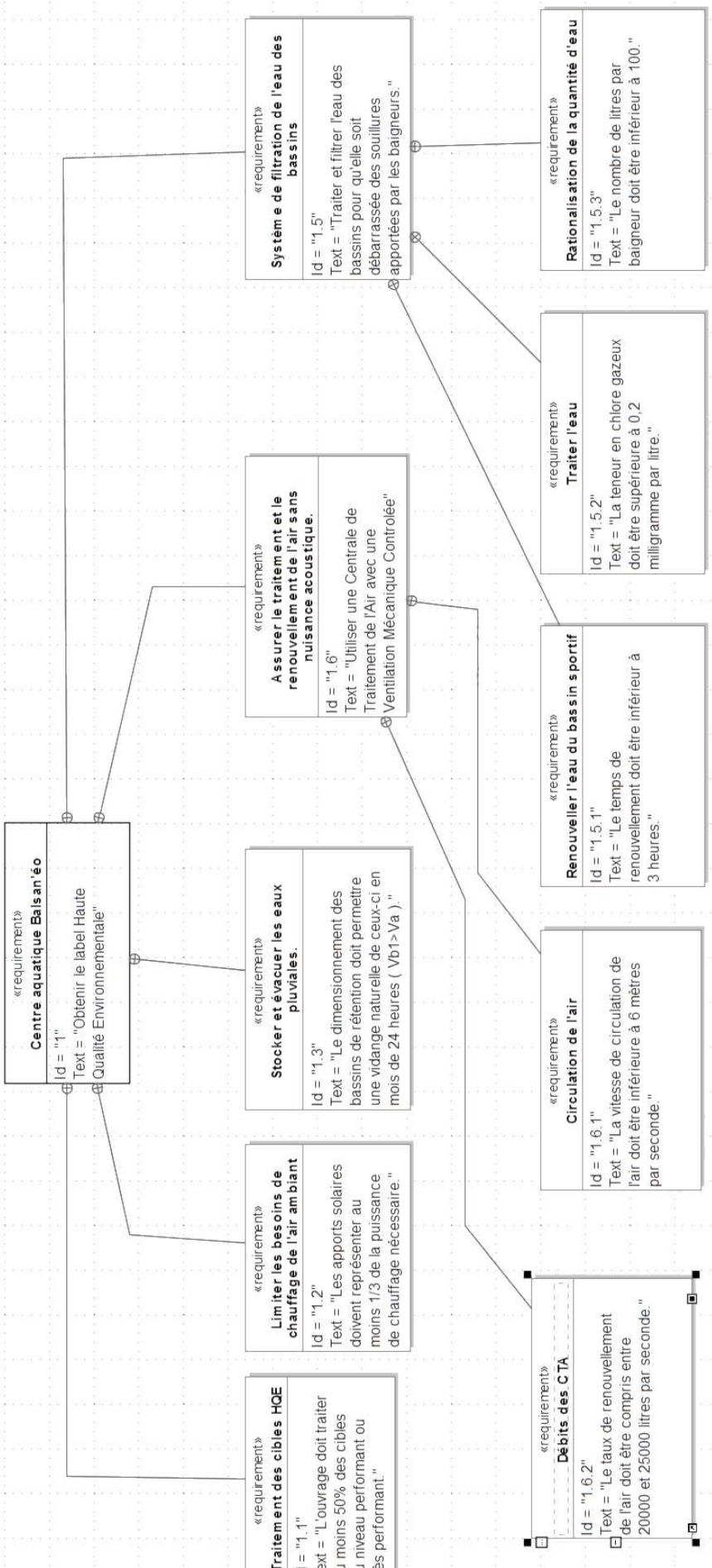
- Un système de management environnemental de l'opération (SME) où le maître d'ouvrage fixe ses objectifs pour l'opération et précise le rôle des différents acteurs.
- 14 cibles qui permettent de structurer la réponse technique, architecturale et économique aux objectifs du maître d'ouvrage.
- Des indicateurs de performance

Ces trois volets constituent le référentiel générique de la démarche HQE formalisé dans trois documents normatifs : les normes NF P01-020-1 et XP P01-020-3 et le guide d'application (GA) P 01 030.

Cibles HQE du centre aquatique



DT2 – Diagramme des exigences du centre aquatique

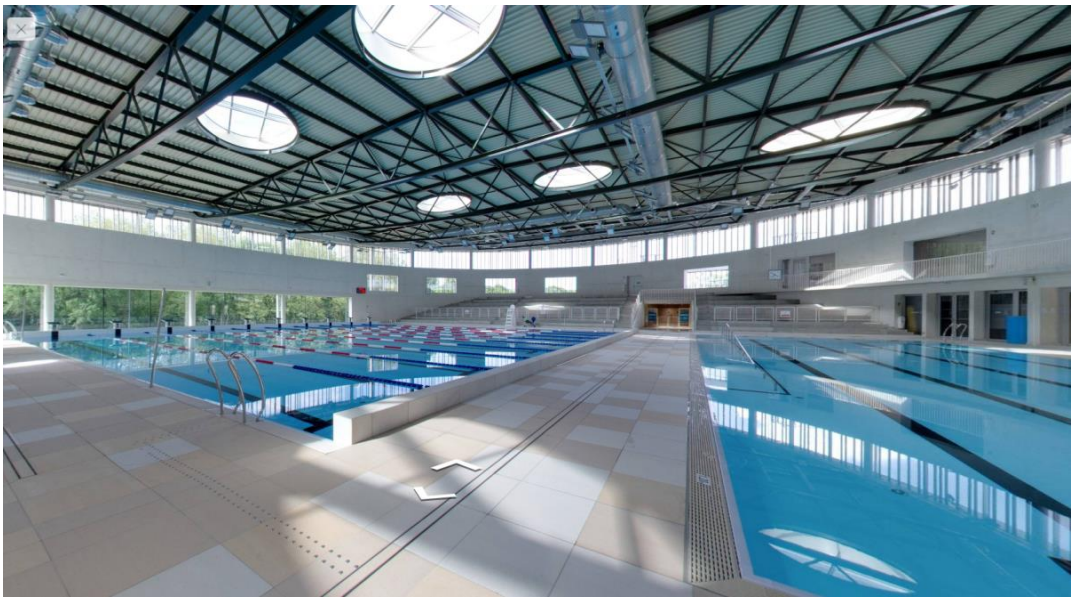


DT3 – Vues du centre aquatique

Bassins sportifs/apprentissage et balnéo



Halle bassins sportifs/apprentissage

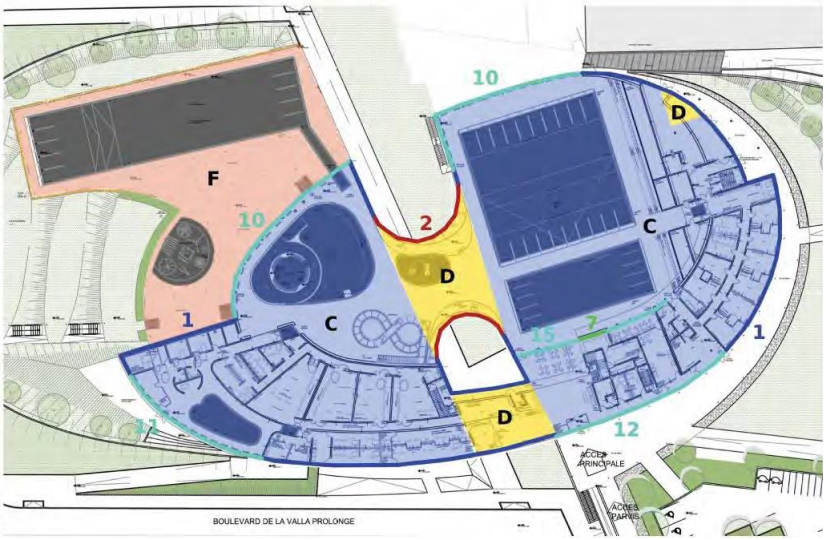


DT4 – Types de parois par niveau

RDC HAUT

PAROIS VERTICALES
1 / 24 cm en extérieur
2 / 18 cm en sandwich
3 / 14 cm en extérieur
4 / 14 cm en intérieur
5 / 13 cm en extérieur
6 / 13 cm en extérieur
sur 1 m de profondeur
7 / 12 cm doublage

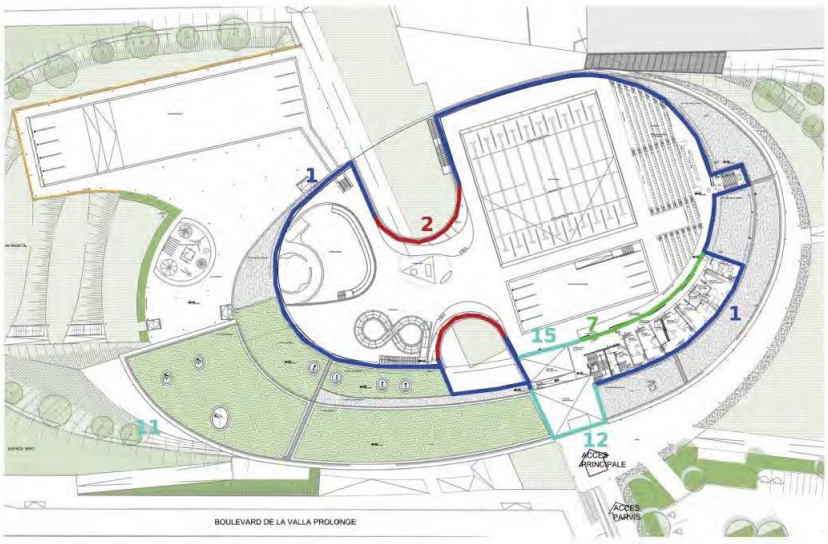
PAROIS HORIZONTALES
A / 25 cm sur bac acier
B / 16 cm sur dalle
C / 12 cm en sous-face
D / 24 cm sous dalle
E / 12 cm sous dalle
F / 4 cm sur dalle



R+1

PAROIS VERTICALES
1 / 24 cm en extérieur
2 / 18 cm en sandwich
3 / 14 cm en extérieur
4 / 14 cm en intérieur
5 / 13 cm en extérieur
6 / 13 cm en extérieur
sur 1 m de profondeur
7 / 12 cm doublage

PAROIS HORIZONTALES
A / 25 cm sur bac acier
B / 16 cm sur dalle
C / 12 cm en sous-face
D / 24 cm sous dalle
E / 12 cm sous dalle



TOITURE

PAROIS VERTICALES
1 / 24 cm en extérieur
2 / 18 cm en sandwich
3 / 14 cm en extérieur
4 / 14 cm en intérieur
5 / 13 cm en extérieur
6 / 13 cm en extérieur
sur 1 m de profondeur
7 / 12 cm doublage

PAROIS HORIZONTALES
A / 25 cm sur bac acier
B / 16 cm sur dalle
C / 12 cm en sous-face
D / 24 cm sous dalle
E / 12 cm sous dalle



DT5 – Données techniques

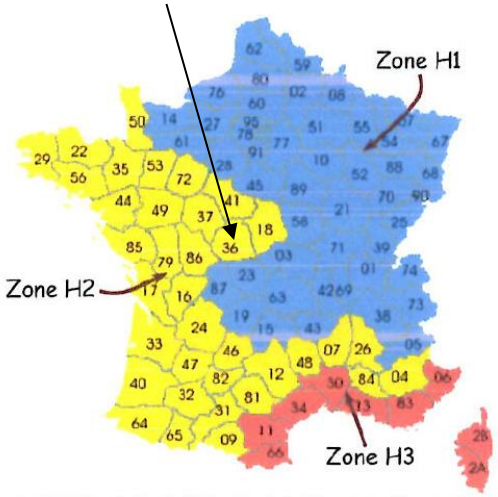
Températures annuelles extérieures à Châteauroux

	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Température minimale	-7,9°C	-5,3°C	-2,9°C	-0,9°C	2,0°C	6,3°C	8,4°C	7,9°C	5,3°C	2,3°C	-3,2°C	-6,2°C
Température moyenne	4,1°C	5,2°C	7,6°C	10,5°C	14,1°C	17,4°C	20,2°C	19,5°C	16,7°C	12,7°C	7,4°C	4,8°C
Température maximale	14,8°C	15,6°C	21,3°C	22,1°C	25,8°C	29,5°C	33,5°C	32,8°C	29,1°C	23,5°C	17,7°C	15,4°C

Dimensions des surfaces vitrées en fonction de l'orientation

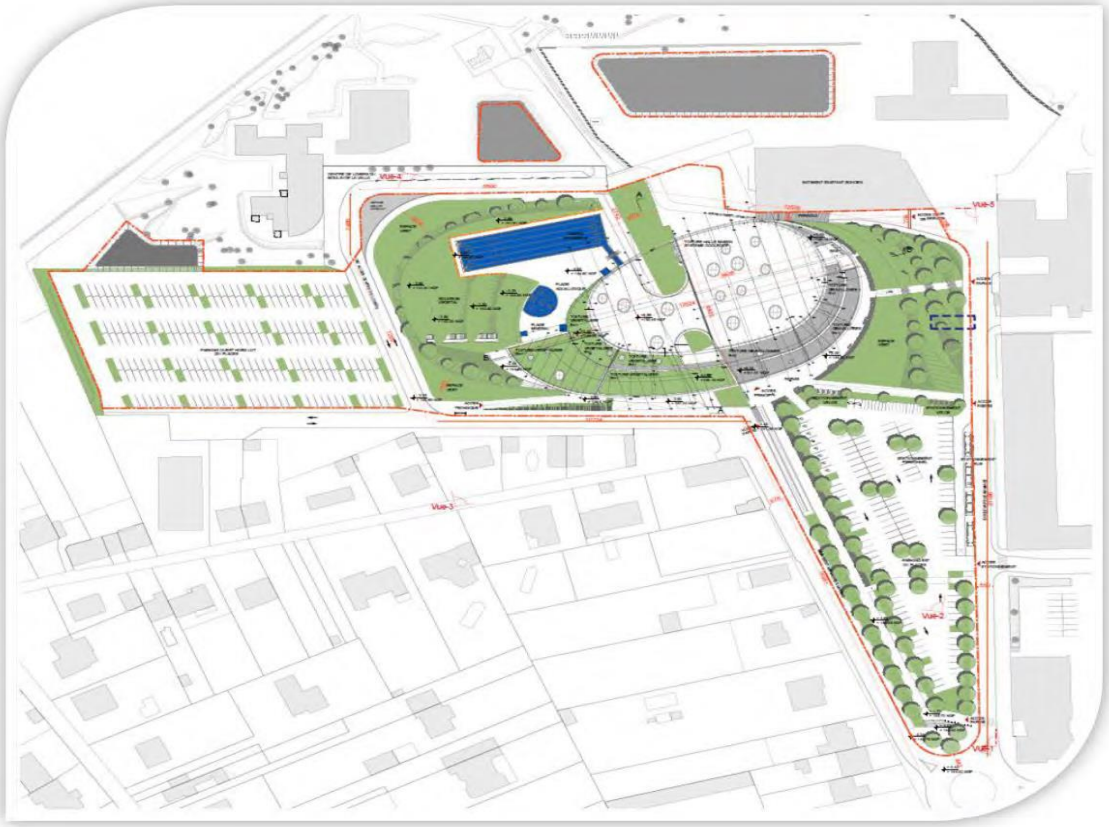
Orientation	Surface brute	Surface opaque	Surface vitrée
Verticale Sud	1 421 m^2	1 129 m^2	292 m^2
Verticale Est	1 408 m^2	1 200 m^2	208 m^2
Verticale Nord	1 430 m^2	1 155 m^2	274 m^2
Verticale Ouest	1 222 m^2	959 m^2	263 m^2
Horizontale	3 105 m^2	2 912 m^2	193 m^2

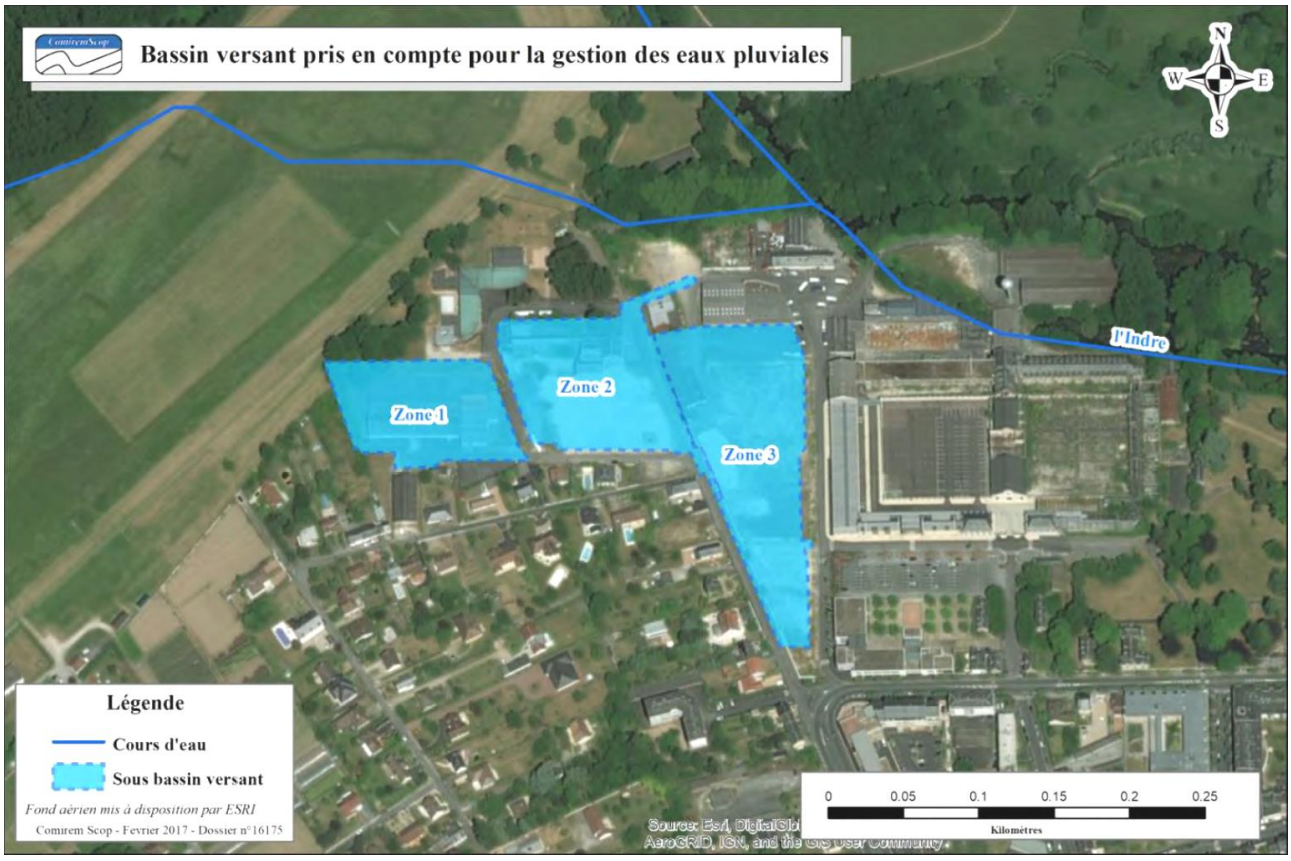
Irradiation solaire à Châteauroux (I_s)



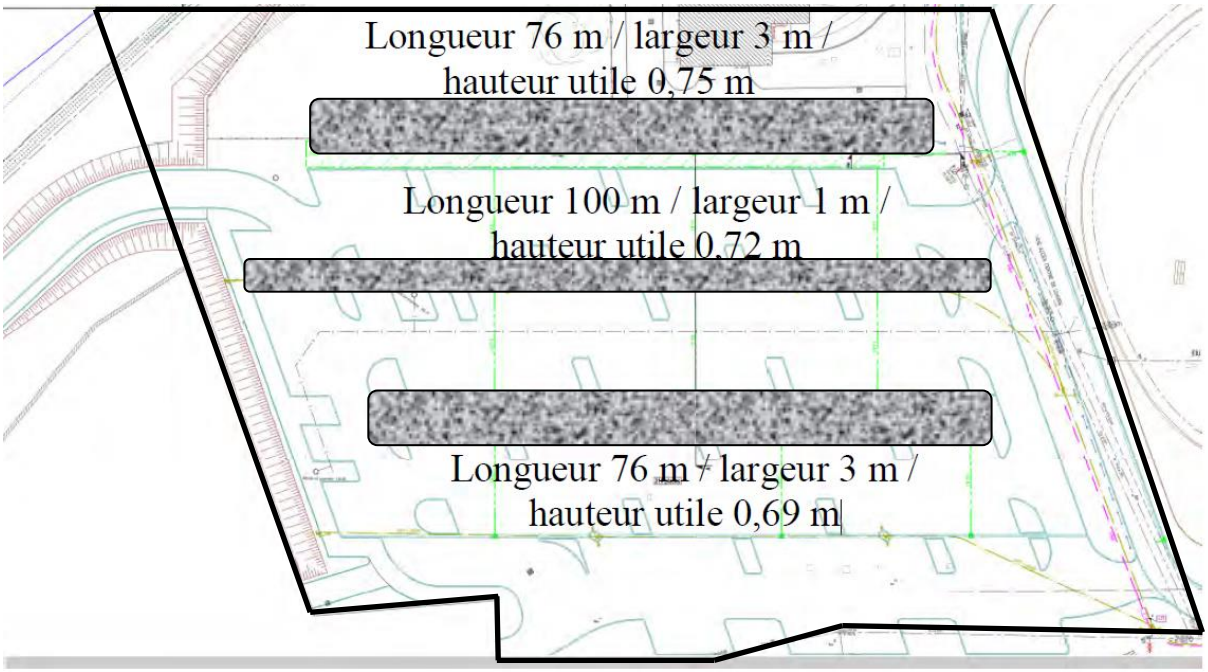
Zone	Orientation	Valeurs d'irradiation solaire Is en W/m²											
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Zone H1	Is Sud	44,3	76,2	99,5	94,1	99,4	107,4	123,5	127,9	117,6	81,6	40,2	37,9
	Is Ouest	23,4	46,4	72,4	80,2	97,4	116,8	129	116,4	82,3	52,5	26,3	19,6
	Is Nord	18,4	30,9	46,7	60	75,7	86,5	86,1	71,2	55,7	35,5	18,6	14,8
	Is Est	25	42,6	71	83,8	101,7	116,8	136,5	119,8	85,5	47,7	21,7	19,8
	Is Horiz.	38,9	72,6	114,3	144,7	177,2	209,9	242,9	208,5	144,1	83,7	38,4	30,8
Zone H2	Is Sud	84,5	102,9	104,1	117	108,7	115,3	124	139,1	119	82,9	82,1	58,9
	Is Ouest	37,8	59,3	74,5	102,9	114,8	135,2	148,5	133,7	88,6	52,6	42,1	30
	Is Nord	21,8	32,4	49,3	66	78,6	90	88	74,1	58,3	37,8	27,2	16,8
	Is Est	37	55,9	80,4	102,4	106,5	129,6	135,9	134	83,9	51,6	41,7	24,7
	Is Horiz.	57,7	90,4	123,7	179,5	203,4	243,8	257,9	227	154,1	88,4	64,7	40,3
Zone H3	Is Sud	82,2	71,3	130,1	133,4	138	122,8	136,6	135,4	139,2	132,8	141,8	109,8
	Is Ouest	39,4	42,7	86,4	106,3	140,6	140,5	146,6	115,3	92,3	70,3	61,2	44,4
	Is Nord	23,3	31,2	49,2	69,5	83,1	90,6	86,7	72,3	60,4	41,1	29,9	22
	Is Est	39,3	42,2	94,5	119,5	143	141,4	156	132,8	101,4	71,9	59,8	39,7
	Is Horiz.	59,2	72,5	146,6	203,3	272,2	268,6	290,4	226,8	175,1	120,8	90,7	63,9

DT6 – Plan de masse





DT7 – Zone 1 de rétention enterrée composée de trois bassins grisés



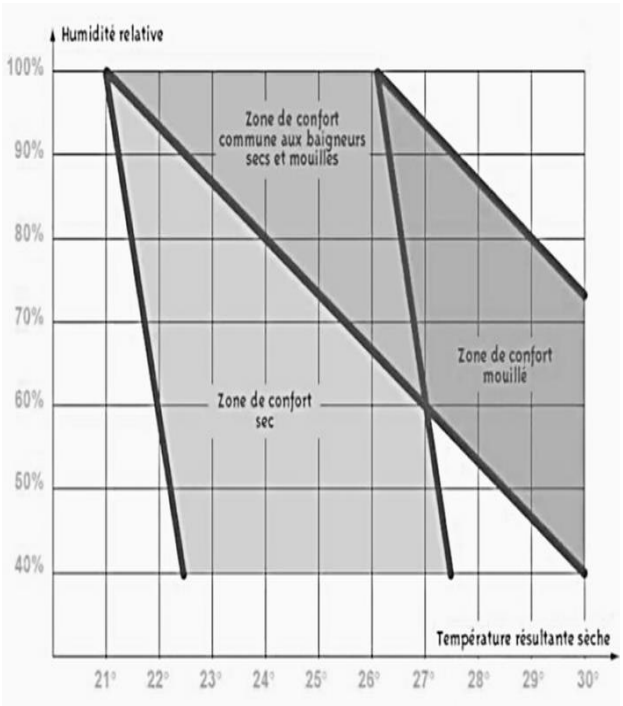
DT8 – Maintien de la qualité de l'air

- Le traitement de l'air est essentiel pour le confort des baigneurs, tant au niveau de la propreté, de la température et de l'hygrométrie.

- La zone de confort d'une piscine est particulière car elle est très dépendante de l'hygrométrie.

- Les maîtres-nageurs préfèrent en général une ambiance plus sèche, mais les baigneurs « mouillés » sont incommodés par un air trop sec qui peut poser des problèmes de respiration.

- Une ambiance sèche limite l'apparition de problème sur l'enveloppe du bâtiment (moisissures …). Par contre, une humidité plus élevée, réduit les coûts énergétiques.



DT9 – Données techniques

Consommations annuelles d'eau

Nettoyage + lavabo + sanitaire	2 936 m^3
Évaporation	3 221 m^3
Vidange	3 190 m^3
Renouvellement bassins	8 082 m^3
Douches	4 893 m^3
Arrosage	1 m^3

Dimensions des bassins

Bassin	**Température du bassin (°C)**	**Dimensions bassins**	
		Surface (m^2)	**Profondeur moyenne (m)**
Sportif	27	635	2,15
Apprentissage	29,5	241	1,2
Ludique	30,5	295	0,95
Pataugeoire	30	41	0,15
Bassin tonique	30,5	47	1,2
Extérieur	27	639	1,85
Lagune extérieure	27	100	0,01

Caractéristiques des pompes de filtration

Circuit	**Bassin**	**Débit ($m^3 \cdot h^{-1}$)**	**HMT (mCE)**	**Rendement (%)**	**Puissance absorbée (kW)**
C1	Sportif	2 × 263	15	73	29
C2	Apprentissage	1 × 276	16	73	17,5
C3	Ludique	1 × 260	19	73	14,5
C4	Pataugeoire	1 × 29	20	58	2,8
C5	Bassin tonique	1 × 80	16	70	5,7
C6	Extérieur	2 × 423	20	84	54,6
Pédiluves		1,11	5	8	0,2
Pompes balais	Bassin extérieur				0,2
	Bassins intérieurs	4	16	25	4 × 0,5

DR1 – Déperditions thermiques

Tableau 1

N°	Compositions	Descriptions	**S** Surfaces **(m^2)**	**R_t** Résistance thermique **($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)**	**U** Coefficient thermique **($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)**	**D** Déperdition thermique **($W \cdot K^{-1}$)**
1	Façades RDC R+1	24 cm laine de verre + béton	1 620	7,69	0,13	210,6
2	Façades cintrées	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	…….
11	Menuiseries verticales Hall balnéo	Alu double vitrage contrôle solaire	152	0,71	…….	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	…….	496,8
B	Toiture autres	16 cm polyuréthane + béton	1 829	7,14	0,14	…….
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}	…….

Tableau 2

Parois	Déperditions thermique ($W \cdot K^{-1}$)	Pourcentages (%)
Façades	**307,2**	**7,5**
Menuiseries	**1 751,55**	**42,78**
Toiture	…….	…….
Planchers	…….	…….

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

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	……	……
Horizontale	……	……
	A_{sthtot}	……

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

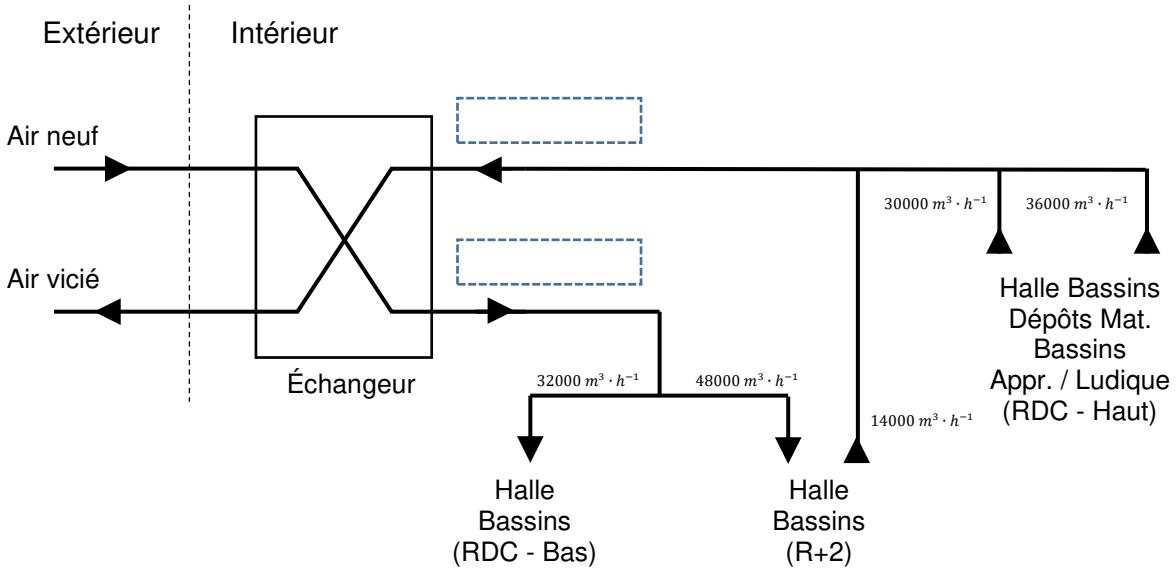
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

DR3 – Débits d'air de la CTA



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

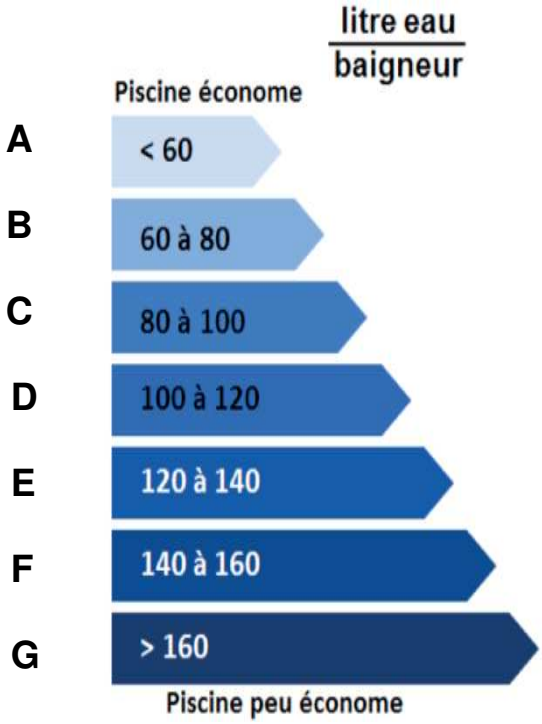
1.2

DR4 – Traitement des eaux de piscine

Tableau 4

Poste	Ratio (litre eau / baigneur)
Nettoyage + lavabo + sanitaire	12
Évaporation	13,15
Vidange	13
Renouvellement bassin	……
Douches	……
Arrosage	Négligeable
Total	……

Étiquette de Diagnostic de Performance



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

PARTIE SPÉCIFIQUE (8 points)

ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT

Centre aquatique Balsan'éo

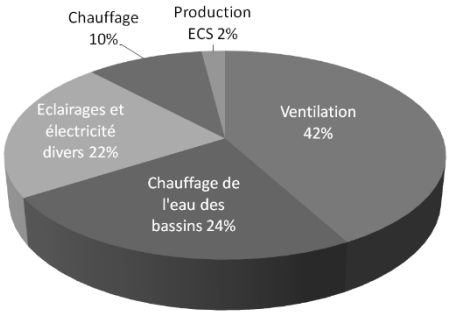


- **Présentation de l'étude et questionnement**..... pages 22 à 27
- **Documents techniques**..... pages 28 à 35
- **Documents réponses** ..... pages 36 à 37

Mise en situation

Dans une commune, les équipements sportifs sont à l'origine de près de 24 % de la consommation énergétique totale des bâtiments et constituent le second poste de consommation le plus important après les établissements scolaires.

Les piscines représentent à elles seules 30 % des consommations et 23 % des dépenses de ces équipements sportifs donc un potentiel d'économie d'énergie non négligeable.



Répartition moyenne des consommations énergétiques par poste pour une piscine

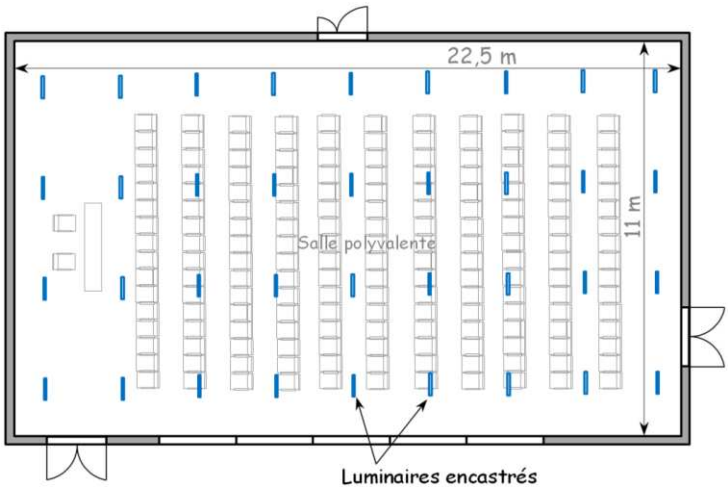
Travail demandé

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

La piscine Balsan'éo est constituée de différentes salles comme la halle aux bassins mais également des bureaux, d'une salle de musculation ou bien d'une salle polyvalente.



Cette salle polyvalente d'une hauteur de 2,2 m permet de faire des séminaires, des réunions et également de l'événementiel.



Plan de la salle polyvalente

Le plafond, les murs et le plan utile sont clairs pour refléter au mieux la lumière. Pour une question d'économie d'énergie, 36 luminaires encastrés de type « TrueLIne RC530B » de chez Philips sont utilisés avec des lampes à diodes électroluminescentes (DEL).

L'objectif est de confirmer le nombre de luminaires de la salle polyvalente par deux méthodes distinctes. L'utilisation des deux méthodes permet de vérifier la cohérence et la fiabilité des résultats.

Première méthode de confirmation

Question A.1

DTS1

DRS1

Sur le document réponse, **indiquer** les informations concernant la salle polyvalente.

En s'appuyant sur « la norme NF 12464-1 » du document technique, **indiquer** l'éclairement E recommandé pour cette salle.

Question A.2

DTS3

DRS1

À partir de la document technique, **calculer** la hauteur h du luminaire encastré au-dessus du plan utile et l'indice de rendu du local K sur le document réponse.

Question A.3

DTS3

DRS1

À partir du document technique, **déterminer** les facteurs de réflexion de la salle pour un éclairement optimum et **rechercher** le facteur d'utilance U des luminaires.

Compléter le document réponse.

Question A.4

DRS1

Calculer le flux lumineux total F à produire sur le document réponse.

Donnée : $F = (E \times S \times D) / U$

- Flux lumineux F à produire en lm
- Éclairement E en lx
- Surface du local S en m²
- Facteur de maintenance D et facteur d'utilance U

Question A.5

DTS4

À partir des caractéristiques du luminaire du document technique, **relever** le flux lumineux du luminaire F_L.

Compléter le document réponse.

Question A.6

DRS1

Sur le document réponse, **calculer** le nombre de luminaires N nécessaires pour éclairer la salle polyvalente.

Donnée : $N = F / F_L$

- Nombre de luminaires N
- Flux lumineux F à produire en lm
- Flux lumineux du luminaire F_L en lm

Deuxième méthode de confirmation

Question A.7 DTS4	À partir du « diagramme d'estimation » du document technique, **relever** le nombre de luminaires nécessaires pour une surface de 40 m².
	En considérant une estimation linéaire**,** en **déduire** le nombre de luminaires N nécessaires pour la surface de la salle polyvalente.
	Conclure sur l'application des deux méthodes de confirmation en fonction du nombre de luminaires installés dans cette salle.

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

L'éclairage constitue un poste important dans la consommation électrique d'une piscine. Pour cela, le système d'éclairage est constitué essentiellement de diode électroluminescente.

L'objectif est de justifier l'intérêt de la gestion de l'éclairage de la piscine.

Question B.1 DTS5 DRS2	À partir du document technique, sur le document réponse, **calculer** les puissances électriques totale des luminaires ainsi que les consommations électriques hebdomadaires théoriques manquantes.

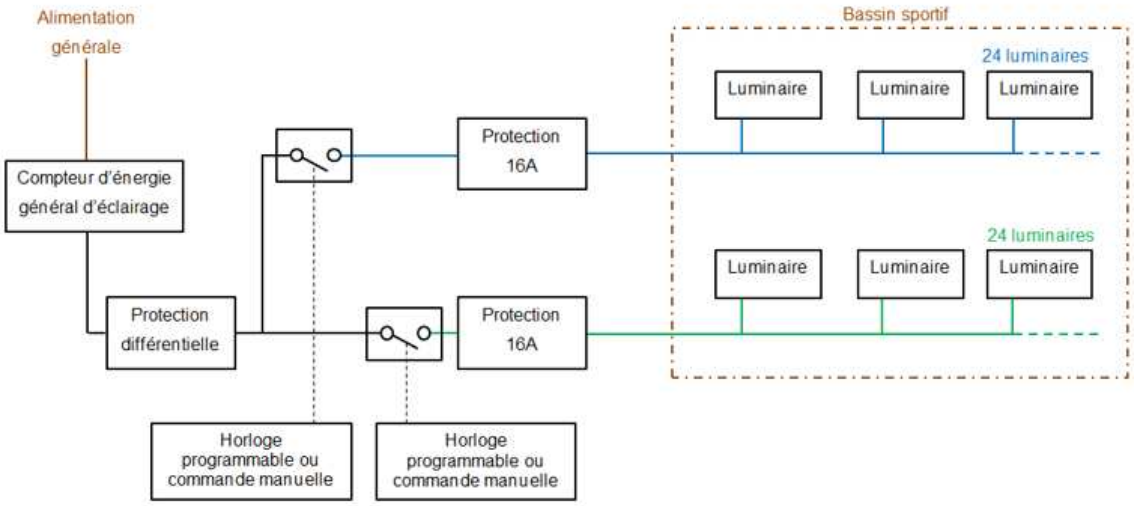
Question B.2 DRS2	Sachant que la piscine est utilisée environ 48 semaines par an, sur le document réponse, **calculer** les consommations électriques annuelles théoriques manquantes.

La réglementation impose un éclairement de 500 lx.

Question B.3 DTS5 DTS6	En prenant en compte la réglementation et la simulation de l'éclairage naturel, **calculer** la consommation électrique hebdomadaire réelle en kWh de la halle aux bassins par temps clair au mois de mars et sur une plage horaire étendue de 7 h à 20 h.
	À partir des consommations théorique et réelle**, conclure** sur l'intérêt de la gestion de l'éclairage artificiel.

Le bassin sportif (27 m par 27 m) est homologué pour tout type de compétitions mais a pour vocation d'accueillir des compétitions régionales et internationales. Des activités d'aquagym sont également pratiquées dans ce bassin.

Comme l'indique le synoptique ci-après, selon les activités, deux circuits de luminaires sont utilisés pour obtenir 24 ou 48 luminaires en service.



Synoptique du circuit de distribution de l'éclairage du bassin sportif

Question B.4 DTS2 DTS7	À partir des documents techniques, **réaliser** une analyse synthétique de la classe d'éclairage retenue en fonction du nombre de luminaires et des activités aquatiques. **Justifier** l'intérêt d'utiliser ce circuit de distribution de l'éclairage.

Partie C − Comment vérifier le dimensionnement énergétique du système de la géothermie ?

Pour un impact environnemental mesuré, l'agglomération a fait le choix d'une gestion de l'énergie par la géothermie.
La piscine est chauffée et climatisée grâce à un fonctionnement double : géothermie et gaz. La géothermie couvre au minimum 80 % des besoins et tandis que le gaz couvre le reste, notamment lors des pics de besoin énergétique comme la vidange des bassins ou les périodes très froides de l'hiver.
Le système de la géothermie utilise la chaleur de l'eau de la nappe souterraine, située sous l'équipement, qui permet par le biais d'une pompe à chaleur afin de répondre à des besoins en chauffage de la piscine. L'eau est prélevée grâce à une pompe puis traverse un échangeur thermique dans lequel elle transfère une partie de son énergie au fluide frigorigène de la pompe à chaleur, avant d'être rejetée dans un puits. Le fluide frigorigène circule en circuit fermé et subit des transformations en traversant quatre sous-ensembles : l'évaporateur, le compresseur, le condenseur et le détendeur.

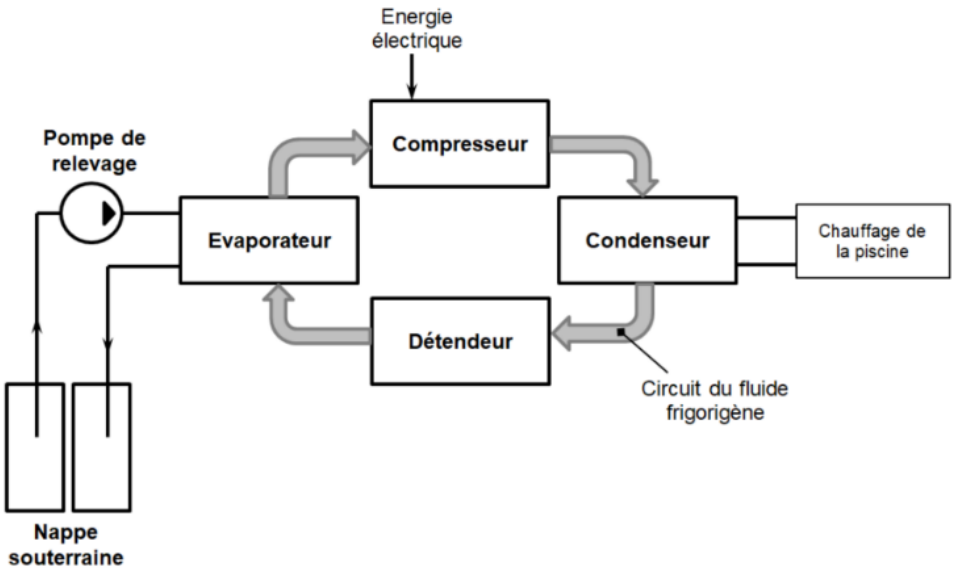


Schéma de principe du système de la géothermie

Une étude préliminaire a déterminé les besoins annuels (en énergie utile E_U) de la piscine :
- chauffage de l'air : 1 007 MW·h ;
- chauffage de l'eau des bassins : 3 153 MW·h ;
- eau chaude sanitaire : 229 MW·h.

Après la détermination des puissances impliquées dans le système de la géothermie, l'objectif est de justifier que ce système de chauffage couvre au minimum 80 % des besoins.

Question C.1 DTS8 DTS9	**Calculer** la puissance thermique produite Pth en kW au niveau du condenseur.

Question C.2 DTS8 DTS9	**Calculer** la puissance hydraulique Phyd en kW de la pompe de relevage. En **déduire** la puissance électrique absorbée Pa en kW par la pompe de relevage sachant que son rendement est de 0,85.

En première approximation, la puissance électrique de la pompe de relevage correspond à celle des équipements auxiliaires.

Question C.3 DTS8 DTS9	**Calculer** le COP_{inst} de la pompe à chaleur.

Les énergies électriques consommées par la pompe à chaleur sont pour :
- le chauffage de l'air : 227,3 MW·h
- le chauffage de l'eau des bassins : 712 MW·h
- la production ECS (eau chaude sanitaire) : 29,3 MW·h

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

Question C.4 DRS3	Sur le document réponse, **déterminer** les énergies thermiques fournies par la pompe à chaleur.
Question C.5 DRS3	Sur le document réponse, **déterminer** les énergies thermiques fournies par la chaudière à gaz ainsi que les énergies thermiques totales fournies par les systèmes de chauffage.
Question C.6 DRS3	Au regard des usages chauffage et production ECS du DRS3, **justifier** que la pompe à chaleur répond au moins à 80 % des besoins.

DTS1 – Norme NF 12464-1 · Exigences d'éclairage

Zones	Éclairement E (lx) Valeur minimale	Taux d'éblouissement UGR Valeur maximale	Indice de rendu des couleurs IRC Valeur minimale
Zone de circulation et couloirs	100	28	40
Escaliers	150	25	40
Magasins, entrepôts	300	25	60
Espace publics, halls d'entrée	100	22	80
Restaurants, hôtels	300	22	80
Cuisines	500	22	80
Bâtiments scolaires	500	19	80
Salle polyvalente	500	19	80
Bureaux	Entre 300 et 500	19	80

DTS2 – Norme NF EN 12193 · Piscine

CLASSE D'ÉCLAIRAGE I

Elle correspond au niveau le plus élevé de compétition, tel que compétition internationale ou nationale qui, généralement concerne les installations ayant une grande capacité de spectateurs et de grandes distances de vision. L'entraînement de très haut niveau peut aussi être intégré dans cette classe.

Emoy : 500 lx ; Emin / Emoy : 0,7 ; Indice de rendu des couleurs : 80

Chaque valeur est un minimum à respecter

CLASSE D'ÉCLAIRAGE II

Elle est relative à la compétition régionale ou locale et concerne plutôt des installations de capacité moyenne et ayant des distances de vision moyennes. L'entraînement de haut niveau peut aussi y être intégré.

Emoy : 300 lx ; Emin / Emoy : 0,6 ; Indice de rendu des couleurs : 60

Chaque valeur est un minimum à respecter

CLASSE D'ÉCLAIRAGE III

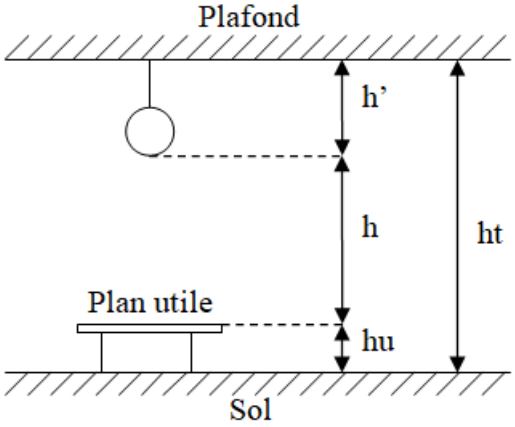
Elle concerne un faible niveau de compétition, comme les rencontres locales qui n'impliquent pas la présence de spectateurs ou un niveau général de pratique, tels l'entraînement, les loisirs, les sports scolaires.

Emoy : 200 lx ; Emin / Emoy : 0,5 ; Indice de rendu des couleurs : 60

Chaque valeur est un minimum à respecter

DTS3 – Détermination du nombre de luminaires

1. Calcul de l'indice de rendu du local K



C'est un coefficient représentatif de la géométrie de la partie du local entre le plan utile et celui des luminaires.

$$\mathbf{K = \frac{L \times l}{(L + l) \times h}}$$

Avec :
L : longueur du local en m
l : largeur du local en m
h : hauteur du luminaire au-dessus du plan utile
La hauteur h est égale à : $\mathbf{h = ht - (hu + h')}$

Avec :
ht : hauteur totale du local
hu : hauteur du plan utile
h' : hauteur de suspension

2. Détermination du facteur de réflexion

Rapport du flux réfléchi au flux incident d'une surface.

	Très clair	Clair	Moyen	Sombre	Noir
Plafond	8	7	5	3	0
Murs	7	5	3	1	0
Plan utile	3	2	1	1	0

3. Recherche de l'utilance

Rapport entre le flux lumineux reçu par une surface et le flux lumineux émis. L'utilance est déterminée par l'intermédiaire du tableau d'utilance.

Luminaire RC530 B

Tableau d'utilance

Facteur de réflexion	Plafond Mur Sol	8 5 3	8 5 1	7 5 3	7 5 2	7 5 1	7 3 1	5 3 1	5 1 1	3 3 1	3 1 1	0 0 0
Indice du local K	0,60	0,77	0,74	0,77	0,75	0,73	0,69	0,69	0,66	0,68	0,66	0,64
	0,80	0,85	0,80	0,84	0,82	0,79	0,75	0,75	0,72	0,74	0,72	0,70
	1,00	0,92	0,85	0,91	0,88	0,85	0,81	0,80	0,78	0,80	0,77	0,76
	1,25	0,98	0,90	0,96	0,92	0,89	0,85	0,85	0,82	0,84	0,82	0,80
	1,50	1,02	0,93	1,00	0,96	0,92	0,89	0,88	0,86	0,87	0,85	0,83
	2,00	1,09	0,98	1,07	1,02	0,97	0,94	0,93	0,91	0,92	0,91	0,89
	2,50	1,14	1,00	1,11	1,05	1,00	0,98	0,96	0,95	0,95	0,94	0,92
	3,00	1,17	1,03	1,14	1,08	1,02	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94
	4,00	1,21	1,05	1,17	1,10	1,04	1,02	1,01	1,00	0,99	0,99	0,97
	5,00	1,23	1,06	1,19	1,12	1,05	1,04	1,02	1,02	1,01	1,00	0,98

DTS4 – Luminaire TrueLIne

TrueLIne, encastré PHILIPS



RC530B LED34S/930

Caractéristiques générales

Nombre de sources lumineuses : 1

Code famille de lampe : LED34S

Température de couleur : 930 Blanc Chaud

Taux d'éblouissement : 19

Performances initiales

Flux lumineux : 3 400 lm

Efficacité lumineuse : 136 $lm \cdot W^{-1}$

Température de couleur : 3 000 °K

Puissance absorbée : 25 W

Indice de rendu des couleurs : > 90

Durées de vie

Durée de vie moyenne : 50 000 h

Caractéristiques électriques

Tension d'entrée : 220 à 240 V

Fréquence d'entrée : 50 à 60 Hz

Courant d'appel : 19 A

Facteur de puissance : 0,9

Normes et recommandations

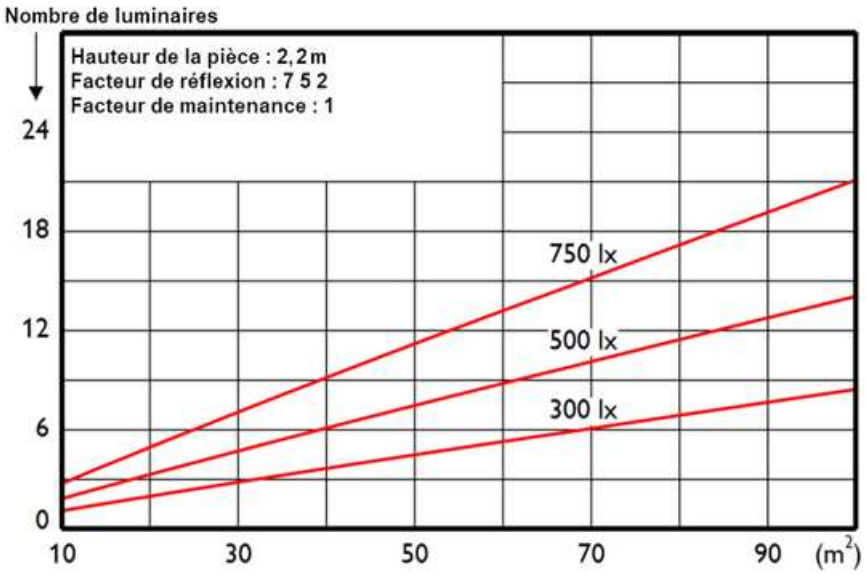
Indice de protection : IP20

Protection contre les chocs mécaniques : IK02

Dimensions

Hauteur × largeur × profondeur : 90 × 75 × 1 197 mm

Diagramme d'estimation



DTS5 – Éclairage de la piscine

	Nombre de luminaires	Puissance électrique de chaque luminaire (W)	Durée hebdomadaire (h)
Accueil	19	31	Heures d'ouverture
Halle des bassins	100	410	Heures d'ouverture
Cafétéria	13	17	Heures d'ouverture
Sanitaires + douches + vestiaires	120	22	Heures d'ouverture
Vestiaires et douches pour les scolaires	60	22	10
Zones techniques	200	48	42
Bureaux	25	23	35
Salle polyvalente	36	25	4
Salle de musculation	16	22	14

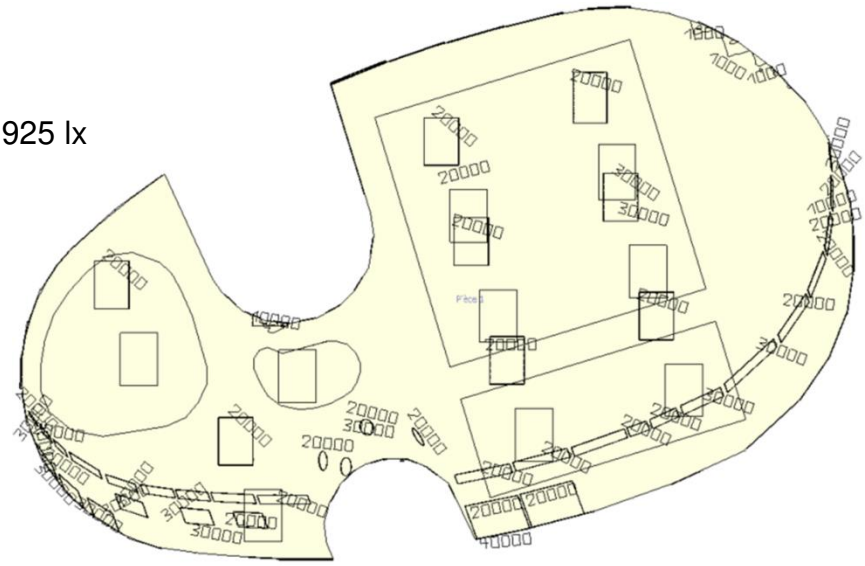
Heures d'ouverture de la piscine

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
10 - 20 h	10 - 21 h	10 - 20 h	07 - 20 h	10 - 20 h	10 - 19 h	10 - 19 h

DTS6 – Simulation de l'éclairement naturel de la halle aux bassins

Par temps clair au mois de mars vers midi

E = 4 925 lx



Par temps sombre au mois de mars vers midi

E = 1 055 lx



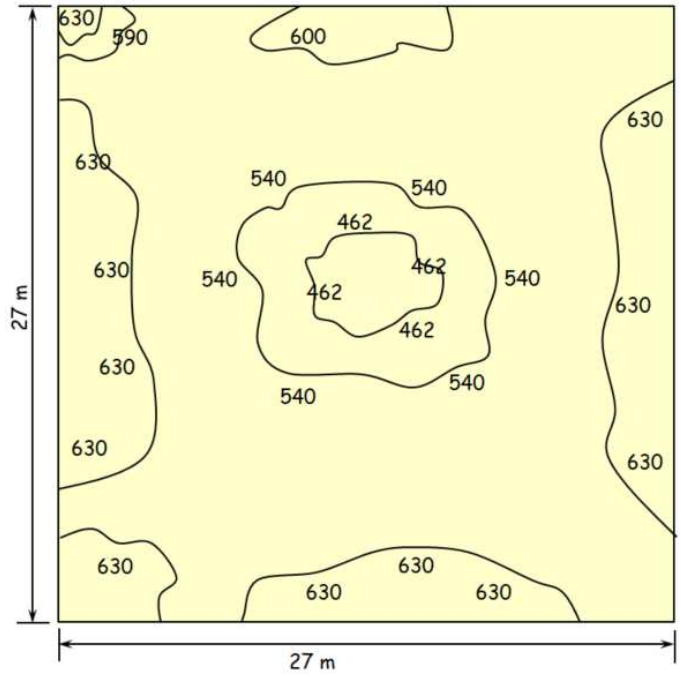
Par temps clair au mois de mars

	7 h	8 h	9 h	10 h	12 h	14 h
E (lx)	0	486	1 738	3 162	4 925	5 370

	16 h	18 h	19 h	20 h	21 h
E (lx)	3 876	712	0	0	0

DTS7 – Simulation de l'éclairement artificiel du bassin sportif

Utilisation avec 48 luminaires



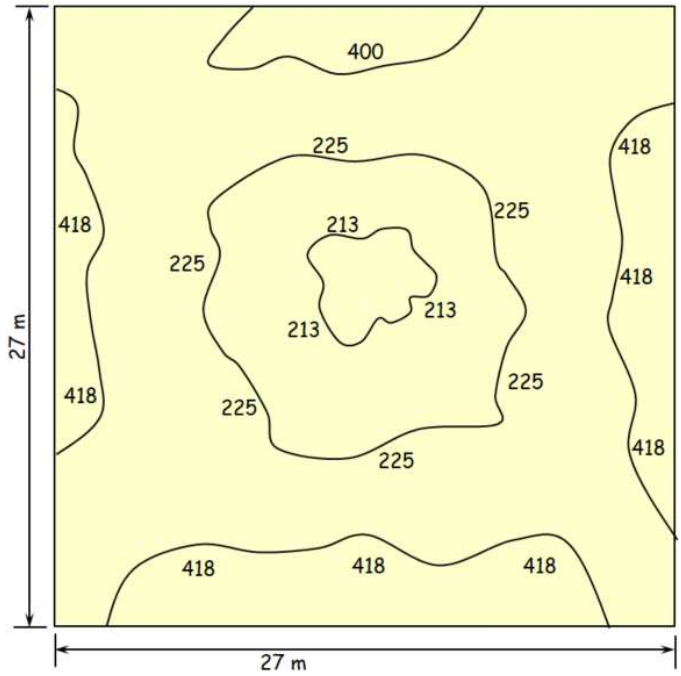
Emoy [lx] = 532

Emin [lx] = 456

Emax [lx] = 638

Emin / Emoy = 0,85

Utilisation avec 24 luminaires



Emoy [lx] = 327

Emin [lx] = 212

Emax [lx] = 423

Emin / Emoy = 0,64

DTS8 – Formulaire

Coefficient de performance instantanée

$$COP_{inst} = \frac{P_{th}}{Pa_{comp} + P_{aux}}$$

COP_{inst} : coefficient de performance instantanée
P_{th} : puissance thermique produite au niveau du condenseur en kW
Pa_{comp} : puissance électrique du compresseur en kW
P_{aux} : puissance des équipements auxiliaires en kW

Puissance Thermique produite par le condenseur

$$P_{th} = \rho \text{ x } q_{VC} \text{ x } C_{eau} \text{ x } \Delta\theta_{cond}$$

P_{th} : puissance thermique produite au niveau du condenseur en W
ρ : masse volumique de l'eau, soit 1000 $kg \cdot m^{-3}$
q_{VC} : débit de la pompe du condenseur en $m^3 \cdot h^{-1}$
C_{eau} : chaleur massique de l'eau, soit 1,16 $Wh \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
$\Delta\theta_{cond}$: différence de température en degré Celsius (°C) de l'eau entre les températures en entrée et en sortie du condenseur

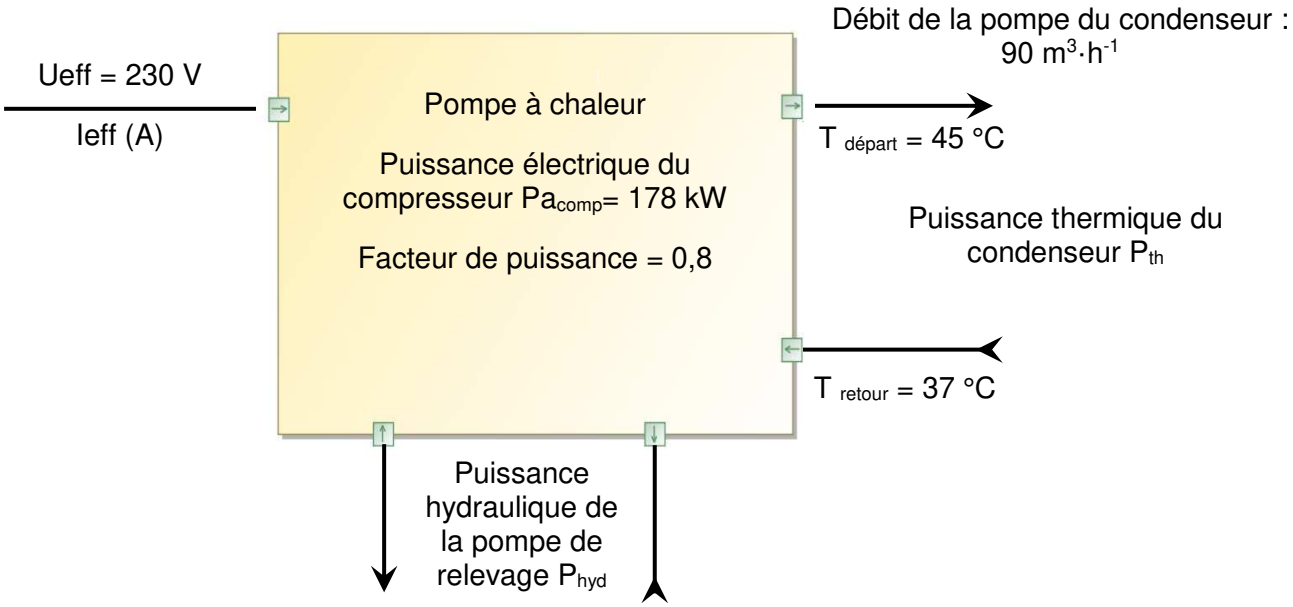
Puissance hydraulique

$$P_{hyd} = \rho \text{ x } g \text{ x } H \text{ x } Q$$

P_{hyd} : puissance hydraulique de la pompe en W
ρ : masse volumique de l'eau, soit 1000 $kg \cdot m^{-3}$
g : accélération de la gravité, soit 9,81 $m \cdot s^{-2}$
H : hauteur manométrique en m
Q : débit de la pompe de relevage en $m^3 \cdot s^{-1}$

DTS9 – Schéma bloc de la pompe à chaleur géothermique

La température constante de la nappe phréatique tout au long de l'année permet de puiser les calories pour chauffer et rafraîchir les espaces de la piscine toute l'année.



Le débit de l'eau puisée dans la nappe phréatique : 114 $m^3 \cdot h^{-1}$

PAGE BLANCHE LAISSÉE INTENTIONNELLEMENT.

NE RIEN ÉCRIRE DESSUS

DRS1 – Éclairage de la salle polyvalente

Question A.1	Longueur de la salle :	L =
Question A.1	Largeur de la salle :	l =
Donnée	Hauteur du plan utile :	hu = 0,8 m
Question A.1	Hauteur totale de la salle :	ht =
Question A.1	Éclairement recommandé :	E =
Question A.2	Hauteur du luminaire :	h =
Question A.2	Indice du local :	K =
Facteur de réflexion et d'utilance		
Question A.3	Réflexion du plafond :	
Question A.3	Réflexion des murs :	
Question A.3	Réflexion du plan utile :	
Question A.3	Facteur d'utilance :	U =
Nombre de luminaires		
Donnée	Facteur de maintenance :	D = 1
Question A.4	Flux lumineux à produire :	F =
Question A.5	Flux lumineux du luminaire :	F_L =
Question A.6	Nombres de luminaires :	N =

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

DRS2 – Consommations théoriques de l'éclairage

	Puissance électrique totale des luminaires (W)	Consommation électrique hebdomadaire (kW·h)	Consommation électrique annuelle (kW·h)
Accueil	589		2 035,7
Halle des bassins	41 000		
Cafétéria	221		763,7
Sanitaires + douches + vestiaires		190,08	
Vestiaires et douches pour les scolaires		13,2	633,6
Zones techniques		403,2	
Bureaux		20,125	965,8
Salle polyvalente	900	3,6	
Salle de musculation			236,6
	Total		

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	
Chauffage de l'air	227,3			
Production ECS	29,3			

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

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.