

Piscine Bougainville

rue Édouard Crémieux, Marseille

DCE
Mai 2025

1101j

CCTC annexe 10 : Notice simulation thermique dynamique confort



Architecte mandataire

RAUM

1 rue de Colmar
44000 Nantes
T. 02 85 37 06 31
contact@raum.fr

Architecte associé

Atelier EGR

7 rue d'Italie
13006 Marseille
T. 09 83 29 22 45
contact@atelieregr.com

Maîtrise d'ouvrage

Euroméditerranée

79 boulevard de Dunkerque
CS 70443
13232 Marseille Cedex 02

Économie

BMF

Bureau d'étude fluides

INEX

Bureau d'étude acoustique

LASA

Bureau d'étude Pollution site

ERG ENVIRONNEMENT

Bureau d'étude structure

LAMOUREUX & RICCIOTTI

Bureau d'étude VRD

CERRETTI

Paysagiste

SARAH TEN DAM

Table des matières

1	CONTEXTE	5
1.1	OBJET	5
1.2	PRECISION SUR LES SIMULATIONS THERMIQUES DYNAMIQUES	5
2	RESUME	5
2.1	CONFORT ESTIVAL (STD)	5
2.2	OBJECTIF DE CONSOMMATION (SED)	5
3	HYPOTHESE DE MODELISATION	5
3.1	LOGICIEL UTILISE	5
3.2	FICHIER METEO	5
3.3	CONTEXTE CLIMATIQUE ET GEOGRAPHIQUE	6
3.3.1	<i>Données météorologiques</i>	6
3.3.2	<i>Température sèche</i>	6
3.3.3	<i>Gisement solaire</i>	7
3.3.4	<i>Vue générale du projet de simulation thermique dynamique</i>	9
4	HYPOTHESES DE SIMULATION	12
4.1	ZONES THERMIQUES	12
4.2	DONNEES DU BATI	12
4.2.1	<i>Parois opaques</i>	12
4.2.2	<i>Menuiseries</i>	13
4.2.3	<i>Protections solaires</i>	13
4.2.4	<i>Ouvrants nocturne pour ventilation naturelle</i>	14
4.2.5	<i>Ponts thermiques</i>	14
4.2.6	<i>Infiltrations</i>	15
4.3	DONNEES SUR LE BASSIN	15
4.3.1	<i>Surfaces et volumes</i>	15
4.3.2	<i>Isolation des bassins</i>	15
4.3.3	<i>Couverture des bassins</i>	15
4.4	PLANNING D'OCCUPATION – PISCINE	16
4.4.1	<i>Répartition des baigneurs – effectif scolaire</i>	16
4.4.2	<i>Répartition des baigneurs – effectif grand public</i>	16
4.4.3	<i>Fermeture</i>	17
4.5	PLANNING D'OCCUPATION – ZONE ADMINISTRATIVE	17
4.5.1	<i>Répartition des effectifs dans la zone administrative</i>	17
4.6	APPORTS INTERNES	18
4.6.1	<i>Apports sensibles et latent des occupants</i>	18
4.6.2	<i>Apports internes des équipements</i>	19
4.6.3	<i>Eclairage</i>	19
4.7	RECHAUFFAGE DE L'EAU DU BASSIN	19
4.7.1	<i>Détail des pertes thermiques des bassins</i>	19
4.8	CONSIGNE DE TEMPERATURE D'AIR ET D'HYGROMETRIE	24
4.8.1	<i>Consigne de température d'air</i>	24
4.8.2	<i>Consigne d'hygrométrie des espaces humides</i>	24
4.8.3	<i>Consigne de température d'eau des bassins</i>	24
4.9	TRAITEMENT D'AIR ET VENTILATION	24
4.9.1	<i>Débits de fonctionnement</i>	24
4.9.2	<i>Rendement d'échangeur</i>	24
4.9.3	<i>Déshumidification</i>	25
5	PRESENTATION DES RESULTATS	25
5.1	CONFORT ESTIVAL (STD)	25
5.1.1	<i>Halle bassin</i>	25
5.1.2	<i>Bureau chef de bassin</i>	27
5.1.3	<i>Bureau responsable</i>	28

5.1.4	Hall d'accueil	29
5.1.5	Salle de repos	30
5.1.6	Salle de réunion.....	31
5.1.7	Vestiaire du personnel	31
5.1.8	Vestiaires.....	32
5.2	RESULTATS D'ESTIMATION DES CONSOMMATIONS (SED)	34
5.2.1	Besoins en déshumidification.....	34
5.2.2	Besoins en chaud et froid	34
5.2.3	Besoins pour le réchauffement de l'eau des bassins	36
5.2.4	Besoins en ECS.....	38
5.2.5	Besoins en éclairage intérieur	38
5.2.6	Besoins électriques pour la ventilation	39
5.2.7	Besoins électriques pour les pompes de chauffage et déshumidification	39
5.2.8	Besoins des pompes de bassin	39
5.2.9	Besoins des systèmes de traitement d'eau	39
5.2.10	Besoins électriques des ascenseurs.....	39
5.2.11	Production d'électricité renouvelable	39
5.2.12	Consommation de chaleur.....	40
5.2.13	Consommations d'électricité	42
5.2.14	Consommations d'eau	44
6	ANNEXE I – PLANS DE ZONNING STD	45
7	ANNEXE II – REPERAGE D'ISOLANT	47
8	ANNEXE III – VENTILATION NATURELLE (EXTRAIT PIECE ARCHI 2119 – REPERAGES – VENTILATION NOCT.)	54
8.1	REPERAGE DES OUVRANTS DE VENTILATION NOCTURNE	54
9	ANNEXE IV – RECUPERATION D'ENERGIE SUR EAU GRISE.....	58
10	ANNEXE V : CONSOMMATION DU PROCESS DE TRAITEMENT D'EAU	59

1 CONTEXTE

1.1 Objet

La présente note a pour objet de présenter les résultats de la Simulation Thermique Dynamique (STD) du projet de construction de la « Piscine de Bougainville située à MARSEILLE ».

Le but est alors d'évaluer le confort dans le projet via l'étude du couple température résultante/humidité relative. Elle permet de prévoir les dispositions adéquates pour garantir le confort des occupants.

Dans un second temps, elle s'attachera à présenter les consommations estimées via (Simulation Energétique Dynamique (SED) afin de mettre en lumière les postes les plus consommateurs ainsi que les différentes attentes des arbitrages via un certain nombre d'études comparatives au regard de l'objectif de consommation fixés par le référentiel.

1.2 Précision sur les simulations thermiques dynamiques

Le but d'une STD est d'étudier le comportement du bâtiment en relation avec son environnement et ses conditions d'utilisation. Il s'agit d'un calcul dynamique « heure par heure » de l'ensemble de ses paramètres physiques (température, humidité relative, apports solaires, déperditions thermiques, besoins en chauffage...) relatifs au bâtiment.

Il est important de rappeler que l'ensemble des résultats présentés dans ce rapport sont issus ces calculs qui nécessitent l'établissement d'un certain nombre d'hypothèses portant notamment sur les données climatiques locales (température, ensoleillement, vent), les conditions de fonctionnement du site (horaires de fonctionnement, nombre d'usagers). Ces paramètres ne peuvent être parfaitement maîtrisés à l'avance, et peuvent varier tout au long de la durée de vie du bâtiment.

2 RESUME

2.1 Confort estival (STD)

Local	Méthode	Atteint	Objectif	Validé
Halle bassin	Diagramme confort humide et confort sec	4,2%	< 10%	Oui
Buren chef de bassin	Confort adaptatif	0,3%	< 3%	Oui
Bureau responsable	Confort adaptatif	0,7%	< 3%	Oui
Hall d'accueil	Confort adaptatif	0,0%	< 3%	Oui
Salle de repos	Confort adaptatif	0,0%	< 3%	Oui
Salle de réunion	Confort adaptatif	1,4%	< 3%	Oui
Vestiaire du personnel	Confort adaptatif	0.0%	< 3%	Oui
Vestiaires piscine	Confort adaptatif	-	-	-

2.2 Objectif de consommation (SED)

Objectif programme	Projet	Validé
< 3 200 kWhEF/m²Sref bassin/an	2 901 kWhEF/m²Sref bassin/an	Oui

3 HYPOTHESE DE MODELISATION

Les études ont été réalisées à partir des plans architectes PRO.

Les surfaces utiles prises en compte pour les différents locaux sont celles affichées sur ces plans. Les mètres des parois ont également été mesurés à partir de ces plans.

3.1 Logiciel utilisé

Il existe sur le marché international un nombre important de logiciels dédiés à la simulation énergétique. Les logiciels existants diffèrent entre eux par les algorithmes qu'ils utilisent, par leurs approches de DAO, par leur interface utilisateur et finalement par leurs vocations et leurs domaines d'application.

Le logiciel utilisé pour ces simulations thermiques est Virtual Environment 2023 développé par IES Integrated Environmental Solutions.

3.2 Fichier météo

Fichier météo à utiliser : 23_rue_caravelle_13003-contemporain-hour.epw fichier météo qui est conforme à celui transmis au programme lors du concours.

3.3 Contexte climatique et géographique

Le bâtiment se situe dans la commune de Marseille.

Les coordonnées géographiques du projet sont les suivantes :

- Latitude : 43,44' N
- Longitude : 5,22'E
- Altitude estimée : 23 m

3.3.1 Données météorologiques

La température d'air sec, l'humidité relative, la vitesse et la direction du vent, les rayonnements solaires direct et diffus, ainsi que la température de ciel ont une influence déterminante sur les transferts thermiques et par conséquent sur le bilan énergétique d'un bâtiment donné. Les données qu'il convient d'utiliser doivent alors correspondre le plus fidèlement possible au climat du lieu où se situe le projet.

C'est pourquoi le fichier météorologique utilisé dans cette étude est celui de la station météo la plus proche, à savoir celle de Marseille, à proximité immédiate du site du projet. Le fichier météorologique utilisé est issu du dossier concours.

La figure suivante présente l'héliodon (la course du soleil) pour le site météorologique considéré.

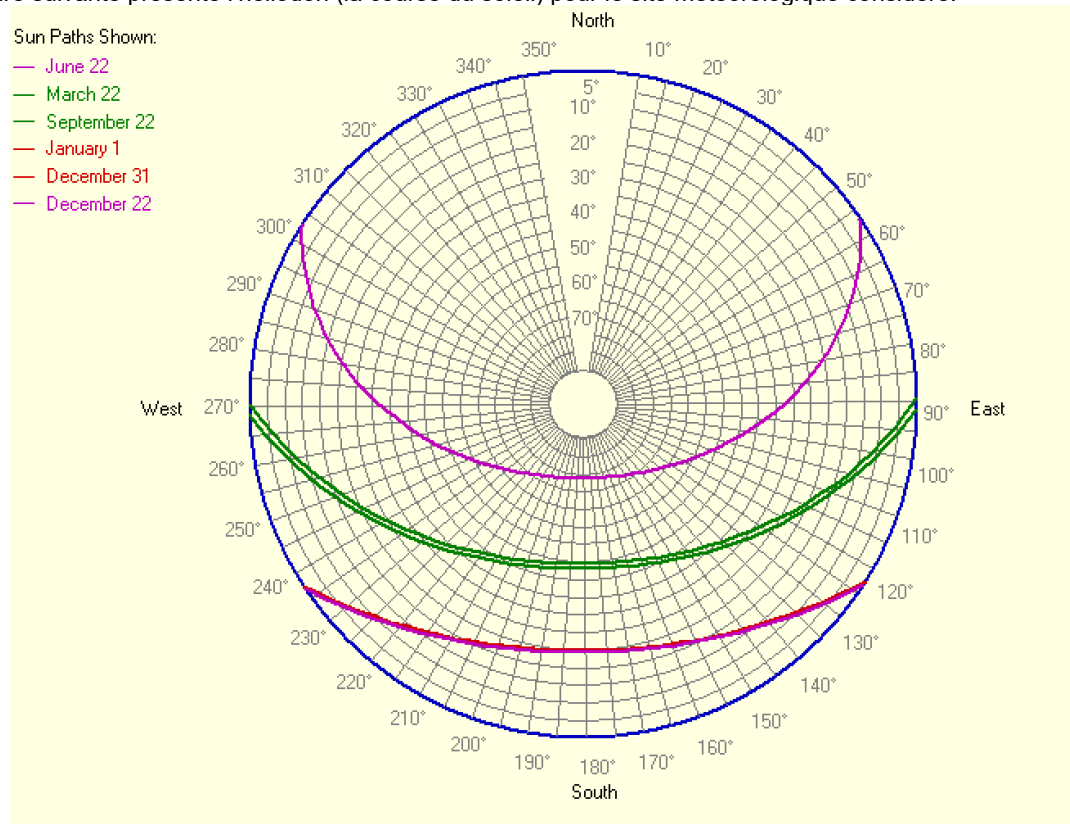
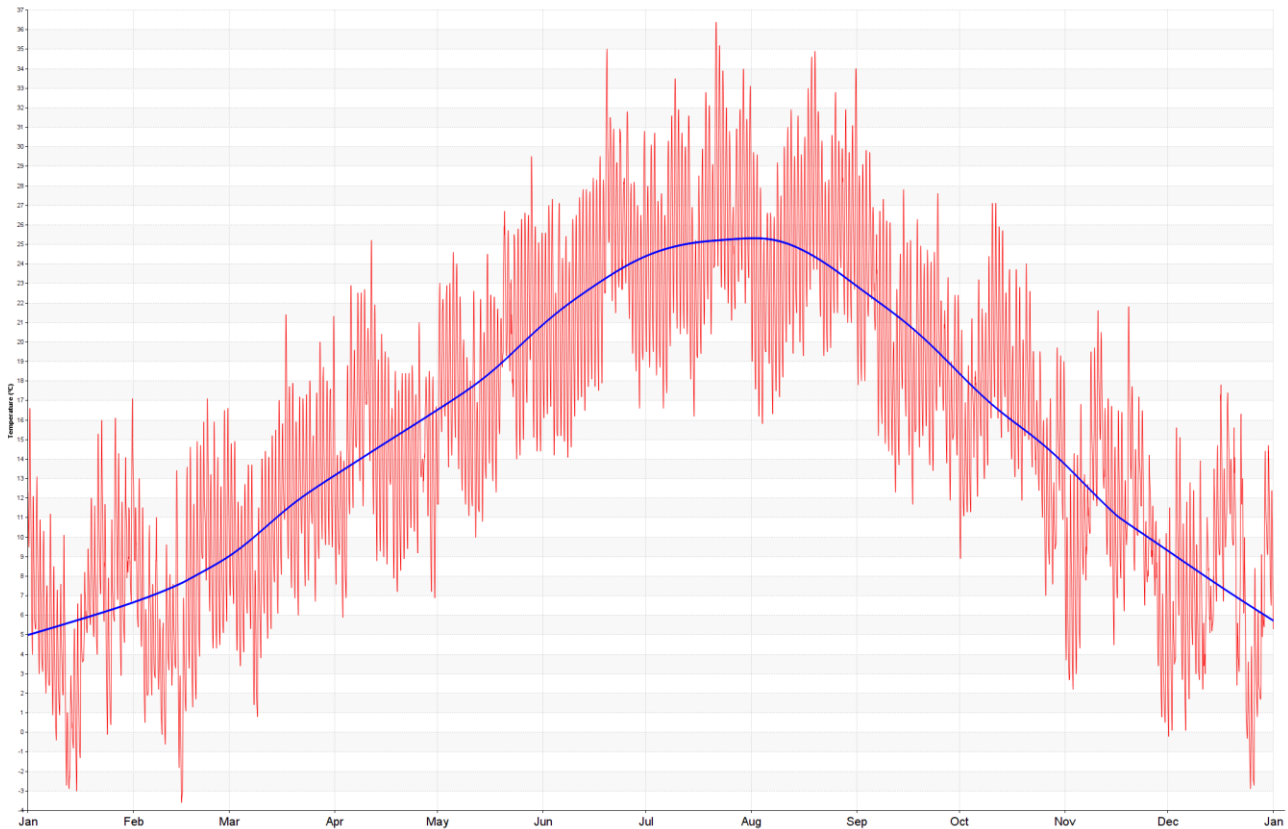


Figure 1 : Héliodon pour Marseille

3.3.2 Température sèche

La température sèche de l'air extérieur n'est que très rarement inférieure à 0°C mais régulièrement supérieure à 28°C entre les mois de Juin et Septembre :



Evolution de la température ambiante - Fichier IES VE à Marseille

Les principales caractéristiques sont résumées dans le tableau suivant :

Température extérieure minimale	-3.50°C
Température extérieure maximale	36.50°C
Nombre d'heures à Text > 28°C	555 heures
Nombre d'heures à Text > 30°C	274 heures
Nombre d'heures à Text < 0°C	112 heures
Nombre d'heures à Text < -5°C	0 heures

Caractéristiques climatiques - Fichier IES VE à Marseille

3.3.3 Gisement solaire

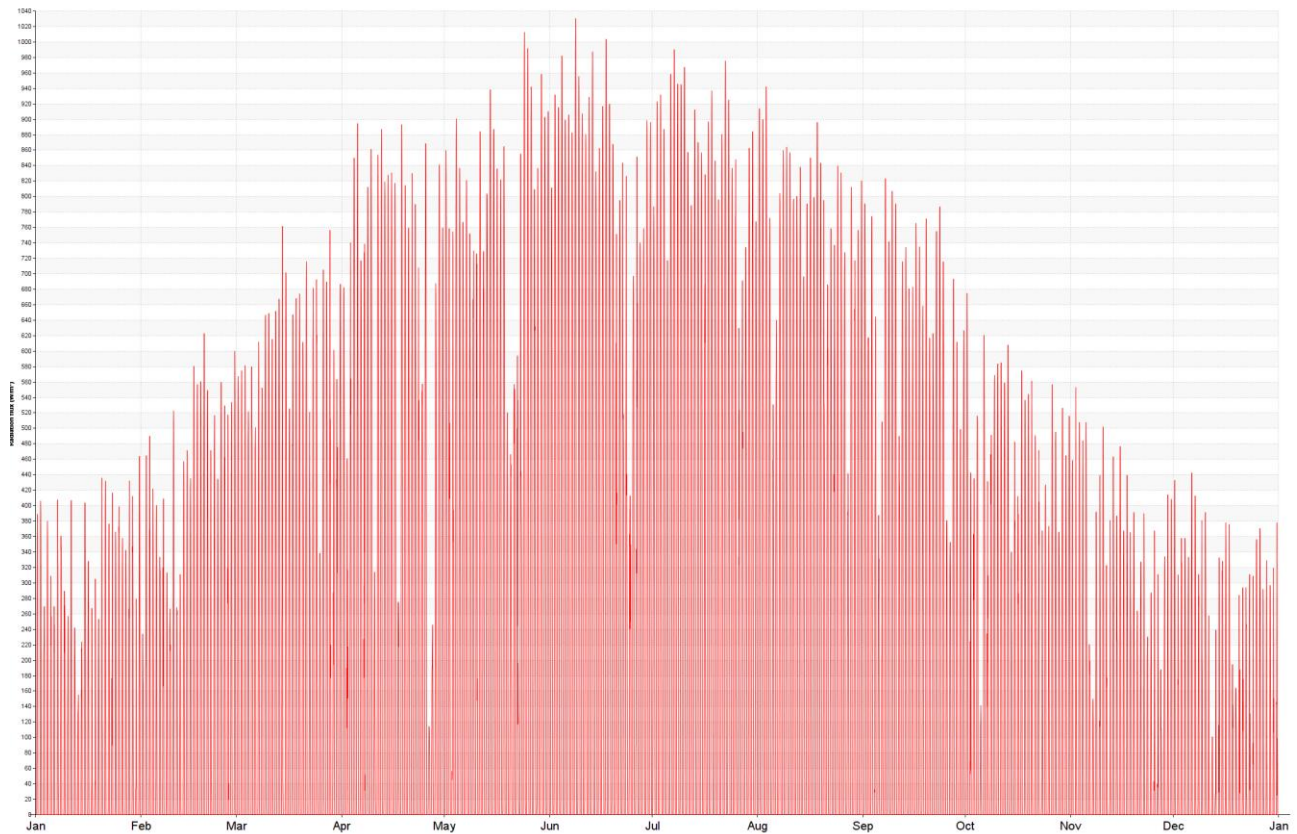
Le gisement solaire sur site est estimé à partir des données climatiques d'une année météorologique typique. A partir de l'ensoleillement global horizontal et de la course du soleil et de la couverture nuageuse, des algorithmes complexes permettent de décomposer le rayonnement solaire selon ses trois composantes :

- Rayonnement direct
- Rayonnement diffus issu du ciel
- Rayonnement réfléchi par le sol

Cela permet d'obtenir l'ensoleillement global pour toutes les parois bâtiment en fonction de leur orientation et inclinaison respectives.

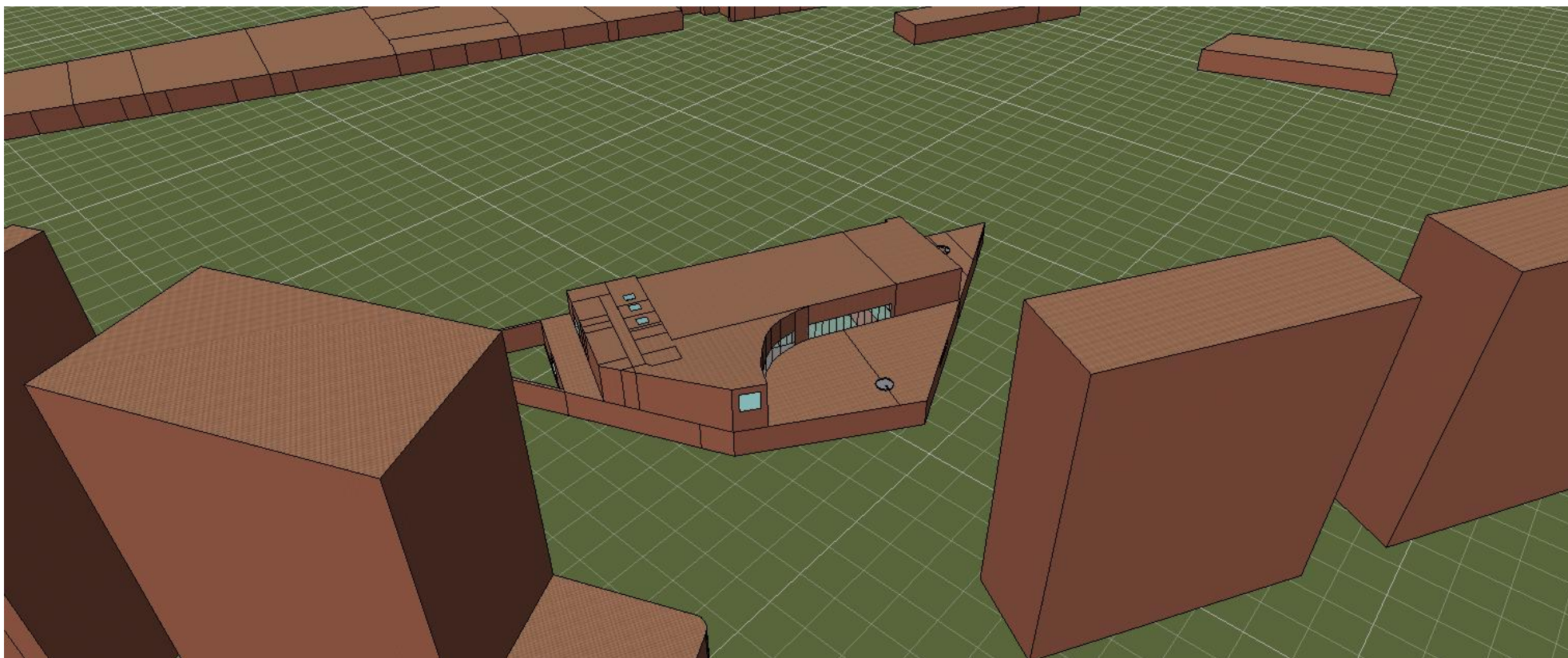
NOTA : les calculs d'ensoleillement effectués utilisent une représentation anisotrope du ciel pour estimer l'ensoleillement diffus.

Les graphiques annuels suivants présentent respectivement l'ensoleillement global horizontal et l'ensoleillement global vertical pour une paroi orientée sud.

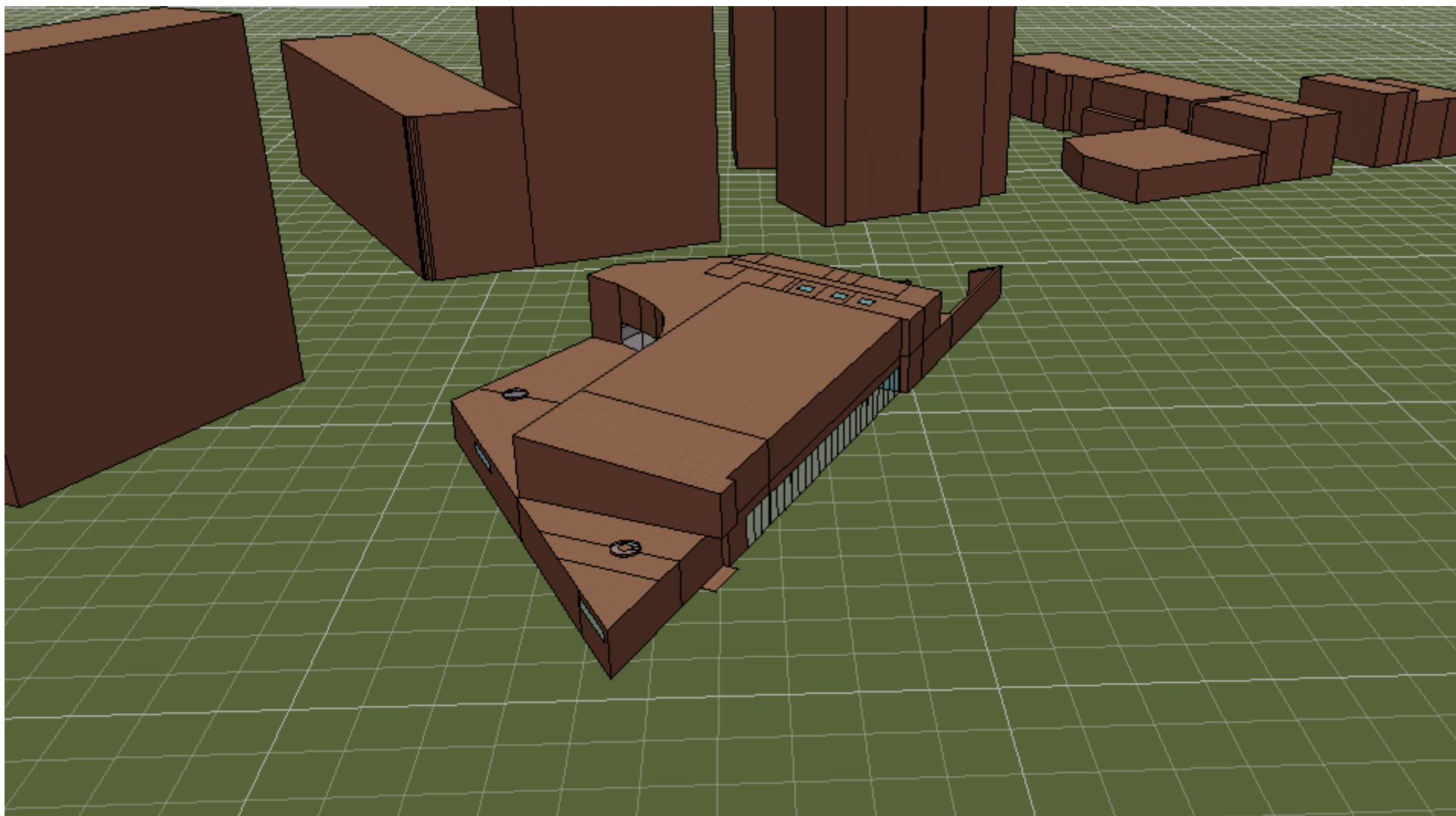


Evolution annuelle de l'ensoleillement global horizontal - Fichier IES VE à Marseille

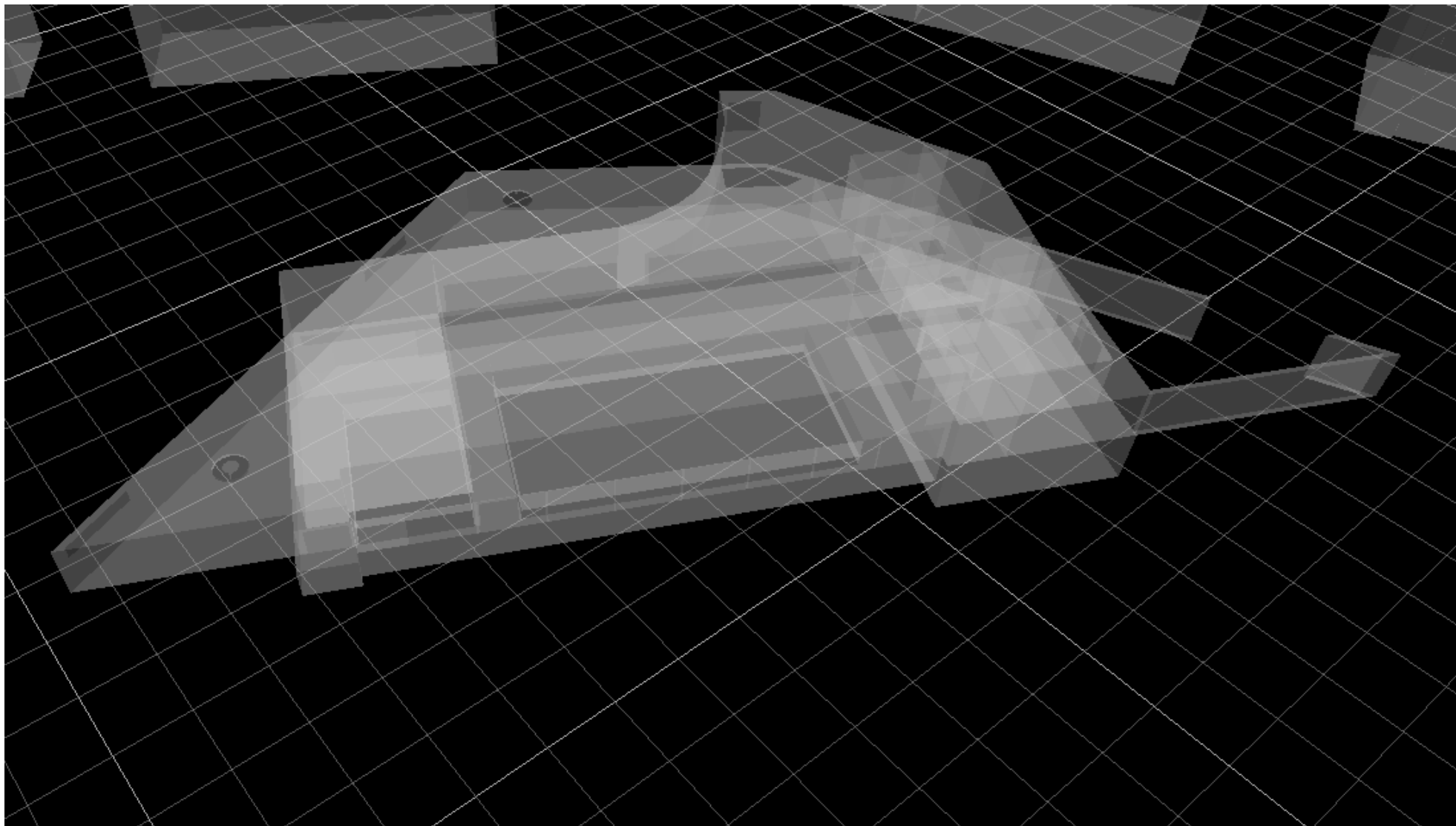
3.3.4 Vue générale du projet de simulation thermique dynamique



Vue générale du projet modélisé pour les simulations thermiques dynamiques



Vue générale du projet modélisé pour les simulations thermiques dynamiques



Vue générale du projet, vue « éclatée »

4 HYPOTHESES DE SIMULATION

4.1 Zones thermiques

Le zoning thermique a été réalisé comme indiqué ci-dessous :

Niveau	N°	Nom de la Zone	Surface [m²]	Volume d'air chauffé [m³]	Légende
RDC - PARIS	01	Hall d'accueil / Local poussette / Arrière caisse	150,8	463,3	
	02	Vestiaires personnels F	14,1	42,0	
	02'	Vestiaires personnels H	13,1	41,7	
	03	Salle repos personnel	21,7	70,1	
	04	Salle de réunion	30,3	83,1	
	05	Bureau responsable	11,6	35,9	
	06	Bureau chef de bassin	11,6	36,0	
RDC JARDIN	07	Espace vestiaires / Sanitaires / Douches	528,9	1 586,7	
	08	Infirmierie	12,0	31,1	
	09	Bureau MN	12,0	42,6	
	10	Halle Bassins	971,6	5 785,0	

Tableau 1 : Zones thermiques étudiées

Les plans de zoning correspondant sont à retrouver dans l'annexe (I).

4.2 Données du bâti

4.2.1 Parois opaques

Le logiciel utilisé est anglo-saxon et ne reconnait pas le principe des ponts thermiques. Afin de prendre en compte l'impact de ces derniers sur la performance de l'enveloppe dans les STD, un calcul spécifique du coefficient Up est réalisé pour les parois du projet.

Indice	Type de paroi	Nature de l'isolant	Performance Isolant [m².K/W]	R	Up [W/m².K]	Légende
Parois verticales						
STD_WAL1	Mur extérieur pierre ITI	Laine de verre 180 [mm] à $\lambda = 0,036$ [W/(m.K)]	5,00		0,23	Repère rouge
STD_WAL2	Mur enterré ITE	PSE 180 [mm] à $\lambda = 0,038$ [W/(m.K)]	4,70		0,25	Repère bleu
STD_WAL3	Mur extérieur ITI	Biosourcé 180 [mm] à $\lambda = 0,038$ [W/(m.K)]	4,70		0,25	Repère vert
Parois horizontales						
STD_ROOF	Toiture terrasse	Polyuréthane 200 [mm] à $\lambda = 0,022$ [W/(m.K)]	9,15		0,13	
STD_FLO1	Plancher bas sur Terre-plein	PSE 180 [mm] à $\lambda = 0,038$ [W/(m.K)]	4,70		0,24	
STD_FLO2	Plancher bas sur LNC	PSE 120 [mm] à $\lambda = 0,038$ [W/(m.K)]	3,15		0,35	

Tableau 2 : Performances des parois opaques

Les plans de repérages des isolants sont à retrouver dans l'annexe (II).

4.2.2 Menuiseries

Le tableau suivant illustre les performances des baies du bâtiment. Ces dernières incluent les linéiques réglementaires de mise en œuvre et varient notamment en fonction de leurs typologies respectives (géométrie, pourcentage de clair...).

Nom menuiserie	Transmission lumineuse vitrage (Tlg)	Pourcentage de clair (%)	Transmission lumineuse globale (Tlw)	Coefficient Uw (W/m².K)	Facteur solaire moyen Sw
RDJ - Façade Ouest bassin	0.83	84.3	0.7	1.47	0.55
RDC - Baies int Burx bassin	0.84	85	0.71	1.53	0.57
RDC - Facade Est Hall d'accueil	0.74	80	0.59	1.68	0.42
RDC - Facade Est bassin	0.83	80	0.66	1.6	0.52
RDC - Facade Sud salle du personnel	0.83	80	0.66	1.4	0.52
RDJ - Baie int Vestiaire bassin	0.84	80	0.67	1.68	0.54
RDC - Baie interieure sur bassin et hall d'accueil	0.84	80	0.67	1.68	0.54
Toiture - Fenêtre de toit (bureaux)	0.83	80	0.66	1.4	0.52
Toiture - Oculus	0.37	90	0.33	1.29	0.24

4.2.3 Protections solaires

Type de menuiseries	Type de stores	Sw store baissé
STD_EXT1	Stores sur câbles avec commande électrique	0.15
STD_EXT2	Stores sur câbles avec commande électrique	0.15

Les protections solaires du projet ont été calculées pour se baisser à 60% lorsque le flux lumineux incident est supérieur à 300 [W/m²]. Il n'est pas décrit de scénario précis dans ce document car les protections solaires seront raccordées et pilotées par la GTB en fonction de l'ensoleillement. Les protections vont se baisser à partir d'un rayonnement supérieur à 300 [W/m²].

4.2.4 Ouvrants nocturne pour ventilation naturelle

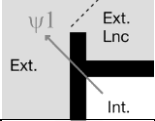
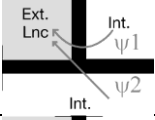
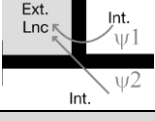
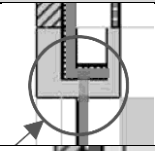

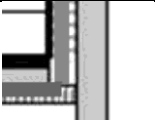


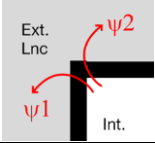
A la demande du MOA, il apparait difficile d'utiliser les menuiseries du bâtiment afin de permettre une ventilation naturelle nocturne. Pour pallier à ce problème, des ouvrants dissimulés sont placés aux endroits suivants :

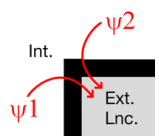
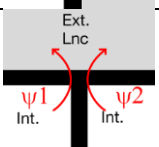
- Partie haute du bassin sur le mur donnant sur la CTA 01 thermodynamique ;
- Partie basse du bassin sur le mur nord à proximité de la pataugeoire ;
- Partie basse du bassin sur le mur sud du bassin via des ouvrants automatiques permettant la communication vers l'extérieur.

L'ensemble de ces éléments représente une surface totale de 32.82 m² de passage d'air permettant une balayage efficient. Le type et les surfaces sont disponibles en annexe de ce document.

4.2.5 Ponts thermiques

Les valeurs PSI de ponts thermiques sont issues des normes Th-U de la Réglementation Thermique française publiées par le CSTB, sont alors directement intégrées aux performances des parois.

Type de PT	Dessin	Ψ [W/m/K]
Plancher hauts		
Toiture terrasse / Façade		0.23 sur 50% du linéaire avec traitement 0.91 sur 50% du linéaire sans traitement
Fond de toiture / Façade		0.87
Fond de parvis / Façade		0.87
Plancher intermédiaire		
Poutre façade bassin / Menuiserie		0.23 sur 50% du linéaire avec traitement 0.98 sur 50% du linéaire sans traitement
Liaison façade / Façade enterré		0.13
Plancher bas		
Façade ITI / Plancher bas en sous-face		0.36
Façade enterré / Plancher bas isolé en sous-face		0.26
Fond de plancher bas / Plancher isolé en sous-face		0.03
Verticaux		
Angle sortant ITI		0.02

Angle rentrant ITI		0.14
Refend ITI		0.65

4.2.6 Infiltrations

Les déperditions par air peuvent jouer un rôle particulier. Le programme fixe comme objectif une infiltration de Q4Pa < 1.5 [m3/h.m2] sur l'ensemble du bâtiment.

L'étanchéité à l'air ou perméabilité à l'air d'une construction caractérise la sensibilité du bâtiment vis-à-vis des écoulements aérauliques parasites causés par les défauts d'étanchéité de son enveloppe, ou plus simplement tout défaut d'étanchéité non lié à un système de ventilation spécifique.

Elle se quantifie par la valeur du débit de fuite traversant l'enveloppe sous un écart de pression donné.

Les débits d'infiltration dépendent donc de la qualité de la mise en œuvre de l'enveloppe, et des forces et directions du vent. Cela nécessite de calculer paroi par paroi les coefficients de pression Cp.

4.3 Données sur le bassin

4.3.1 Surfaces et volumes

Les surfaces et volumes de bassin simulés sont repris dans le tableau ci-dessous :

Bassin	Surface [m2]	Volume [m3]
Pataugeoire	65.8	13.13
Bassin d'apprentissage	100	105
Bassin de nage	312.5	515.63

4.3.2 Isolation des bassins

Les bassins seront isolés sur l'ensemble des faces. Les galeries techniques seront-elles aussi isolées.

4.3.3 Couverture des bassins

Les bassins sont refroidis du fait des pertes thermiques par conduction, rayonnement, convection et surtout par évaporation. La mise en place d'une couverture permet de limiter fortement cette évaporation la nuit.

Nous sommes dans une configuration de piscine couverte. Nous avons quantifié le gain énergétique de ce dispositif à 30 MWh par an ce qui est assez faible en regard des temps de retour.

Données		
Surface piscine	312,5	m²
Température de l'eau	28	°C
Température de l'air	24	°C
Humidité relative	60	%
Durée de couverture	12	h/j
Coefficient empirique d'évaporation	0,016	-
Capacité thermique massique de l'eau	4186	J/kg.°C
Densité de l'eau	1000	kg/m3
Efficacité de la couverture	70	%
Utilisation annuelle	350	j/an
Calculs		
Psat eau	3 780	Pa
Psat air	2 984	Pa
Pertes évap sans couverture	429 735 182	J
Pertes évap avec couverture	128 920 555	J
Gain énergétique	300 814 627	J
	84	kWh/j
Gain énergétique annuel	29 246	kWh/an

Nous modéliserons donc notre bâtiment sans cet équipement.

4.4 Planning d'occupation – PISCINE

Nombre d'entrée annuelle : 100 000. Le programme n'indique pas de répartition spécifique.

Ouverture de la piscine et périodes de l'année :

Ouverture de la piscine et période de l'année	
	Halle bassin/Vestiaires/Accueil
Période scolaire	8h-19h
Période hors scolaire	6h30-22h
Tous les dimanches	9h-14h

4.4.1 Répartition des baigneurs – effectif scolaire

Hypothèses :

- 36 semaines d'accueil
- 3 classes simultanée
- Elève par classe : 30
- Effectif max instant T : 90 personnes
- Effectif max journalier : 180 personnes
- Effectif max hebdomadaire : 810 personnes

⇒ **Fréquentation scolaire annuelle : 29 160 personnes**

Scolaire 1er degré																								
[%] effectif	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
lundi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
mardi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
mercredi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jeudi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
vendredi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
samedi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Scolaire 2nd degré																								
[%] effectif	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
lundi	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
mardi	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
mercredi	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jeudi	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
vendredi	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	0	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
samedi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

4.4.2 Répartition des baigneurs – effectif grand public

Hypothèses :

- 50 semaines d'accueil
- Nombre de vagues de nageurs par jour en vacances : 3
- Nombre de vagues de nageurs par jour hors vacances : 3
- Effectif hebdo public estival : 1 916 (16 semaines)
- Effectif hebdo public vacances estival : 2 019 (8 semaines)
- Effectif hebdo public hivernal : 1 586 (20 semaines)
- Effectif hebdo public vacances hivernal : 1 442 (6 semaines)

⇒ **Fréquentation grand public annuelle : 77 703 personnes**

GRAND PUBLIC ESTIVAL																								
[%] effectif	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
lundi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	100	100	100	20	20	100	100	100	70	70	70	50	50	0	0
mardi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	100	100	100	20	20	100	100	100	70	70	70	50	50	0	0
mercredi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	100	100	100	20	20	80	80	80	70	70	70	50	50	0	0
jeudi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	100	100	100	20	20	100	100	100	70	70	70	50	50	0	0
vendredi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	100	100	100	20	20	100	100	100	70	70	70	50	50	0	0
samedi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	20	20	70	70	70	70	70	70	50	50	0	0

Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	20	20	70	70	70	70	70	70	50	50	0	0
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---

GRAND PUBLIC VACANCES ESTIVAL																								
[%] effectif	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
lundi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	80	80	80	20	20	80	80	80	70	70	70	50	50	0	0
mardi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	80	80	80	20	20	80	80	80	70	70	70	50	50	0	0
mercredi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	80	80	80	20	20	80	80	80	70	70	70	50	50	0	0
[%] effectif	0	0	0	0	0	0	0	20	20	80	80	80	20	20	80	80	80	70	70	70	50	50	0	0
vendredi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	80	80	80	20	20	80	80	80	70	70	70	50	50	0	0
samedi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	20	20	70	70	70	70	70	70	50	50	0	0
Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	20	20	70	70	70	70	70	70	50	50	0	0

GRAND PUBLIC HIVERNAL																								
[%] effectif	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
lundi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	100	100	100	20	20	100	100	100	50	50	50	40	40	0	0
mardi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	100	100	100	20	20	100	100	100	50	50	50	40	40	0	0
mercredi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	100	100	100	20	20	50	50	50	50	50	50	40	40	0	0
jeudi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	100	100	100	20	20	100	100	100	50	50	50	40	40	0	0
vendredi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	100	100	100	20	20	100	100	100	50	50	50	40	40	0	0
samedi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	20	20	50	50	50	50	50	50	40	40	0	0
Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	20	20	50	50	50	50	50	50	40	40	0	0

GRAND PUBLIC VACANCES HIVERNAL																								
[%] effectif	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
lundi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	50	50	50	20	20	50	50	50	50	50	50	40	40	0	0
mardi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	50	50	50	20	20	50	50	50	50	50	50	40	40	0	0
mercredi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	50	50	50	20	20	50	50	50	50	50	50	40	40	0	0
jeudi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	50	50	50	20	20	50	50	50	50	50	50	40	40	0	0
vendredi	0	0	0	0	0	0	0	20	20	50	50	50	20	20	50	50	50	50	50	50	40	40	0	0
samedi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	20	20	50	50	50	50	50	50	40	40	0	0
Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	20	20	50	50	50	50	50	50	40	40	0	0

4.4.3 Fermeture

La période de fermeture aura lieu tous les ans pendant 2 semaines en période hivernale.

4.5 Planning d'occupation – ZONE ADMINISTRATIVE

Nombre de personnes dans les bureaux : Equipe d'une quinzaine de personnes

Ouverture de la partie administration :

Ouverture de la piscine et période de l'année	
	Bureaux/Réunions
Période scolaire	8h-12 14h-18h
Période hors scolaire	8h-12 14h-18h
Tous les dimanches	-

4.5.1 Répartition des effectifs dans la zone administrative

Hypothèses :

- 1 à 2 personnes dans les bureaux
- 15 personnes en salle de réunion
- 15 personnes en salle de repos
- 3 à 4 personnes dans les vestiaires
- 1 personne à l'accueil

BUREAUX																								
[%] effectif	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
lundi	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	20	20	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
mardi	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	20	20	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
mercredi	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	20	20	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
jeudi	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	20	20	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
vendredi	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	20	20	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
samedi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

SALLE DE REUNION																								
[%] effectif	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
lundi	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	50	0	0	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0
mardi	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	50	0	0	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0
mercredi	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	50	0	0	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0
jeudi	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	50	0	0	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0
vendredi	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	50	0	0	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0
samedi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

SALLE DE REPOS																								
[%] effectif	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
lundi	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	100	100	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0
mardi	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	100	100	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0
mercredi	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	100	100	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0
jeudi	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	100	100	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0
vendredi	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	100	100	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0
samedi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

VESTIAIRES																								
[%] effectif	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
lundi	0	0	0	0	0	0	0	100	10	10	10	10	100	10	10	10	10	100	0	0	0	0	0	0
mardi	0	0	0	0	0	0	0	100	10	10	10	10	100	10	10	10	10	100	0	0	0	0	0	0
mercredi	0	0	0	0	0	0	0	100	10	10	10	10	100	10	10	10	10	100	0	0	0	0	0	0
jeudi	0	0	0	0	0	0	0	100	10	10	10	10	100	10	10	10	10	100	0	0	0	0	0	0
vendredi	0	0	0	0	0	0	0	100	10	10	10	10	100	10	10	10	10	100	0	0	0	0	0	0
samedi	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	10	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	10	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0

ACCUEIL																								
[%] effectif	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
lundi	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
mardi	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
mercredi	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
jeudi	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
vendredi	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
samedi	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
Dimanche	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0

4.6 Apports internes

4.6.1 Apports sensibles et latent des occupants

Apports humains	
Période hivernale	
Bassin	Bassin (activité intense) : 28°C
	Apports sensibles : 110 W/pers
	Apports latents : 110 W/pers
Hall	Hall (activité modérée) : 19°C
	Apports sensibles : 80 W/pers
	Apports latents : 60 W/pers
Bureau	Bureau (activité modérée) : 19°C
	Apports sensibles : 60 W/pers
	Apports latents : 60 W/pers
Réunion	Salle de réunion (activité modérée) : 19°C
	Apports sensibles : 60 W/pers
	Apports latents : 60 W/pers
Vestiaires	Vestiaires (activité modérée) : 23°C
	Apports sensibles : 85 W/pers
	Apports latents : 90 W/pers
Période estivale	
Bassin	Bassin (activité intense) : 28°C
	Apports sensibles : 110 W/pers
	Apports latents : 110 W/pers
Hall	Hall (activité modérée) : 26°C

Bureau	Apports sensibles : 80 W/pers
	Apports latents : 60 W/pers
	Bureau (activité modérée) : 26°C
Réunion	Apports sensibles : 60 W/pers
	Apports latents : 60 W/pers
	Salle de réunion (activité modérée) : 26°C
Vestiaires	Apports sensibles : 85 W/pers
	Apports latents : 90 W/pers
	Vestiaires (activité modérée) : 23°C

4.6.2 Apports internes des équipements

Précisions sur les apports internes des équipements (ordinateurs, imprimantes) et les ratios associés :

N°	Nom de Zone	Planning	Ratio [W/m2]
01	Hall d'accueil / Local poussette / Arrière caisse	Permanent	2
02	Vestiaires personnels F	Néant	0
02'	Vestiaires personnels H	Néant	0
03	Salle repos personnel	Permanent	7
04	Salle de réunion	Idem occupation	10
05	Bureau responsable	Idem occupation	10
06	Bureau chef de bassin	Idem occupation	10
07	Espace vestiaires / Sanitaires / Douches	Néant	0
08	Infirmierie	Néant	0
09	Espaces techniques	Néant	0
10	Bureau MN	Idem occupation	10
11	Halle Bassins	Néant	0
12	Espaces techniques	Néant	0

4.6.3 Eclairage

Précisions sur les puissances d'éclairage considérées ainsi que leur planning de fonctionnement et le mode de gestion :

N°	Zone	Planning	Puissance [W/m2]	Gestion
01	Hall d'accueil / Local poussette / Arrière caisse	Idem occ.	5	Manuelle
02	Vestiaires personnels F	Idem occ.	5	Détection de présence et d'absence
02'	Vestiaires personnels H	Idem occ.	5	Détection de présence et d'absence
03	Salle repos personnel	Idem occ.	5	Manuelle
04	Salle de réunion	Idem occ.	5	Manuelle
05	Bureau responsable	Idem occ.	5	Manuelle
06	Bureau chef de bassin	Idem occ.	5	Manuelle
07	Espace vestiaires / Sanitaires / Douches	Idem occ.	5	Manuelle
08	Infirmierie	Idem occ.	5	Manuelle
09	Espaces techniques	Idem occ.	5	Manuelle
10	Bureau MN	Idem occ.	5	Manuelle
11	Halle Bassins	Idem occ.	10	Manuelle
12	Espaces techniques	Idem occ.	2	Manuelle

4.7 Réchauffage de l'eau du bassin

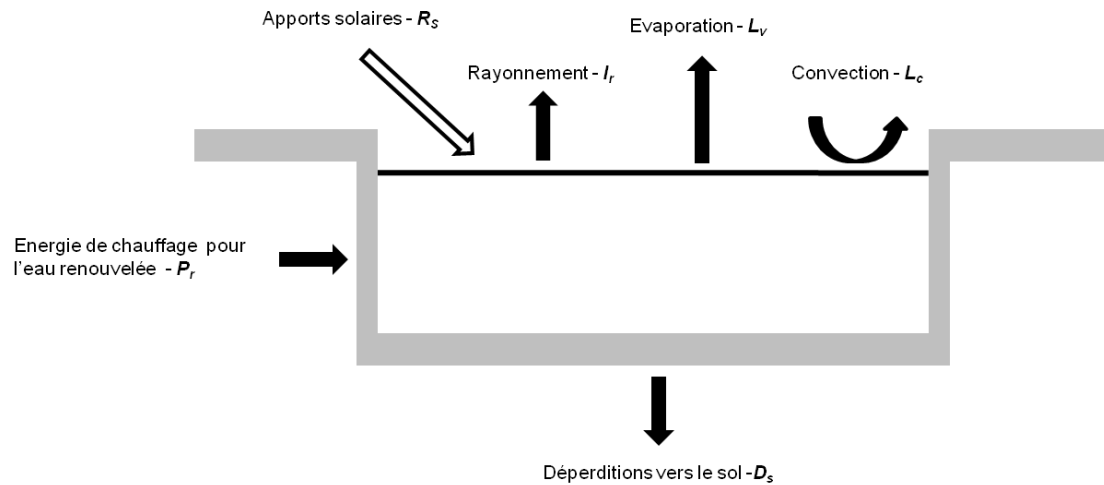
4.7.1 Détail des pertes thermiques des bassins

Le modèle physique utilisé pour déterminer les consommations de chauffage des bassins repose sur un bilan thermique au pas de temps horaire. Les besoins en chauffage correspondent à l'énergie nécessaire pour combattre les déperditions liées :

- Au phénomène de convection (refroidissement du bassin par l'air extérieur).
- A l'évaporation de l'eau des bassins.
- Au rayonnement infrarouge du plan d'eau.
- Au réchauffage de l'eau de renouvellement comprenant :
 - o Eau hygiénique (30 litres/baigneur/jour)
 - o Eau nécessaire pour compenser l'évaporation

- Eau nécessaire au nettoyage des filtres
- Au phénomène de conduction de chaleur dans le sol.

Le bilan thermique comptabilise par ailleurs les apports thermiques liés au rayonnement solaire.



Le bilan thermique des bassins est donné par :

$$B_{chaleur} = L_v + L_c + I_r + P_r + D_s - R_s$$

Avec :

$B_{chaleur}$	Besoins de chaleur pour maintenir le bassin à la température de consigne
L_c	Pertes par convection
L_v	Pertes par évaporation
I_r	Pertes par rayonnement (<i>uniquement pour les bassins extérieurs</i>)
P_r	Pertes de chaleur liées au réchauffage de l'eau de renouvellement
D_s	Déperditions vers le sol
R_s	Apports solaires (<i>uniquement pour les bassins extérieurs</i>)

Nota : La présence d'un système de couverture nocturne permet de réduire les pertes par évaporation et par rayonnement infrarouge.

Liste des paramètres :

Paramètre	Unité	Commentaires
S	m ²	Surface des bassins (478,53 m²)
h	m	Hauteur des bassins (0,05 à 0,30 – 0,80 à 1,20 – 1,30 à 2,00 m)
S _{déper}	m ²	Surface déperditive (3 750 m²)
σ	W/m ² /K	Constante de Stephan
A _e	-	Absorption du rayonnement solaire par l'eau
C _a	J/m ³ /K	Chaleur spécifique de l'air
M _a	g/mol	Masse molaire de l'air
R	J/mol/K	Constante des gaz parfaits
ρ	kg/m ³	Densité de l'eau
C _e	J/kg/K	Chaleur spécifique de l'eau
L _e	kJ/kg	Chaleur latente d'évaporation de l'eau
T _{moy}	°C	Température moyenne du sol
ΔT	°C	Amplitude thermique annuelle
a _{sol}	-	Diffusivité thermique du sol
ω _{sol}	rad/s	Pulsation associée aux variations climatiques extérieures
ν _{sol}	rad	Déphasage associées aux variations climatiques extérieures
U _b	W/m ² /K	Conductivité thermique des bassins (< 0.5 W/m².K)

T_b	°C	Température du bassin (27-29-32°C)
T_a	°C	Température de l'air extérieur – données du fichier météo
N	%	Nébulosité (% de couverture du ciel) – données du fichier météo
ϵ_e	-	Emissivité de l'eau du bassin
ϵ_c	-	Emissivité de la couverture du bassin
n	-	Nombre de baigneur par jour
H	h	Nombre d'heures d'ouverture (13 heures)
Q	l/j	Nombre de litre par jour et par baigneur (30 L/jour)
T_{ef}	°C	Température de l'eau froide à réchauffer (8°C)
F_{sur}	-	Indice de protection du bassin aux vents
Z_0	m	Altitude de référence
Z	m	Altitude d'étude
$P_w (T_w)$	kPa	Pression de vapeur saturante de l'air à température du bassin – obtenue par calcul
$P_a (T_a)$	kPa	Pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air – obtenue par calcul
h_c	W/m ² /°K	Flux thermique surfacique d'échange convectif – obtenu par calcul
V	m/s	Vitesse du vent à 2 m au-dessus de la piscine – données du fichier météo

Formulation mathématique :Pertes par convection :

Les pertes par convection sont exprimées par :

$$L_c = S \times h_c \times (T_b - T_a) \text{ [Watt]}$$

Avec :

$$h_c = 3,1 + 4,1 \times V \text{ [Watt/m}^2\text{/°K]}$$

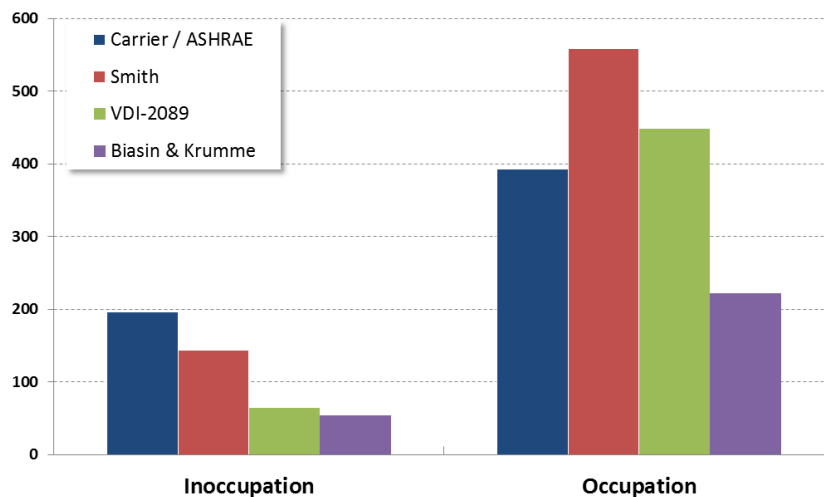
Pour les bassins extérieurs, V est la vitesse du vent à la surface de l'eau, déduite des relevés météorologiques (en France, les vitesses de vent sont relevées à une hauteur de 10 m au-dessus du sol) par la formule suivante :

$$V = V_o \times \left(\frac{z}{z_0} \right)^{\frac{1}{F_{sur}}}$$

Pour les bassins intérieurs, V est la vitesse de déplacement d'air au niveau de la surface de l'eau.

Pertes par évaporation :

Il s'agit du terme du bilan thermique le plus impactant, mais également le plus difficile à estimer. Les différents modèles mathématiques existants donnent des résultats qui diffèrent d'un facteur 1 à 5.



Etude de sensibilité sur les modèles d'évaporation

De manière générale, le modèle développé par Carrier est le plus couramment utilisé, et est notamment accepté par l'ASHRAE pour le fonctionnement en période d'occupation. **La méthode Carrier est donc retenue en mode occupation pour cette étude.**

L'équation Carrier en mode inoccupation donne des résultats surestimés par rapport aux autres méthodes. Etant donné que les bassins intérieurs ne sont pas équipés d'un système de couverture nocturne, l'utilisation de ce modèle serait trop défavorable par rapport au bâtiment de référence. Ainsi, **la méthode de Smith est retenue en mode inoccupation**, car elle applique un coefficient pondérateur empirique à l'équation de Carrier.

Les pertes par évaporation sont ainsi données par :

$$\text{En période d'occupation : } E = \frac{\varepsilon \cdot S \cdot (P_w - P_a) \cdot (0.0888 + 0.0783 \cdot v_{air})}{L_v}$$

$$\text{En période d'inoccupation : } E_0 = 0.73 \frac{S \cdot (P_w - P_a) \cdot (0.0888 + 0.0783 \cdot v_{air})}{L_v}$$

Où v_{air} est :

- la vitesse de diffusion d'air au niveau du plan d'eau pour les bassins intérieurs
- la vitesse du vent au niveau du plan d'eau pour les bassins extérieurs

Les valeurs du coefficient ε de prise en compte de l'agitation du plan d'eau sont précisées dans la littérature ASHRAE. Pour des piscines type à vagues ou pour les toboggans aquatiques, il est préconisé une valeur de minimum de 1,5. Arbitrairement, la valeur retenue pour l'étude est 2 pour les bassins intérieurs et 1 pour les bassins extérieurs.

Nota : Lorsque le bassin est couvert en intégralité, nous considérons qu'il n'y a pas d'évaporation.

Pertes par radiation :

Uniquement pour les bassins extérieurs

Le bassin échange de l'énergie par rayonnement infrarouge avec la voûte céleste. Le modèle mathématique communément admis pour décrire ces échanges se base sur la théorie du corps noir :

$$I_r = S \times \varepsilon_e \times \sigma \times [T_b^4 - 0,94 \times (1 - 0,17 N^2) \times 0,959 \cdot 10^{-5} \times (T_a + 273)^6] [\text{Watt}]$$

Nota : Lorsque le bassin est couvert, l'émissivité de l'eau ε_e est remplacée par l'émissivité de la couverture ε_c .

Pertes par renouvellement d'eau :

Il s'agit de l'énergie nécessaire au préchauffage de l'eau de remplacement de l'eau évaporée, de l'eau de remplacement hygiénique et de l'eau de lavage des filtres :

$$P_r = \rho \times c_e \times (T_b - T_{ef}) \times (Q_r + Q_e + Q_f) \text{ [Watt]}$$

Avec :

Q_r	Débit d'eau renouvelé [m³/h]
Q_e	Débit d'eau évaporé [m³/h]
Q_f	Débit d'eau de lavage des filtres [m³/h]

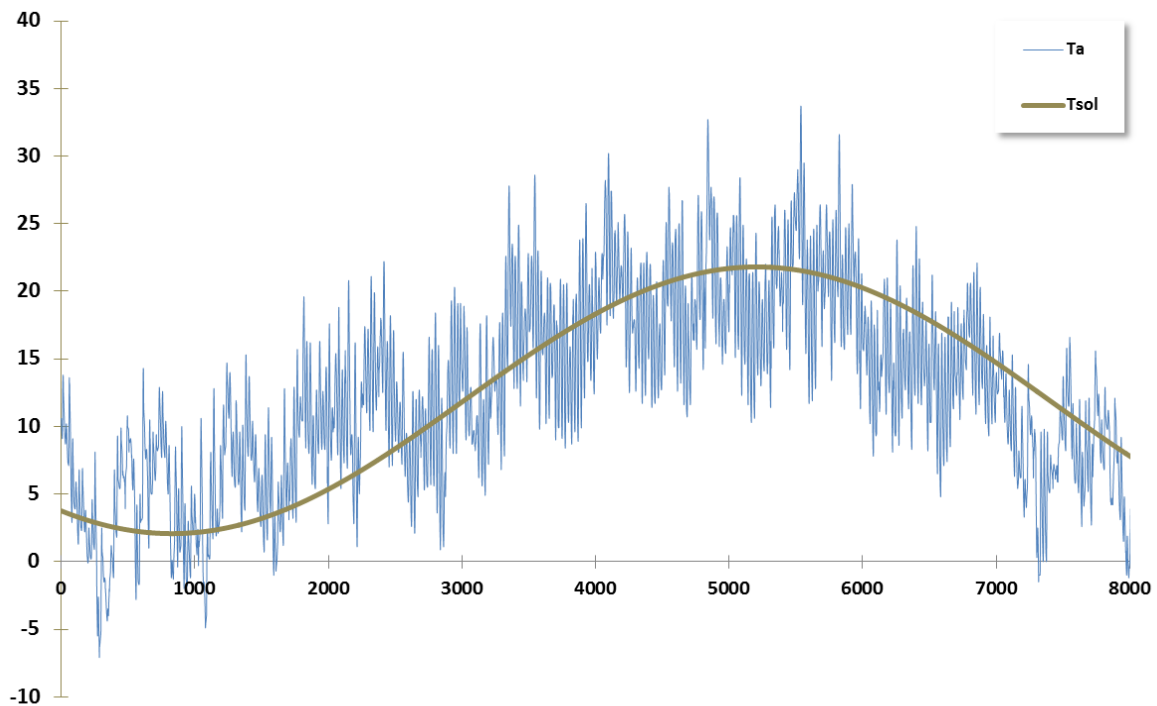
Pertes par déperditions dans le sol :

Il s'agit des pertes par conduction dans le sol. Ces dernières sont données par la relation suivante :

$$D_s = U_{sol} \times (hP + S) \times (T_b - T_{sol}(t)) \text{ [Watt]}$$

La température du sol au cours de l'année à la profondeur h est donnée par la relation suivante :

$$T_{sol}(t) = T_{moy} + \Delta T \times e^{-h \sqrt{\frac{\omega}{2a_{sol}}}} \times \sin\left(\omega t - \nu - h \sqrt{\frac{\omega}{2a_{sol}}}\right) \text{ [°C]}$$



Evolution de la température du sol au cours de l'année

Gains solaires :

Uniquement pour les bassins extérieurs donc non comptés.

4.8 Consigne de température d'air et d'hygrométrie**4.8.1 Consigne de température d'air**

Les consignes identifiées sont reprises dans le tableau ci-dessous :

N°	Zones	Hiver		Eté
		Température de consigne [°C]	Réduit de nuit [°C]	Température de consigne [°C]
01	Hall d'accueil / Local poussette / Arrière caisse	19	16	-
02	Vestiaires personnels F	23	16	-
02'	Vestiaires personnels H	23	16	-
03	Salle repos personnel	19	16	-
04	Salle de réunion	19	16	-
05	Bureau responsable	19	16	-
06	Bureau chef de bassin	19	16	-
07	Espace vestiaires / Sanitaires / Douches	23	20	-
08	Infirmierie	28	23	-
09	Espaces techniques	Hors gel	Hors gel	-
10	Bureau MN	28	23	-
11	Halle Bassins	28	23	-
12	Espaces techniques	Hors gel	Hors gel	-

4.8.2 Consigne d'hygrométrie des espaces humides

Zones	Hiver	Eté
	Consigne d'humidité [%]	Consigne d'humidité [%]
Halle Bassins	60	60

4.8.3 Consigne de température d'eau des bassins

Bassin	Température de consigne [°C]
Bassin de nage	27
Pataugeoire	32
Bassin d'apprentissage	29 (avec possibilité de monter à 32 pour les bébés nageurs une fois par semaine)

4.9 Traitement d'air et ventilation**4.9.1 Débits de fonctionnement**

N°	Zones	Type de CTA	Débit total brassage [m3/h]		Air neuf mini hygiénique [m3/h]	
			occupation	inoccupation	occupation	inoccupation
01	Hall d'accueil / Local poussette / Arrière caisse	Récupération d'énergie	495	0	495	0
02	Vestiaires personnels F	Récupération d'énergie	75	0	75	0
02'	Vestiaires personnels H	Récupération d'énergie	75	0	75	0
03	Salle repos personnel	Récupération d'énergie	240	0	240	0
04	Salle de réunion	Récupération d'énergie	450	0	450	0
05	Bureau responsable	Récupération d'énergie	50	0	50	0
06	Bureau chef de bassin	Récupération d'énergie	50	0	50	0
07	Espace vestiaires / Sanitaires / Douches	Récupération d'énergie	3660	3660	3660	3660
08	Infirmierie	Thermodynamique	120	120	120	120
09	Bureau MN	Thermodynamique	120	120	120	120
10	Halle Bassins	Thermodynamique	30 000	30 000	9240	9 240

4.9.2 Rendement d'échangeur

CTA	Rendement théorique d'échangeur	Rendement considéré pour simulation
CTA 01 - Halle bassin	80.0	69.4

CTA 02 - Vestiaires	80.0	74.0
CTA 03 - Administration - Accueil	81.6	73.0

4.9.3 Déshumidification

La halle bassin sera déshumidifiée via une CTA thermodynamique dédiée.

5 PRESENTATION DES RESULTATS

5.1 Confort estival (STD)

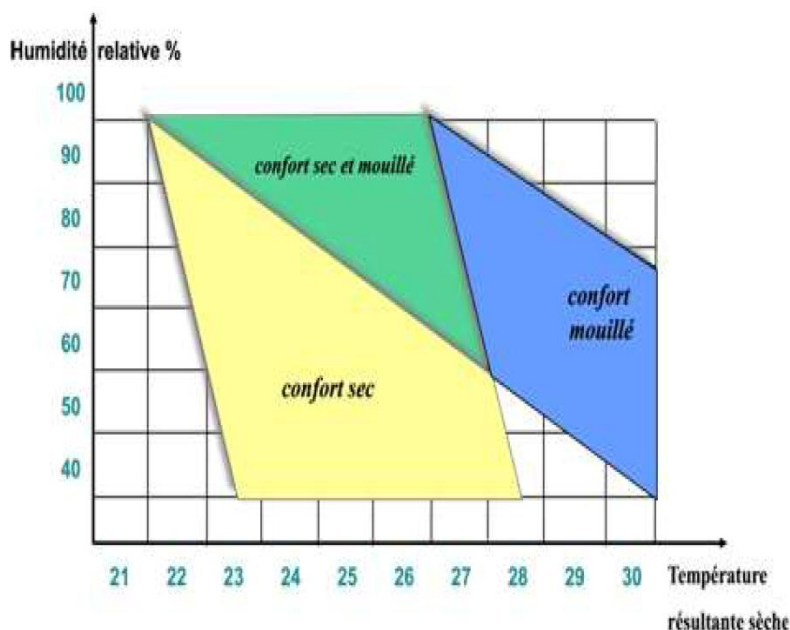
Deux types de calculs ont été menées au cours des études :

- Un calcul sur la Halle Bassin au pas de temps horaires permettant de déterminer le couple température résultante / humidité relative et ainsi déterminer le pourcentage d'inconfort sur le temps d'occupation.
- Un calcul sur le confort adaptatif en fonction de la norme EN15251 pour les autres espaces plus conventionnels.

5.1.1 Halle bassin

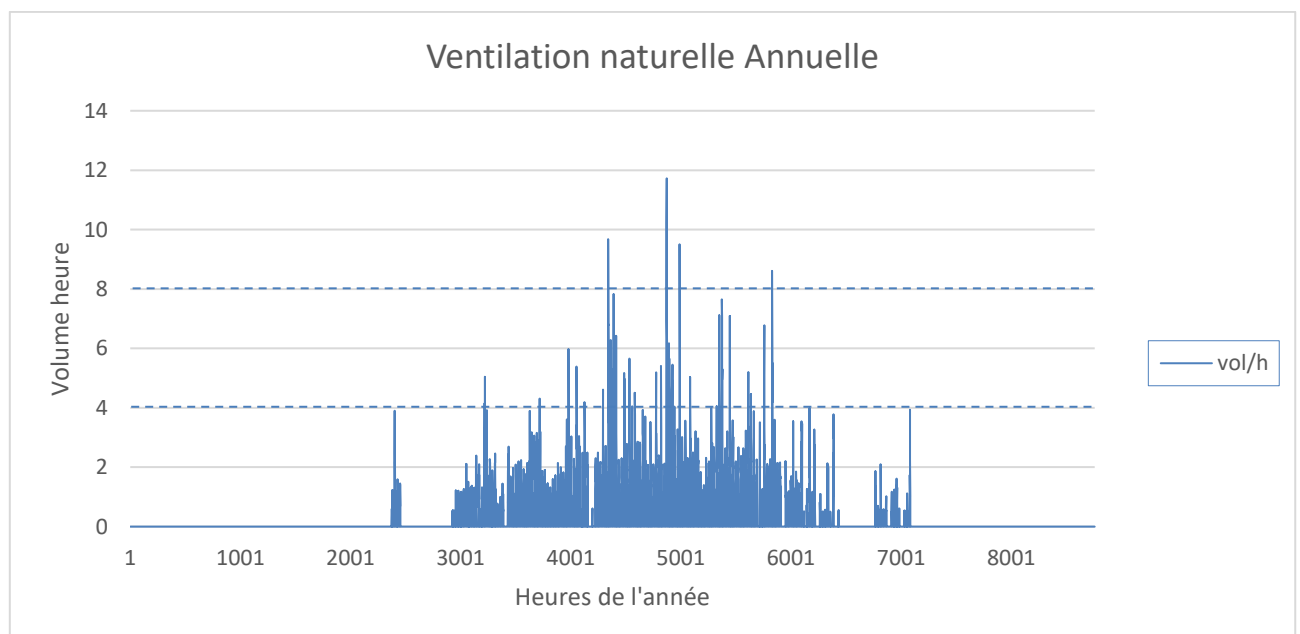
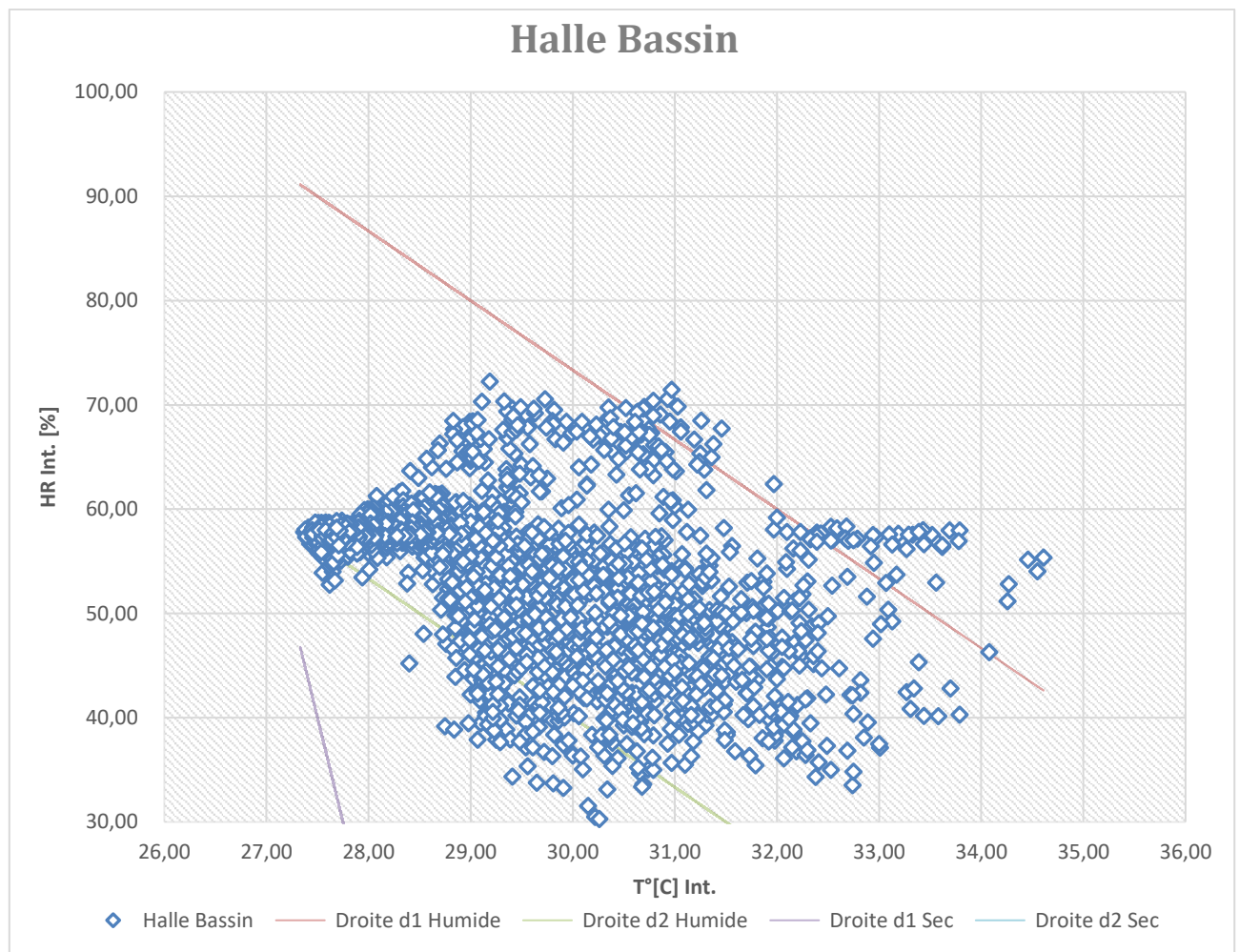
La stratégie d'atteinte du confort thermique pour les piscines diffère de celle des bâtiments plus classiques. En effet, c'est un usage moins sensible à la surchauffe estivale car ses occupants sont faiblement vêtus et généralement mouillés. C'est également la raison pour laquelle, les températures de consigne sont beaucoup plus élevées que dans les bâtiments classiques (aux alentours de 27°C). De plus, ces espaces sont en général très largement ouverts en saison estivale, se rapprochant alors des conditions extérieures.

Pour quantifier le confort, dans la halle bassin, conformément au guide pratique de la certification NF HQE, on utilise le diagramme présenté dans le Guide technique des piscines publiques – 2003 réalisé par EDF, AITF et ATTF. Le diagramme ci-dessous présente les zones de confort selon que l'on soit sec ou mouillé. Dans la halle bassin, on considère que les zones de confort sont les zones vertes et bleues.



5.1.1.1 Résultats avec ventilation nocturne

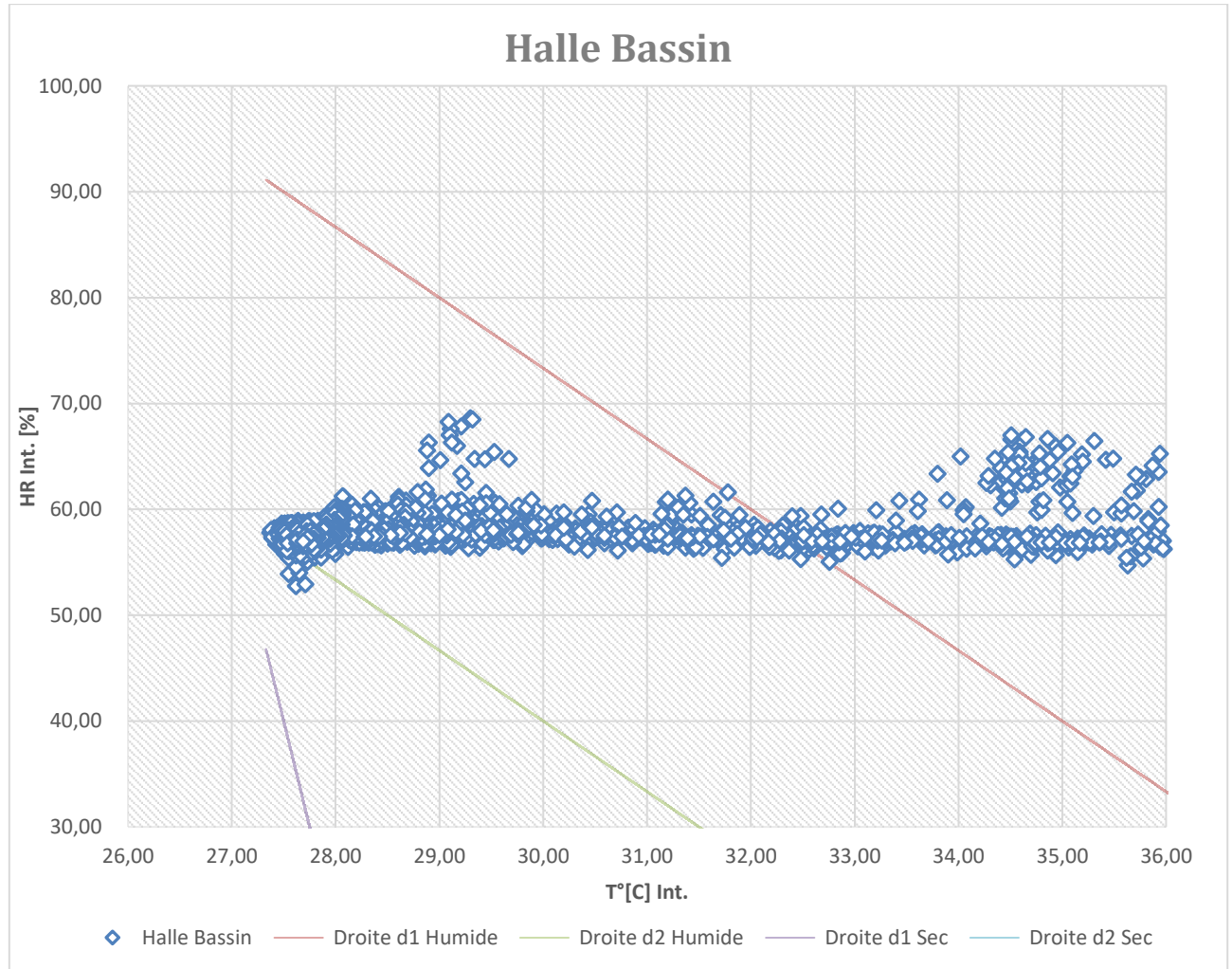
	Nb d'heures en confort	Nb d'heures d'occupation	% d'inconfort
Zone de confort Sec et mouillé (Vert) + Confort Mouillé (Bleu)	5 244	5 475	4.22 %



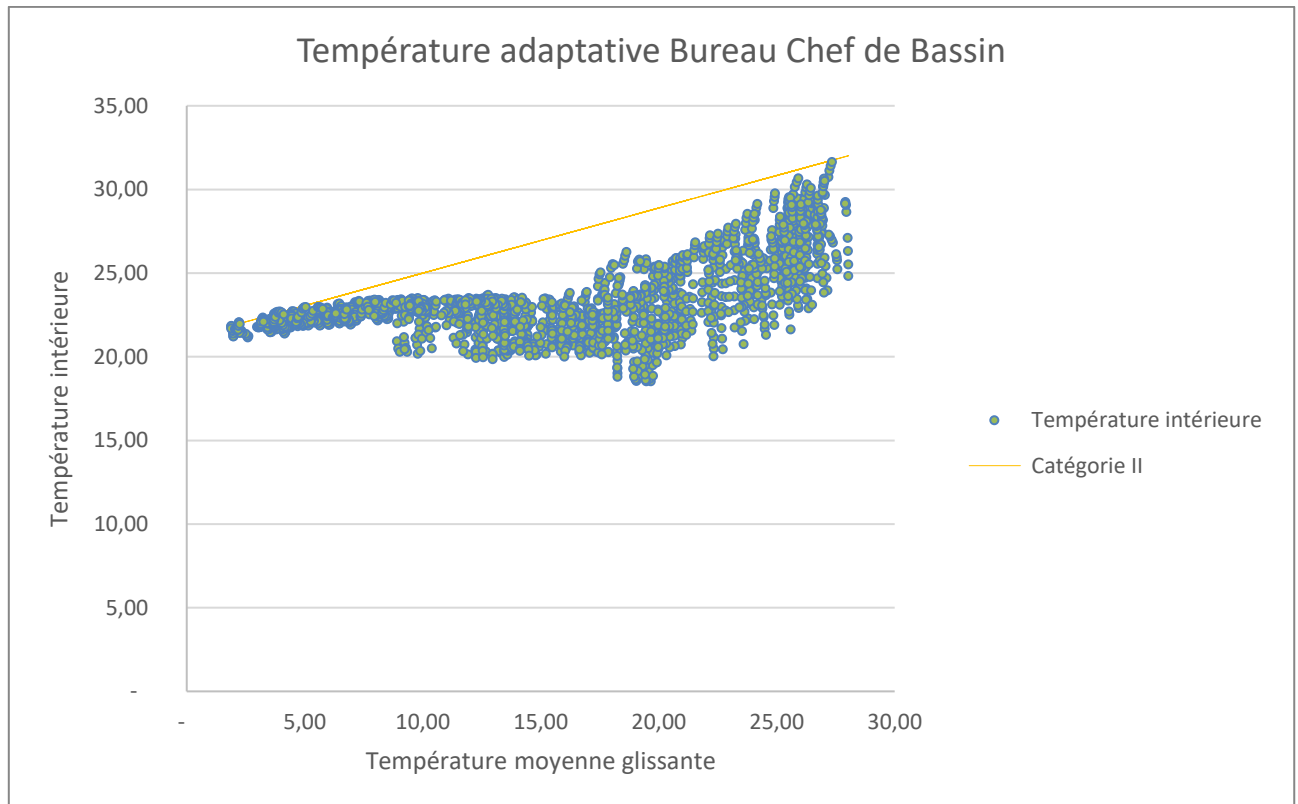
Ci-dessus le graphique de renouvellement d'air neuf par ventilation naturelle. Il permet de dégager une valeur de 4 vol/h en intersaison. Cette valeur évolue jusqu'à 8 vol/h en conditions estivales et atteint très épisodiquement 12 vol/h.

5.1.1.2 Résultat sans ventilation nocturne

	Nb d'heures en confort	Nb d'heures d'occupation	% d'inconfort
Zone de confort Sec et mouillé (Vert) + Confort Mouillé (Bleu)	3 941	5 475	28.0%

5.1.2 Bureau chef de bassin

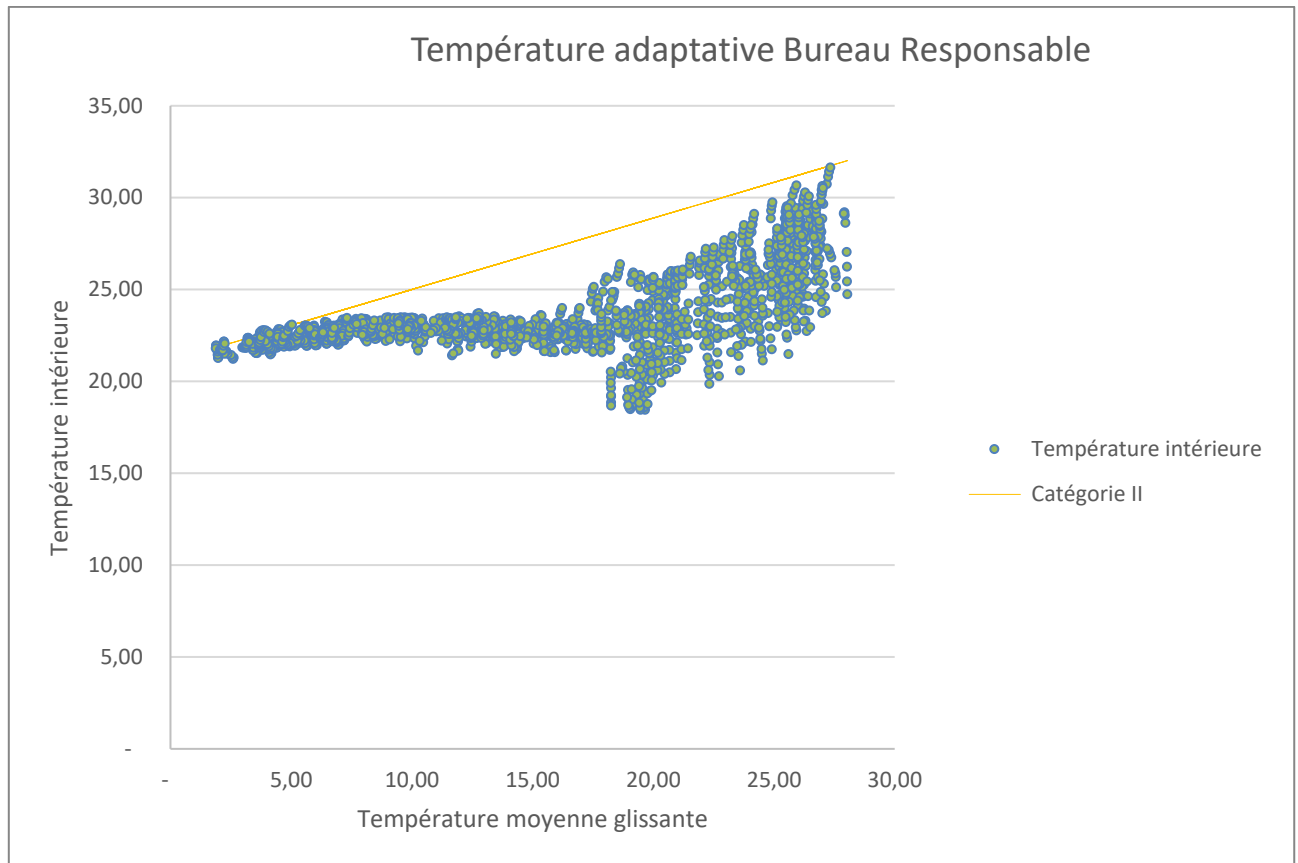
Pour cet espace et pour le suivants, nous avons estimé de confort estival en fonction de la norme EN15251 (confort adaptatif). L'objectif est d'être inférieur à 3%.



Il y a 0.3 [%] de temps d'occupation hors de la zone de confort adaptatif pour ce local Bureau Chef de bassin. Pour rappel, des brasseurs d'air sont installés dans cet espace et la température intérieure est donc diminuée de 1.5 [°C] par rapport à la température opérative comme la définit l'ASHRAE.

5.1.3 Bureau responsable

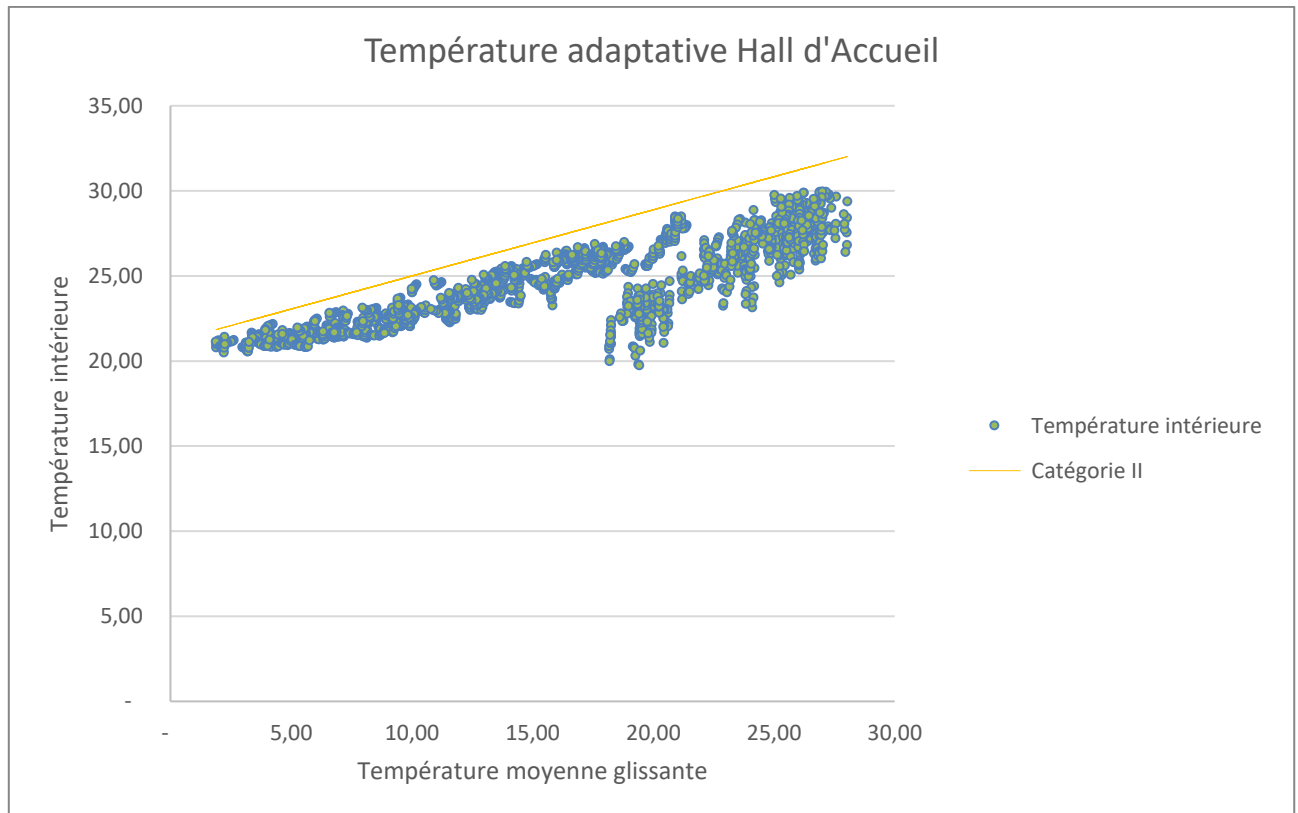
Pour cet espace et pour les suivants, nous avons estimé de confort estival en fonction de la norme EN15251 (confort adaptatif). L'objectif est d'être inférieur à 3%.



Il y a 0.7 [%] de temps d'occupation hors de la zone de confort adaptatif pour ce local Bureau Chef de bassin. Pour rappel, des brasseurs d'air sont installés dans cet espace et la température intérieure est donc diminuée de 1.5 [°C] par rapport à la température opérative comme la définit l'ASHRAE.

5.1.4 Hall d'accueil

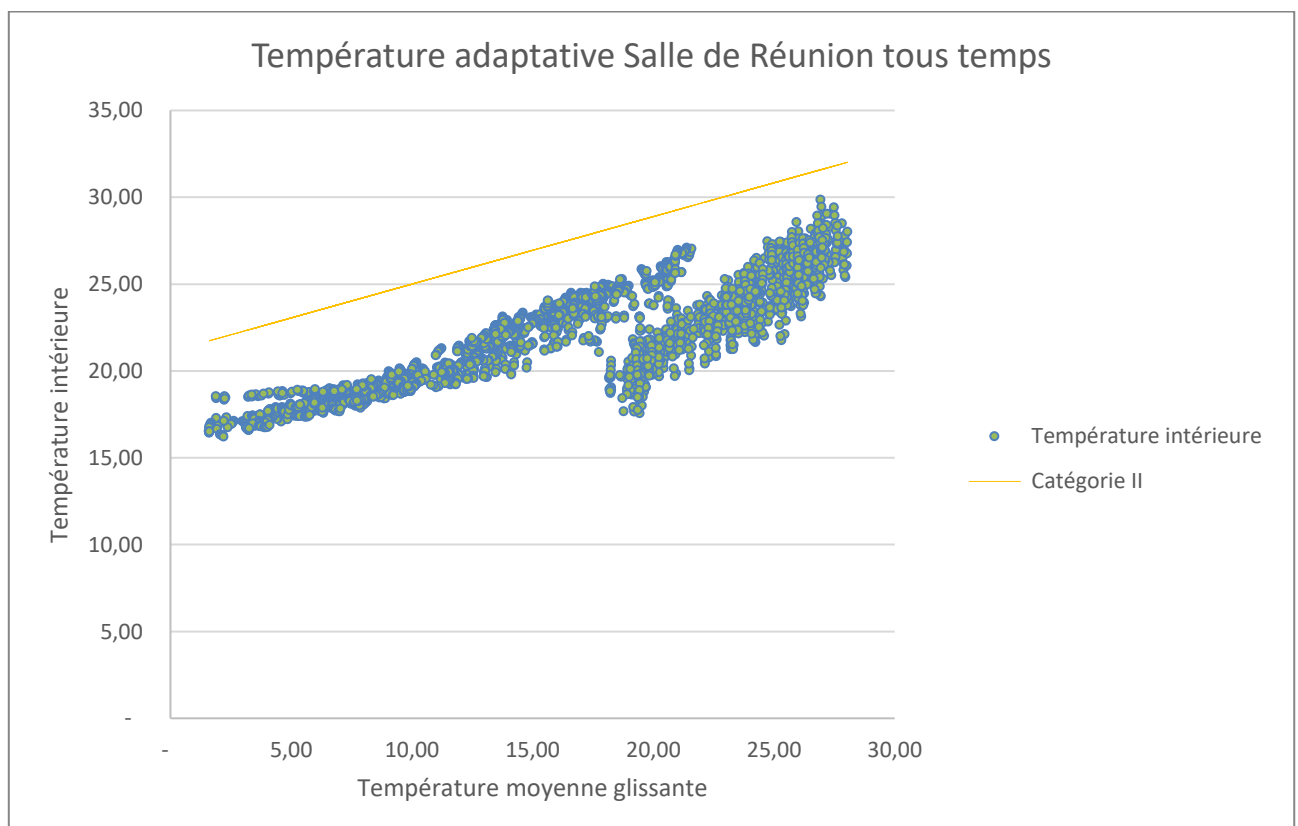
Pour cet espace et pour les suivants, nous avons estimé le confort estival en fonction de la norme EN15251 (confort adaptatif). L'objectif est d'être inférieur à 3%.



0 [%] du temps d'occupation est hors zone de confort adaptatif pour ce local Hall d'Accueil.

5.1.5 Salle de repos

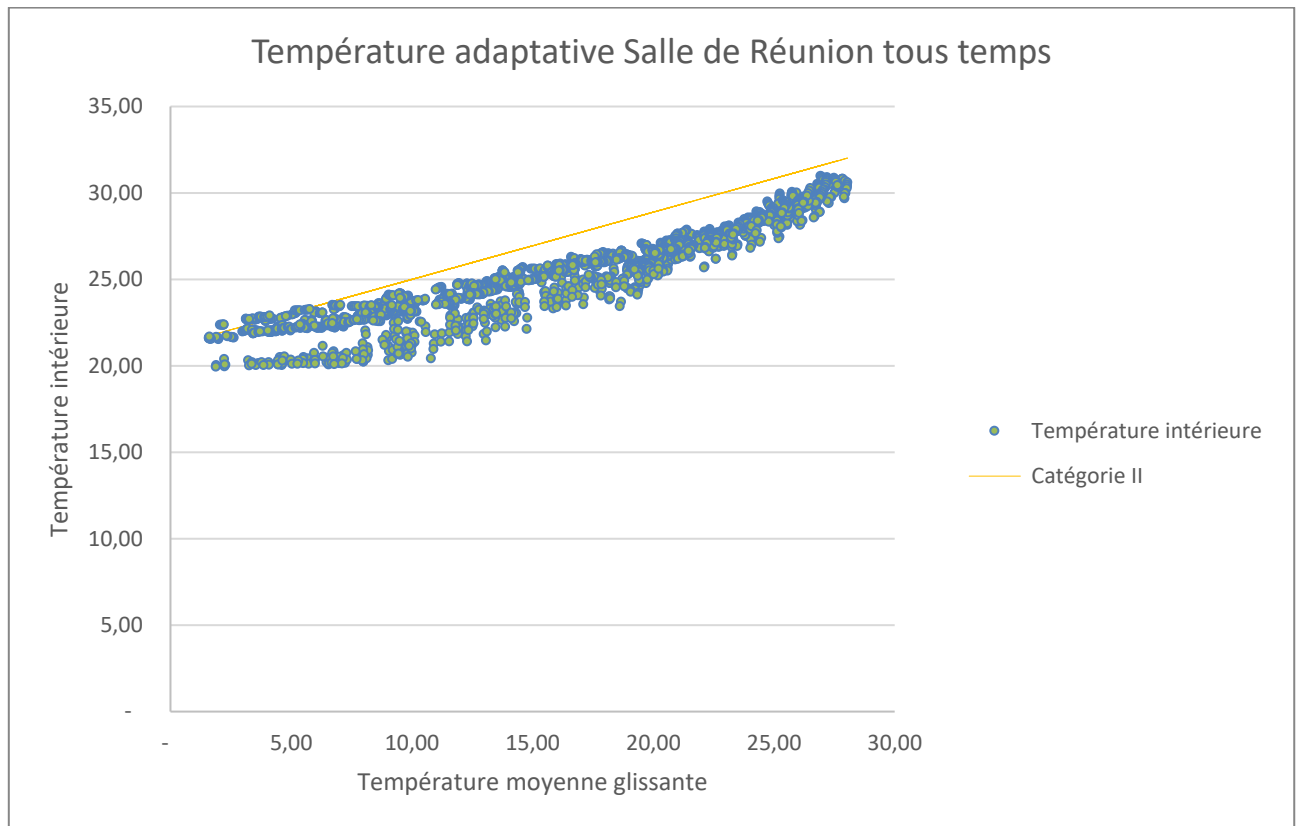
Pour cet espace et pour le suivants, nous avons estimé de confort estival en fonction de la norme EN15251 (confort adaptatif). L'objectif est d'être inférieur à 3%.



Aucune valeur de température n'est hors de la zone de confort adaptatif pour ce local Salle de Repos.

5.1.6 Salle de réunion

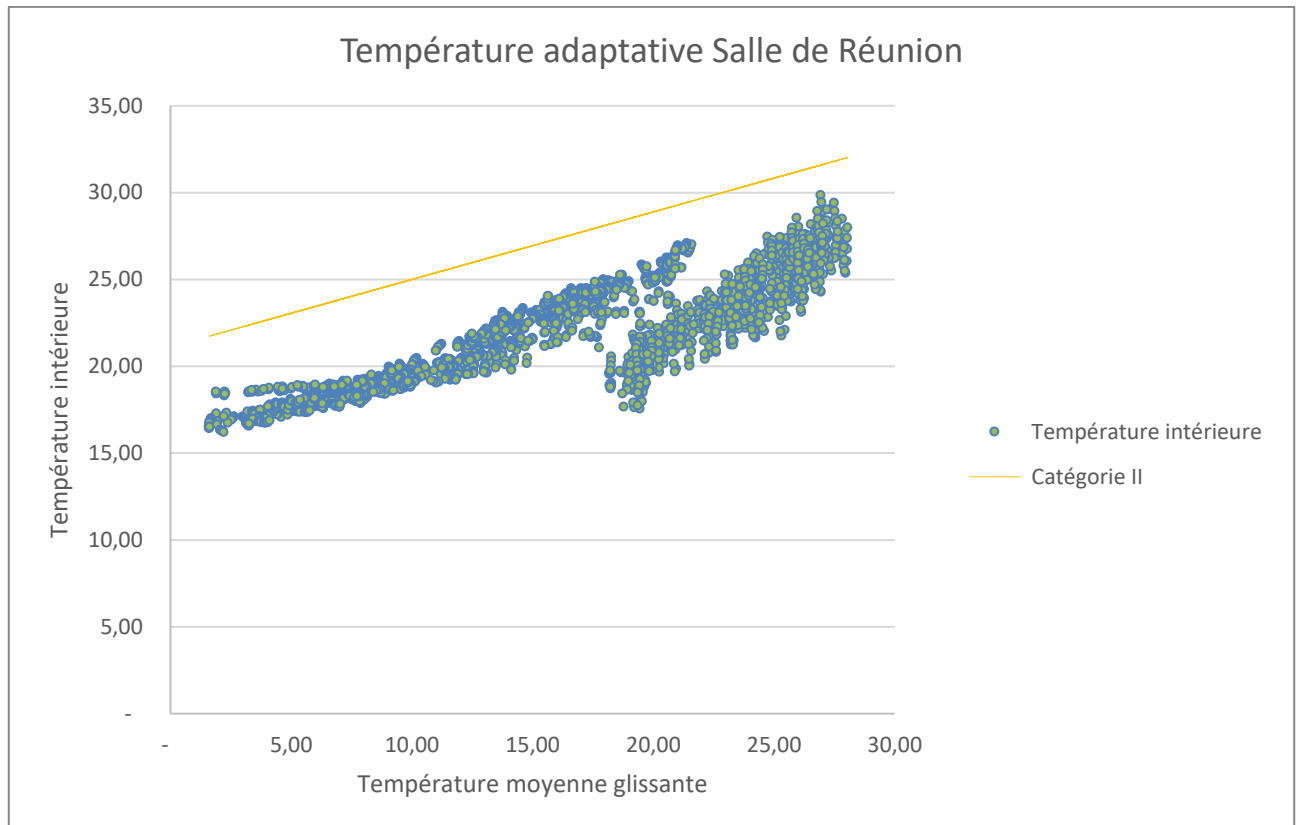
Pour cet espace et pour le suivants, nous avons estimé de confort estival en fonction de la norme EN15251 (confort adaptatif. L'objectif est d'être inférieur à 3%.



1.4 [%] du temps d'occupation est hors zone de confort adaptatif pour ce local Salle de Réunion.

5.1.7 Vestiaire du personnel

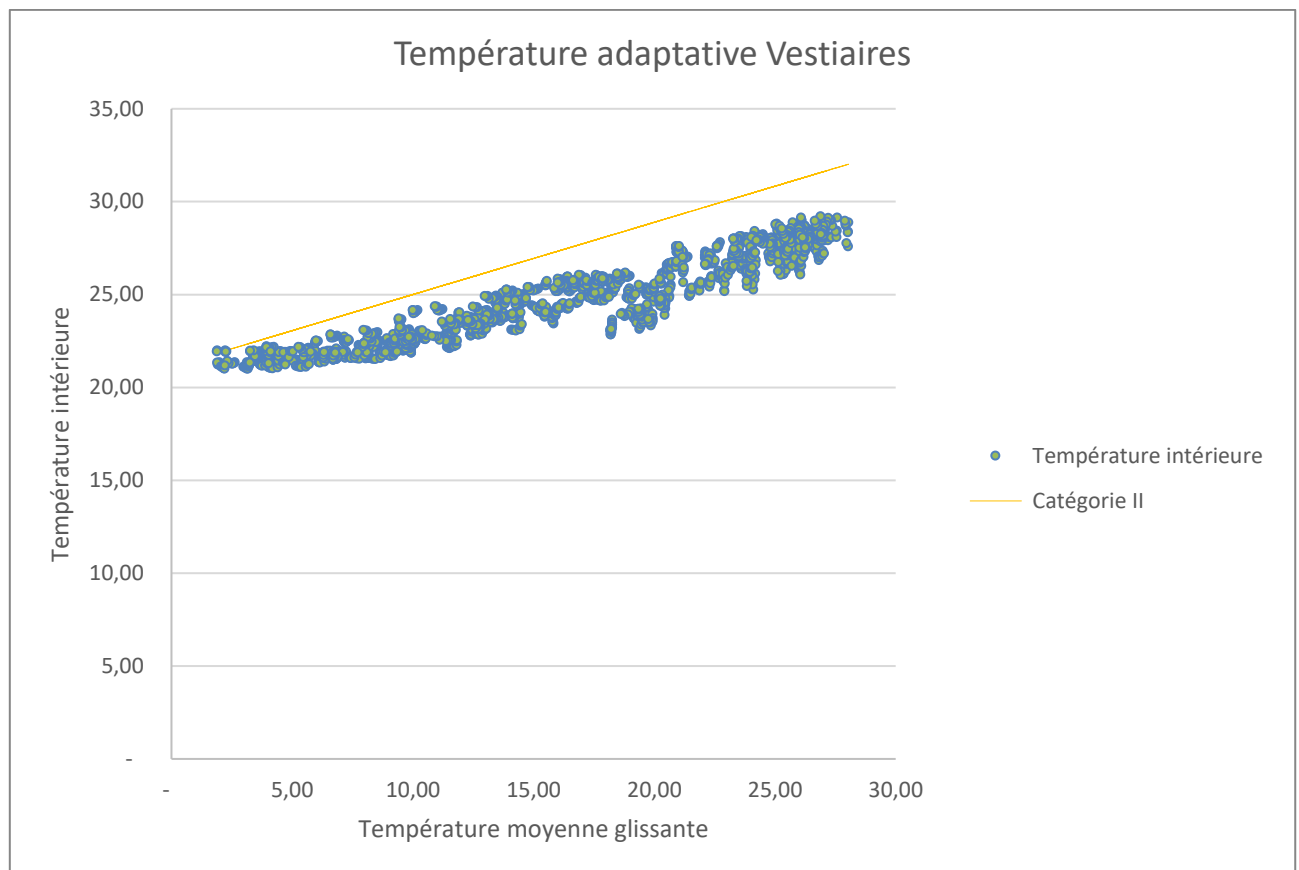
Pour cet espace et pour le suivants, nous avons estimé de confort estival en fonction de la norme EN15251 (confort adaptatif. L'objectif est d'être inférieur à 3%.



Aucune valeur de température n'est hors de la zone de confort adaptatif pour ce local Vestiaire Personnel.

5.1.8 Vestiaires

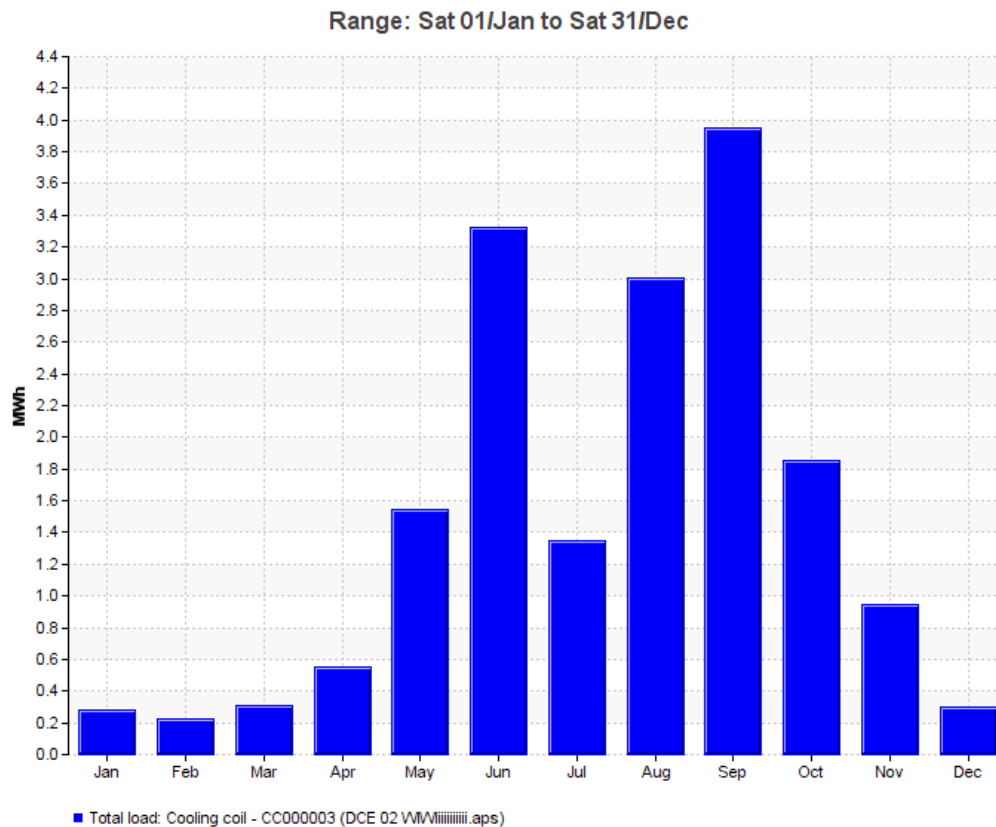
Les vestiaires sont un espace particulier de transition avec un taux d'habillement variable. De par la nature de l'utilisation de ce local, il n'est pas facile de caractériser de manière fiable. C'est pourquoi notre sortie graphique est ici donnée uniquement à titre indicatif.



Les seules valeurs hors zone de confort adaptatif pour ce local Vestiaire Piscine sont provoquées par la consigne de chauffage à 23 [°C] en hiver. Cette consigne est justifiée par l'usage de ces locaux. Il n'y a donc pas de problématiques de confort pour cet espace Vestiaire Piscine.

5.2 Résultats d'estimation des consommations (SED)

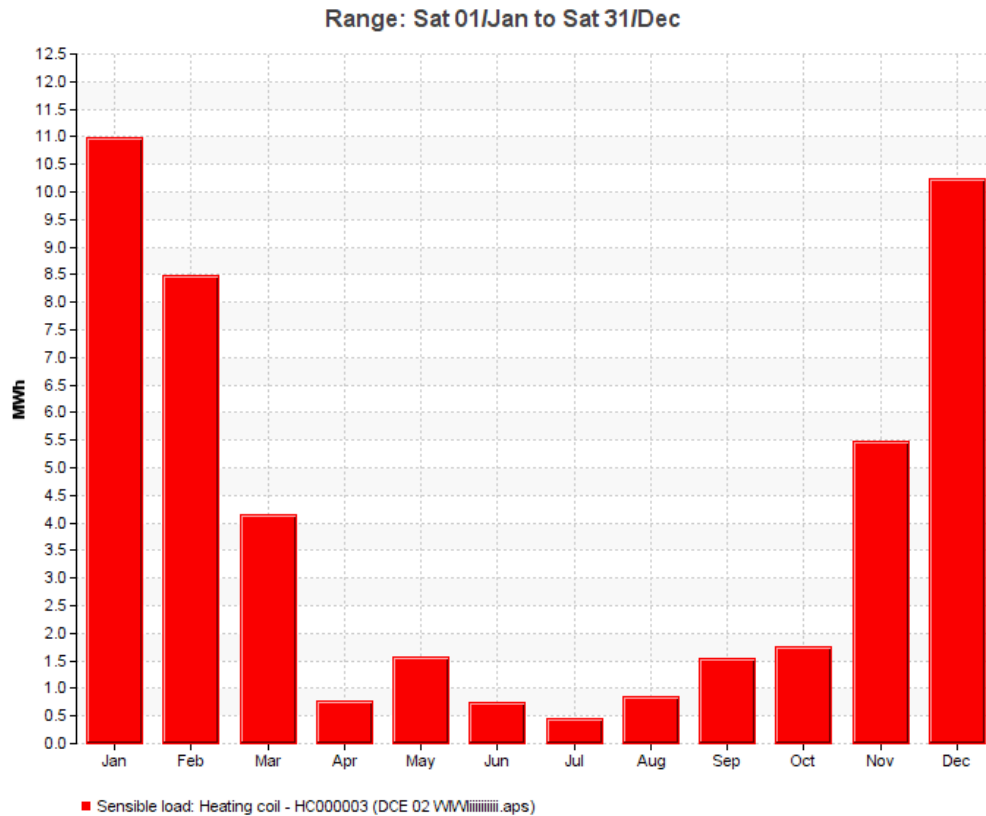
5.2.1 *Besoins en déshumidification*



Cette donnée est extraite du logiciel VE et atteint la valeur de 17.64 [MWh].

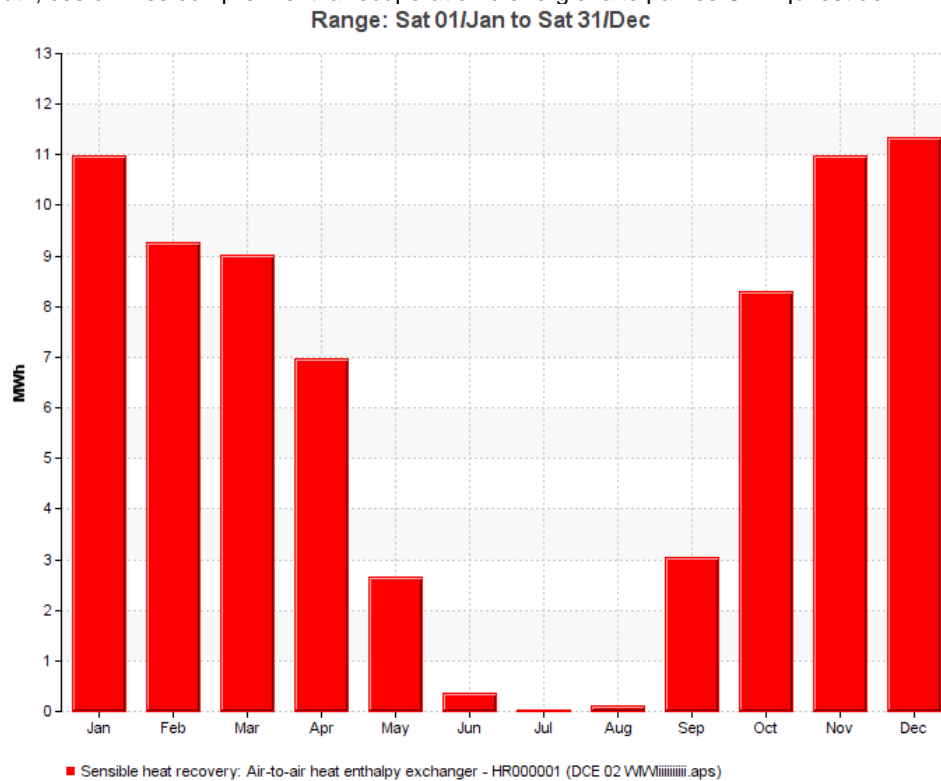
5.2.2 *Besoins en chaud et froid*

Les seuls besoins de froids sont ceux du local VDI. L'ensemble des autres espaces ne sont pas climatisées. Seul des brasseurs d'air sont présents dans la partie administrative du projet.

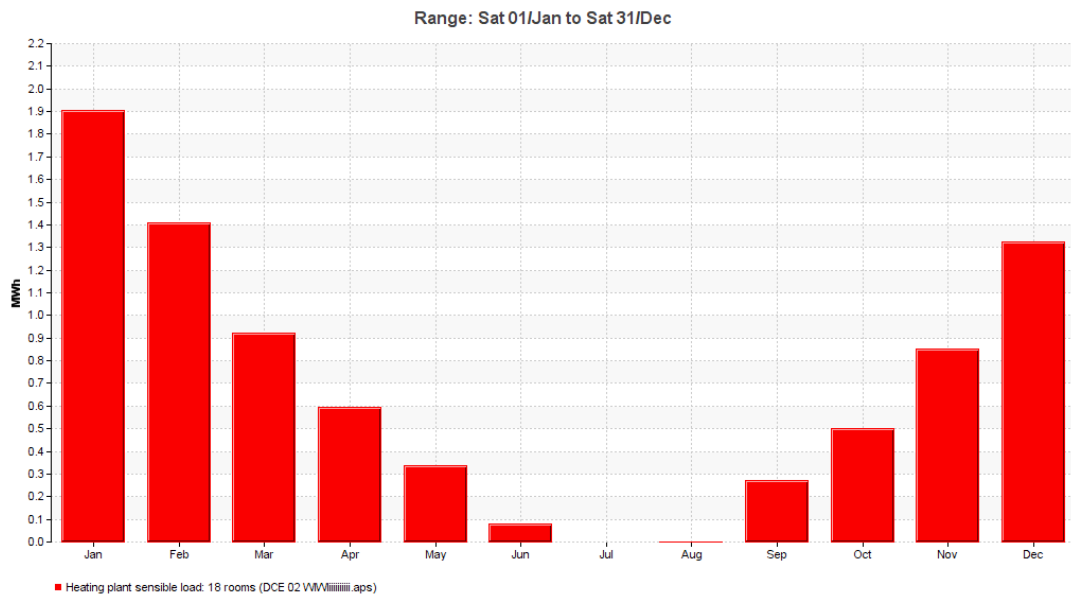
5.2.2.1 Besoins chaud halle bassin

Cette donnée est extraite du logiciel VE et atteint la valeur de 47.02 [MWh] que la batterie chaude doit fournir.

A titre informatif, ces chiffres comprennent la récupération d'énergie faite par les CTA qui est de :



Cette donnée est extraite du logiciel VE et atteint la valeur de 73.07 [MWh].

5.2.2.2 Besoins chaud autres locaux

Cette donnée est extraite du logiciel VE et atteint la valeur de 8.19 [MWh].

5.2.2.3 Besoins froid du local VDI

Il a été estimé une puissance de 1.5 kW en froid fonctionnant tout le long de l'année. Ce qui implique un besoin annuel de 14 454 [kWh].

5.2.2.4 Synthèses de besoins chaud/froid

Ci-dessous les besoins en chaud et froid pour les espaces de vie du bâtiment :

Zone	Besoins en chaud [kWh/an]	Emetteur chaud	Besoins en froid [kWh/an]	Emetteur froid
Halle bassin	47 019	CTA	-	-
Zone vestiaire	8 130	Radiateur	-	-
Zone accueil		Radiateur	-	-
Zone bureau		Radiateur	14 454	Split (VDI)

5.2.3 Besoins pour le réchauffement de l'eau des bassins

Pour le bassin en lui-même, les besoins en réchauffages sont calculés comme explicité dans la paragraphe 4.7. Réchauffage de l'eau du bassin. Les données sont les suivantes :

5.2.3.1 Calcul de puissance jour hors bébé nageur

	Bassin de nage	Bassin d'apprentissage	Pataugeoire
S [m²]	312,5	100	50
n	220	70	35
Vr [l/j/baigneur]	30	30	30
S (p > 0,4 m) [m²]	312,5	100	0
S (p < 0,4 m) [m²]	0	0	50
pmoy [m]	1,7	0,8	0,3
Volume [m³]	516	80	15
Périmètre [m]	50	16	40
U vertical bassin [W/m².K]	0,50	0,50	0,50
T°eau	27	29	32
T°ambiance	28	28	28
T° sol	15	15	15
HR hiver [%]	60%	60%	60%
Pw [kPa]	3,6	4,0	4,8
Pa [kPa]	2,3	2,3	2,3

Δe [kPa]	1,3	1,7	2,5
Vair [m ³ /s]	0,5	0,5	0,5
hc [W/m ² /°K]	5,15	5,15	5,15
Vr [m ³ /s]	0,0002	0,0001	0,0000

	Bassin de nage	Bassin d'apprentissage	Pataugeoire	TOTAL
Lc [kW]	-2	1	1	0 kW
Lv [kW]	36	16	11	63 kW
Pvr [kW]	14,6	5,1	2,9	23 kW
Pve [kW]	1,3	0,6	0,5	2 kW
Ds [kW]	4,2	1,5	0,5	6 kW
Ptot [kW]	54,9	23,3	16,1	94 kW

5.2.3.2 Calcul de puissance pour bébé nageur

	Bassin de nage	Bassin d'apprentissage	Pataugeoire
S [m ²]	312,5	100	50
n	220	70	35
Vr [l/j/baigneur]	30	30	30
S (p > 0,4 m) [m ²]	312,5	100	0
S (p < 0,4 m) [m ²]	0	0	50
pmoy [m]	1,7	0,8	0,3
Volume [m ³]	516	80	15
Périmètre [m]	50	16	40
U vertical bassin [W/m ² .K]	0,50	0,50	0,50
T°eau	27	32	32
T°ambiance	28	28	28
T° sol	15	15	15
HR hiver [%]	60%	60%	60%
Pw [kPa]	3,6	4,8	4,8
Pa [kPa]	2,3	2,3	2,3
Δe [kPa]	1,3	2,5	2,5
Vair [m ³ /s]	0,5	0,5	0,5
hc [W/m ² /°K]	5,15	5,15	5,15
Vr [m ³ /s]	0,0002	0,0001	0,0000

	Bassin de nage	Bassin d'apprentissage	Pataugeoire	TOTAL
Lc [kW]	-2	2	1	1 kW
Lv [kW]	36	22	11	70 kW
Pvr [kW]	14,6	5,8	2,9	23 kW
Pve [kW]	1,3	1,0	0,5	3 kW
Ds [kW]	4,2	1,8	0,5	7 kW
Ptot [kW]	54,9	33,0	16,1	104 kW

5.2.3.3 Besoins de réchauffage de l'eau de bassin en remplissage

Afin d'estimer les besoins énergétiques de remplissage de bassin, nous avons pris en compte deux postes :

- Un maintien en température d'un bassin plein sur deux semaines ;
- Une énergie nécessaire pour passer le volume général du bassin de 8 [°C] qui est la température d'eau de réseau estimée à 28 [°C] qui est la température moyenne des bassins :

Poste	Besoins [kWh/an]
Maintien en température du volume	31 584
Augmentation en température de l'eau renouvelée	14 209
TOTAL	45 793

5.2.3.4 Récupération d'énergie sur eaux de bassin : système ONSEN

Le système ONSEN récupère en moyenne 18 [kWh/m³] qui sont réutilisés pour préchauffer l'eau destinée au bassin. Pour estimer les gains de cet équipement nous avons pris une valeur basse de 15 [kWh/m³]. Cela nous donne une récupération d'énergie minimale de :

Zone	Nombre d'entrée	Renouvellement d'eau [l/pers.]	Récupération du système ONSEN [kWh/an]
Eau du bassin	100 000	30	45 000

5.2.3.5 Résultats de besoins pour le réchauffage bassin

En considérant les appels de puissances à 94 kW les jours conventionnels et 104 kW les jours bébé nageur, on obtient sur l'année les besoins suivants :

Zone	Besoins en chaud [kWh/an]	Production
Eau du bassin	801 600	PAC

5.2.4 Besoins en ECS**5.2.4.1 Besoins en ECS hors récupération sur eau grise**

Les besoins en ECS ont été calculés sur la base du nombre d'entrées annuelles visées par le projet qui est de 100 000 personnes par an. Il implique que chaque utilisateur va prendre deux douches par passage dans l'établissement et se laver les mains au moins une fois. Ce qui nous amène à un chiffre de 3400 [m³/an]. Pour calculer la consommation annuelle nous avons pris une eau de réseau constante à 8 [°C] et une eau mitigée à 45 [°C].

Dans cette optique, nous avons calculés les besoins énergétiques pour répondre à cette demande :

Zone	Besoins en chaud [kWh/an]	Production
ECS	175 114	Electrique direct

Les pertes par stockage et bouclage seront estimées de manière majorée dans nos calculs à 10%.

5.2.4.2 Récupération sur eau grise

Nous avons fait réaliser une étude fabricant afin d'estimer le gain sur les eaux grises. Les résultats sont disponibles dans l'annexe IV. Encore une fois ces estimations sont très conservatrices.

Les gains estimés sont de 3 751 [kWh/an].

5.2.5 Besoins en éclairage intérieur

Il a été pris comme hypothèse que le bâtiment était 100 % allumé lors des périodes d'occupation afin de se baser sur le scénario le plus défavorable. Ci-dessous le récapitulatif des besoins pris en compte :

Local	Puissance installée [W/m²]	Utilisation Annuelle [h]	Besoins [kWh]
Hall d'accueil / Local poussette / Arrière caisse	5	4200	2891,7
Vestiaires personnels F	5	2800	196
Vestiaires personnels H	5	2800	194,6
Salle repos personnel	5	2800	299,6
Salle de réunion	5	2800	387,8
Bureau responsable	5	2800	168
Bureau chef de bassin	5	2800	168
Espace vestiaires / Sanitaires / Douches	5	4200	11106,9
Infirmierie	5	4200	281,4
Espaces techniques	0,5	8400	735,42
Bureau MN	5	4200	281,4
Halle Bassins	2	4200	8161,44
Espaces techniques	0,5	8400	2916,9
TOTAL			27 789,16

5.2.6 Besoins électriques pour la ventilation

Les ventilation sont considérées en fonctionnement continu. Les SFP des moteurs prisent en compte sont de 0.45 [W/m³/h] pour le soufflage et 0.30 [W/m³/h] pour la reprise. Ce qui nous amène à la consommation suivante :

Ventilation	Besoins électrique de la ventilation [kWh/an]
Toutes zones	248 911

5.2.7 Besoins électriques pour les pompes de chauffage et déshumidification

Les pompes de chauffage et déshumidification représentent généralement entre 3 et 4 [%] des besoins des réseaux qu'ils desservent. Ici nous avons pris 5 [%].

	Besoins électrique des pompes [kWh/an]
Pompes chauffage / Déshu.	2 953

5.2.8 Besoins des pompes de bassin

Ces données sont reprises des informations fournies par Aqua-Koncept. L'ensemble des données est fourni dans l'annexe V.

	Besoins électrique des pompes de bassin [kWh/an]
Pompes de process	196 560

5.2.9 Besoins des systèmes de traitement d'eau

Ces données sont reprises des informations fournies par Aqua-Koncept. L'ensemble des données est fourni dans l'annexe V.

	Besoins électrique des pompes de bassin [kWh/an]
Traitement de l'eau des bassins	106 344

5.2.10 Besoins électriques des ascenseurs

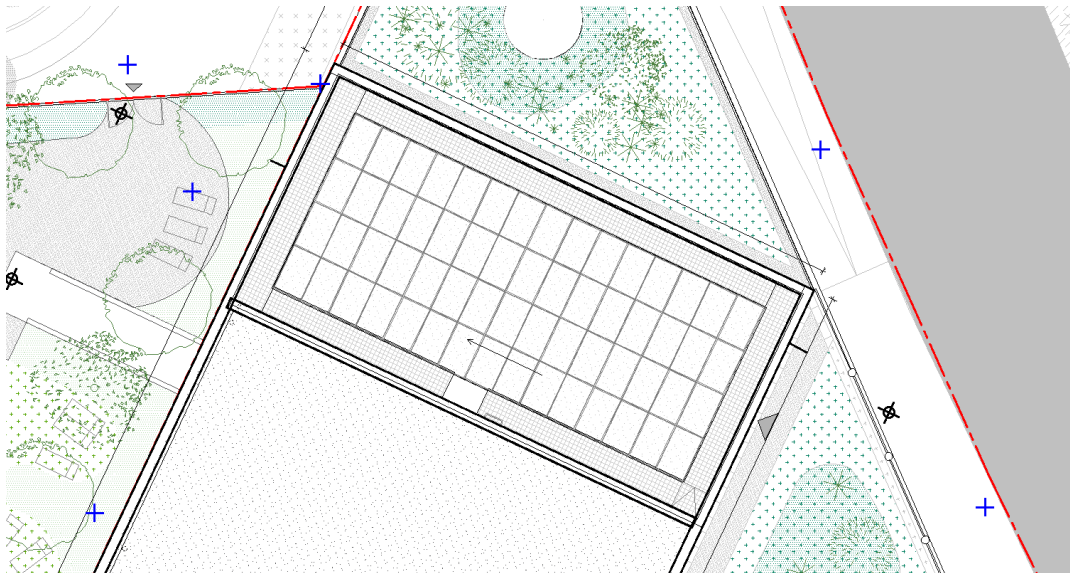
Selon nos retours d'expérience, les ascenseurs ont une consommation de 2 à 3 [kWh/m²/an]. Cela implique des besoins électriques de 7 907 [kWh/an].

5.2.11 Production d'électricité renouvelable

Le projet possède un champs de panneaux photovoltaïques de 116 [m²]. situé au-dessus de la CTA du bassin. L'étude de production a été réalisée à l'aide du logiciel PVsyst. Ci-dessous les résultats obtenus :

- 60 modules ;
- 1.93 [m²] par module PV.

Paramètres de simulation			
Projet	Piscine de Marseille		
Site	Marseille/Marignane	Modules PV	2KA_138_VSMD_425_15C Onduleur Sunny Tripower 25000TL
Type système	Couplé au réseau	Puissance nominale	23.0 kWc Puiss. nom. ond. 25.0 kW
Simulation	01/01 au 31/12 (Données météo génériques)	Tension MPP	26.6 V Nb. d'entrées MPPT 2
		Courant MPP	16.0 A
Résultats principaux			
Production du système	30.9 MWh/an	Prod. normalisée	3.69 kWh/kWc/jour
Productible	1347 kWh/kWc/an	Pertes champ	0.79 kWh/kWc/jour
Indice de performance	0.810	Pertes système	0.07 kWh/kWc/jour



5.2.12 Consommation de chaleur

5.2.12.1 Rendements et COP pris en compte

Les rendements estimés dans nos calculs sont les vivants :

Poste	Production (COP)	Distribution	Emission
Déshumidification	6	0,95	0,95
Chauffage hall bassin	3	0,95	0,95
Chauffage des autres locaux	3	0,9	0,95
Eau chaude sanitaire	1	0,9	1
Chauffage eau de bassin	3	0,7	0,95
Refroidissement	3,5	1	1

5.2.12.2 Consommation en sortie de chaufferie

L'ensembles des besoins énoncés dans le tableau ci-dessous provient de notre modèle IESVE en accord avec les hypothèses du rapport. Les énergies de récupération proviennent des différents systèmes mis en place :

- Récupération de l'énergie produite par la déshumidification dans la CTA halle bassin pour réinjection en préchauffage de l'eau des bassins
- Récupération d'énergie sur eau grise des douches et lave-mains pour préchauffage de l'ECS

Consommation en sortie de chaufferie						
	Poste	Besoins (kWh/an)	COP/pertes de distribution/régulation/émission	Pertes bouclage/stockage ECS	Consommation/récupération (kWh/an)	Valeur globale (kWh/an)
Energie avant récupération	Chauffage bassin	48 032	2,71		17 740	
	Chauffage eau bassin	847 393	2,28		424 759	
	Chauffage autres espaces	8 130	2,57		3 170	
	ECS	175 114		0,90	194 571	
	Total					650 637
Energie renouvelable et de récupération	Chauffage bassin					1 360
	Chauffage eau bassin				-45 000	
	Chauffage autres espaces					
	ECS				-3 751	
	Total				-48 751	
	Sécurité				10%	

5.2.13 Consommations d'électricité5.2.13.1 Calcul par usage

Consommation électrique par usage					
Usage	Type	P. absorbée (kW)	Temps de fonctionnement (h/j)	Total annuel (h)	Consommations en kWh
Traitement d'eau	Process C1	19,55	24	8 400	162 120
	Process C2	6,65	24	8 400	53 760
	Process C3		24		39 060
	Annexes y compris jeux d'eau		variable	variable	47 964
Traitement d'air	CTA 01	25,50	24	8 400	214 200
	CTA 02	3,11	24	8 400	26 132
	CTA 03	1,27	12	4 100	5 210
	VEX01	0,09	24	8 400	724
	VEX02	0,13	24	8 400	1 122
	VSF01	0,15	24	8 400	1 245
	VSF02	0,03	24	8 400	277
Eclairage		6,35	variable	variable	27 789
Auxiliaires de chauffage	Pompes et régulation	2,20	24	8 400	18 480
Electricité spécifique	Provision pour équipements sèche-cheveux, sèche-mains, distributeurs...	5,00	24	8 400	42 000

5.2.13.2 *Bilan des consommations*

Cible performancielle énergie finale						
Poste		Calcul (kWhEF/an)	Total (kWhEF/an)	Engagement (kWhEF/an)	Engagement (kWh/m²sref bassin/an)	Objectif programme (kWh/m²sref bassin/an)
	Electricité					
Production de chauffage		440 735	650 637			
Production d'ECS		209 902				
Traitement d'eau	Pompes de filtrations bassins	196 560				
	Autres usages traitement de l'eau	105 840				
Traitement d'air	Moteur CTA bassin	214 200				
	Déshumidification thermodynamique de la halle bassin	3 258				
	Auxiliaires de ventilation autres espaces	34 711				
Eclairage	Eclairage halle bassin	8 161	613 368	1 262 005	2901	3200
	Eclairage subaquatique	504				
	Eclairage intérieur des autres espaces	19 628				
Auxiliaires de chauffage		2 952				
Climatisation		14 454				
Production électrique autoconsommée		30 900				
Autres usages électriques		42 000				
TOTAL						
Incertitude / Sécurité		10%				

Les consommations prévisionnelles que nous calculons sont donc inférieures au seuil demandé par BDM de **Conso < 3200 kWh/m²Serfbassin/an** et cela malgré les coefficients de sécurité de 10 [%] sur les besoins et également de 10 [%] sur les consommations.

5.2.14 Consommations d'eau

Construction de la piscine de Bougainville - Tableau prévisionnel de consommation/rejet d'eau - tous postes confondus - PHASE APD

Hypothèses générales :					Commentaires :					
Fréquentation annuelle de référence (Entrée/an) :	100000	Dimension des filtres bassin sportif :	2 filtres	ø2500	<p>Afin de pouvoir subvenir aux besoins d'eau propre de récupération (sur la déconcentration des bassins) pour la réalisation des lavages prévisionnels des filtres + alimentation des pédiluves, nous estimons nécessaire de calibrer le taux de renouvellement par baigneurs à 35L/B.</p> <p>• Ne sont pas comptabilisées dans ce tableau les consommations d'eau relatives à l'usage des douches/lavabo/WC du personnel ◀ Prévisionnel ETP à définir</p> <p>• Ne sont pas comptabilisées dans ce tableau les consommations d'eau relative à l'entretien des sols ◀ Surfaces connues, mais procédé d'entretien non défini (arrosage, Kärcher, machine, etc.)</p>					
Durée d'exploitation annuelle de la piscine (jours) :	350	Volume total de lavage d'un filtre (m³) :	7mn	22						
Durée d'exploitation estivale des extérieurs (jours) :	120	Volume de lavage d'un filtre hors décaissage (m³) :	5mn	16						
Volume de renouvellement d'eau sanitaire (m³/baigneur) :	0,035	Dimension du filtre bassin d'apprentissage :	1 filtre	ø2000						
Volume d'eau du bassin sportif (m³) :	500	Volume total de lavage d'un filtre (m³) :	7mn	14,5						
Volume d'eau du bassin d'apprentissage (m³) :	100	Volume de lavage d'un filtre hors décaissage (m³) :	5mn	10						
Volume d'eau de la pataugeoire (m³) :	10	Dimension du filtre pataugeoire :	1 filtre	ø1600						
Nombre de pédiluves intérieurs (fonct. sur 350rs) :	2	Volume total de lavage d'un filtre (m³) :	7mn	9						
Nombre de pédiluves extérieurs (fonct. sur 120rs) :	1	Volume de lavage d'un filtre hors décaissage (m³) :	5mn	6,5						
Volume des pédiluves intérieurs (m³) :	0,3	Volume de référence douche visiteur/personnel (m³) :	20L/mn	0,025						
Volume des pédiluves extérieurs (m³) :	0,22	Volume de référence lavabo visiteur/personnel (m³) :	6L/mn	0,004						
Taux de renouvellement des pédiluves :	1 volume /h	Volume de référence WC visiteur/personnel (m³) :	4/6L	0,006						
Fonctionnement des pédiluves (h/jour) :	12									
Evaporation estimée par bassin et par jour en (m) :	0,015									
Volume d'eau par douche (m³/baigneur) :	0,015									
Volume d'eau par utilisation lavabo (m³/baigneur) :	0,004									
Volume d'eau par utilisation WC (m³/baigneur) :	0,00375									

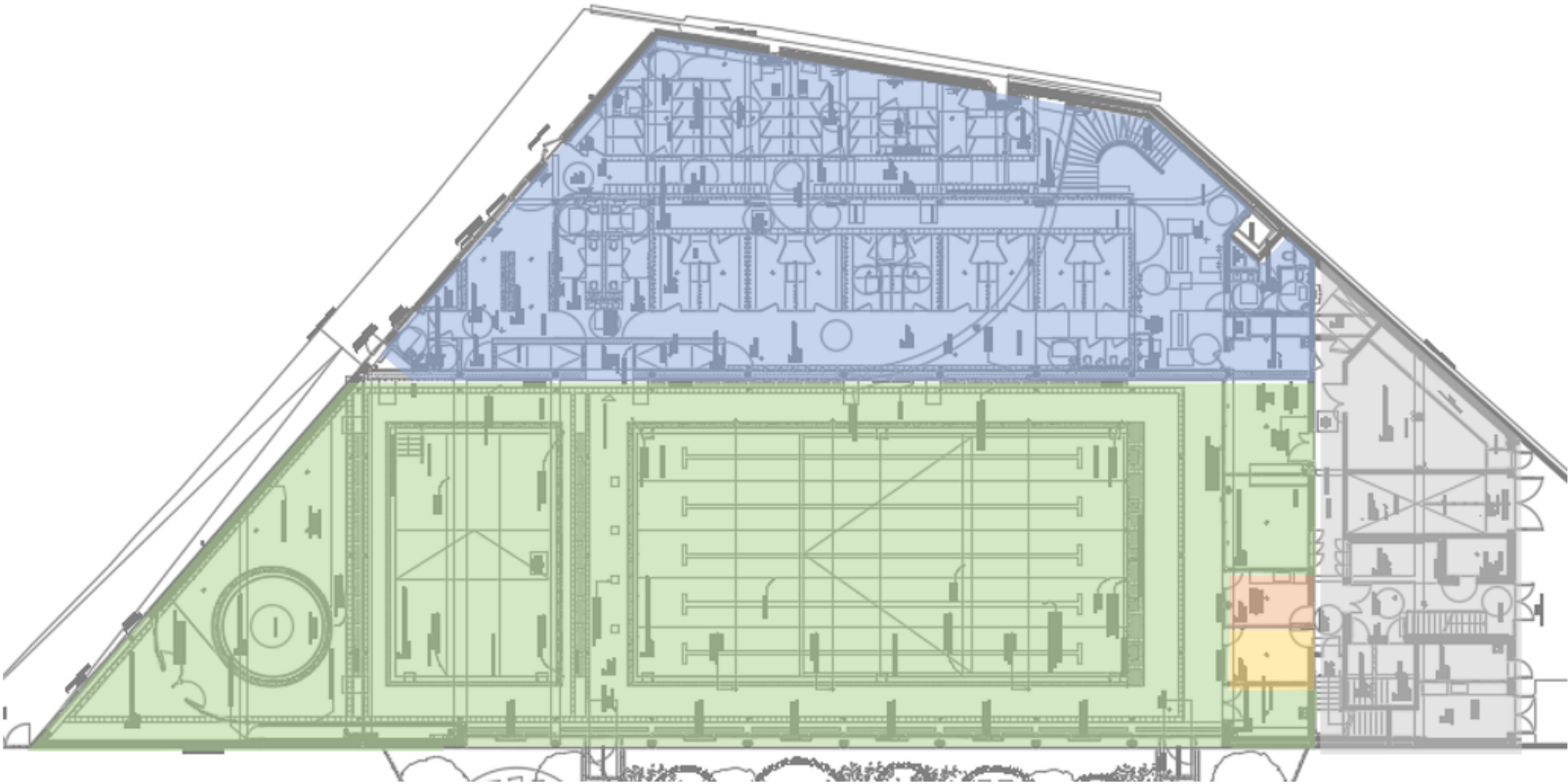
Poste	ouvrage	Niveau d'exigence	Données de référence estimée ou calculée		Valeur comparative	Fréquence ou durée d'exploitation	Vol. d'eau rejeté annuel (M³)	Vol. d'eau rejeté journalier (M³)	Vol. d'eau neuve consommée (M³)	Affectation pressentie
Vidange annuelle des bassins après déchloration	Bassin sportif + bassin d'apprentissage + pataugeoire	Maintenance - vers le réseau d'eau pluviale après déchloration ou réutilisation sous conditions	610	m³ d'eau pour les 3 bassins	1 vidange par an	1	610	opération ponctuelle	610	Vers réseau EP ou réinfiltration à la parcelle (possibilité de remplir les cuves EP et bache d'arrosage parc avant rejet)
Déconcentration des bassins pour le renouvellement sanitaire de l'eau (les fameux >30L par baigneur et par jour, ici nous avons pris 35L)	Bassin sportif + bassin d'apprentissage + pataugeoire	Sanitaire / renouvellement d'eau - rejet vers réseau eaux usées ou réutilisation sous conditions	0,035	m³ par baigneurs	Volume rejeté par utilisateur des bassins sur l'année	100 000	0 - Volume d'eau réutilisé	10,0	3 500	Vers Bache de récupération pour le lavage des filtres et l'alimentation des pédiluves ou bache de récupération pour l'arrosage du parc
Rejet des eaux de pédiluves intérieurs durant leur utilisation sur la période d'exploitation	2 pédiluves	Vers les eaux usées ou réutilisation sous conditions	0,3	m³ (150L par pédiluve)	Volume renouvelé toutes les heures pendant la période d'exploitation (350rs)	4200	1 260	3,6	0 - eau prélevée dans la bache de récupération eau propre	Les rejets des pédiluves peuvent être orientés vers la bache de récupération EU destinée à l'arrosage
Rejet des eaux de pédiluves intérieurs durant leur utilisation sur la période d'exploitation	1 pédiluve	Vers les eaux usées ou réutilisation sous conditions	0,22	m³ (220L pédiluve ext.)	Volume renouvelé toutes les heures pendant la période d'exploitation (120rs)	1440	317	2,6	0 - eau prélevée dans la bache de récupération eau propre	Les rejets des pédiluves peuvent être orientés vers la bache de récupération EU destinée à l'arrosage
Contre-lavage des filtres des bassins	2 filtres ø2500 du bassin sportif	1 lavage hebdomadaire (si filtre à bille de verre)	44	m³ d'eau pour laver les 2 filtres chaque semaine	Volume hebdomadaire sur 25 semaines	25	1100	2,3	0 - eau prélevée dans la bache de récupération eau propre	Le rejet des eaux de lavage des filtres (sur 5mn pour envoyer les 2 premières mn aux EU) peuvent être orientées vers la bache de récupération EU destinée à l'arrosage
Contre-lavage des filtres des bassins	filtre ø2000 du bassin d'apprentissage	1 lavage hebdomadaire (si filtre à bille de verre)	14,5	m³ d'eau pour laver le filtre chaque semaine	Volume hebdomadaire sur 25 semaines	25	362,5	1,4	0 - eau prélevée dans la bache de récupération eau propre	Le rejet des eaux de lavage du filtre (sur 5mn pour envoyer les 2 premières mn aux EU) peuvent être orientées vers la bache de récupération EU destinée à l'arrosage
Contre-lavage des filtres des bassins	filtre ø1600 de la pataugeoire	1 lavage hebdomadaire (si filtre à bille de verre)	9	m³ d'eau pour laver le filtre chaque semaine	Volume hebdomadaire sur 25 semaines	25	225	0,9	0 - eau prélevée dans la bache de récupération eau propre	Le rejet des eaux de lavage du filtre (sur 5mn pour envoyer les 2 premières mn aux EU) peuvent être orientées vers la bache de récupération EU destinée à l'arrosage
Evaporation des bassins + ruissellement des baigneurs (eau perdue par les baigneurs qui sortent des bassins, éclaboussures, etc.)	Bassin sportif + bassin d'apprentissage + pataugeoire	Maximum +/- 2°C de la T°C de l'air et de l'eau des bassins	462	m³ de plan d'eau pour les 3 bassins	Evaporation estimée à 1,5cm d'eau par bassin et par jour	350	0 - eau non captable	0 - eau non captable	2425,5	Eau non récupérable, sauf au niveau de la batterie de déshumidification de la CTA (opération complexe)
Utilisation des douches publiques par les visiteurs	Douches espaces publics	2 douches par passage avec système hydroéconome performant type 6 (l/min)	0,015	m³ d'eau par douche	2 douches par utilisateur et par passage	100 000	3000	8,6	3000	Les eaux grises des douches peuvent être orientées vers la bache de récupération EU destinée à l'arrosage
Utilisation des lavabos publics par les visiteurs	Lavabo espace public	1 utilisation par passage avec système hydroéconome type mousser et temporisation	0,004	m³ d'eau par usage	1 utilisation par utilisateur et par passage	100 000	400	1,1	400	Les eaux grises des lavabos peuvent être orientées vers la bache de récupération EU destinée à l'arrosage
Utilisation des WC publics par les visiteurs	WC espace public	1 utilisation par passage avec système double commande (3-6l)	0,0038	m³ d'eau par usage	1 utilisation par utilisateur et par passage	100 000	375	3,1	375	Les eaux vannes des sanitaires ne peuvent pas être orientées vers la bache de récupération EU destinée à l'arrosage
							7 649	34	10 311	
								20,6		◀ Volume (M³) d'eau théorique quotidien qu'il est possible de récupérer vers le processus de traitement destiné à l'arrosage du parc

Seuil BDM	100	(l/baigneur/jour) hors vidange
Seuil atteint	97	(l/baigneur/jour)

Les consommations d'entretien et nettoyage utiliseront la récupération d'eau présente sur site et n'augmenteront donc pas ce calcul.

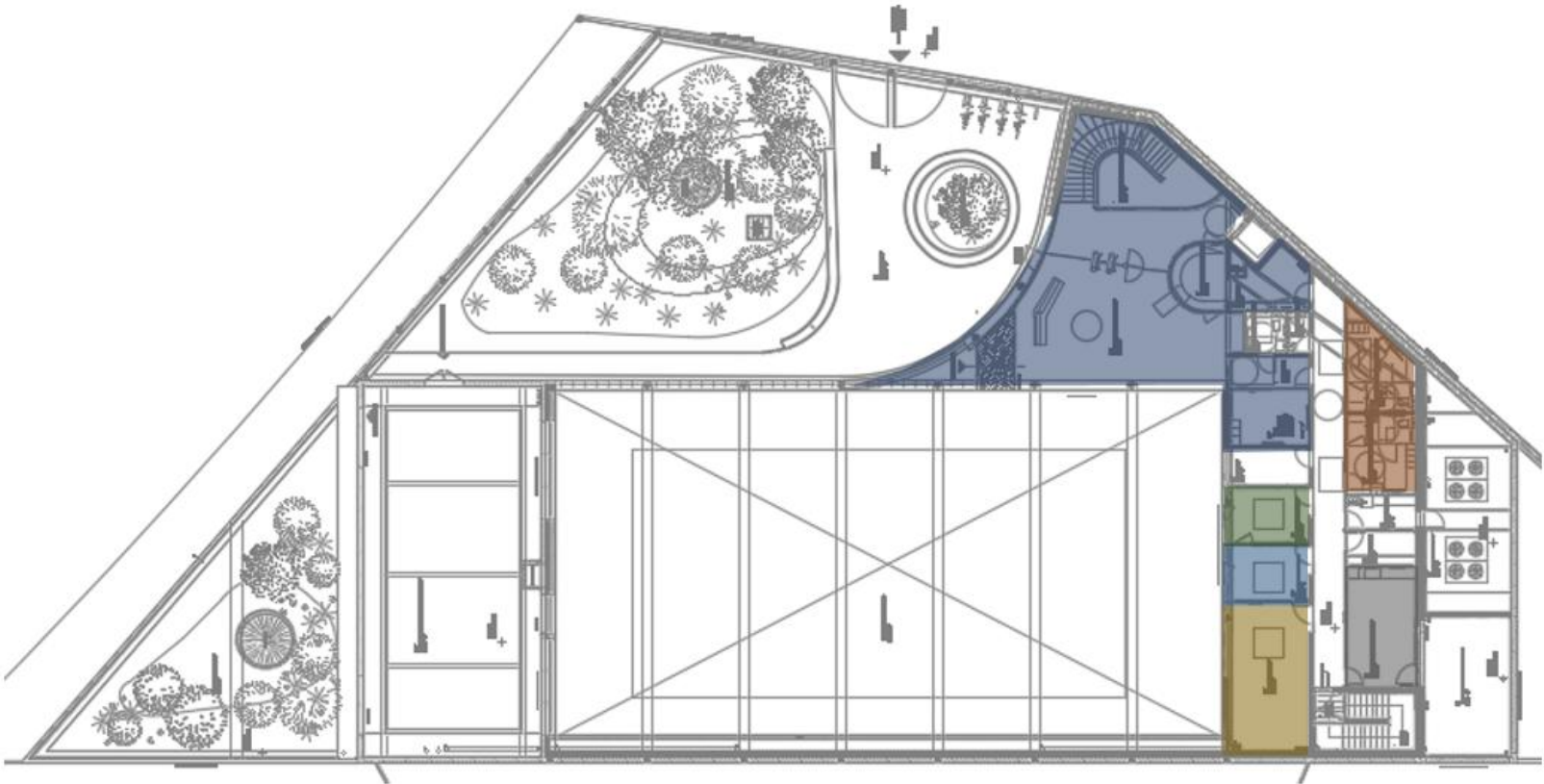
6 ANNEXE I – PLANS DE ZONNING STD

Zone STD



Maître d'œuvre RAUM 1 rue de Colmar 44000 Nantes Mail contact@raum.fr	Maître d'ouvrage Euroméditerranée 79 boulevard de Dunkerque 13232 Marseille Cedex 02 Mail cecile.elbaz@euromediterranee.fr	Piscine BOUGAINVILLE – Rez-de-jardin	PLAN 04/2025
		PRO Date : Avril 2025	

Zone STD

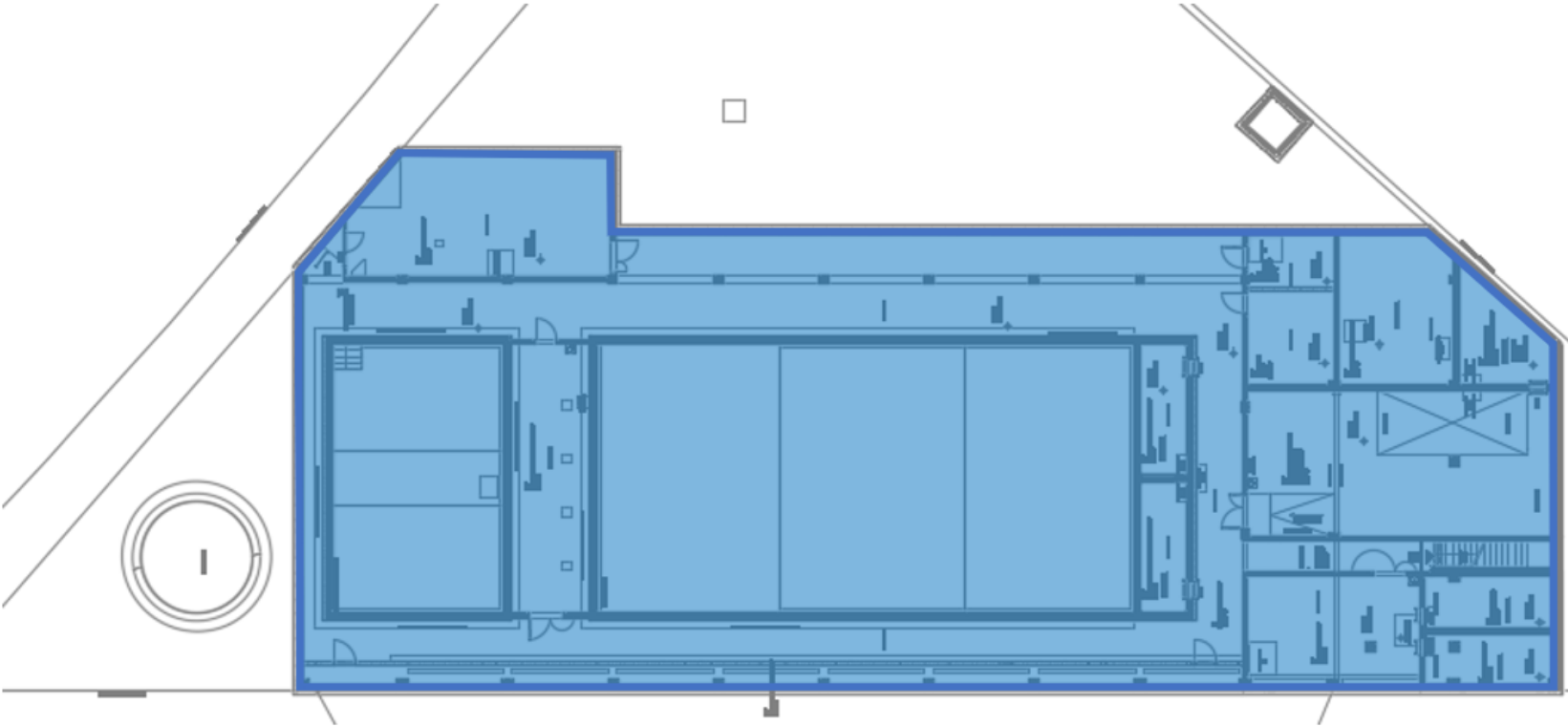


Maitre d'œuvre	Maitre d'ouvrage	Piscine BOUGAINVILLE – Rez-de-chaussée		PLAN 04/2025
RAUM 1 rue de Colmar 44000 Nantes Mail contact@raum.fr	Euroméditerranée 79 boulevard de Dunkerque 13232 Marseille Cedex 02 Mail cecile.elbaz@euromediterranee.fr	PRO	Date : Avril 2025	

7 ANNEXE II – REPERAGE D’ISOLANT

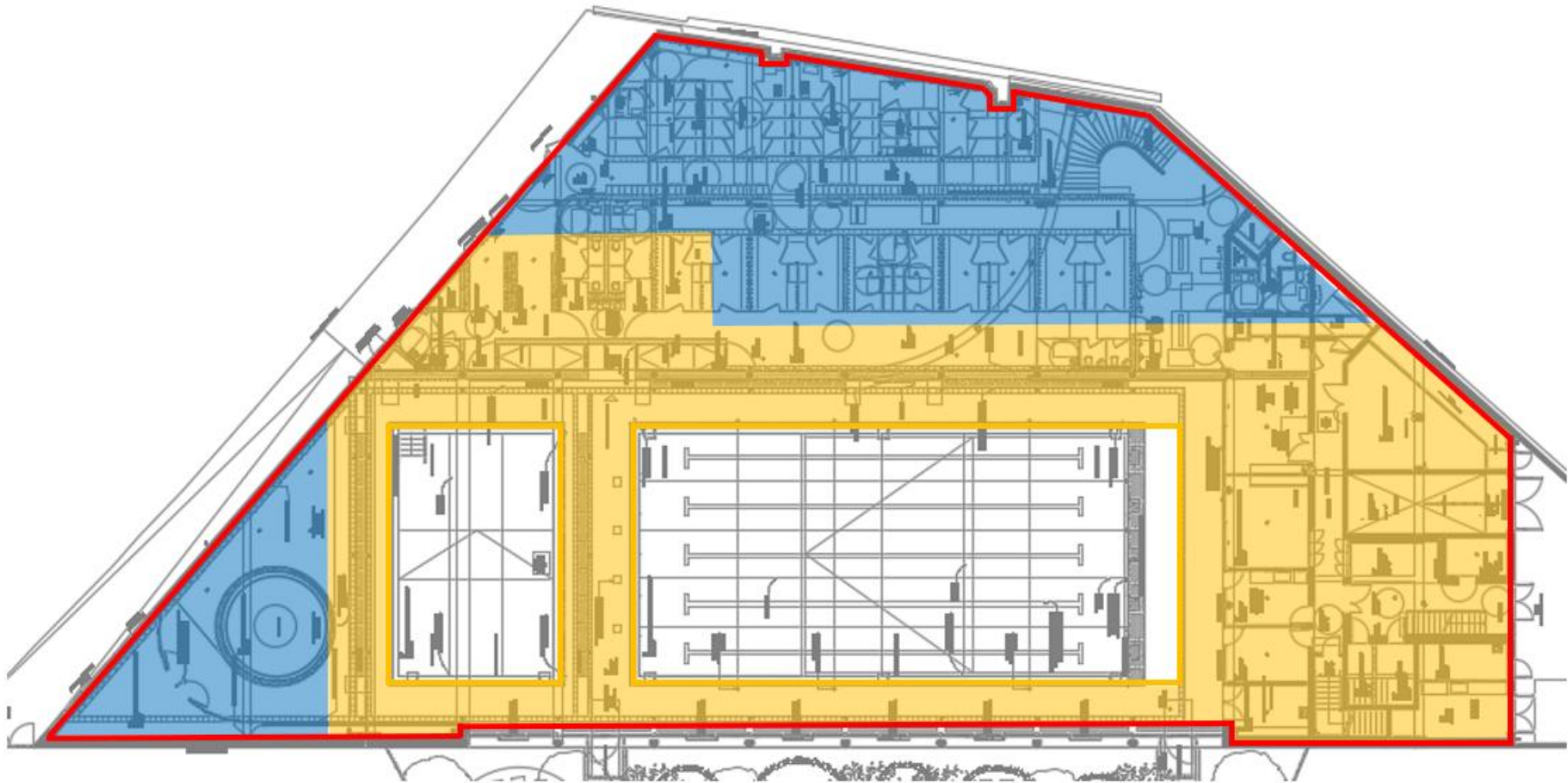


Isolants



Maître d'œuvre	Maître d'ouvrage	Piscine BOUGAINVILLE – Sous-sol	
RAUM 1 rue de Colmar 44000 Nantes Mail contact@raum.fr	Euroméditerranée 79 boulevard de Dunkerque 13232 Marseille Cedex 02 Mail cecile.elbaz@euromediterranee.fr	PRO	Date : Avril 2025
		PLAN 04/2025	

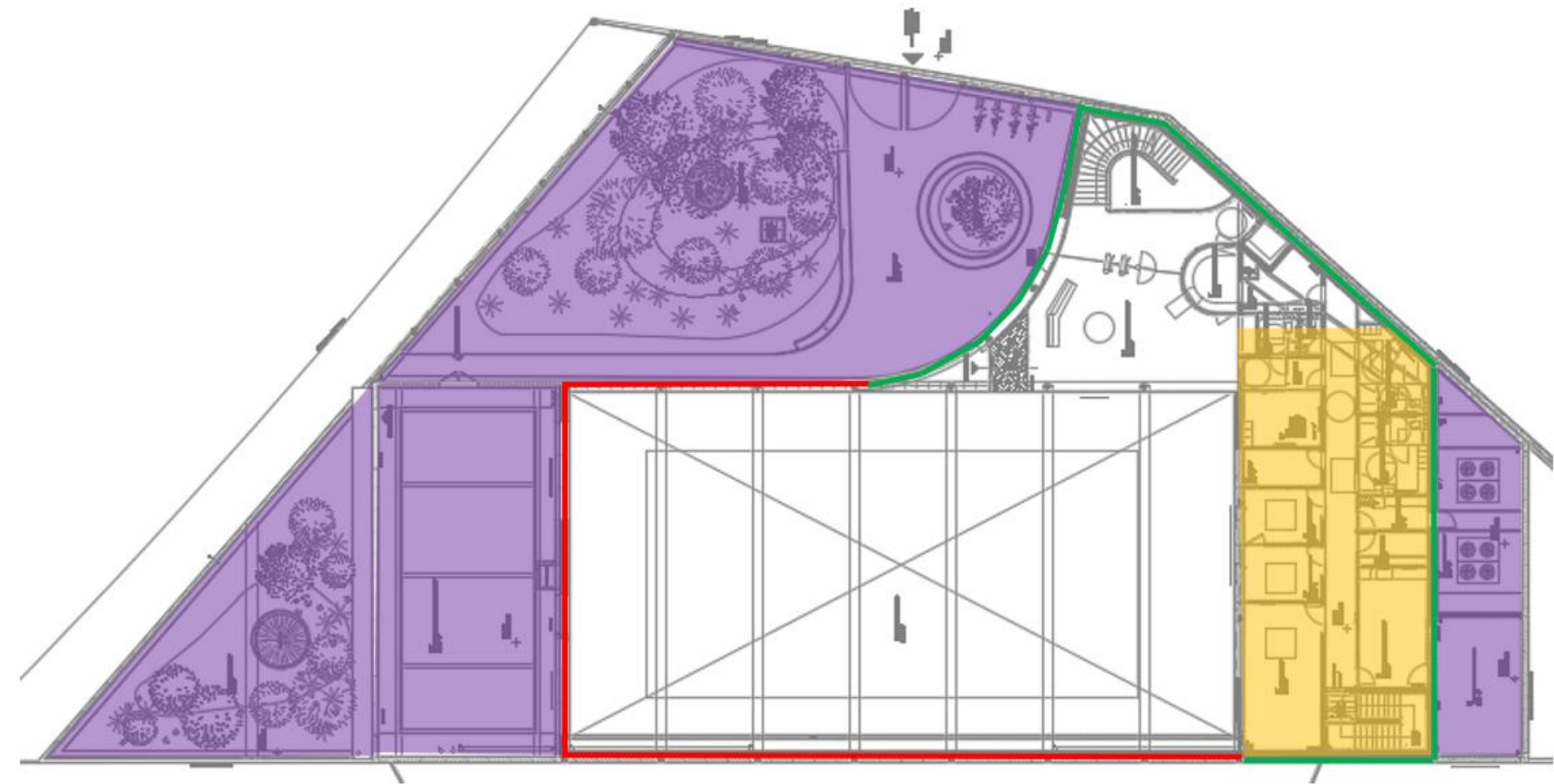
Isolants



Maitre d'œuvre	Maitre d'ouvrage	Piscine BOUGAINVILLE – Rez-de-jardin	
RAUM 1 rue de Colmar 44000 Nantes Mail contact@raum.fr	Euroméditerranée 79 boulevard de Dunkerque 13232 Marseille Cedex 02 Mail cecile.elbaz@euromediterranee.fr	PRO	Date : Avril 2025

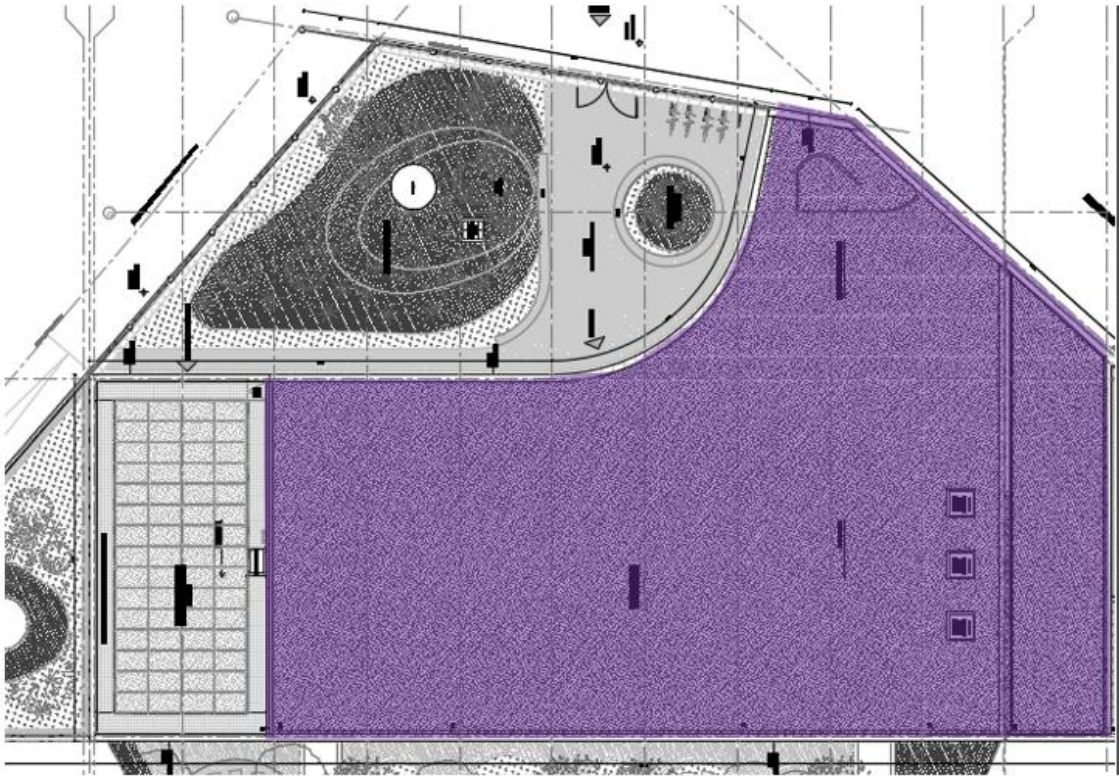
PLAN
04/2025

Isolants



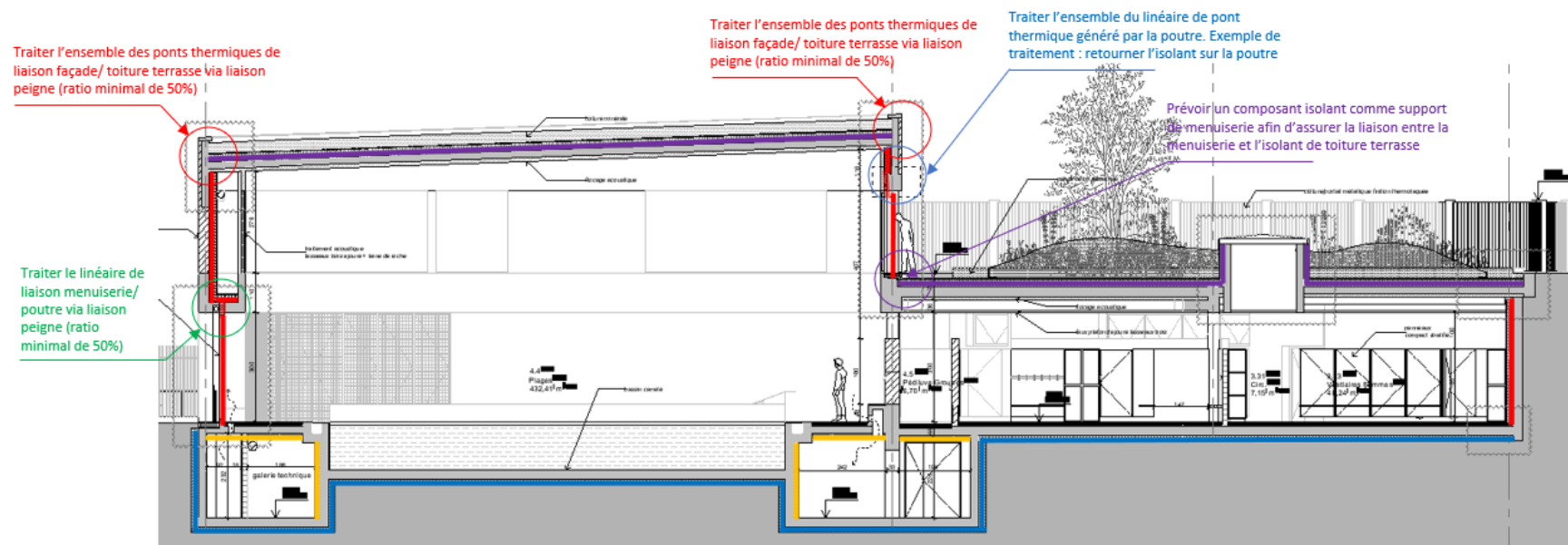
Maitre d'œuvre	Maitre d'ouvrage	Piscine BOUGAINVILLE – Rez-de-chaussée		PLAN 04/2025
RAUM 1 rue de Colmar 44000 Nantes Mail contact@raum.fr	Euroméditerranée 79 boulevard de Dunkerque 13232 Marseille Cedex 02 Mail cecile.elbaz@euromediterranee.fr	PRO	Date : Avril 2025	

Isolants



Maitre d'œuvre	Maitre d'ouvrage	Piscine BOUGAINVILLE - Terrasse		PLAN 04/2025
RAUM 1 rue de Colmar 44000 Nantes Mail contact@raum.fr	Euroméditerranée 79 boulevard de Dunkerque 13232 Marseille Cedex 02 Mail cecile.elbaz@euromediterranee.fr	PRO	Date : Avril 2025	

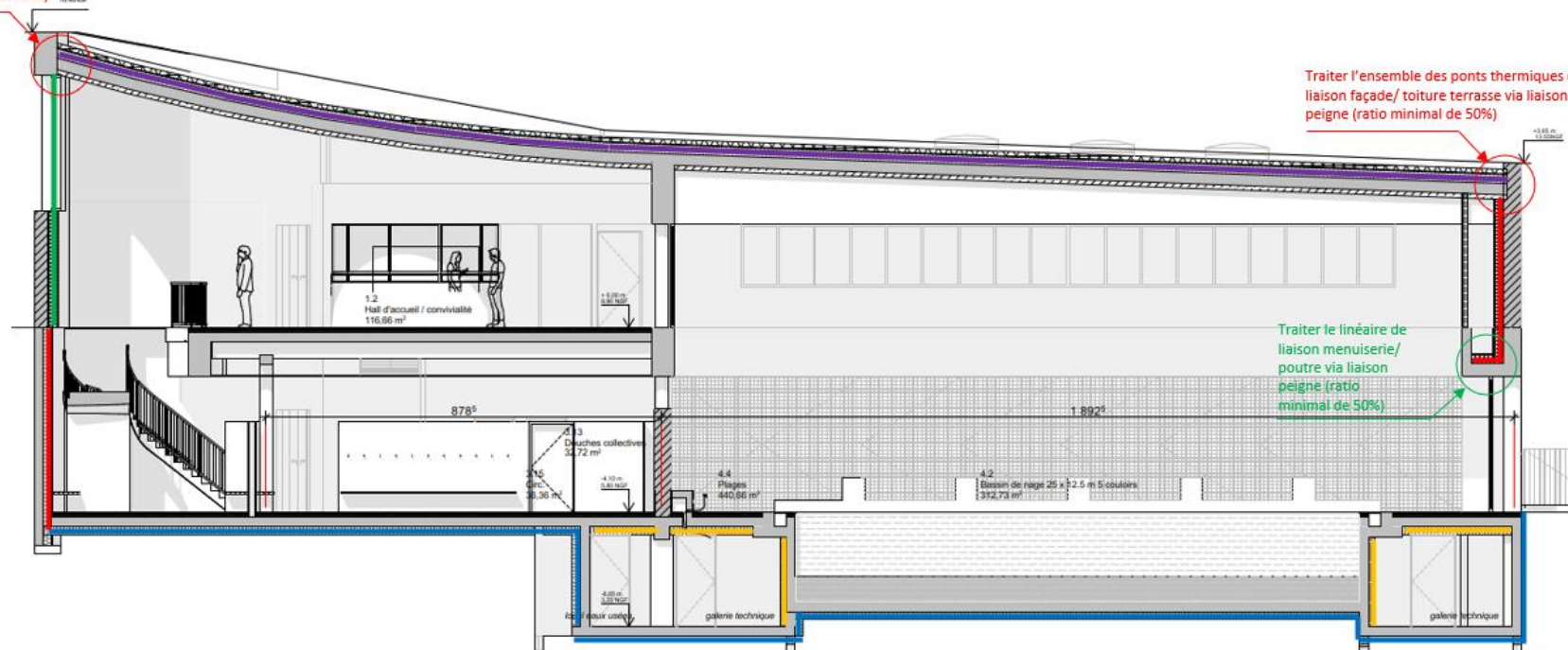
Isolants



Maître d'œuvre	Maître d'ouvrage	Piscine BOUGAINVILLE	PLAN 04/2025
RAUM 1 rue de Colmar 44000 Nantes Mail contact@raum.fr	Euroméditerranée 79 boulevard de Dunkerque 13232 Marseille Cedex 02 Mail cecile.elbaz@euromediterranee.fr	PRO Date : Avril 2025	

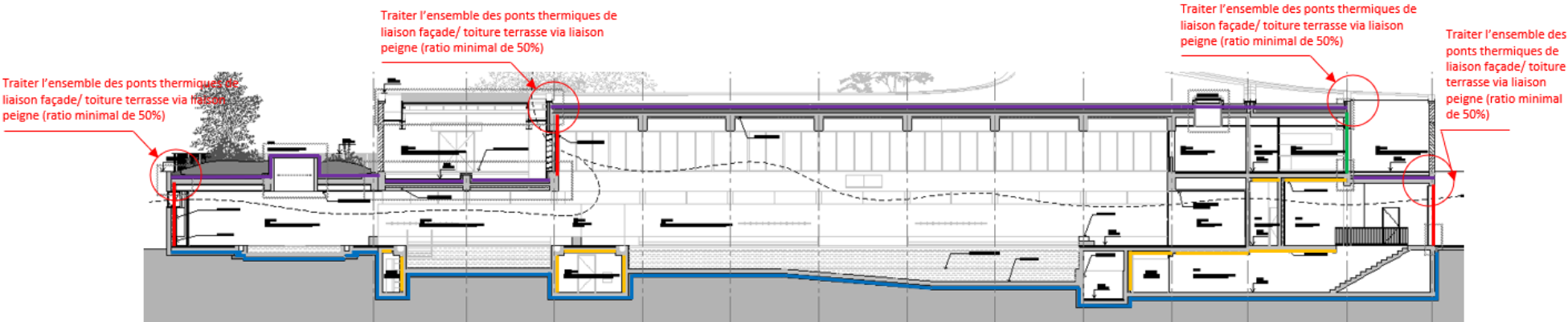
Isolants

Traiter l'ensemble des ponts thermiques de
liaison façade/ toiture terrasse via liaison
peigne (ratio minimal de 50%)



Maître d'œuvre	Maître d'ouvrage	Piscine BOUGAINVILLE	PLAN 04/2025
RAUM 1 rue de Colmar 44000 Nantes Mail contact@raum.fr	Euroméditerranée 79 boulevard de Dunkerque 13232 Marseille Cedex 02 Mail cecile.elbaz@euromediterranee.fr		
		PRO	Date : Avril 2025

Isolants



Maître d'œuvre RAUM 1 rue de Colmar 44000 Nantes Mail contact@raum.fr	Maître d'ouvrage Euroméditerranée 79 boulevard de Dunkerque 13232 Marseille Cedex 02 Mail cecile.elbaz@euromediterranee.fr	Piscine BOUGAINVILLE		PLAN 04/2025
		PRO	Date : Avril 2025	

8 ANNEXE III – VENTILATION NATURELLE (EXTRAIT PIECE ARCHI 2119 – REPERAGES – VENTILATION NOCT.)

8.1 REPERAGE DES OUVRANTS DE VENTILATION NOCTURNE

T02 Tableau de grilles - Ventilation nocturne							
	Position	ID	L x H	Ventilation nocturne	Passage libre grille	Surface utile grille ventilation	Type dispositif
Rez-de-jardin							
	Extérieur	eP1-05	270x328	Oui	0,60	5,31	Ensemble à ventelles
	Extérieur	OV 01	660x94	Oui	0,64	3,97	Ouvrant motorisé à ventelles isolées
	Extérieur	OV 02	660x94	Oui	0,64	3,97	Ouvrant motorisé à ventelles isolées
						13,25 m²	
	Intérieur	OV 03	240x292	Oui	0,64	4,49	Ouvrant motorisé à ventelles isolées
	Intérieur	OV 04	180x358	Oui	0,64	4,12	Ouvrant motorisé à ventelles isolées
						8,61 m²	
Rez-de-chaussée							
	Extérieur	OV 05	420x204	Oui	0,64	5,48	Ouvrant motorisé à ventelles isolées
	Extérieur	OV 06	420x204	Oui	0,64	5,48	Ouvrant motorisé à ventelles isolées
						10,96 m²	
						32,82 m²	

MAÎTRISE D'OUVRAGE

Euroméditerranée
79 boulevard de Dunkerque - 13232 Marseille Cedex 02
04 91 14 45 00
cecile.elbau@euromediterranee.fr

ARCHITECTE MANDATAIRE

RAUM
1 rue de Colmar - 44000 Nantes
02 85 37 06 31
contact@raum.fr

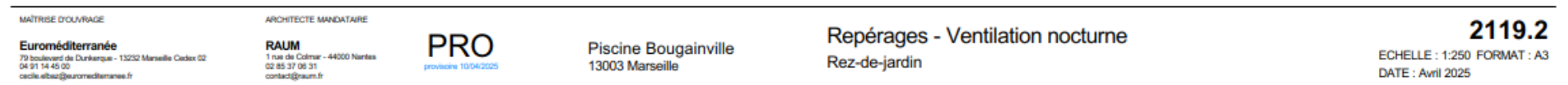
PRO
provisoire 10/04/2025

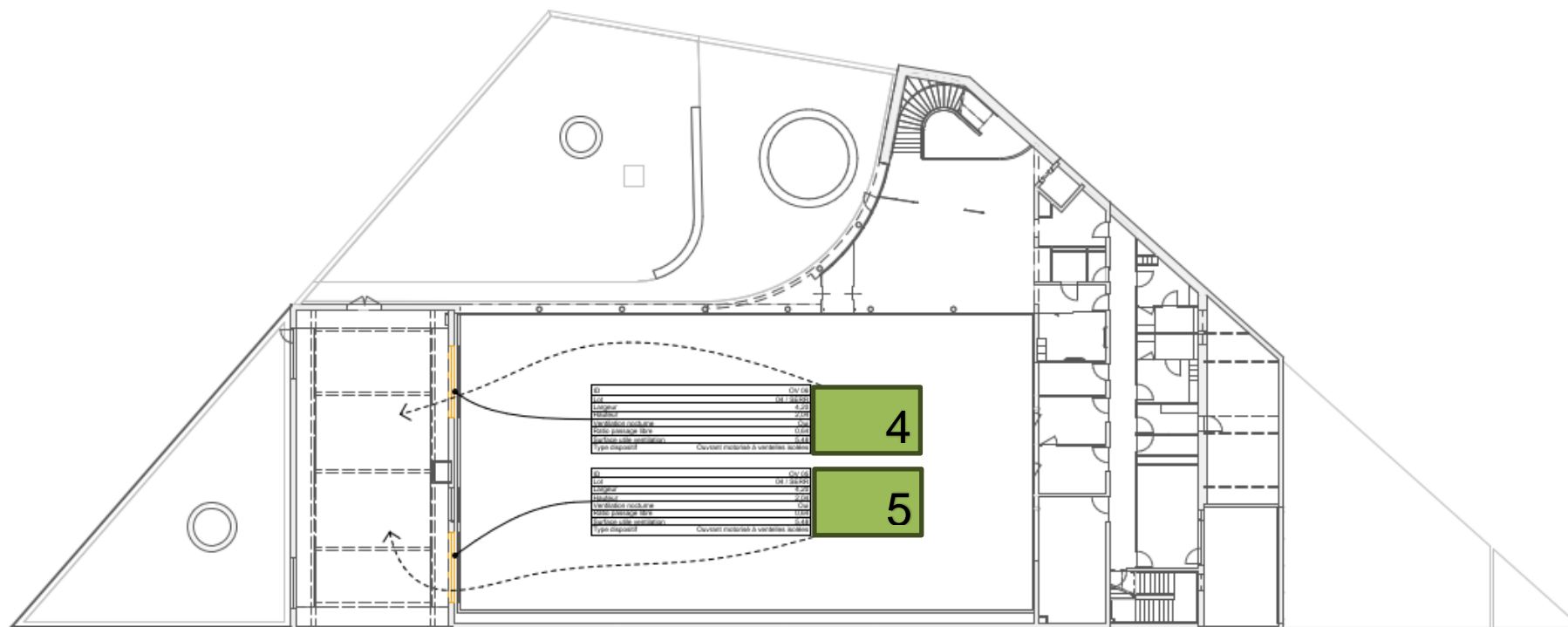
Piscine Bougainville
13003 Marseille

Repérages - Ventilation nocturne
Tableau récapitulatif des surfaces de ventilation nocturnes

2119.1

ECHELLE : FORMAT : A3
DATE : Avril 2025





MAÎTRISE D'OUVRAGE

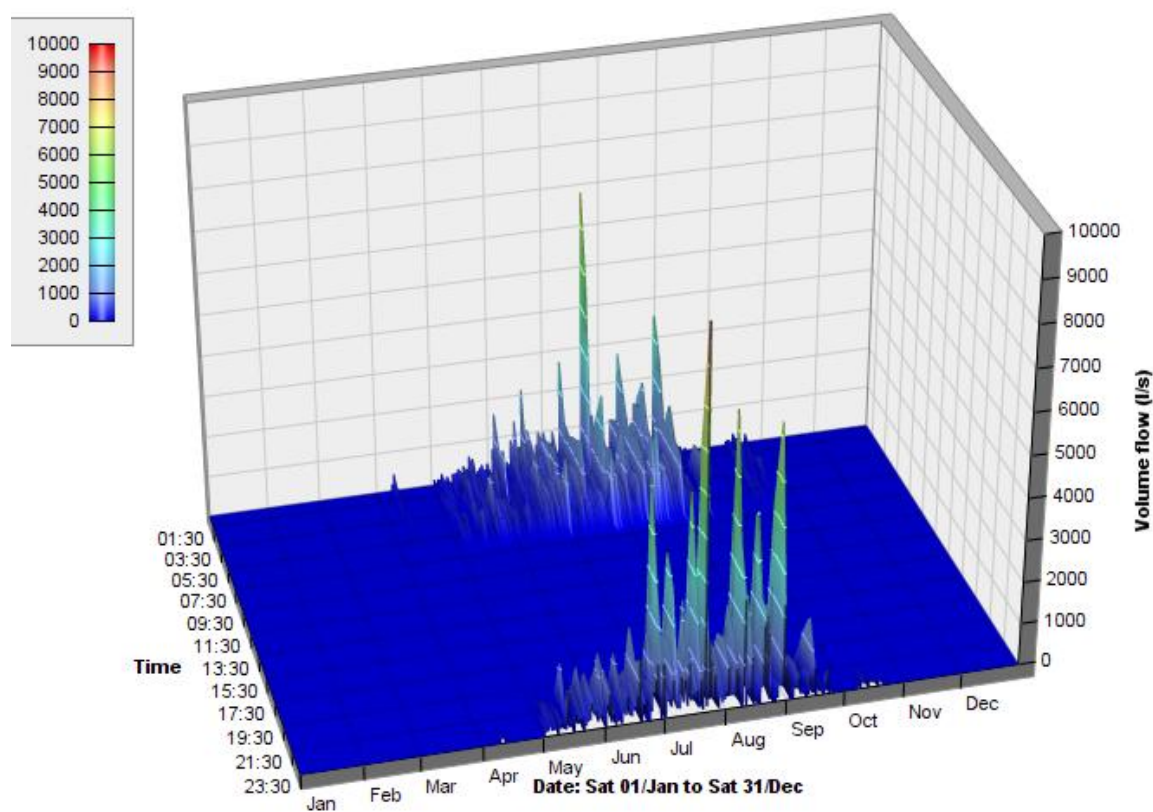
Euroméditerranée79 boulevard de Dunkerque - 13252 Marseille Cedex 02
04 91 14 45 00
secte.albau@euromediterranee.fr

ARCHITECTE MANDATAIRE

RAUM1 rue de Colmar - 44000 Nantes
02 85 37 06 31
contact@raum.fr**PRO**
provisoire 10/04/2025Piscine Bougainville
13003 MarseilleRepérages - Ventilation nocturne
Rez-de-chaussée**2119.3**ECHELLE : 1:250 FORMAT : A3
DATE : Avril 2025

Repère	Flow in max [m³/h]	Flow out max [m³/h]
1	577	936
2	1 111	1 566
3	1 760	2 181
4	2 513	1 289
5	2 514	1 288

Volume flow in: External door 1 (DCE 02 WIWIiiiiiiii.aps)



Ci-dessus un exemple de profil annuel d'ouverture des équipements de ventilation naturelle (repère 5).

9 ANNEXE IV – RECUPERATION D'ENERGIE SUR EAU GRISE

Ets Sportif - Douches Industrie - ReQup®-Plus Multi II



PROJET :	CA Bougainville - Marseille (13)	
	Douches	
BET :	INEX	Contact : Laurent LAMELOISE
	2 Rue Rabelais	Tél : +33 1 49 88 81 53
	93100 - MONTREUIL	Port : +33 6 64 22 14 57
		Mail : laurent.lameloise@inex.fr

12 Douches

DONNEES

Température eau froide	15	°C				
Température eau mitigée	38	°C				
Température eau chaude	60	°C				
Débit d'eau	38 °C	6	litre/min.			
Temps de prise de douche		2	min.			
Nombre de personnes prenant une douche par jour	286	100 000	personnes / an			
Nombre de jours par an	350					
Nombre de douches	12					
Nombre de douches fonctionnant en même temps (théorique)	5,8					
Maximum nombre de douches fonctionnant en même temps	12					
Facteur de simultanéité	1,00	ML - VC	Perte %	ML - HVC	Perte %	
Distance moyenne entre les douches et le ReQup®-Plus Multi (ML)		15	0,16	0	0,30	
Tube d'évacuation des douches au ReQup®-Plus Multi			2,4		0,00	
Perte de température évacuation + 5°C avant siphon	5,48	°C	2,40	%	0,48	
Efficacité du préparateur d'ECS	2,50					
Branchement	Générateur seul			Récupérateur →		
Longueur des ReQup®-Plus QB1 - Hauteur totale	1270 mm - 1900 mm			Générateur	Perte %	
Besoin d'une pompe de relevage ?	Non			ML	45	0,05
Energie ECS	Electrique					2,25
Pouvoir calorifique de l'énergie						
Prix de l'énergie	0,20	/kWh				

RESULTATS

Flux maximum des eaux évacuées	72	litre/min.	1,20	litre/sec.
Flux maximum eau froide instantanée	54	litre/min.	0,90	litre/sec.
Consommation total des eaux de douches	38 °C	3 429	litre/jour	
Consommation total de l'eau chaude, sans RPM	60 °C	1 752	litre/jour	
Première estimation du nombre de ReQup®-Plus		5		
Nombre de ReQup®-Plus choisi		6		
Flux maximum d'eau froide par ReQup®-Plus		7,2	litre/min.	
Maximum perte de pression		0,15	bar	
Flux des eaux usées par ReQup®-Plus		9,0	litre/min.	
Efficacité du ReQup®-Plus Multi		51	%	
Facteur de perte à cause des distances		1,00		
Perte de température dans le réseau		0,52	°C	
Efficacité du Système		29	%	
Besoin énergétique pour les douches par an	46	GJ/an	12 880	kWh
Gain énergétique (Chaleur récupérée) par an	3 751	kWh/an		
Température de l'eau préchauffée		21,7	°C	
Quantité d'énergie évité				
Réduction des émissions de CO ²		2 160	kg/an	
Réduction de consommation ECS de	1 752 litre/jour	à	1 752	litre/jour
Gain total		750 €	/an	

COÛT

Calcul simplifié du coût du ReQup®-Plus Multi et retour sur investissement			
Coût du matériel	RPMII 12 4 BP	7 747,00 €	
Compteurs de calories	DN32 1		
Pompe de relevage	FAUX		
INVESTISSEMENT MATERIEL		7 747,00 €	

Retour sur investissement 10,3 Années

tes données doivent être vérifiées par un bureau d'étude. Gaïa Green n'est pas responsable pour tous dimensionnements non conformes

10 ANNEXE V : CONSOMMATION DU PROCESS DE TRAITEMENT D'EAU

CONSTRUCTION DE LA PISCINE BOUGAINVILLE - VILLE DE MARSEILLE - PHASE APD

Bilan prévisionnel des besoins électriques et consommations annuelles
Lot TRAITEMENT D'EAU & ANIMATION DES BASSINS

Hypothèses au stade APD

Ouvrages	Process	Armoire	Position	exploitation annuelle (jour)	exploitation journalière (h)
Bassin sportif intérieur	C1	ATE 01	Local TE	350	12
Bassin d'apprentissage intérieur	C2				
Pataugeoire intérieure	C3				

Equipement / matériel	Quantité	Puissance ELEC unitaire (kW)	Absorption	Puissance d'appel TGBT (kW)	Fonctionnement annuel (h/j)	Total fonctionnement (h)	Conso prévisionnelle annuelle(kWh)
Process C1							
Pompe filtration C1 - 110m³/h	2	9,00	0,9	16,2	24,00	8400	136080
Déchloramineur UV - 3000W	1	3,00	1	3	24,00	8400	25200
Régulation chlore/ph (analyseur)	1	0,03	1	0,03	24,00	8400	252
Injection chlore (hypomix)	1	0,15	1	0,15	4,00	1400	210
Injection acide pH- (pompe doseuse)	1	0,15	1	0,15	4,00	1400	210
Divers (régulation, axone, niveau bt, VM, etc.)	1	0,25	1	0,02	24,00	8400	168
Process C2							
Pompe filtration C2 - 70m³/h	1	5,00	0,9	4,5	24,00	8400	37800
Déchloramineur UV - 1800W	1	1,80	1	1,8	24,00	8400	15120
Régulation chlore/ph (analyseur)	1	0,03	1	0,03	24,00	8400	252
Injection chlore (hypomix)	1	0,15	1	0,15	4,00	1400	210
Injection acide pH- (pompe doseuse)	1	0,15	1	0,15	4,00	1400	210
Divers (régulation, axone, niveau bt, VM, etc.)	1	0,25	1	0,02	24,00	8400	168
Process C3							
Pompe filtration C3 - 30m³/h	1	3,00	0,9	2,7	24,00	8400	22680
Déchloramineur UV - 1100W	1	1,10	1	1,1	24,00	8400	9240
Régulation chlore/ph (analyseur)	1	0,03	1	0,03	24,00	8400	252
Injection chlore (hypomix)	1	0,15	1	0,15	4,00	1400	210

Injection acide pH- (pompe doseuse)	1	0,15	1	0,15	4,00	1400	210
Divers (régulation, axone, niveau bt, VM, etc.)	1	0,25	1	0,02	24,00	8400	168
Pompe jeux pataugeoire/inside - 10m³/h	1	1,50	1	1,5	6,00	2100	3150
Pompe jeux pataugeoire/outside - 10m³/h	1	1,50	1	1,5	6,00	2100	3150
Installation annexe piscine							
Pompe balai	1	1,50	0,9	1,35	1,00	350	472,5
Blower détassage des filtres C1 & C2	1	3,00	1	3	0,15	52,5	157,5
Surpresseur pédiluves	1	1,10	0,9	0,99	12,00	4200	4158
Extracteur bacs tampon + galeries techniques + local TE	1	5,00	1	5	24,00	8400	42000
Eclairage subaquatique bassin sportif	8	0,15	1	1,2	2,00	700	840
Eclairage subaquatique bassin apprentissage	4	0,12	1	0,48	2,00	700	336
Réserve extension armoire TE 20%				9,1		0	0
Puissance nominale armoire "traitement d'eau" - ATE 01				54,444 kWh			302904 kWh

Consommation prévisionnelle d'électricité ATE 01 (kW) :	54	Conso prévisionnelle annuelle ELEC - Lot traitement d'eau (kWh) :	302 904
--	-----------	--	----------------