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

SYSTÈMES D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE

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 32 pages numérotées de 1/32 à 32/32.

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.

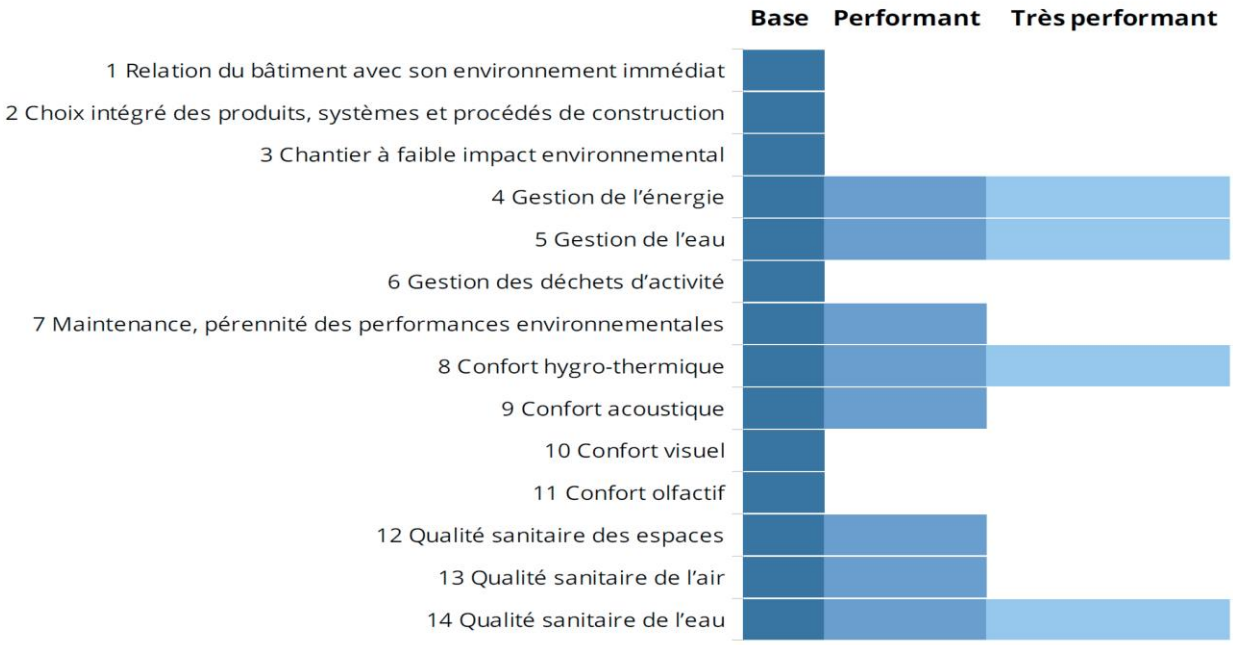


La démarche HQE comprend trois volets indissociables :

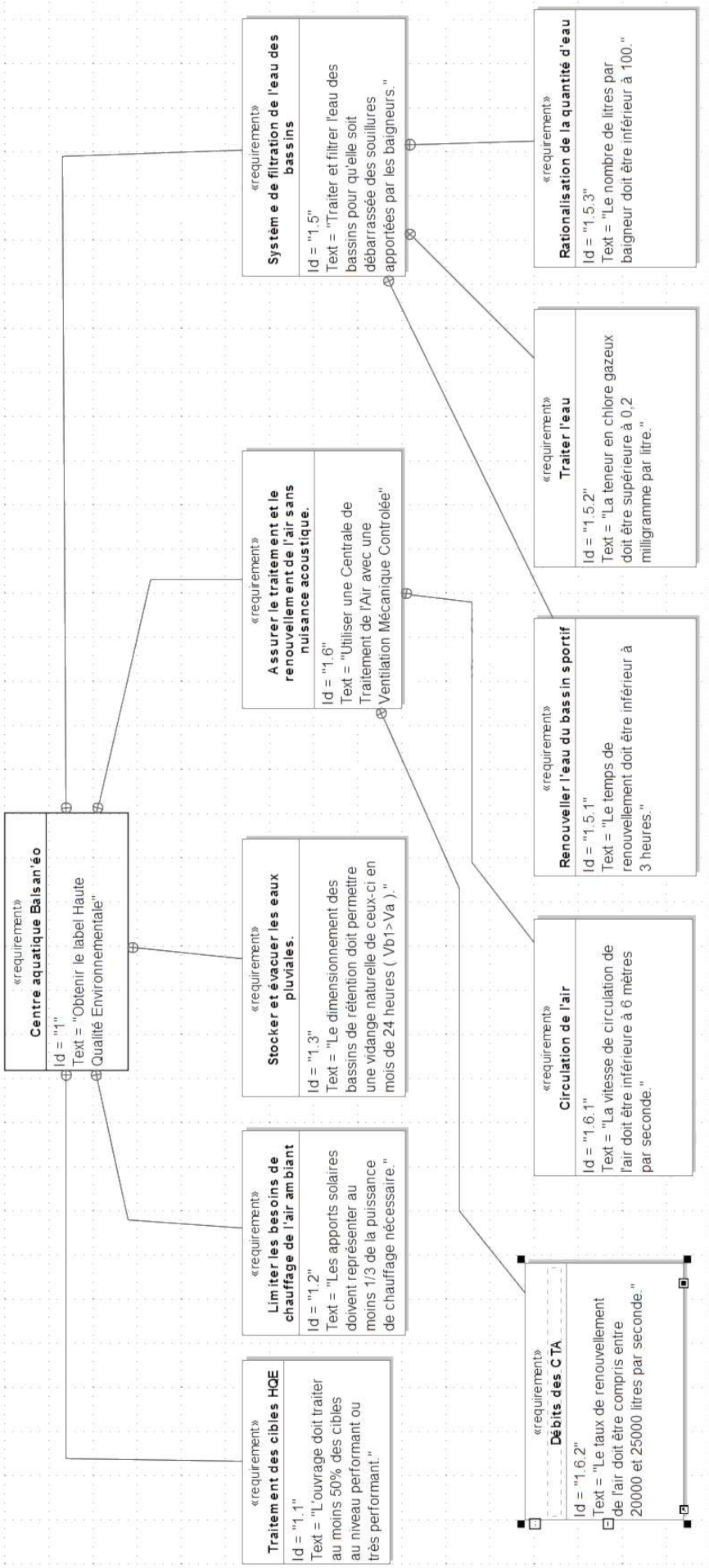
- Un système de management environnemental de l'opération (SME) où le maître d'ouvrage fixe ses objectifs pour l'opération et précise le rôle des différents acteurs.
- 14 cibles qui permettent de structurer la réponse technique, architecturale et économique aux objectifs du maître d'ouvrage.
- Des indicateurs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

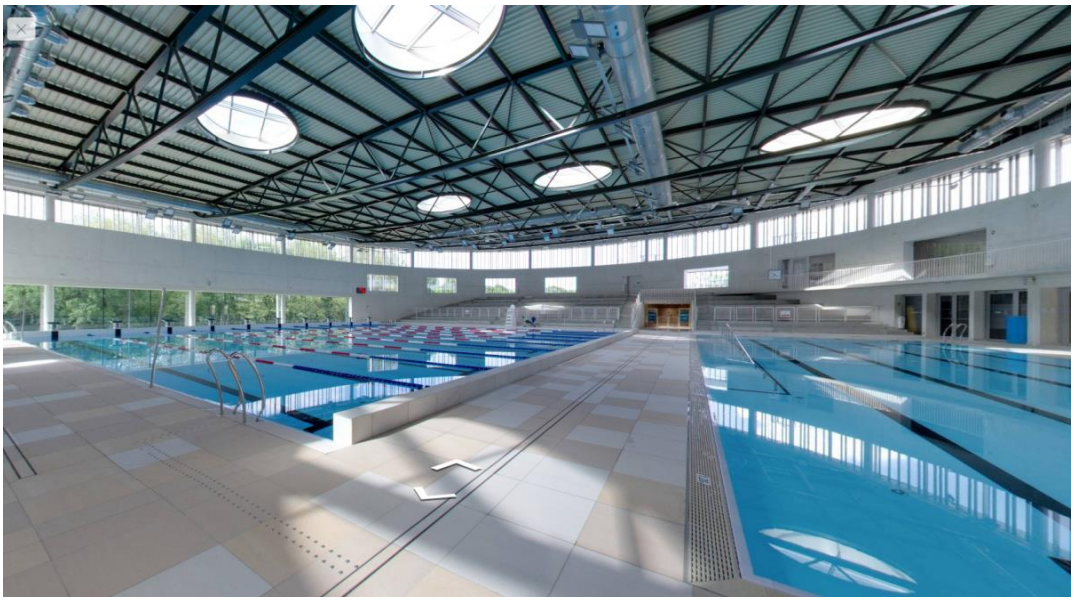


DT3 – Vues du centre aquatique

Bassins sportifs/apprentissage et balnéo



Halle bassins sportifs/apprentissage

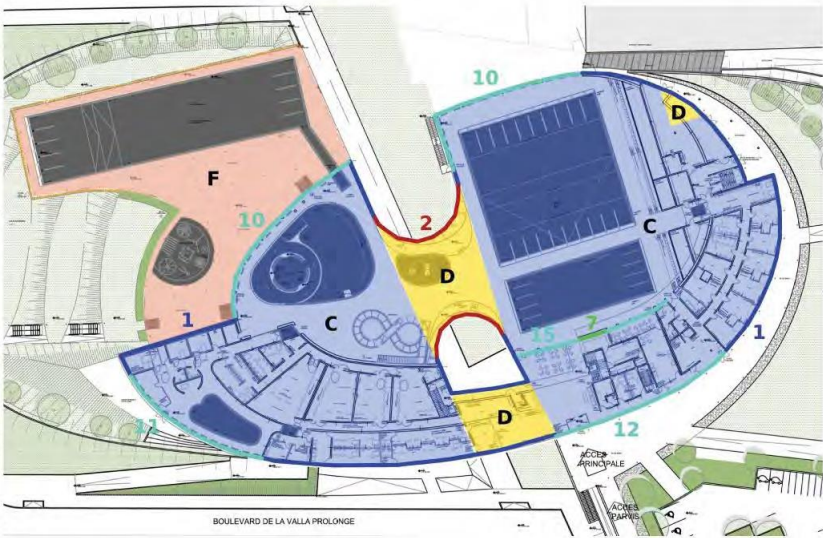


DT4 – Types de parois par niveau

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

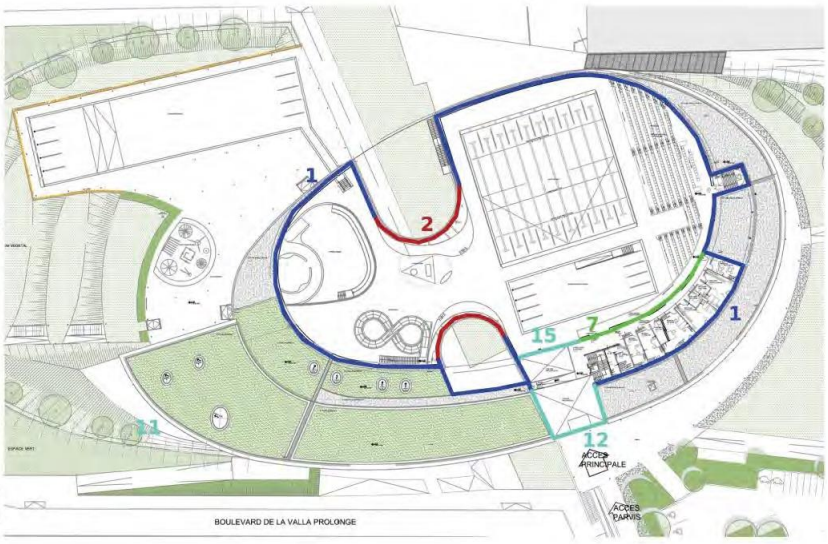
PAROIS HORIZONTALES
A / 25 cm sur bac acier
B / 16 cm sur dalle
C / 12 cm en sous-face
D / 24 cm sous dalle
E / 12 cm sous dalle
F / 4 cm sur dalle



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

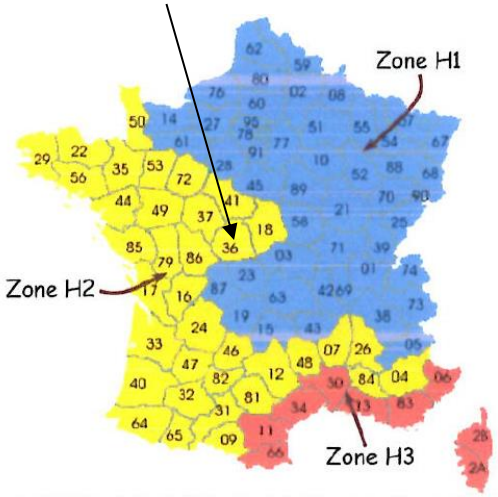
Températures annuelles extérieures à Châteauroux

	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

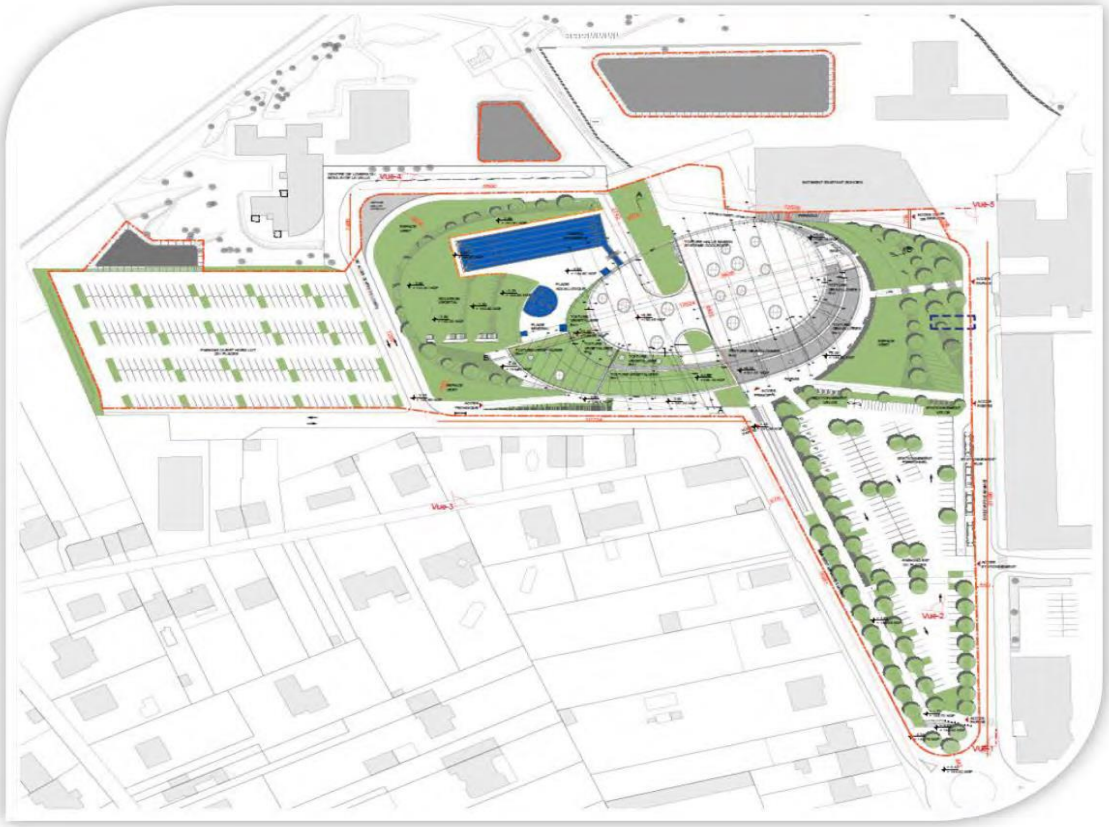
Orientation	Surface brute	Surface opaque	Surface vitrée
Verticale Sud	1 421 m^2	1 129 m^2	292 m^2
Verticale Est	1 408 m^2	1 200 m^2	208 m^2
Verticale Nord	1 430 m^2	1 155 m^2	274 m^2
Verticale Ouest	1 222 m^2	959 m^2	263 m^2
Horizontale	3 105 m^2	2 912 m^2	193 m^2

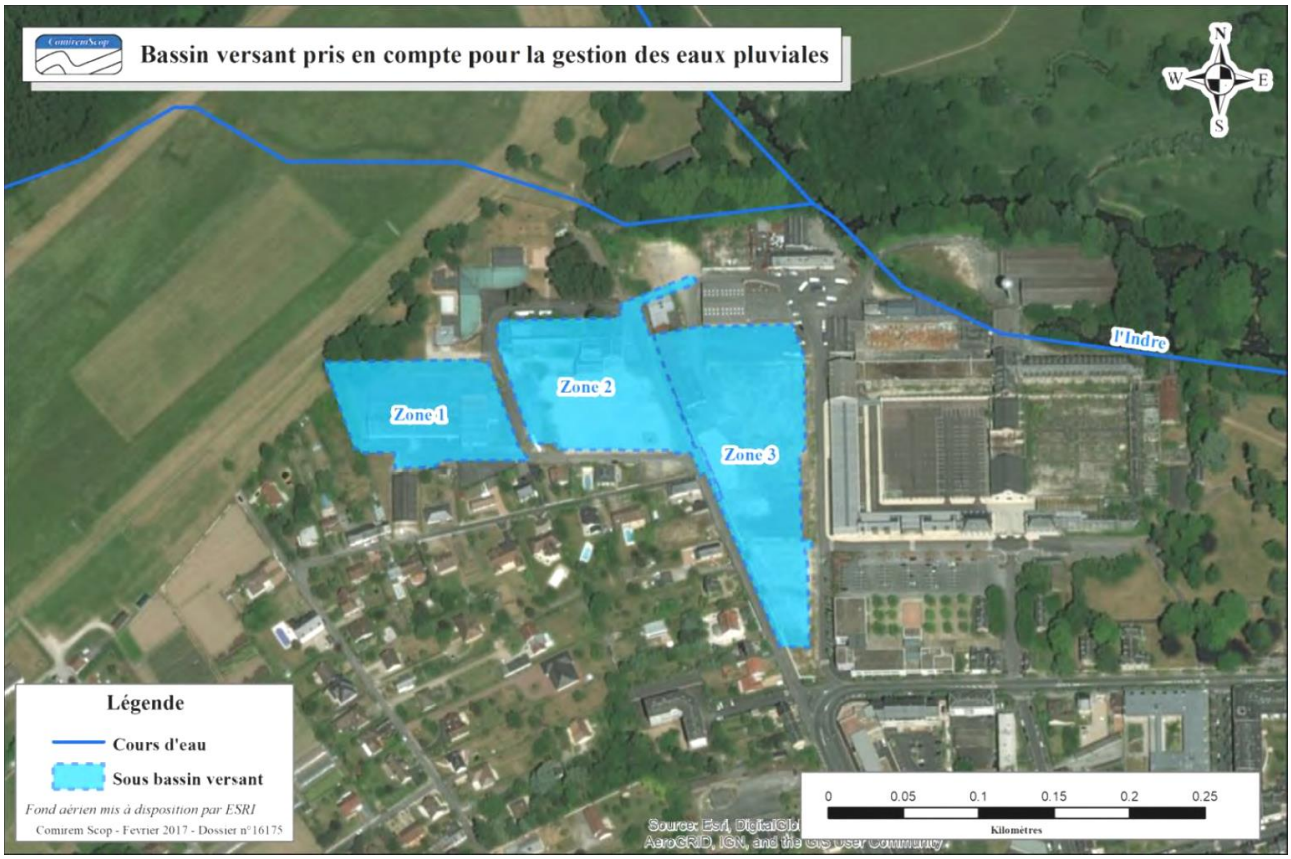
Irradiation solaire à Châteauroux (I_s)



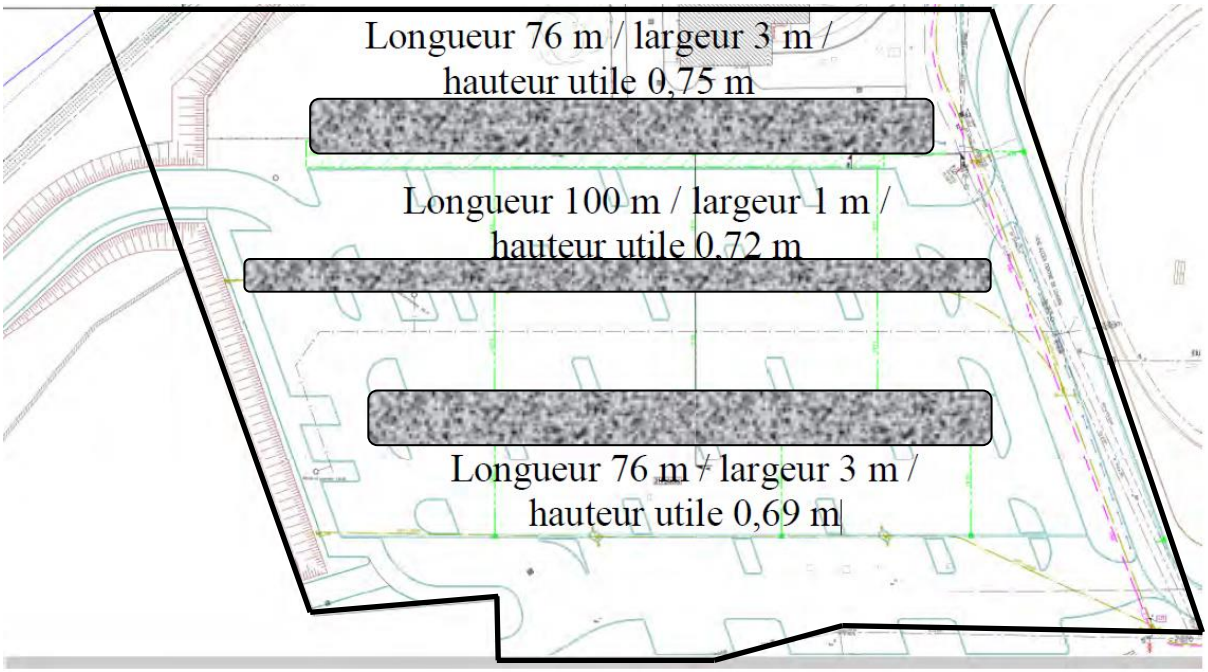
Zone	Orientation	Valeurs d'irradiation solaire Is en W/m²											
		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Zone H1	Is Sud	44,3	76,2	99,5	94,1	99,4	107,4	123,5	127,9	117,6	81,6	40,2	37,9
	Is Ouest	23,4	46,4	72,4	80,2	97,4	116,8	129	116,4	82,3	52,5	26,3	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



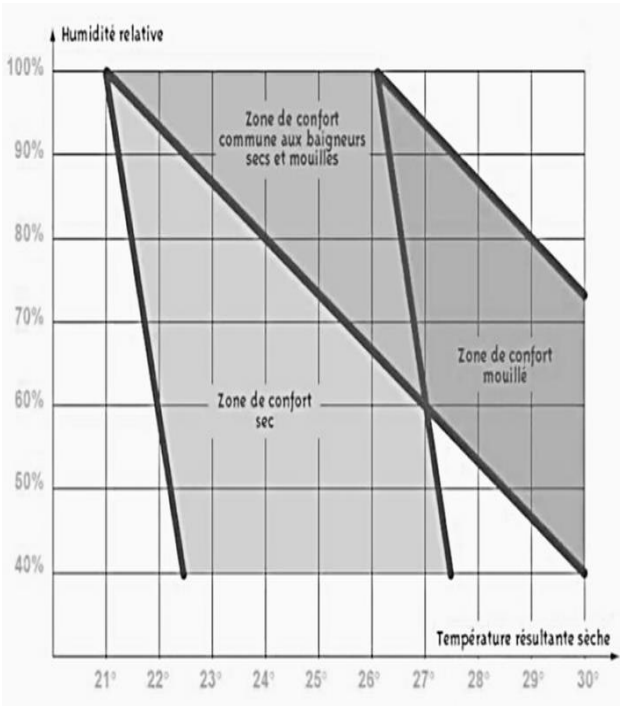
DT8 – Maintien de la qualité de l'air

- 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 :

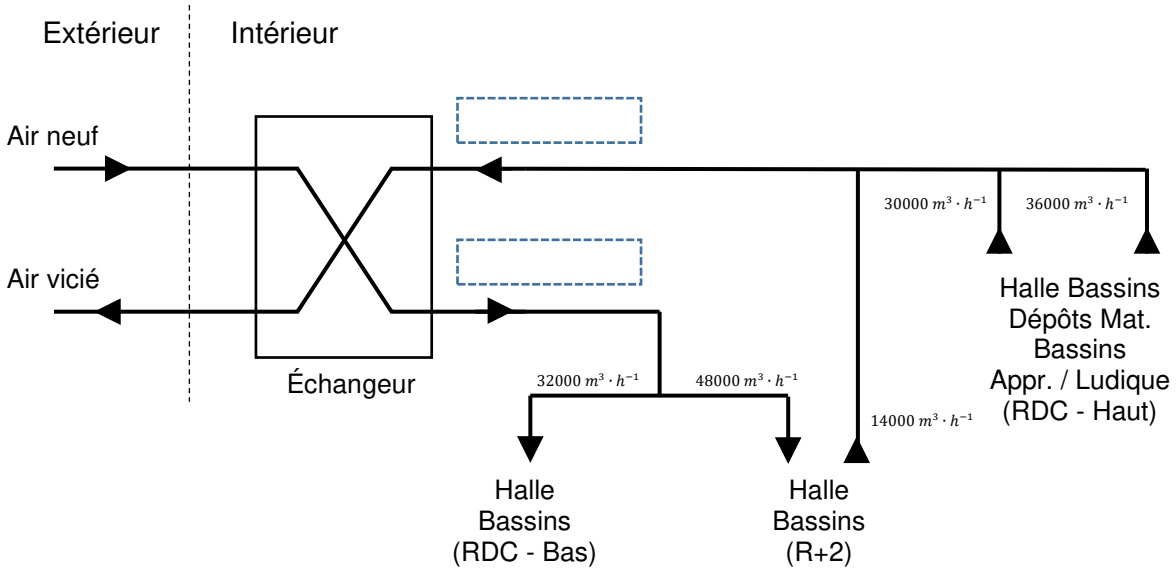
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

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 : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

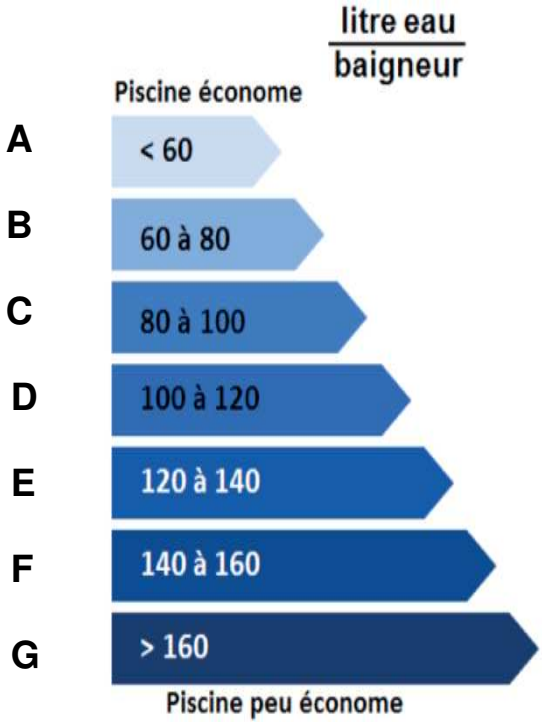
1.2

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)

SYSTÈMES D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE

Centre aquatique Balsan'éo



- **Présentation de l'étude et questionnement**..... pages 22 à 25
- **Documents techniques**..... pages 26 à 29
- **Documents réponses** ..... pages 30 à 32

Mise en situation

Dans le centre aquatique Balsan'éo à Châteauroux, la gestion des données est assurée par un système d'information représenté dans le document technique DTS1.

Travail demandé

Partie A – Comment transmettre des informations techniques entre plusieurs réseaux de communication ?

L'objectif est de s'intéresser à la transmission des informations techniques via les réseaux de communication dédiés au contrôle/commande et à la supervision.

Plusieurs réseaux de communication coexistent dans le centre aquatique dont un pour la partie gestion technique dédiée aux consommations électriques, d'eau et de gaz, ainsi que des analyses d'eau et régulations de températures. Les différents constituants de cette partie communiquent entre eux via un réseau Ethernet et les capteurs transmettent les informations via un réseau Modbus à travers les API.

Question A.1 DTS1 DTS2 DRS1	Sachant que le CIDR est /26, **définir** le masque de sous réseau en décimal pointé sur le document réponse.

Question A.2 DTS1 DTS2 DRS1	**Déterminer** le nombre d'adresses disponibles ainsi que la plage des adresses IP disponibles pour les fonctions visées sur le document réponse.

Question A.3 DTS1 DTS2 DRS1	**Écrire** l'adresse du sous réseau pour les API sur le document réponse.

Question A.4 DTS1 DTS2 DRS1	**Écrire** l'adresse de broadcast pour les API sur le document réponse.

Le protocole Modbus-TCP est utilisé pour faire transiter les informations relevées par les différents capteurs, puis transmises au système de supervision via les automates. Un extrait de trame en hexadécimal a été capturé :

```
0000   00 80 33 10 3B 48 d4 be 85 ab a9 5a 08 00 45 00
0001   00 2b 06 45 40 00 80 06 C6 0d c0 14 01 07 c0 14
0002   01 19 2f 5d 01 f6 55 4e a9 a0 83 9a 5d 14 50 18
0003   fe 0d 1e 7e 00 00 04 0d 00 00 00 06 01 01 00 04
0004   00 02
```

Question A.5 DTS2 DTS3 DRS2	À l'aide des documents techniques, **définir** l'adresse IP source et l'adresse IP de destination de cette trame sur le document réponse. **En déduire** les constituants ou éléments techniques en communication.

Un extrait d'une trame réponse Modbus en hexadécimal a été capturé. Elle répond à la question : "Quelle est la température du bassin sportif ?"

```
... 03 12 00 00 00 05 01 03 02 19 25
```

Question A.6 DTS3 DRS3	**Décoder** cette trame Modbus sur le document réponse.

Question A.7 DRS4	Sur le document réponse**, choisir** la technique de communication retenue entre le réseau Ethernet et le protocole Modbus-TCP. **Justifier** votre réponse.

Partie B – Comment réguler la température de chauffage de l'air ambiant du centre aquatique ?

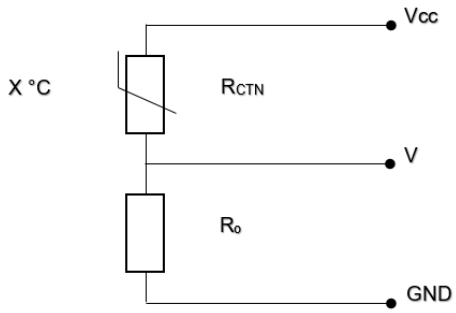
L'objectif est de s'intéresser à l'acquisition de la température et à son traitement pour commander le chauffage de l'air ambiant du centre aquatique.

Acquisition de la température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant est contrôlée par une sonde à semi-conducteur dont la résistance R_{CTN} varie avec la température X. Ici, la résistance diminue lorsque la température augmente (Coefficient de Température Négatif).

Le schéma de raccordement de la sonde ci-dessous permet de générer une tension V image de la température intérieure X.

Vcc = 5 V
R_0 = 10 kΩ
$V = [R_0 / (R_0 + R_{CTN})] \times Vcc$



Question B.1
DTS4

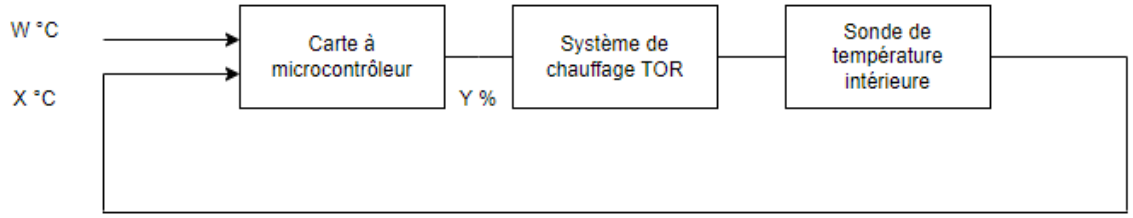
À l'aide du document technique, **relever** la résistance R_{CTN} de la sonde lorsque la température de l'air ambiant X = 25 °C.

Question B.2

À partir de la relation ci-dessus, **déterminer** la tension V image de la température de l'air ambiant X.

Commande du chauffage de l'air ambiant

Le chauffage de l'air ambiant est commandé par une carte à microcontrôleur à entrées analogiques 0 - 10 V. Le programme implanté dans le microcontrôleur permet une régulation de température à hystérésis. Cette solution technologique, retenue en raison d'un chauffage commandé en TOR, est représentée par le schéma-blocs ci-dessous :



Question B.3
DTS5

À l'aide du document technique, **calculer** l'hystérésis de température de l'air ambiant **ΔW** en **°C**.

Question B.4
DRS5

Sur le cycle d'hystérésis Y = f(X), **représenter** le sens du parcours du cycle par des flèches dans les cercles.

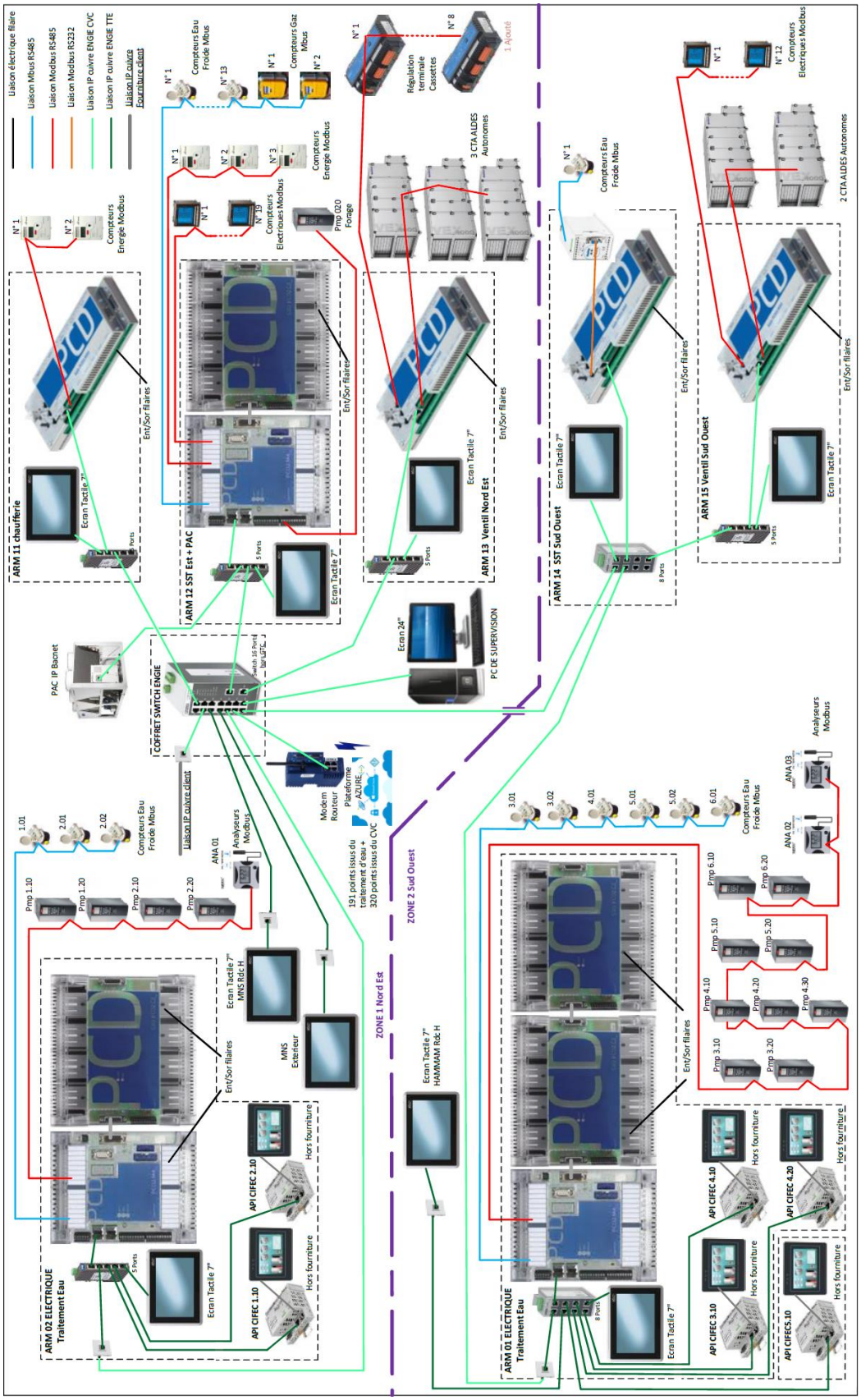
Tracer la commande Y (%) du système de chauffage en fonction du temps t (min).

Question B.5
DRS6

Sur le document réponse, **compléter** l'algorigramme de température à hystérésis de la carte à microcontrôleur.

Question B.6 DTS5	À partir de l'évolution de la température de l'air ambiant X(t) présentée dans le document technique, **commenter** la dynamique de cette température résultant de la régulation TOR à deux seuils ainsi que son impact sur la précision.

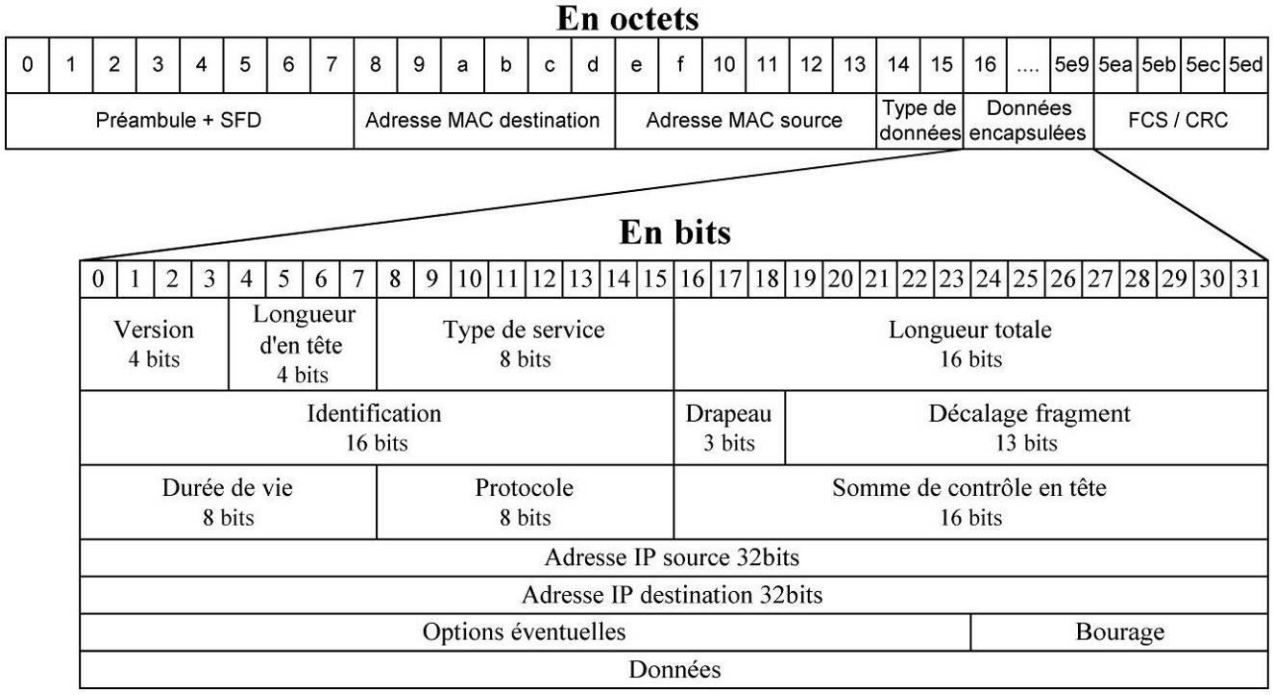
DTS1 – Synoptique du réseau



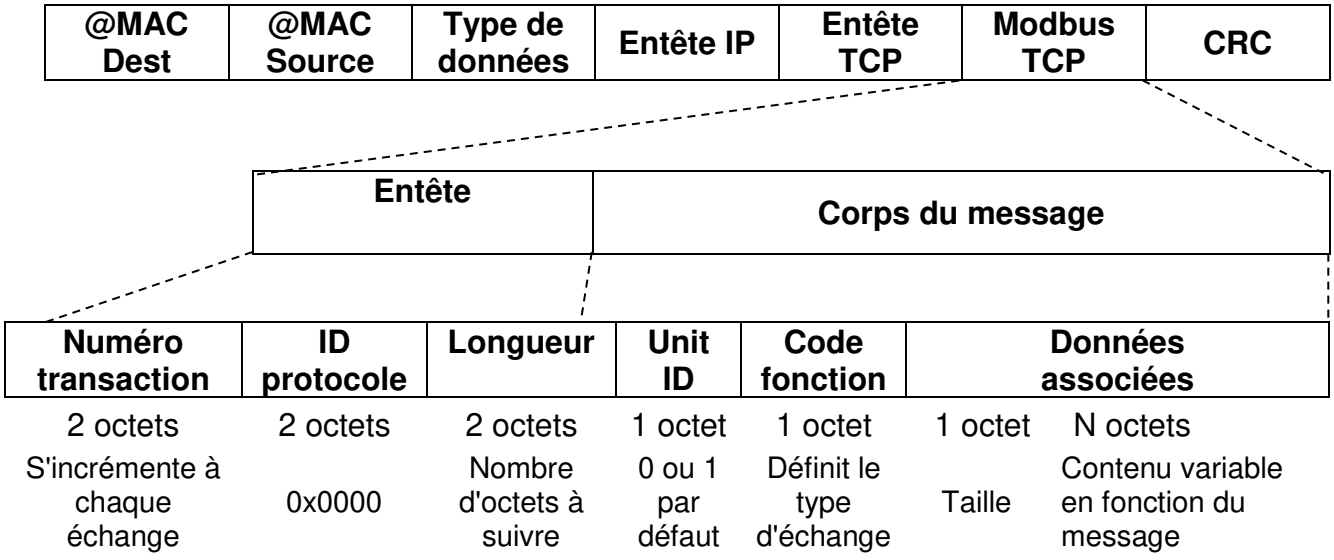
DTS2 – Adresse IP des équipements techniques

Équipement technique	Adresse IP
Automate Traitement d'Eau n°1 - ARM01	192.20.1.001
Écran Traitement d'Eau n°1 - ARM01	192.20.1.002
Automate CIFEC n°3.10 - ARM01	192.20.1.003
Automate CIFEC n°4.10 - ARM01	192.20.1.004
Automate CIFEC n°4.20 - ARM01	192.20.1.005
Automate CIFEC n°5.10 - ARM01	192.20.1.006
Automate Traitement d'Eau n°2 - ARM02	192.20.1.007
Écran Traitement d'Eau n°2 - ARM02	192.20.1.008
Automate CIFEC n°1.10 - ARM02	192.20.1.009
Automate CIFEC n°2.10 - ARM02	192.20.1.010
Écran tactile - MNS RdC H	192.20.1.011
Écran tactile - MNS Extérieur	192.20.1.012
Écran tactile - HAMMAM RdC H	192.20.1.013
Automate CVC - ARM11 Chaufferie	192.20.1.014
Écran CVC - ARM11 Chaufferie	192.20.1.015
Automate CVC - ARM12 SST Est	192.20.1.016
Écran CVC - ARM12 SST Est	192.20.1.017
PAC	192.20.1.018
Automate CVC - ARM13 Ventil Nord	192.20.1.019
Écran CVC - ARM13 Ventil Nord	192.20.1.020
Automate CVC - ARM14 SST Sud-ouest	192.20.1.021
Écran CVC - ARM14 SST Sud-ouest	192.20.1.022
Automate CVC - ARM15 Ventil Ouest	192.20.1.023
Écran CVC - ARM15 Ventil Ouest	192.20.1.024
Pc Supervision	192.20.1.025
Modem routeur	192.20.1.026
PC1 automaticien	192.20.1.027
PC2 automaticien	192.20.1.028
Dispo	192.20.1.029
Pupitre CIFEC n°1.10 - ARM02	192.20.1.030
Pupitre CIFEC n°2.10 - ARM02	192.20.1.031
Pupitre CIFEC n°3.10 - ARM01	192.20.1.032
Pupitre CIFEC n°4.10 - ARM01	192.20.1.033
Pupitre CIFEC n°4.20 - ARM01	192.20.1.034
Pupitre CIFEC n°5.10 - ARM01	192.20.1.035

DTS3 – Protocole Ethernet et Modbus-TCP



Un **Modbus-TCP** est encapsulée dans une trame Ethernet-TCP-IP



Code Fonction	Description
1	Lecture de bits (coils)
2	Lecture de bits d'entrée (discret inputs)
3	Lecture de mots (holding registers)
4	Lecture de mots d'entrée (input registers)
5	Écriture de 1 bit
6	Écriture de 1 mot
15	Écriture de n bits
16	Écriture de n mots

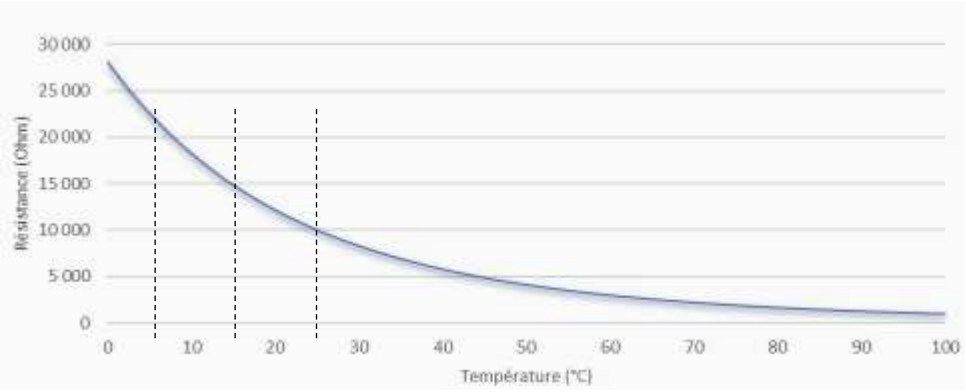
Exemples :

- Fixer la vitesse de rotation d'un ventilateur : fonction 6
- Relever les mesures d'un compteur d'énergie : fonction 3 ou 4
- Afficher l'état des disjoncteurs : fonction 1

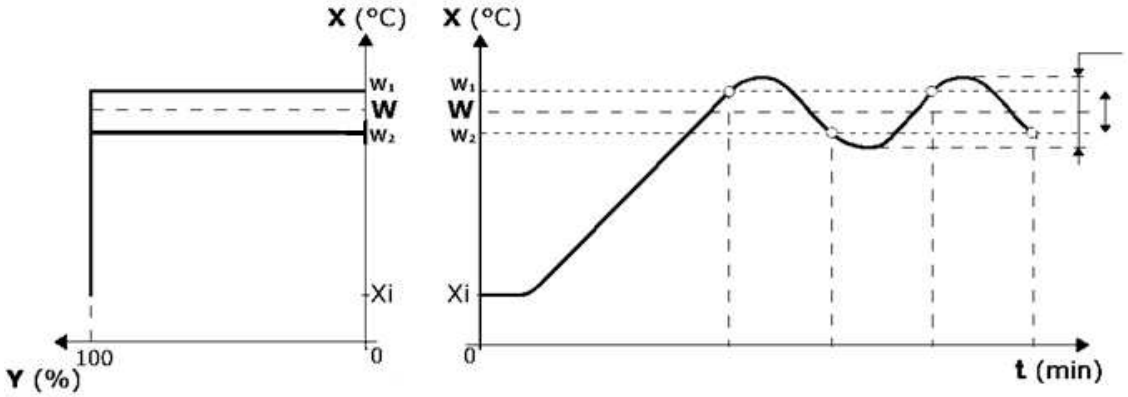
Données associées :

- Taille : 1 octet, donne le nombre d'octet valeur.
- Valeur N octets, par exemple, pour un relevé de température, le premier octet donne la partie entière et le deuxième octet donne la partie décimale.

DTS4 – Courbe caractéristique de la sonde



DTS5 – Grandeurs impliquées dans la régulation TOR à deux seuils



W_1 : consigne de température haute de l'air ambiant → $W_1 = W + 1$ °C

W_2 : consigne de température basse de l'air ambiant → $W_2 = W - 1$ °C

W : consigne de température de l'air ambiant → W = 25 °C

ΔW : hystérésis de température de l'air ambiant en °C → $\Delta W = W_1 - W_2$

X : mesure de température de l'air ambiant en °C

X_i : mesure de température de l'air ambiant à l'instant initial en °C

PAGE BLANCHE LAISSÉE INTENTIONNELLEMENT.

NE RIEN ÉCRIRE DESSUS

DRS1 – Déchiffrage du réseau

Question	Énoncé	Réponse
QA.1	Masque de sous réseau /26	
QA.2	Nombre d'adresses	
QA.2	Plage d'adresses	
QA.3	Adresse de sous réseau	
QA.4	Adresse de diffusion (broadcast)	

DRS2 – Protocole Modbus-TCP

Énoncé	Décimal pointé	Nom de l'élément
Adresse IP Source		
Adresse IP Destinataire		

DRS3 – Température du bassin sportif

Énoncé	Réponse en hexadécimal	Réponse en décimal
Numéro de la transaction		
Nombre d'octets envoyés		
Code fonction		
Nombre d'octet pour la valeur		
Température transmise		

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 : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

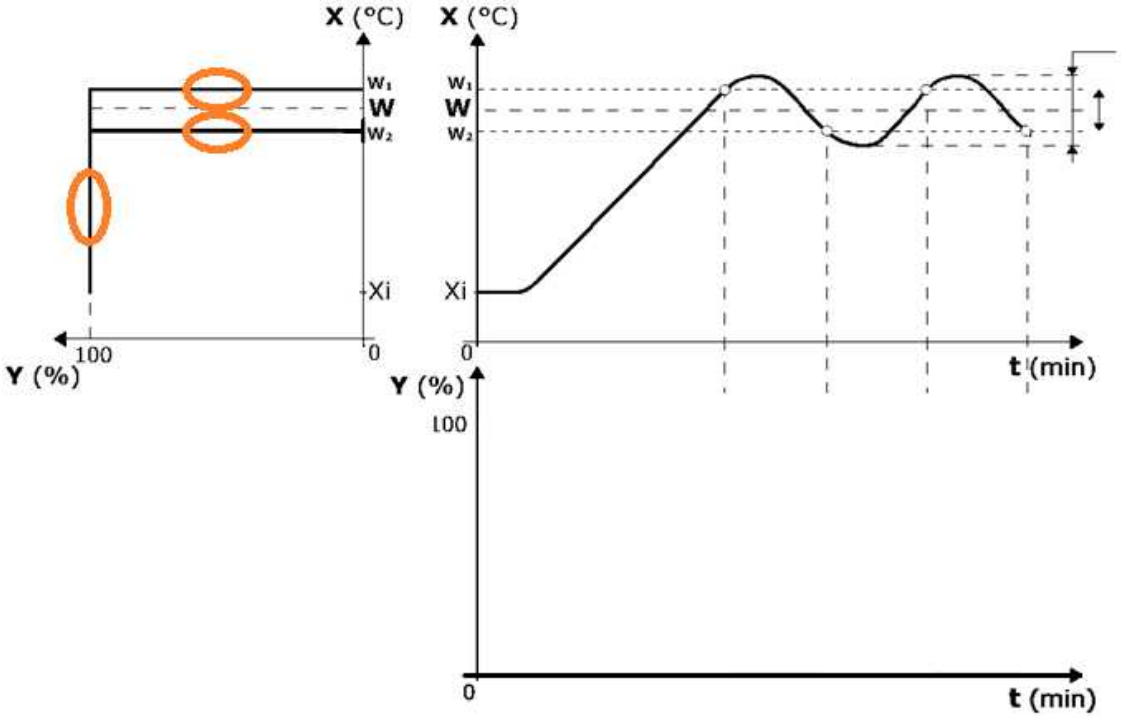
1.2

DRS4 – Communication entre Ethernet et MODBUS-TCP

☐	Ordonnancement
☐	Commutation
☐	Encapsulation
☐	Protocole

Justification :

DRS5 – Commande du chauffage à hystérésis



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

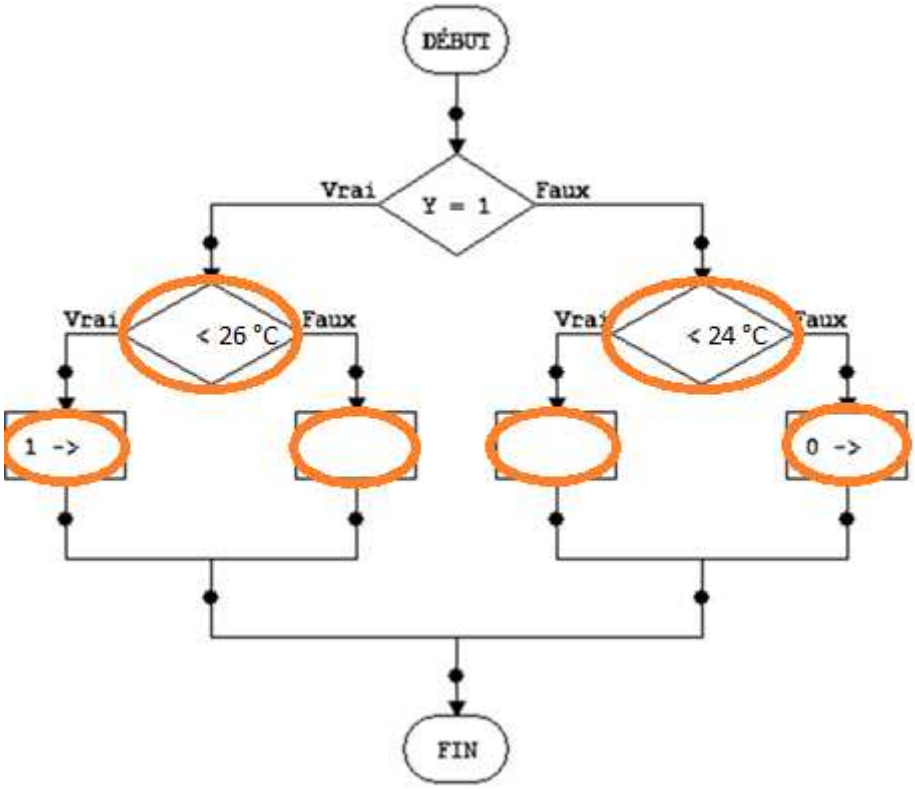
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

DRS6 – Algorigramme de température à hystérésis



X : mesure de température de l'air ambiant en °C

Y : commande du chauffage

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.