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 2022

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, innovation et développement durable

ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT

Jeudi 12 mai 2022

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 31 pages numérotées de 1/31 à 31/31.

Constitution du sujet :

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

❖ **La partie commune comporte 6 parties dont 2 au choix.**

À traiter obligatoirement	**À traiter au choix**
Partie commune : • partie 1 • partie 2 • partie 5 • partie 6	**Partie commune :** • soit la partie 3 • soit la partie 4 **Une seule de ces 2 parties doit être traitée**

❖ **La partie spécifique comporte 3 parties qui sont toutes à traiter obligatoirement.**

Tous les documents réponses sont à rendre avec la copie.

Complexe aquatique de la Communauté de Communes de la Vallée de la Bruche

Boiséo



source google

- **Présentation de l'étude et questionnement**..... pages 3 à 10
- **Documents techniques DT1 à DT11** ..... pages 11 à 16
- **Documents réponses DR1 à DR2** ..... pages 17 à 18

Mise en situation

La noyade est la première cause de mortalité accidentelle chez les enfants.

" La moitié des collégiens, en fin de sixième, ne savent pas bien nager ", affirmait la ministre des Sports, Roxana Maracineanu, au Parisien en avril 2019.

L'accès aux piscines pour la plupart des jeunes français, surtout pour les ruraux, n'est pas toujours systématique. C'est dans ce contexte que la CCVB, Communauté de Communes de la Vallée de la Bruche, située dans le Bas-Rhin (67), a lancé une consultation relative à la réalisation d'une étude de faisabilité pour la construction d'un équipement aquatique sur la commune de La Broque. Le cabinet d'architectes IPK Conseil a alors été retenu pour mener à bien cette mission.
L'équipement aquatique de La Broque a pour vocation prioritaire l'apprentissage de la natation pour les scolaires et une vocation complémentaire dans le secteur santé-détente, en réponse à une spécificité touristique assez forte de la vallée.

Travail demandé

Partie 1 : pourquoi le savoir-nager est-il un enjeu sociétal préoccupant ?

Question 1.1 DT1	Sur copie, à partir du document technique DT1, **lister** les moments de la période de l'été 2018 où les pics de noyades sont les plus élevés. **Préciser** la particularité de cette année 2018.
Question 1.2 DT2	À l'aide du document DT2, **indiquer** le nombre d'élèves concernés dans la communauté de communes de la vallée de la Bruche.

Le projet Boiséo représente une opération d'envergure pour la CCVB, engageant la collectivité sur un projet destiné à couvrir les besoins de la population pour au moins les trois ou quatre prochaines décennies. Le bureau d'études IPK Conseil a dû tenir compte de nombreuses exigences lors de la conception de Boiséo.

Avant de démarrer toute installation et prévoir la sécurité dans un ERP (Établissement Recevant du Public), il est nécessaire de savoir à quelle catégorie le complexe aquatique se rapporte.

Catégorie ERP en fonction de la capacité d'accueil :

- Catégorie ERP 1 : à partir de 1 501 personnes
- Catégorie ERP 2 : de 701 à 1 500 personnes
- Catégorie ERP 3 : de 301 à 700 personnes
- Catégorie ERP 4 : jusqu'à 300 personnes

Question 1.3 DT2	**Rechercher** sur le document DT2 la capacité d'accueil du complexe Boiséo. **Indiquer** la catégorie ERP correspondante.

Question 1.4 DT2	À l'aide du document DT2, **classer** en trois catégories, sociale, économique et environnementale, les exigences contenues dans l'exigence principale « Bassin de vie » id = « 1 ».

Question 1.5	**Conclure** sur les causes des noyades, le savoir nager comme mission prioritaire et comment le complexe aquatique Boiséo répond à ce besoin.

Partie 2 : comment faciliter l'accès des bassins aux personnes à mobilité réduite (P.M.R.) ?

En France, la loi n° 2005-102, du 11 février 2005, « Loi pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées », vise à garantir une égalité de droits pour tous avec notamment la possibilité de se déplacer et d'accéder comme tout un chacun aux services, commerces, équipements …
Cette idée a été étendue aux personnes à mobilité réduite (P.M.R.). Les exigences à satisfaire sont décrites dans des arrêtés. Le document technique DT3 fournit des extraits de celui qui est actuellement en vigueur.

Les établissements recevant du public (E.R.P.), c'est-à-dire les magasins, bureaux, hôtels, piscines …, doivent être accessibles aux personnes en situation de handicap quel que soit celui-ci. Lors de la conception d'un bâtiment, comme le complexe aquatique Boiséo, des points de vigilance ont dû être définis pour rendre le bâtiment accessible à tous.

Étape 1, le parking : comment créer des zones de stationnement adaptées ?

Le parking prévu pour ce complexe aquatique contient 3 places pour les bus, 120 places pour les véhicules légers, 8 emplacements pour les motos. Un parc à vélos composé de 20 supports en arceaux complète l'équipement du stationnement.

Question 2.1 DT3	À l'aide du document technique DT3, **préciser** comment la signalétique horizontale et verticale associée au stationnement d'une P.M.R. sont matérialisées (sur l'extrait du parking en bas du plan).

Question 2.2 DT3	**Calculer** le nombre minimal de places adaptées à réserver aux P.M.R dans la zone de stationnement pour le public.

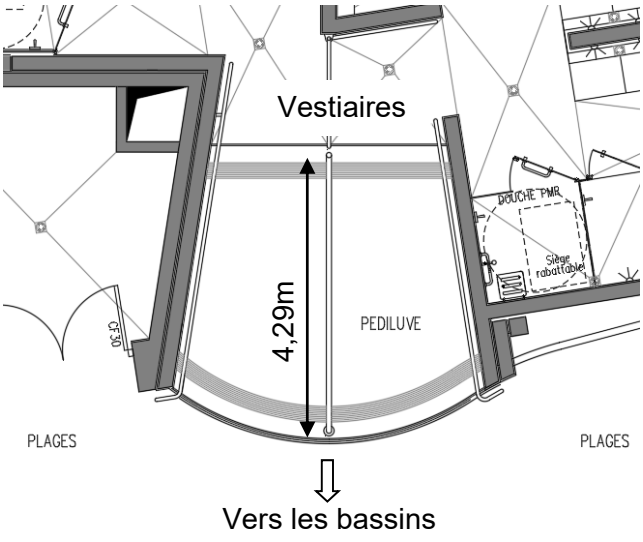
Question 2.3 DT3	À partir de l'échelle indiquée sur le document technique DT3, **mesurer** la longueur et la largeur d'une place de stationnement pour P.M.R. **Calculer** les dimensions réelles de la place de stationnement en mètres.
Question 2.4 DT3	À l'aide du document DT3, **conclure** vis-à-vis du respect de l'arrêté du 20 avril 2017 sur les dimensions des places de parking.

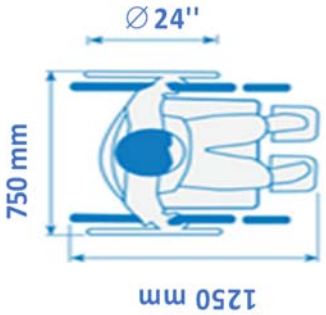
Étape 2, le cheminement extérieur : comment accéder sans effort et sans obstacle à l'entrée du bâtiment ?

Question 2.5 DT3	À partir du document technique DT3, **relever** les altitudes et la longueur de la zone 3 ; **calculer** la pente, en pourcentage, de la zone 3 ; **justifier** l'existence de la zone 4.

Étape 3 : l'accès aux bassins respecte-t-il les normes ?

Les usagers du centre aquatique, après s'être dévêtus et avoir pris une douche, vont accéder aux bassins en passant obligatoirement par un pédiluve.





La figure ci-dessus donne le gabarit d'encombrement d'un fauteuil roulant. Une roue arrière de fauteuil a un diamètre de 24" (pouces), soit 610 mm.

Question 2.6	**Relever** la longueur du pédiluve. **Vérifier** que cette longueur est supérieure ou égale à 2 tours de roue de fauteuil pour s'assurer qu'elles soient entièrement nettoyées.

Partie 3 : comment protéger les usagers contre les éléments climatiques ?

Un auvent couvre l'entrée du centre aquatique afin de limiter les effets de la neige et de la pluie sur les usagers.

Question 3.1 DT4	Grâce au document technique DT4, **définir** la fonction assurée par le poteau étudié.
Question 3.2 DT4	Parmi les 4 sollicitations : traction ; compression ; flexion ; torsion ; **indiquer** celle que subit le poteau.
Question 3.3 DT4	• **Calculer** l'action permanente G appliquée au poteau, à partir de g et de S. • **Calculer** l'action due à la neige Sn appliquée au poteau, à partir de sn et de S. • **Calculer** l'intensité de la force F appliquée au poteau.
Question 3.4 DT4	En prenant F = 37 kN, **calculer** la contrainte subie par le poteau. **Déterminer** le coefficient de sécurité au regard de la limite d'élasticité du poteau. En **déduire** que le tube est correctement dimensionné.

Partie 4 : comment contrôler l'accès à la piscine Boiséo ?

À l'entrée de la piscine, des caisses permettent l'achat de billets sous différentes formes : billets uniques, abonnements, cartes rechargeables, etc. L'accès aux bassins se fait alors par un système de « tourniquets ».

Le billet est lu et, s'il est valide, le « tourniquet » est débloqué pour autoriser le passage de la personne. Cette personne est alors comptabilisée parmi les présents au sein de l'établissement.

Dans le sens de la sortie, ce même tourniquet se débloque par appui sur un bouton poussoir et la personne est décomptée.

Tourniquet



Lecteur de cartes et tickets

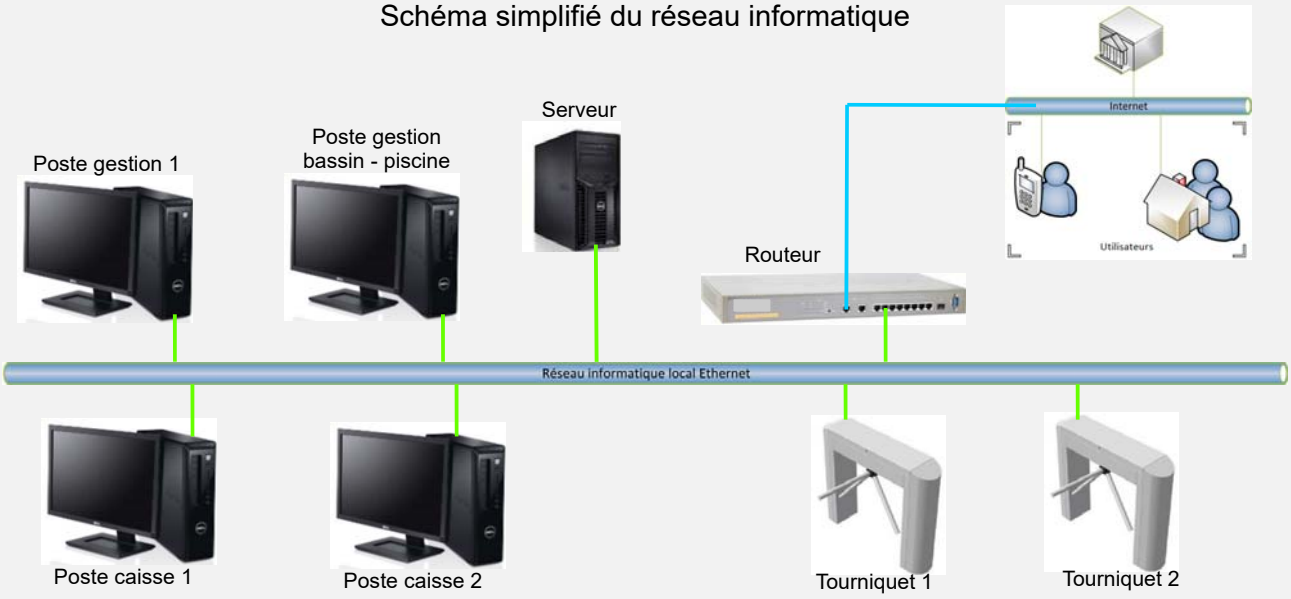


Bouton « sortie »



L'ensemble de ce système (tourniquets, caisses, etc) est connecté à un réseau informatique local dont l'architecture simplifiée est présentée ci-dessous.

Schéma simplifié du réseau informatique



Configuration du réseau informatique

Question 4.1 DR1	Sur le DR1, **proposer** dans les parties grisées des adresses IP des clients du réseau informatique local de la piscine « Boiséo ».
Question 4.2	**Préciser** le nombre maximal de clients que l'on pourrait ajouter au réseau informatique.

Contrôle du sens de passage

Chaque tourniquet permet de gérer les flux entrant et sortant des personnes. Un système d'alarme détecte les personnes circulant dans le mauvais sens.

Par exemple, si une personne souhaite sortir de la piscine, elle presse le BP « sortie » pour débloquer le tourniquet. Si le tourniquet tourne dans le sens du flux d'entrée, une alarme retentit. Il en est de même pour une personne qui souhaite accéder à la piscine.

Le personnel des caisses peut couper le signal d'alarme en acquittant le défaut.

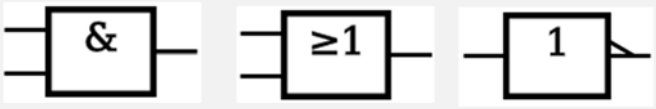
L'équation logique qui lance cette alarme est la suivante :

$$ALARME = \big((SD.SED) + (ED.SSD)\big).\overline{AA}$$

Avec : SD : Sortie Demandée
ED : Entrée Demandée
SSD : Sens Sortie Détecté
SED : Sens Entrée Détecté
AA : Acquittement Alarme

Question 4.3 (DR1) | Sur le DR1, à partir de l'équation logique de l'alarme, **compléter** les parties grisées de sa table de vérité partielle.

Question 4.4 | En utilisant les symboles ci-dessous, **représenter** le schéma logique de la sortie *ALARME*.



Partie 5 : comment estimer les possibilités de récupération d'énergie solaire sur le toit de la piscine Boiséo et gérer le chauffage des bassins ?

Question 5.1 (DT5) | À l'aide du document technique DT5, **calculer** la surface maximale S_t en m^2 de toiture de la piscine Boiséo sur laquelle il est possible d'installer des panneaux solaires (toitures terrasse 1 + terrasse 2).

Question 5.2 (DT6) | À partir du document technique DT6, **relever** la valeur de l'irradiance (rayonnement solaire) quotidienne moyenne en $kW{\cdot}h{\cdot}m^{-2}{\cdot}jour^{-1}$.

Question 5.3 | En prenant l'irradiance I = 3 $kW{\cdot}h{\cdot}m^{-2}{\cdot}jour^{-1}$, et S_t = 350 m², **calculer** l'énergie quotidienne théorique totale W_{tq} en $kW{\cdot}h{\cdot}jour^{-1}$ récupérable sur les toitures des deux terrasses.

Question 5.4 | En prenant W_{tq} = 1000 kW·h·jour^{-1}, et sachant que les panneaux solaires thermiques ont un rendement moyen de 80 %, **calculer** l'énergie quotidienne W_{psth} en kW·h·jour^{-1} récupérable par ces panneaux.

La régulation de température de l'eau des bassins de la piscine se fait à l'aide de capteurs implantés sur le circuit d'eau des bassins et sur le circuit du fluide caloporteur des panneaux solaires thermiques. À partir de ces relevés, la source d'énergie est sélectionnée pour chauffer l'eau des bassins.

Question 5.5

DR2

Pour sélectionner la source d'énergie en fonction des températures de l'eau des bassins et du fluide caloporteur des panneaux solaires, **compléter** les zones grisées de l'algorigramme du document réponse DR2.

Partie 6 : comment optimiser la gestion des énergies pour le chauffage de l'eau des bassins, de l'eau chaude sanitaire et des locaux ?

La piscine Boiséo a un besoin important en énergie thermique destinée à :

- chauffer l'eau des bassins ;
- chauffer l'eau chaude sanitaire (ECS) pour les douches, les lavabos, et le local du personnel ;
- chauffer les locaux.

Question 6.1

DT2

Identifier sur le diagramme des exigences DT2 les 3 sources qui alimentent la piscine en énergie.

Préciser pour chacune d'elles s'il s'agit d'une énergie renouvelable ou non-renouvelable, d'une énergie primaire ou secondaire.

Question 6.2 | De ces trois sources d'énergie, **préciser** celle qui devrait être mise en œuvre en priorité et pour quelles raisons.

La production d'énergie thermique est assurée par 3 systèmes :

- des panneaux solaires thermiques posés horizontalement sur le toit du bâtiment, d'une puissance de 45 kW ;
- trois pompes à chaleur (PAC) d'une puissance totale de 75 kW ;
- une chaudière à gaz d'une puissance de 700 kW.

Question 6.3 | **Calculer** la puissance maximum P_{MAX} que peuvent fournir ces trois modes de chauffage lorsqu'ils fonctionnent en même temps.

En fonctionnement nominal, c'est-à-dire pour maintenir la température de l'eau dans le bassin et chauffer les locaux, la consommation est de 300 kW. Cette puissance est prioritairement fournie par les panneaux solaires thermiques et les pompes à chaleur.

Question 6.4 | **Calculer** dans ce cas la puissance P_{ch} que doit fournir la chaudière à gaz.

Déterminer la marge de puissance P_{Marge} restant pour la chaudière à gaz.

La piscine est alimentée en eau par le réseau public. L'eau arrive à une température de 12°C.

Les bassins contiennent 660 m^3 d'eau.

Lors du remplissage des bassins, il faut chauffer l'eau pour qu'elle puisse atteindre sa température nominale de 28°C.

On rappelle que : $W = \Delta\Theta \cdot m \cdot Cp$

- $\Delta\Theta$: différence de température en °C
- m : masse de l'eau en kg
- Cp : chaleur massique de l'eau = 4185 $J \cdot kg^{-1} \cdot °C^{-1}$
- W : énergie en Joule
- 1 m^3 d'eau a une masse de 1000 kg

Question 6.5 | **Calculer** la quantité d'énergie thermique W_{th} qu'il faut fournir pour chauffer l'eau.

Exprimer ce résultat en Joule puis en kW·h

On prendra une puissance disponible pour chauffer l'eau de 500 kW

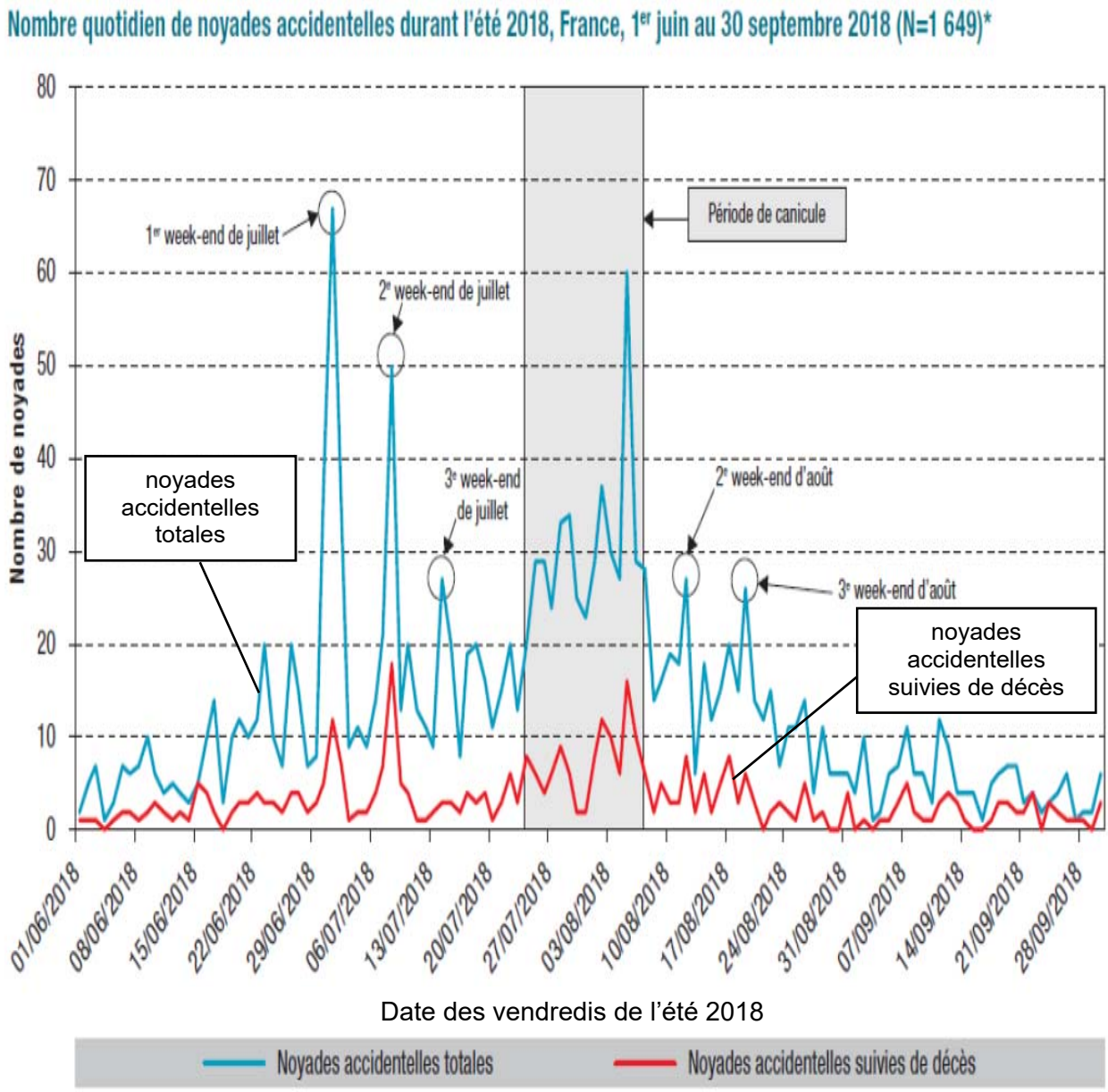
Question 6.6 | **Déterminer** le temps en heures nécessaire à la montée en température de l'eau.

Le choix se porte sur une chaudière à gaz de puissance 700 kW.

Indiquer l'avantage de disposer d'une chaudière de grande puissance.

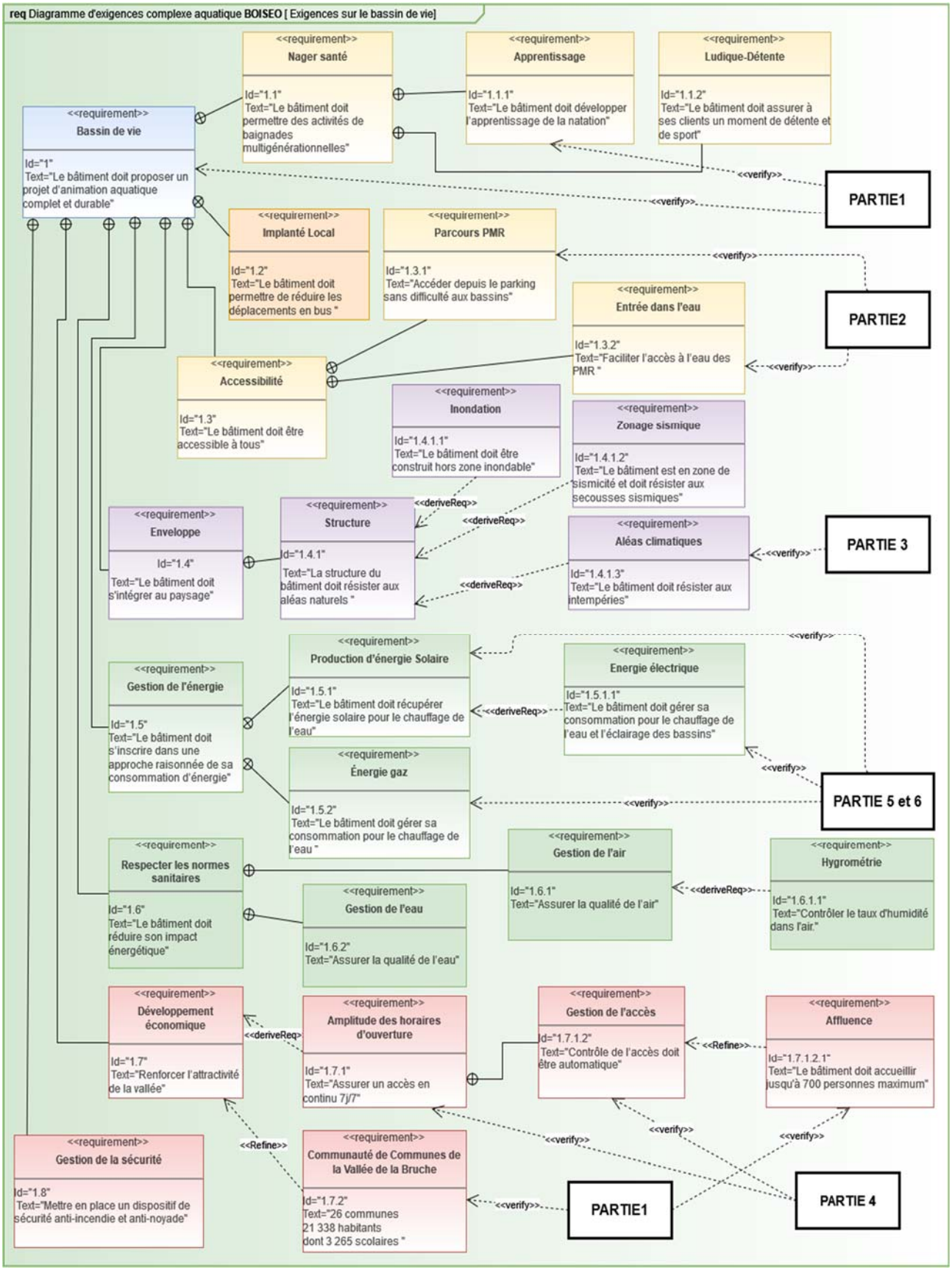
Extrait du rapport du Ministère des Sports, Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse.

Chaque année est marquée, dans notre pays, par son lot de drames liés aux noyades. La gravité et le caractère récurrent de cette situation inquiètent et interpellent.



* Il n'y avait pas d'information sur la date de la noyade pour 1 personne.

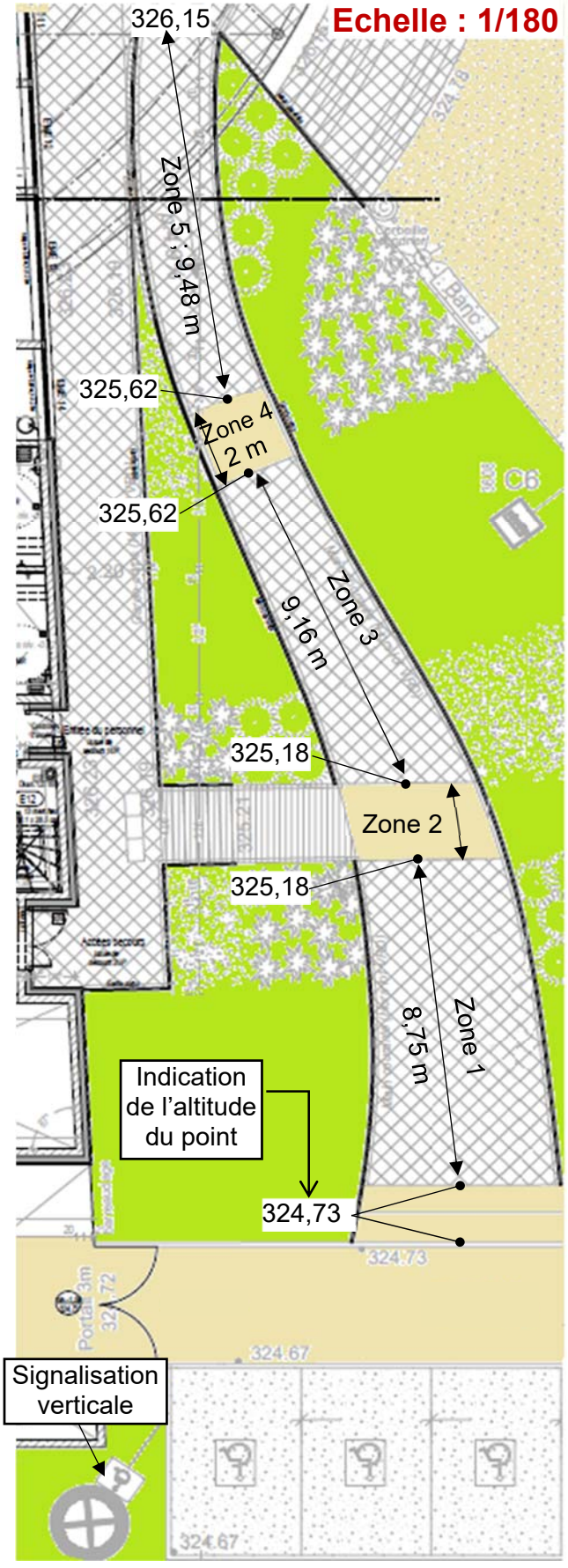
DT2 - Diagramme SysML des exigences pour le complexe aquatique



DT3 - Stationnement - accès extérieur - texte règlementaire

Etape 2

Parvis et entrée



Extraits de l'arrêté du 20 avril 2017

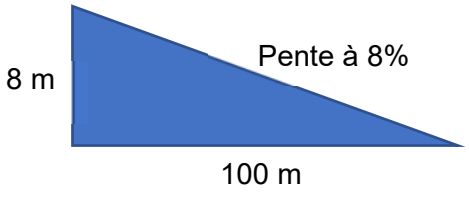
Place de parking

- Une place de stationnement adaptée est aisément repérable par tous à partir de l'entrée du parc de stationnement, elle est positionnée, dimensionnée et équipée de façon à permettre aux personnes titulaires de la carte « mobilité inclusion » et en particulier à une personne en fauteuil roulant ou à son accompagnateur, de stationner son véhicule au plus proche d'un cheminement accessible conduisant à une entrée ou une sortie de l'établissement.
- Les places adaptées destinées à l'usage du public représentent au minimum 2 % du nombre total de places prévues pour le public. Le nombre minimal de places adaptées est arrondi à l'unité supérieure. Au-delà de 500 places, le nombre de places adaptées, qui ne saurait être inférieur à 10, est fixé par arrêté municipal.
- La largeur minimale des places adaptées est de 3,30 m et leur longueur minimale est de 5 m.

Cheminements

- Un cheminement accessible permet d'accéder à l'entrée principale, ou à une des entrées principales, des bâtiments depuis l'accès au terrain.
- Les cheminements doivent être de préférence horizontaux.
- Lorsqu'une dénivellation ne peut être évitée, un plan incliné de pente inférieure ou égale à 5 % est aménagé afin de la franchir. Les valeurs de pentes suivantes sont tolérées exceptionnellement :
  - jusqu'à 8 % sur une longueur inférieure ou égale à 2 m ;
  - jusqu'à 10 % sur une longueur inférieure ou égale à 0,50 m.
- Un palier de repos est nécessaire en haut et en bas de chaque plan incliné quelle qu'en soit la longueur. En cas de plan incliné de pente supérieure ou égale à 4 %, un palier de repos est nécessaire tous les 10 m.
- Le palier de repos permet à une personne debout mais à mobilité réduite ou à une personne en fauteuil roulant de s'arrêter ; il correspond à un espace rectangulaire de dimensions minimales 1,20 m × 1,40 m.

Rappel : calcul d'une pente



DT4 - Auvent sur l'entrée

Mise en situation :



Source AP-MA

Modèle de chargement adopté pour le poteau :



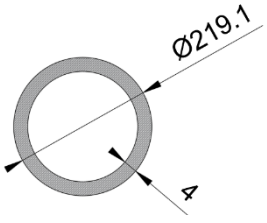
avec :

- F = 1,35 × G + 1,5 × Sn ;
  - surface d'auvent reprise par le poteau : S = 34,76 m² ;
  - G = action permanente en kN (due au poids des éléments) sur S, résultante de g = 0,28 kN·m^{-2} s'appliquant sur 1 m² d'auvent ;
  - Sn = action de la neige en kN sur S, résultante de sn = 0,45 kN·m^{-2} s'appliquant sur 1 m² d'auvent ;
  - 1,35 et 1,5 coefficients de sécurité appliqués au chargement.

Tube retenu : diamètre : 219,1mm

Épaisseur : 4mm

Section : 2703 mm²



Matériau :

Ce poteau est en acier S235 : sa limite élastique vaut Re = 235 N·mm^{-2} (ou MPa)

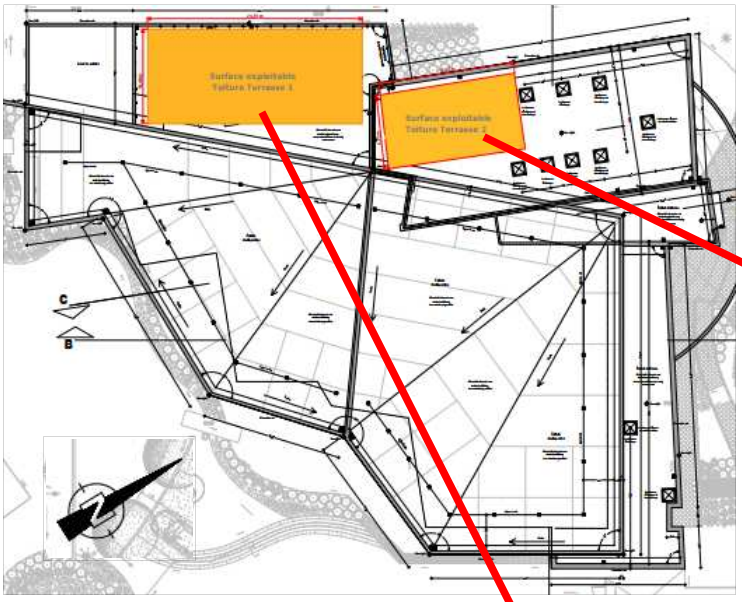
DT5 - plans toiture piscine Boiséo

Photo aérienne réalisée durant le chantier

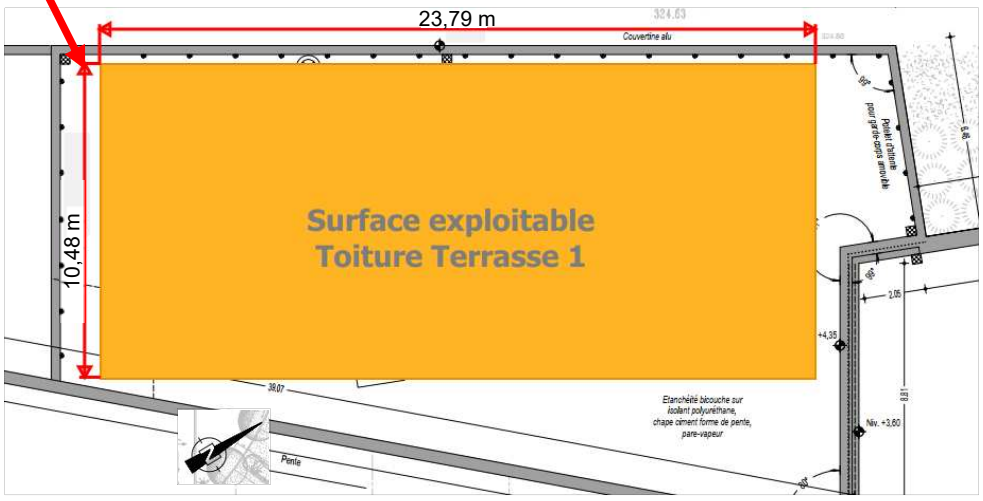
Source : *https://www.google.fr/maps/*



Plans toitures piscine Boiséo







DT6 -Conditions climatiques de référence à La Broque

Les données statistiques ci-dessous permettent de connaître l'apport d'énergie solaire moyen par mois et par année d'un lieu géographique.

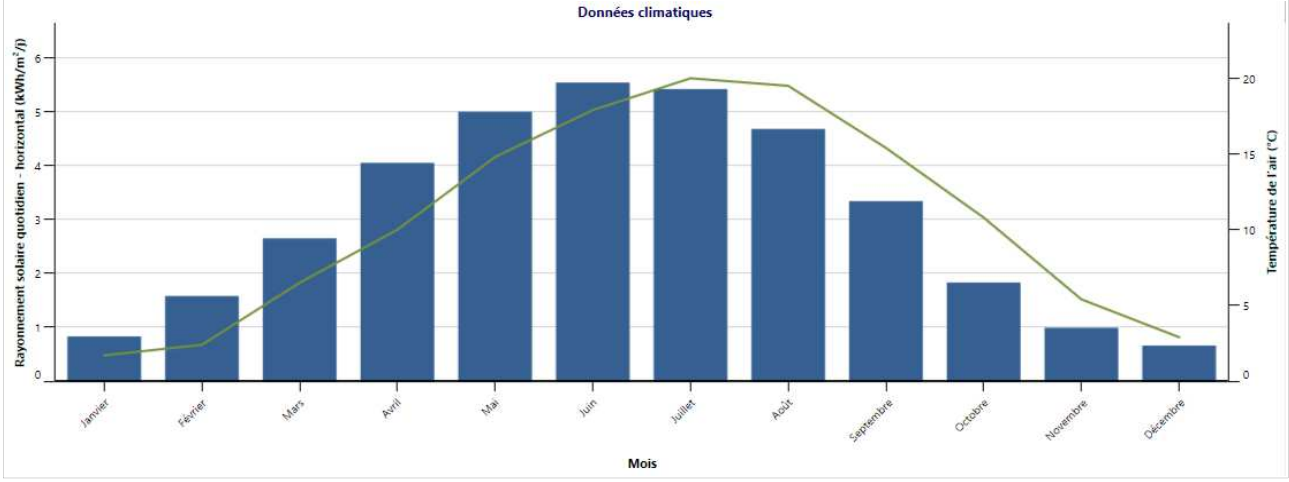
Les données ci-dessus concernent la ville de « La Broque » où est implantée la piscine Boiséo

Conditions de référence du site

Lieu des données climatiques	France - Strasbourg/Entzheim	Lieu des installations	France - Grand Est - La Broque

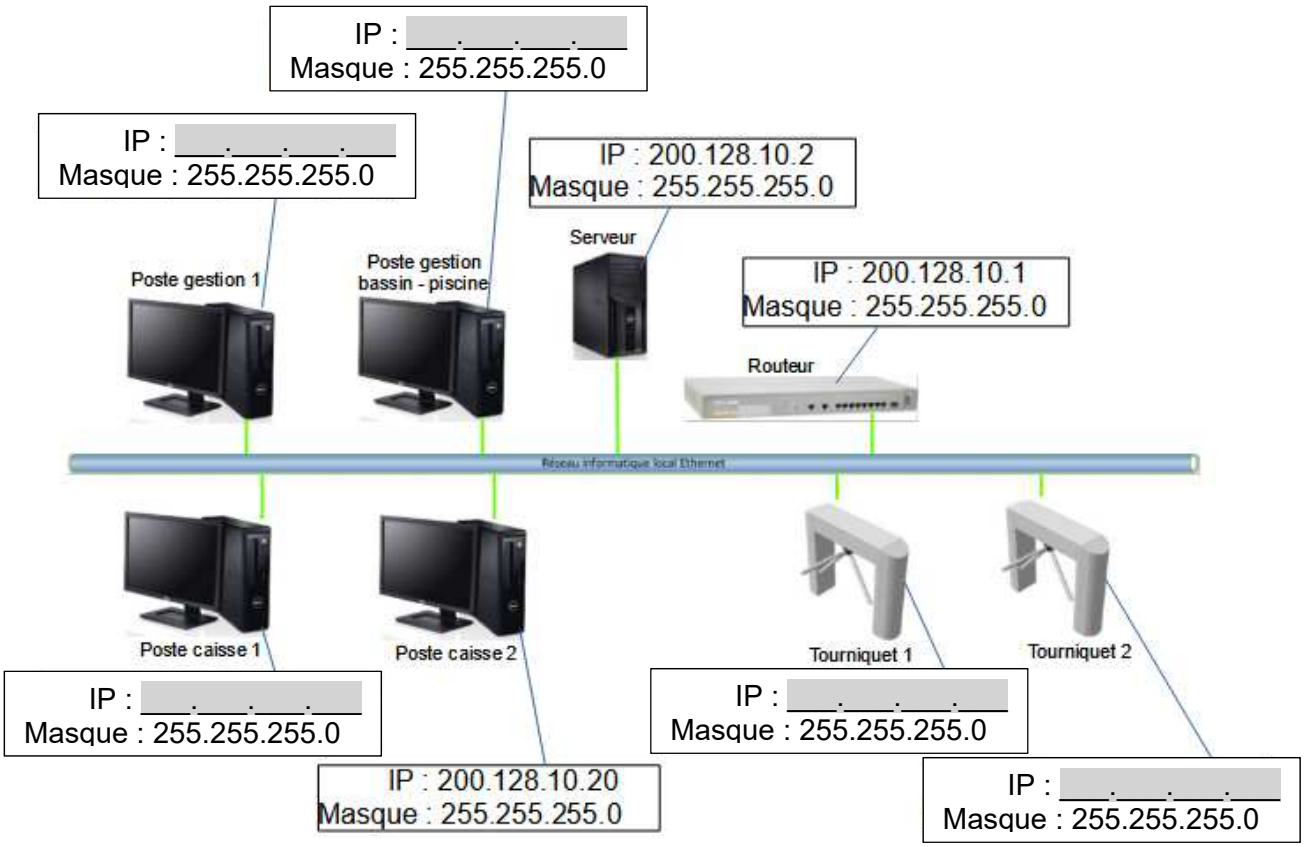
	Unité	Lieu des données climatiques	Lieu des installations	Source
Latitude		48,5	48,5	
Longitude		7,6	7,2	
Zone climatique		4A - Mixte - Humide		Sol+NASA
Élévation	m	153	324	Sol – Carte
Température extérieure de calcul de chauffage	°C	-7,0		Sol
Température extérieure de calcul de climatisation	°C	29,2		Sol
Amplitude des températures du sol	°C	17,7		NASA

Mois	Température de l'air	Humidité relative	Précipitation	Rayonnement solaire quotidien - horizontal	Pression atmosphérique	Vitesse du vent	Température du sol	Degrés-jours de chauffage 18 °C	Degrés-jours de climatisation 10 °C
	°C	%	mm	kWh/m²/j	kPa	m/s	°C	°C-j	°C-j
Janvier	1,7	84,2%	59,21	0,83	98,4	3,3	-0,7	505	0
Février	2,4	79,5%	51,52	1,58	98,3	3,3	0,4	437	0
Mars	6,5	74,4%	57,35	2,65	98,2	3,4	4,5	357	0
Avril	10,0	69,9%	54,30	4,05	98,0	3,2	8,9	240	0
Mai	14,8	71,4%	80,60	5,00	98,1	3,0	14,0	99	149
Juin	17,9	71,4%	72,00	5,54	98,2	2,8	17,4	3	237
Juillet	20,0	71,4%	74,40	5,42	98,3	2,7	19,7	0	310
Août	19,5	73,1%	65,41	4,68	98,2	2,5	19,4	0	295
Septembre	15,4	78,4%	66,60	3,34	98,3	2,6	14,7	78	162
Octobre	10,8	84,7%	68,82	1,83	98,3	2,7	9,6	223	25
Novembre	5,4	87,4%	64,80	0,99	98,2	2,6	3,7	378	0
Décembre	2,9	86,1%	73,16	0,66	98,3	3,1	0,3	468	0
Annuel	**10,7**	**77,7%**	**788,17**	**3,05**	**98,2**	**2,9**	**9,4**	**2 788**	**1 177**
Source	Sol	Sol	NASA	Sol	NASA	Sol	NASA	Sol	Sol
Mesuré à					m	10	0		



DOCUMENT RÉPONSES DR1 : réseau informatique et contrôle d'accès

Question 4.1 : **Proposer** dans les parties grisées des adresses IP des clients du réseau informatique local de la piscine « Boiséo ».



Question 4.3 : À partir de l'équation logique de l'alarme, **compléter** les parties grisées de sa table de vérité partielle.

$$ALARME = \big((SD.SED) + (ED.SSD)\big).\overline{AA}$$

SD	SED	ED	SSD	AA	ALARME
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	
1	1	0	0	0	
0	0	1	1	0	
0	0	0	0	1	
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0
0	0	1	1	1	0

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

DOCUMENT RÉPONSES DR2 : gestion des sources d'énergies

L'énergie thermique provenant des panneaux solaires thermiques est utilisée en permanence. Pour maintenir la température à une valeur constante, la pompe à chaleur vient compléter cet apport d'énergie de la manière suivante :

- Si l'écart de température entre le fluide caloporteur des panneaux solaires thermiques et l'eau des bassins est inférieur ou égale à 50°C, la pompe à chaleur est à l'état « MARCHE » pour compléter l'apport d'énergie.

- Si l'écart de température entre le fluide caloporteur des panneaux solaires thermiques et l'eau des bassins est supérieur à 50°C, la pompe à chaleur est à l'état « ARRÊT ».

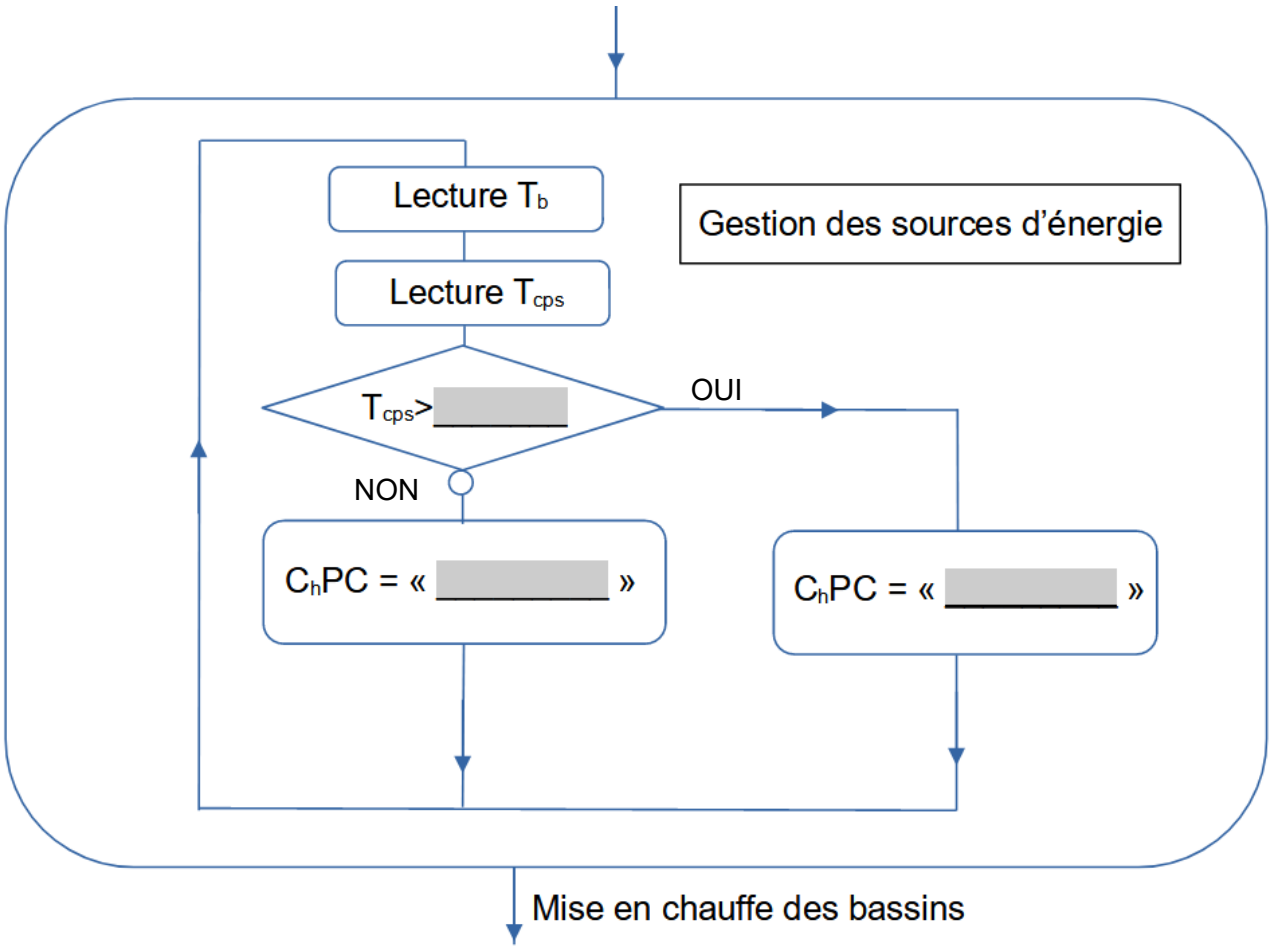
Remarque : le chauffage au gaz (chaudière à condensation), n'est utilisé que pour la mise en chauffe initiale des bassins.

Avec : $\mathbf{T_b}$ = Température de l'eau des bassins en °C

$\mathbf{T_{cps}}$ = Température du liquide caloporteur des panneaux solaires thermiques

$\mathbf{C_hPC}$ = Chauffage Pompe à Chaleur

Algorigramme à compléter : **Compléter** les parties grisées _____.



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 enseignement spécifique (1,5h) ..... 8 points

Énergies et Environnement

Complexe aquatique de la Communauté de Communes de la Vallée de la Bruche

Boiséo



- **Présentation de l'étude et questionnement..... pages 20 à 23**
- **Documents techniques DTS1 à DTS8 ..... pages 24 à 31**

Mise en situation

La piscine Boiséo est située à La Broque dans le Bas-Rhin. Lors de sa conception, une attention toute particulière a été apportée aux consommations d'énergies afin de minimiser l'impact carbone. Ainsi, il est fait appel aux énergies renouvelables, notamment à l'énergie solaire ainsi qu'à des pompes à chaleur, pour le chauffage de l'eau.

La température de l'eau des bassins est portée à 28°C.

La solution technique retenue pour capter l'énergie solaire est une « natte solaire » posée horizontalement sur le toit du bâtiment.

Travail demandé

Partie A : **quel est l'apport en énergie des nattes solaires ?**

Une partie de l'énergie thermique nécessaire au fonctionnement de la piscine est fournie par des nattes solaires. Elles sont situées sur le toit de la piscine, leur surface réelle est de 300 m².

L'énergie fournie par ces nattes solaires sert uniquement au chauffage de l'eau des bassins.

Question A.1 DTS1	À partir du DTS1, **citer** trois avantages pertinents à l'utilisation de nattes solaires pour le chauffage de l'eau des bassins. **Justifier** le choix de nattes solaires plutôt que de panneaux solaires photovoltaïques dont le rendement a pour valeur environ 20 %.

En considérant un apport d'énergie solaire de 1 $kW \cdot m^{-2}$.

Question A.2 DTS1	**Calculer** la puissance solaire reçue P_{abs} par les nattes solaires. Compte-tenu du rendement annoncé par le fabriquant (DTS1), **calculer** la puissance thermique P_{th} fournie alors par les nattes solaires.

L'énergie solaire, comme l'énergie éolienne, est une énergie intermittente.

Question A.3	**Expliquer** la signification de l'expression « énergie intermittente ». **Justifier** en quoi l'énergie solaire est intermittente.

Partie B : quel est l'apport en énergie renouvelable des pompes à chaleur ?

L'énergie thermique fournie par les pompes à chaleur sert uniquement au chauffage de l'eau des bassins.

Question B.1 DTS3	À partir du DTS3, **expliquer** ce qu'est le COP et le SCOP. **Justifier** l'intérêt d'utiliser des pompes à chaleur pour chauffer l'eau des bassins.

Question B.2 DTS2	À partir du DTS2 et en tenant compte de la température de l'eau des bassins et de l'efficacité énergétique, **déterminer** le type de pompe à chaleur adaptée au chauffage de l'eau de la piscine. (30WG, 61WG ou 30WGA). **Justifier** la réponse.

Le choix porte sur l'utilisation de trois pompes à chaleur 30WG-025.

Question B.3 DTS4	Dans les conditions d'utilisation HW1, **relever** à l'aide de DTS4 le COP et le SCOP d'une pompe à chaleur.

Une pompe à chaleur 30WG - 025 a fourni sur une année de fonctionnement une énergie thermique de 90 000 kW·h.

Question B.4	Compte tenu du SCOP déterminé à la question B3, **calculer** la quantité d'énergie électrique W_e consommée sur une année de fonctionnement. **Conclure** quant à l'intérêt de la pompe à chaleur du point de vue des consommations d'énergie et de l'apport en énergie renouvelable.

L'exploitant de la piscine a installé des compteurs d'énergie en entrée et en sortie des pompes à chaleur. Il peut ainsi mesurer les consommations d'énergie.

Pour l'année 2020 il a mesuré :

- Consommation électrique des trois pompes à chaleur : 70 424 kW·h
- Production d'énergie thermique par les trois pompes à chaleur : 310 054 kW·h

Question B.5	Compte tenu de ces mesures, **calculer** le SCOP des pompes à chaleur pour l'année 2020. **Commenter** cette valeur en la comparant aux valeurs indiquées par le constructeur.

Partie C : comment peut-on installer un éclairage du bassin sportif en toute sécurité ?

Un éclairage a été placé dans le bassin sportif, il permet d'éclairer le fond du bassin et de contribuer au décor de la piscine

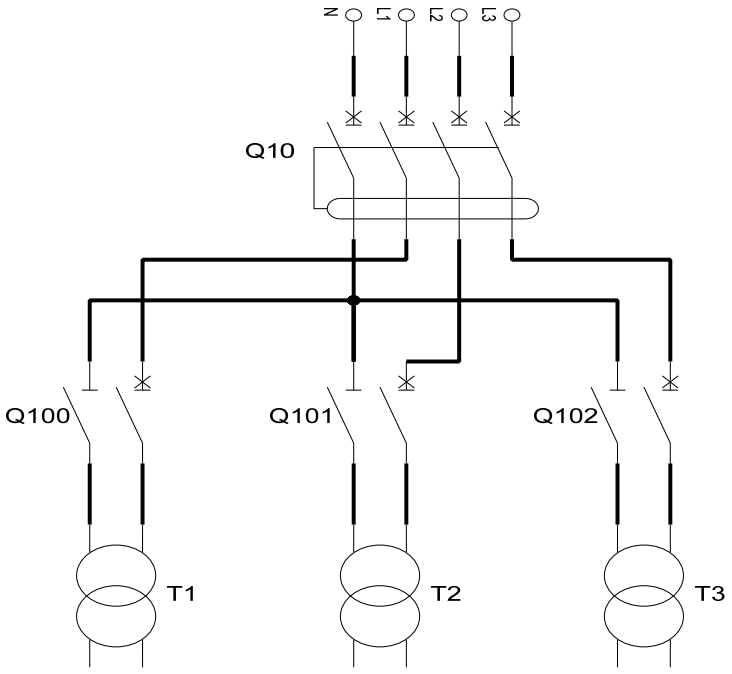
L'utilisation d'énergie électrique en milieu humide ou immergé répond à des normes très strictes.

Question C.1 DTS5	À l'aide du DTS5, **déterminer** à quel volume appartiennent les projecteurs situés dans le bassin sportif (volume 0, 1 ou 2). **Justifier** la réponse. **Indiquer** les valeurs maximales des tensions d'alimentation autorisées en alternatif et en continu. **Indiquer** la signification de « TBTS ».

Question C.2 DTS6 – DTS7	À l'aide des DTS6 et DTS7, **justifier** le choix des projecteurs du bassin du point de vue de la tension d'alimentation et de l'indice de protection (IP). **Relever** la puissance électrique d'un projecteur. **Calculer** le courant absorbé par un projecteur

Le bassin sportif comporte 18 projecteurs alimentés en 12 V selon le schéma ci-après.

- T1, T2 et T3 sont des transformateurs 230 V~ / 12 V~.
- T1 et T2 alimentent chacun 9 projecteurs du bassin sportif.
- T3 alimente les projecteurs du bassin ludique.
- Q10 : In = 10 A ; IΔN = 30 mA



Question C.3

Indiquer le nom de l'appareil Q10 et **préciser** son rôle dans l'installation électrique.

Indiquer la signification de : In = 10 A et IΔn = 30 mA.

Indiquer le nom de l'appareil Q100 et **préciser** son rôle dans l'installation électrique.

Question C.4

DTS8

Calculer le courant I_{T1} que doit fournir le transformateur T1 pour alimenter les 9 projecteurs en 12 V.

T1 a une puissance nominale de 250 VA, **justifier** que cette puissance est suffisante pour alimenter les 9 projecteurs.

Compte tenu de la puissance nominale de T1, **calculer** le courant nominal I_p au primaire de T1.

À l'aide de DTS8, **choisir** Q100. **Indiquer** sa référence et son calibre en justifiant la réponse.

Question C.5

Conclure en récapitulant les différentes protections mises en place pour la protection des biens et des personnes sur l'installation d'éclairage des bassins.

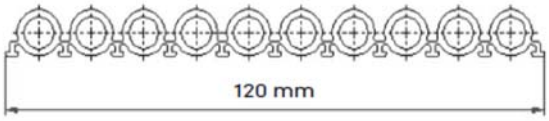
Document technique DTS1 - Natte solaire

DONNÉES TECHNIQUES
Natte solaire AST 120/10

Matière	EPDM
Largeur	natte de 120 mm, composée de 10 petits tuyaux
Longueur	variable, jusqu'à 60 m
Surface de captation active	1,523 m²/ m² de natte solaire
Poids des nattes	
Vides	5,5 kg / m²
Pleines	8,5 kg / m² contenance 3,0 l / m²
Débit par m²	80 – 100 l/h
Pression de service	0,5 – 2,5 bar
Perte de charge	0,2 – 0,3 mWs pour 20 m (par exemple)
Résistance aux écarts de températures	- 50°C à + 150 °C Le tapis solaire ne craint pas le gel
Gain en énergie par jour	jusqu'à 6 KWh / m²



La natte solaire AST 120/10



LES AVANTAGES
des systèmes de chauffage solaire AST

- La saison de baignade coïncide parfaitement avec la période d'utilisation de l'installation solaire.
- Réchauffement d'une grande quantité d'eau grâce à un rendement thermique des plus élevés pouvant atteindre 87%, grand débit
- Les piscines extérieures peuvent se passer d'un chauffage complémentaire si elles acceptent des variations de températures.
- Excellent rapport prix/performance = amortissement rapide
- Systèmes de fixation pour tous types de couverture de toiture
- Baisse des coûts d'exploitation
- Augmentation des recettes grâce au prolongement de la saison balnéaire
- L'étude des futures installations solaires est réalisée par des spécialistes d'AST
- L'installation est effectuée par nos propres techniciens spécialisés
- Savoir-faire basé sur plus de 300 000 m² de surface solaire installés depuis 1986
- AST est certifiée selon les normes ISO 9001 (gestion de qualité) et ISO 14001 (management environnemental)

EXEMPLES DE SYSTÈMES DE FIXATION POUR LES TAPIS SOLAIRES AST



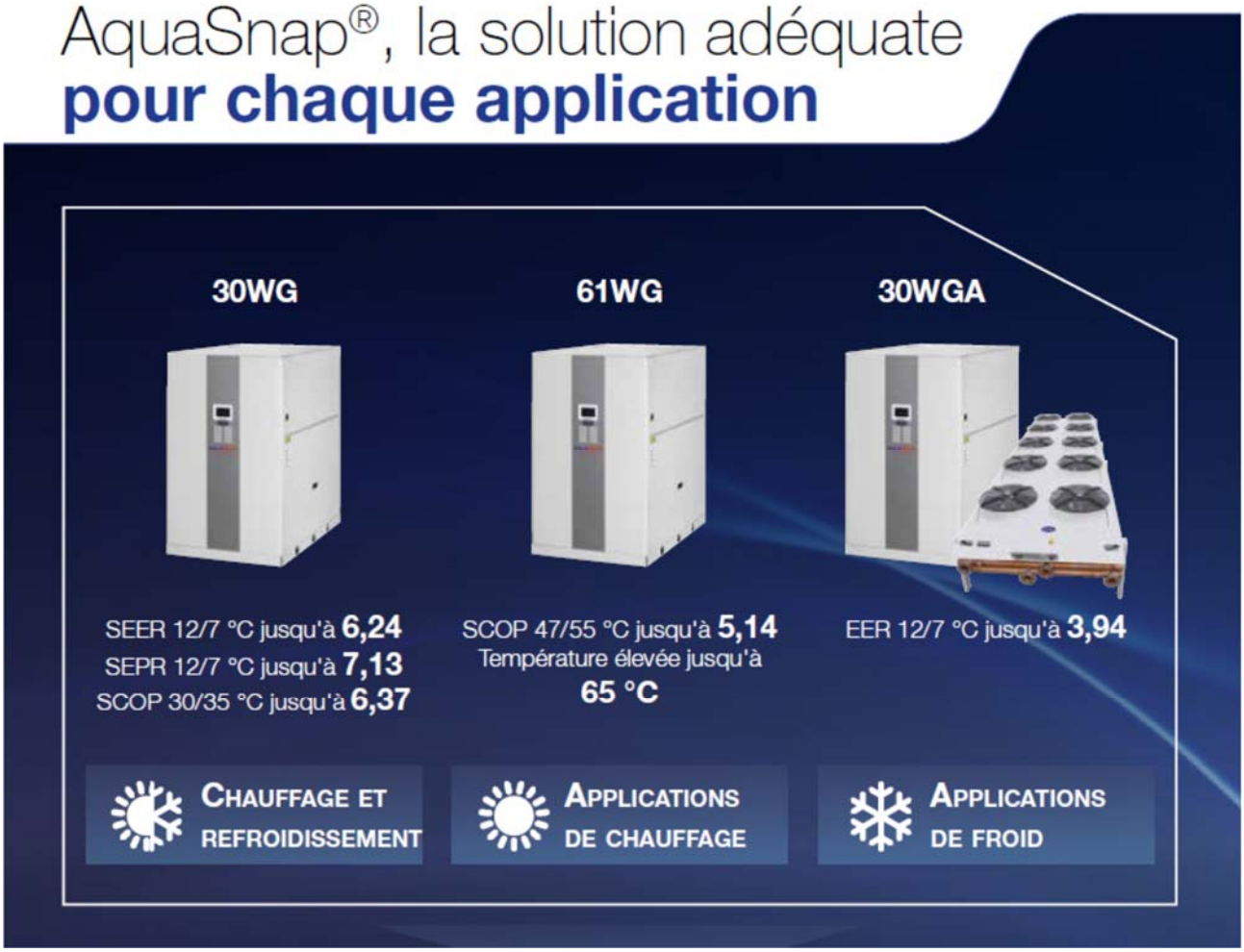
Rails en acier
Grilles de fixation



Rails de fixation
Système de clips en PVC rigide



Rails conçus spécialement pour les toits avec revêtement bitume


AquaSnap®, la solution adéquate
pour chaque application
30WG
61WG
30WGA
SEER 12/7 °C jusqu'à 6,24
SEPR 12/7 °C jusqu'à 7,13
SCOP 30/35 °C jusqu'à 6,37
SCOP 47/55 °C jusqu'à 5,14
Température élevée jusqu'à
65 °C
EER 12/7 °C jusqu'à 3,94
CHAUFFAGE ET REFROIDISSEMENT
APPLICATIONS DE CHAUFFAGE
APPLICATIONS DE FROID

Carrier s'engage à limiter l'impact environnemental de ses produits et solutions et à réduire la consommation d'énergie. Cet engagement est dans la lignée des objectifs du plan climat européen à l'horizon 2030 :



Écoconception

L'écoconception tient compte de l'impact d'un produit sur l'environnement tout au long de son cycle de vie et joue un rôle essentiel pour atteindre les objectifs de 2030. Dans l'Union européenne, la Directive Écoconception établit des exigences obligatoires en matière d'efficacité énergétique pour tous les produits liés à l'énergie (ERP), notamment les produits de climatisation. Cette directive incite donc le marché à s'éloigner des produits à faible performance en exigeant des fabricants qu'ils développent des produits moins énergivores.

Calcul du SCOP

Le SCOP est le rapport entre la demande annuelle de chauffage et la consommation annuelle d'énergie sur une saison entière de chauffage.



* Consommation annuelle d'énergie :
- Compresseur en marche (SCOPon)
- Chaudière d'appoint pour compléter la puissance de la pompe à chaleur
- Compresseur arrêté : thermostat arrêté, veille, mode arrêté et résistance de carter

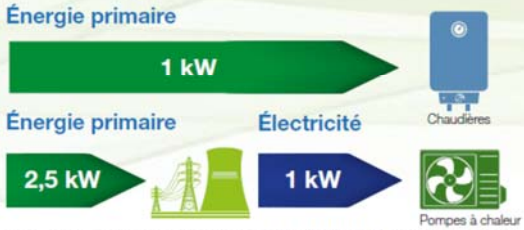
Nouvel indicateur de l'efficacité énergétique

Le coefficient SCOP est un nouvel indicateur européen destiné à évaluer l'efficacité énergétique des pompes à chaleur. Auparavant, c'était le coefficient de performance (COP) qui était utilisé pour mesurer le rapport de la puissance consommée à la puissance produite en mode chauffage. Comme ces valeurs ne concernaient qu'un seul point de fonctionnement, elles n'étaient pas représentatives du fonctionnement pendant la saison de chauffage. Le coefficient SCOP est plus représentatif dans la mesure où le calcul de performance inclut les variations saisonnières.

η_s : indicateur de l'efficacité énergétique primaire saisonnière

Pour comparer l'efficacité énergétique de produits utilisant des sources d'énergie différentes, tels que les chaudières (gaz, fioul) et les pompes à chaleur électriques, le règlement Écoconception a introduit une nouvelle mesure exprimée en énergie primaire : ηs (eta s).

$$\eta_s = SCOP/2{,}5^{*} \times 100 - i^{**}$$



En Europe, il faut en moyenne 2,5 kW*** d'énergie primaire pour générer 1 kW d'électricité.

**Pompe à chaleur air-eau : i = 3
Pompe à chaleur eau-eau : i = 8

*** Source : règlement UE 813/2013

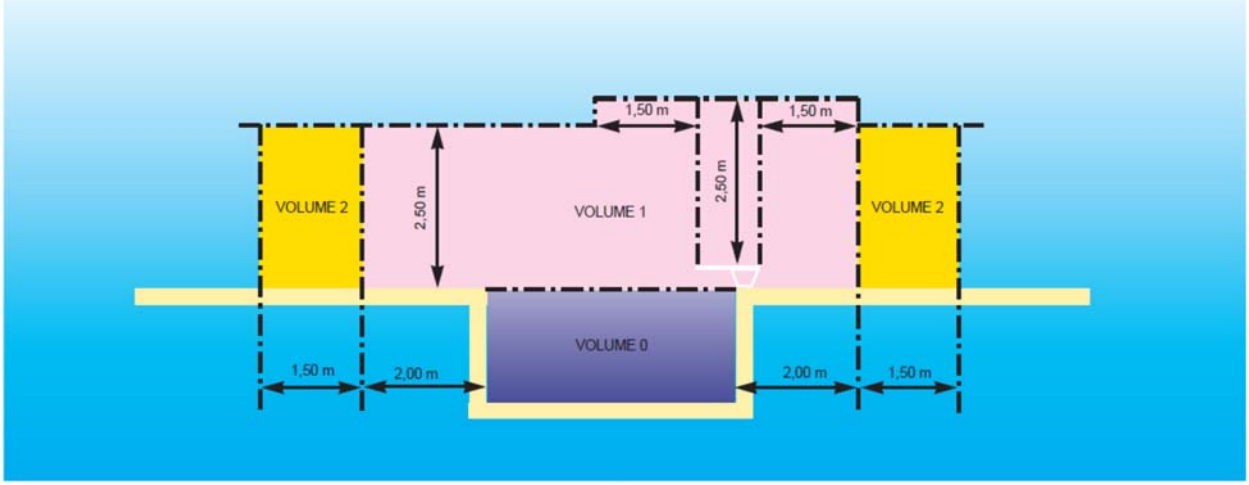
Caractéristiques techniques

EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE

30WG				020	025	030	035	040	045	050	060	070	080	090
CHAUFFAGE														
Performances à pleine charge*	HW1	Puissance nominale	kW	28	33	35	41	47	52	65	73	81	93	103
		COP	kW/kW	3,59	3,63	3,61	3,60	3,67	3,61	3,58	3,62	3,54	3,70	3,56
	HW3	Puissance nominale	kW	30	35	38	44	50	56	70	77	89	101	114
		COP	kW/kW	5,53	5,53	5,49	5,52	5,49	5,51	5,58	5,48	5,53	5,46	5,50
Efficacité saisonnière**	HW1	$SCOP_{30/35°C}$	kW/kW	5,46	5,45	5,36	5,40	5,35	5,38	6,12	6,08	6,09	6,11	6,09
		$\eta s\ heat_{30/35°C}$	%	211	210	206	208	206	207	237	235	235	236	235
	HW3	$SCOP_{47/55°C}$	kW/kW	4,36	4,37	4,34	4,37	4,40	4,34	4,91	4,96	4,85	5,08	4,91
		$\eta s\ heat_{47/55°C}$	%	167	167	166	167	168	166	188	190	186	195	188
		Prated	kW	32	37	40	47	54	59	75	83	93	106	118
		Étiquette énergétique		A++	A++	A++	A++	A++	A++	-	-	-	-	-
REFROIDISSEMENT														
Unité standard	CW1	Puissance nominale	kW	25	29	32	37	42	47	58	63	74	84	95
Performances à pleine charge*		EER	kW/kW	4,72	4,72	4,69	4,73	4,69	4,72	4,72	4,65	4,69	4,65	4,68
		Classe Eurovent		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
	CW2	Puissance nominale	kW	34	39	43	50	57	66	79	86	102	113	129
		EER	kW/kW	6,42	6,10	6,03	6,04	5,90	6,06	6,12	5,95	6,19	5,93	6,13
		Classe Eurovent		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Efficacité saisonnière*		$SEER_{12/7°C}$ Comfort low temp.	kW/kW	4,94	4,97	4,88	4,84	4,81	4,72	5,60	5,62	5,49	5,57	5,62
		$SEPR_{12/7°C}$ Process high temp.	kW/kW	6,42	6,44	6,26	6,22	6,26	6,31	6,63	6,50	6,48	6,59	6,62
		$SEER_{23/18°C}$ Comfort medium temp.	kWh/kWh	5,96	5,76	5,62	5,60	5,52	5,57	6,56	6,33	6,19	6,22	6,14
		$SEPR_{23/18°C}$ Process medium temp.	kWh/kWh	3,86	4,23	4,41	4,32	4,44	3,98	4,24	4,83	4,65	4,89	4,87
Poids en fonctionnement(1)**			kg	191	200	200	207	212	220	386	392	403	413	441
Niveaux sonores(2)**														
Niveau de puissance acoustique, unité standard			dB(A)	67	68	69	69	70	70	72	72	72	73	73
Niveau de puissance acoustique, option 257			dB(A)	65	66	66	67	68	68	68	69	69	69	70
Niveau de puissance acoustique, options 257 + 258			dB(A)	60	62	62	62	64	63	65	65	65	66	66
Dimensions, unité standard(3)**														
Longueur			mm	600	600	600	600	600	600	880	880	880	880	880
Largeur			mm	1044	1044	1044	1044	1044	1044	1474	1474	1474	1474	1474
Hauteur			mm	901	901	901	901	901	901	901	901	901	901	901

NORME ELECTRIQUE C15-100

LES VOLUMES DE PROTECTION



GÉNÉRALITÉS

La norme C 15-100 est un important ouvrage, se présentant sous la forme de plusieurs centaines de pages de recommandations et de prescriptions techniques traitant de la conception, de la réalisation, de la vérification et de l'entretien des installations électriques alimentées sous une tension au plus égale à 1000 volts en courant alternatif ou 1500 volts en courant continu (basse tension). Les installations de piscines fonctionnant en 230 ou 400 volts sont donc bien concernées par cette norme.

Dans sa partie n° 7, section 702, la norme C 15-100 traite des installations de piscines et donne les prescriptions s'appliquant aux piscines, y compris les pédiluves et aux volumes les entourant, dans lesquels le risque de choc électrique est augmenté en raison de la réduction de la résistance électrique du corps humain et de son contact avec le potentiel de la terre.
Dans ce but, la norme C 15-100 considère 3 volumes distincts :

- Le volume "0" : celui-ci comprend l'intérieur du bassin et les parties des ouvertures (escaliers...) essentielles dans les parois ou dans le fond et qui sont accessibles par les personnes se trouvant dans le bassin.

- Le volume "1" : il est limité d'une part par la surface verticale située à 2 m des bords du bassin et, d'autre part, par le sol (ou toute autre surface) où peuvent se tenir les personnes et le plan horizontal situé à 2,50 m au-dessus du sol.
Si la piscine comporte des plongeoirs, plots de départ..., le volume "1" comprend le volume limité par la surface verticale située à 1,50 m autour de ces plongeoirs ou plots de départ, et le plan horizontal situé à 2,50 m au-dessus de la surface la plus élevée sur laquelle les personnes peuvent se trouver.

- Le volume "2" : celui-ci est limité d'une part par la surface verticale extérieure du volume "1" et la surface parallèle située à 1,50 m de la première et, d'autre part, par le sol ou la surface où peuvent se tenir les personnes et le plan horizontal situé à 2,50 m du sol ou de la surface.

CHOIX ET MISE EN ŒUVRE DES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES

On entend par "appareillage" les prises de courant, interrupteurs, boîtiers... constituant une installation électrique.
On entend par "appareils d'utilisation" les matériels équipant la piscine, projecteurs, pompes, luminaires...

Volume "0"
- Aucun appareillage ou appareil d'utilisation n'est accepté dans le volume "0" à moins que celui-ci ne fonctionne en Très Basse Tension de Service (TBTS), soit 12 volts en alternatif ou 30 volts en continu. Les projecteurs de piscines 300 Watts/12 volts sont donc autorisés. Dans ce cas, la source de sécurité (le transformateur) sera bien évidemment à l'extérieur des volumes "0", "1" et "2".

Volume "1"
- Aucun appareillage n'est admis dans le volume "1", sauf s'il est alimenté en TBTS. Une prise de courant protégée par un disjoncteur différentiel de 30 mA est acceptée à 1,25 m du bassin.

- Aucun appareil d'utilisation n'est admis dans le volume "1", sauf s'il est alimenté en TBTS.

Volume "2"
- Les appareillages sont acceptés dans le volume "2", sous réserve d'être, soit alimentés en TBTS, soit protégés par un disjoncteur différentiel de 30 mA, soit alimentés par un transformateur de séparation.

- Les appareils d'utilisation sont acceptés dans le volume "2", sous réserve d'être, soit alimentés en TBTS, soit protégés par un disjoncteur différentiel de 30 mA, soit alimentés par un transformateur de séparation. Les luminaires seront obligatoirement classe II.

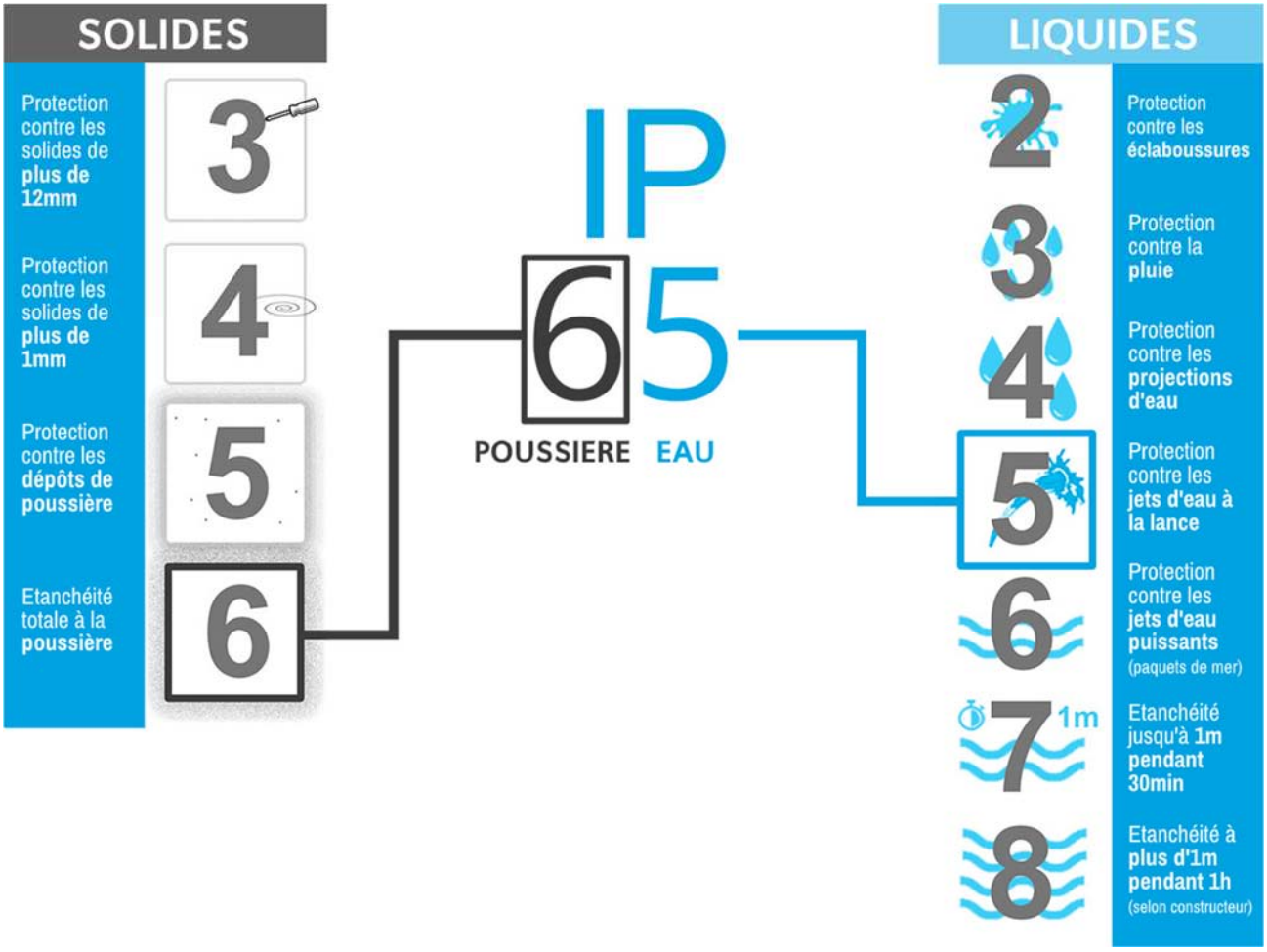
Document technique DTS6 - Spot LED pour piscine



SPOT LED 12W 12V IP68 POUR PISCINE - Bleu

Puissance: (en Watt)	12W
Tension: (en Volt)	12V AC
Fréquence: (en Hertz)	50-60Hz
Luminosité: (en Lumens)	1080 lm
Angle d'éclairage:	120°
Indice de Protection: (en IP)	IP68
Longueur du fil connecteur:	1m40
Diamètre: (en millimètre)	245mm
Hauteur: (en millimètre)	60mm
Durée de vie: (en +/- heures)	~ 20 000h
Classe énergétique:	F
Garantie:	2 ans
Certification:	CE & RoHS

Document technique DTS7 - Indice de Protection



:hager

Protection tertiaire
Disjoncteurs à bornes décalées, 4500 6 kA

Disjoncteurs MHT, MJT, Courbes "B", "C"

4500 NF EN 60898-1
6 kA NF EN 60947-2

Défauts magneto-thermiques signalés par voyants (couleur jaune)

Montage possible sous la barre de pontage 3 Ph + N
KBN663x ou KBN863x
voir page A.179

Pour conducteur cuivre
Capacité de raccordement
- 10² fil souple
- 16² fil rigide

Certifiés selon NF EN 60898-1

Conformes selon NF EN 60947-2



MHT716

Désignation	In	Larg.	Réf. c^{iale} courbe B	courbe C
Disjoncteurs 1 Ph + N courbes "B, C" 4500 **6 kA** 	2 A	1	-	MJT702
	6 A	1	MHT706	MJT706
	10 A	1	MHT710	MJT710
	16 A	1	MHT716	MJT716
	20 A	1	MHT720	MJT720
	25 A	1	MHT725	MJT725
	32 A	1	MHT732	MJT732
	40 A	1	MHT740	MJT740

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.