



# AUDIT ENERGETIQUE

Halle du verre à Claret dans l'Hérault

## RESUME

Analyse énergétique des consommations du bâtiment avec propositions d'améliorations

## STEPHANE BEST

BET Thermique et Fluide Génie  
Climatique Consulting le 08/04/2024

# 1 TABLE DES MATIERES

2	Présentation.....	3
2.1	Objectifs de l'étude .....	3
2.2	Présentation du bâtiment et de son fonctionnement: .....	3
2.3	Vue aérienne du bâtiment.....	4
2.4	Vue en plan du bâtiment .....	5
2.5	Réglementations d'un audit énergétique.....	6
2.6	Documents fournis pour l'audit.....	6
3	Etat initial du bâtiment .....	6
3.1	Analyse du bâtiment.....	6
3.2	Analyse de l'enveloppe depuis le logiciel .....	7
3.3	Performances thermiques de l'enveloppe .....	9
3.4	Caractéristiques de l'enveloppe bâtiment .....	10
3.4.1	Mur extérieur et pont thermique de l'état existant .....	10
3.4.2	Plancher bas de l'état existant .....	11
3.4.3	Toiture de l'état existant.....	12
3.4.4	Menuiseries extérieures de l'état existant.....	13
3.5	Bilan thermique du bâtiments de l'état initial .....	16
3.6	Installation de chauffage de l'état initial enseignement et extension .....	17
3.6.1	Principe de fonctionnement des installations chauffage et climatisation.....	17
3.6.2	Le générateur de chauffage et climatisation de l'état initial .....	17
3.6.3	La régulation de chauffage de l'état initial.....	18
3.6.4	Les émetteurs de l'état initial.....	19
3.7	Production d'eau chaude de l'état initial .....	20
3.1	Ventilations de l'état initial .....	20
3.2	L'éclairage de l'état initial.....	21
3.3	Confort d'été de l'état initial .....	22
3.3.1	Action actif confort d'été .....	22
4	Méthode de calcul du logiciel .....	23
4.1	METHODE DE CALCUL ET OUTIL LOGICIEL .....	23
4.1.1	Méthode de calcul.....	23
4.1.2	Outil logiciel .....	23
4.2	Consommations théoriques .....	23
5	Etat initial énergétique et carbone du bâtiment .....	24
6	Conclusion de l'état initial :.....	25

7	Scénario 1 objectif – 40 % d'économie d'énergie par rapport à l'état initial .....	26
7.1	le scénario 1 détail des améliorations:.....	26
7.2	Etiquette énergétique scénario 1 .....	27
7.3	Bilan thermique scénario 1.....	28
8	Conclusion scénario 1 .....	29
9	Scénario 2 objectif – 40% d'économie d'énergie par rapport à l'état initial .....	30
9.1	le scénario 2 détail des améliorations:.....	30
9.2	Etiquette énergétique scénario 2 .....	31
9.3	Bilan thermique scénario 2.....	32
10	Conclusion scénario 2 .....	33
11	Scénario 3 objectif – 40% d'économie d'énergie par rapport à l'état initial .....	34
11.1	le scénario 3 détail des améliorations:.....	34
11.2	Etiquette énergétique scénario 3 .....	35
11.3	Bilan thermique scénario 3.....	36
12	Conclusion scénario 3 .....	37
13	Récapitulatif énergétique des 3 scénarios.....	38
14	Coût des travaux et retour sur investissement.....	39
14.1	Budget prévisionnel de travaux Scénario 1 .....	39
14.2	Budget prévisionnel de travaux Scénario 2 .....	40
14.3	Budget prévisionnel de travaux Scénario 3 .....	41
15	Conclusion de l'ensemble des 3 scénarios.....	42
16	Annexe 1 .....	43
16.1	Glossaire .....	43
17	Annexe 2 .....	45
17.1	Consommation énergétique fourni par le client .....	45

## 2 PRESENTATION

### 2.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'étude consiste à diagnostiquer l'état du bâtiment la Halle du verre - Musée du verre et centre verrier au 50 Avenue du nouveau monde, 34720 Claret dans L'hérault département du 34, de proposer au moins trois solutions d'améliorations en termes d'efficacité énergétique.

Le maître d'ouvrage a l'ambition d'atteindre lors de la rénovation du bâtiment avant l'horizon 2030, une efficacité énergie de -40% par rapport à l'état initial.

### 2.2 PRESENTATION DU BATIMENT ET DE SON FONCTIONNEMENT:

Les relevés du bâtiment ont été réalisés par MR BEST Stéphane le 4 mars 2024 à 9h30

Le bâtiment a été construit dans les années 2000 avec une surface SHAB (surface habitable/utile) de 485 m<sup>2</sup> total.

Le Bâtiment est situé en zone climatique H3 à une altitude de 115 m pour une température moyenne extérieure de -5 °C en hiver et 35°C en été

Zone géographique	Altitude	T°intérieure hiver	T°extérieure hiver	T°Intérieure été	T°extérieure été	Hygrométrie relative intérieure
H3	50m	19°C	-5 °C	26°C	35°	50%

Le bâtiment est constitué d'une seule zone de chauffe et de climatisation depuis une centrale de traitement d'air en recyclage, le générateur est une PAC AIR/EAU.

La PAC maintien une température de 30°C dans un ballon tampon de 300 litres durant la période d'inoccupation du bâtiment, le ballon est situé à l'extérieur. Il semblerait que ce fonctionnement permette une mise hors gel des installations extérieures.

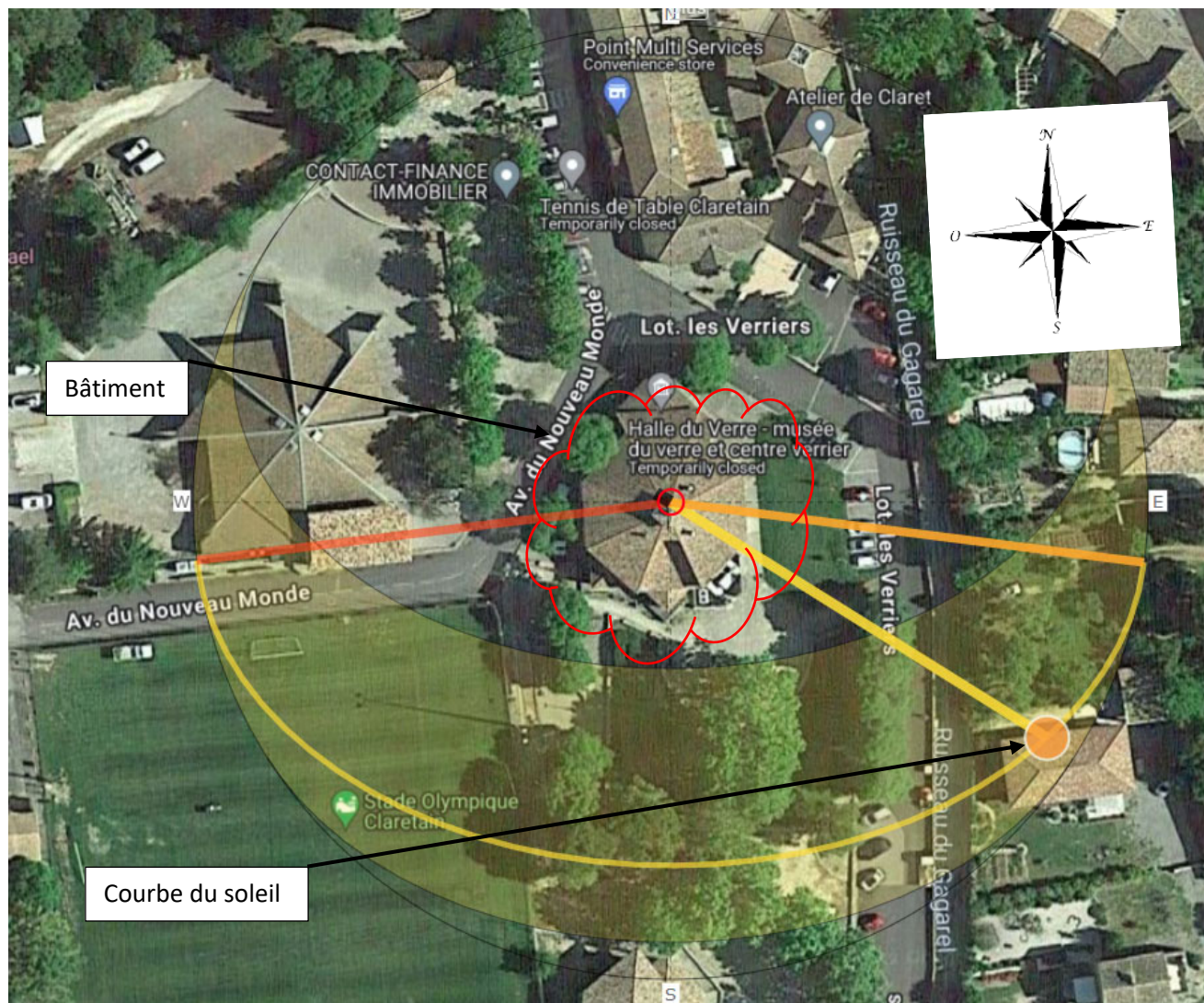
La qualité de l'air (QAI) est naturelle par ouverture des fenêtres, 4 grilles d'entrées d'air de 300x300 sont situées en partie basses des deux portes de secours, permettant le renouvellement d'air vicié et la ventilation basse du désenfumage.

Le taux d'occupation est de 70 personnes en moyenne. La halle est ouverte du mois d'avril au mois de décembre avec une forte fréquentation durant les périodes estivales.

Les surfaces totales chauffées dites utiles sont de 485 m<sup>2</sup> pour une surface SRT (surface réglementaire thermique) de 556 m<sup>2</sup>.

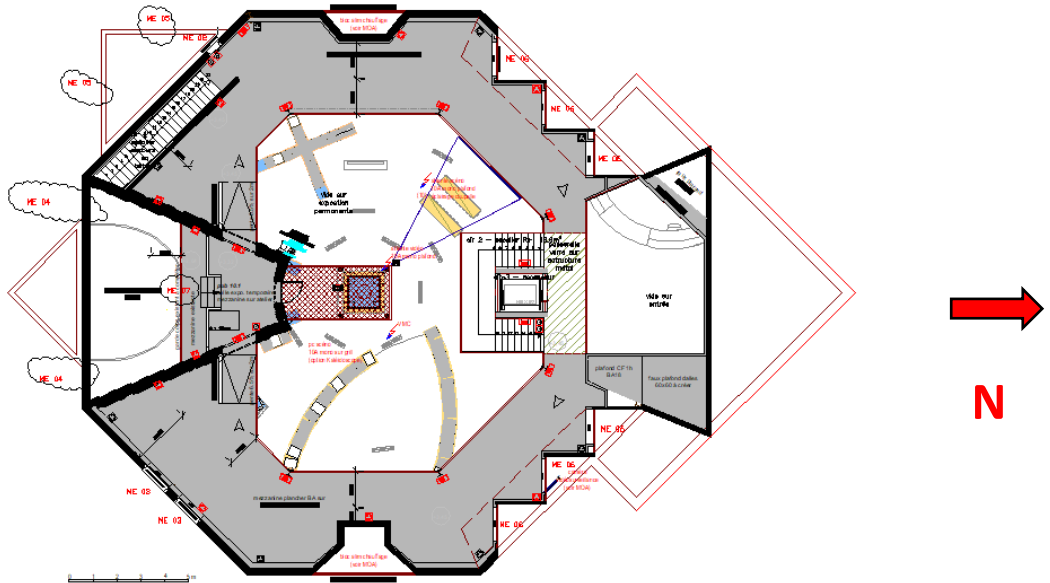
Le bâtiment à une forme hexagonale en toiture tuile, sa charpente est métallique. Le bâtiment est isolé par l'intérieur. Son apport de lumière extérieur est très faible. L'intérieur est aménagé de façon à accueillir des vernissages. Une mezzanine permet de circuler en périphérie intérieure du bâtiment.

## 2.3 VUE AERIENNE DU BATIMENT

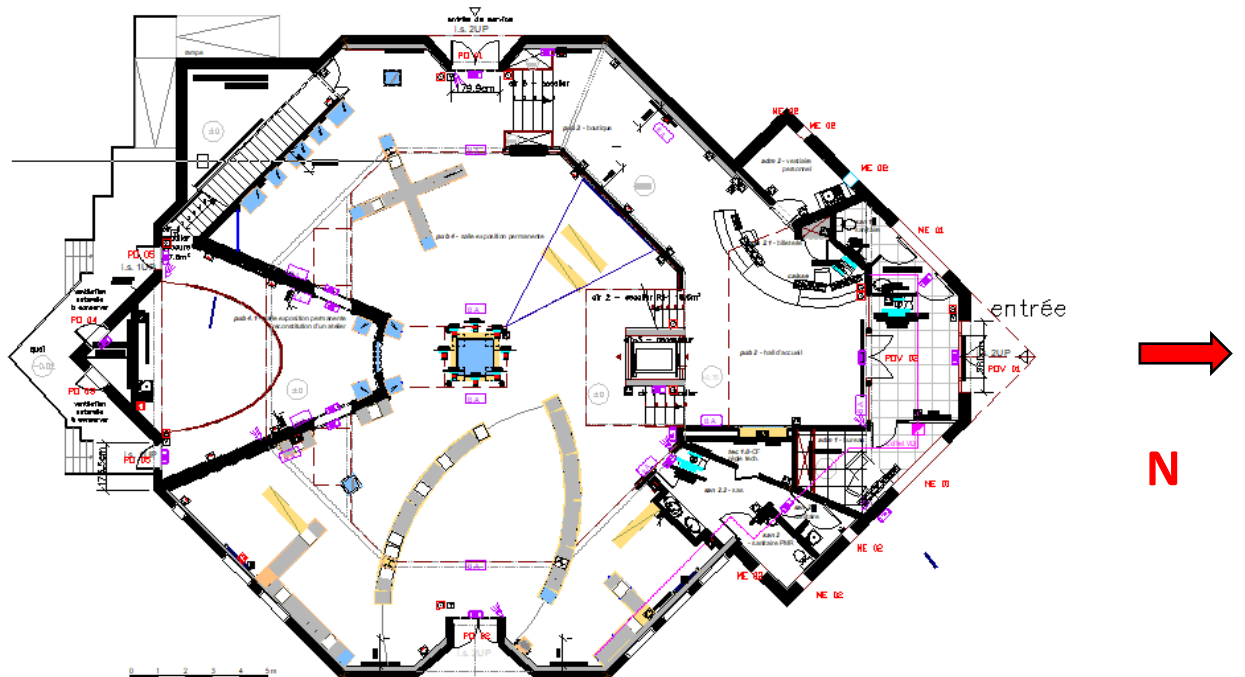


2.4 VUE EN PLAN DU BATIMENT

Mezzanine



RDC



## 2.5 REGLEMENTATIONS D'UN AUDIT ENERGETIQUE

L'audit suivra l'application réglementaire thermique de référence soit la RT existant Th-ce-ex modifiée le 22 mars 2018 et la méthode suivant **la norme NF 16247-1** des audits énergétiques tertiaire **Visant à identifier les actions qui pourraient réduire les consommations d'énergies**

L'objectif général de cette réglementation est d'assurer une amélioration significative de la performance énergétique d'un bâtiment existant.

En plus de la réglementation, le bâtiment est soumis au décret tertiaire qui nous oblige à atteindre de nouvelle performance énergétique de -40 % à 2030, -50% à 2040 et moins 60% à 2050 par rapport à l'année 2010.

Nous viserons pour l'audit les - 40 % à 2030 par rapport à l'état initial du bâtiment. Nous laissons l'étude révéler ses performances.

La surface de référence sera la surface SRT (surface réglementaire thermique) dite SHON (surface hors œuvre nette)

Il sera utilisé le moteur de calcul STD COMETH dynamique STD au pas de temps horaire afin de déterminer l'indice de confort d'été des bâtiments. Ce moteur de calcul a été réalisé par le CSTB, les valeurs sont à titre indicative afin de sensibiliser le maître d'ouvrage.

## 2.6 DOCUMENTS FOURNIS POUR L'AUDIT

Afin de mener à bien notre étude, les documents suivants nous ont été remis :

- Plans DWG de l'ensemble des bâtiments
- Les relevés d'énergétiques électriques des 3 dernières années
- L'accès à tout le bâtiment

# 3 ETAT INITIAL DU BATIMENT

---

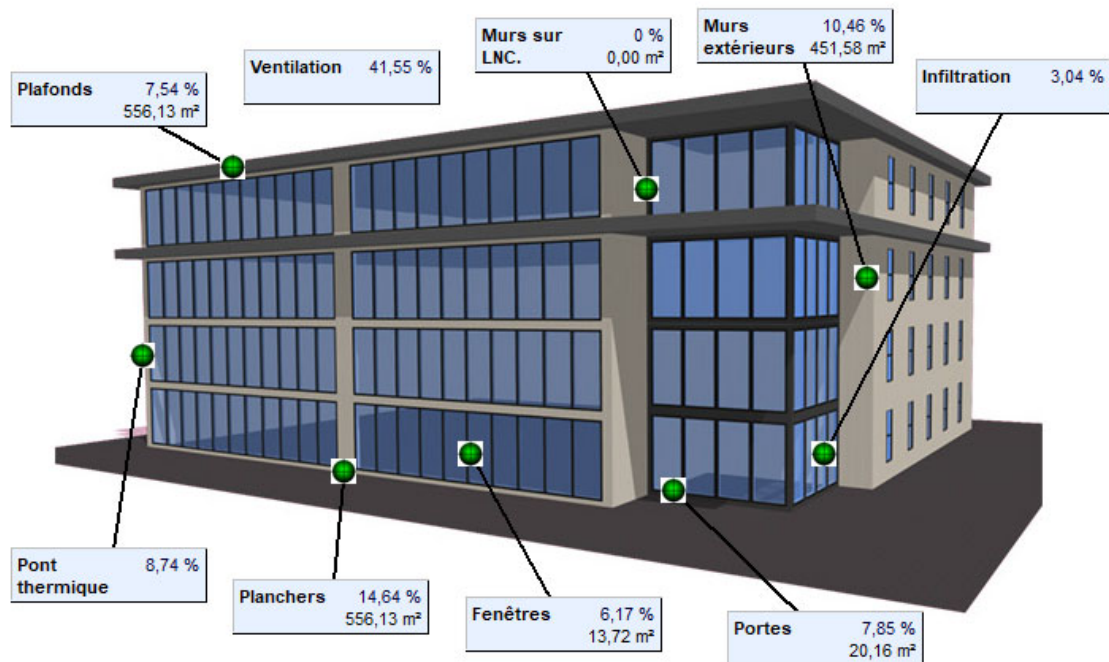
## 3.1 ANALYSE DU BATIMENT

Les premiers constats :

- Toutes les menuiseries vitrées sont en simple vitrage avec des huisseries acier ou alu.
- Les portes de secours et de services sont en métal sans joints d'étanchéités
- Aucune ventilation mécanique contrôlée n'est installée dans le bâtiment
- Les sanitaires ont une ventilation mécanique contrôlé
- Le bâtiment est isolé intérieurement par un isolant de 10 cm de type polystyrène
- La toiture est isolée par un système de panneau sandwich

### 3.2 ANALYSE DE L'ENVELOPPE DEPUIS LE LOGICIEL

Analyse de l'enveloppe du bâtiment permettant d'analyser ses faiblesses et ses performances. Elles sont présentées dans le tableau.



Fenêtres	Ventilation	Toiture (plafonds)	Ponts thermiques	Planchers	Murs extérieurs	Infiltration d'air
6.17 %	41.55 %	7.54 %	8.74 %	14.64 %	10.46%	3.04%

#### Synthèse de l'état de l'enveloppe :

##### Fenêtre/menuiseries extérieures :

- Les déperditions par les menuiseries sont faibles soit 6.17 %. Ce taux est lié à une faible surface de menuiserie du bâtiment.

##### Ventilations :

- Le pourcentage de perte par les ventilations représente 41.55 % des déperditions aucun contrôle de qualité d'air n'est installé il est difficile de contrôler si la qualité de l'air est satisfaisante, en générale le taux de CO<sup>2</sup> ne doit pas dépasser 800 PPM par pièce occupés.

##### Toitures :

- 7.45 % de perte par la toiture. Pour une résistance thermique de 4.5 (m<sup>2</sup>.°C/W) représentant un déphasage de 5 heures. Qui est faible dans ce département.



Ponts thermiques :

- Les ponts thermiques sont importants entre les planchers et les angles sortant ou rentrant

Plancher :

- Il est impossible de connaître la décomposition du plancher, nous supposons qu'il est sur terre-plein

Murs extérieurs

- Les murs extérieurs représentent 10.46 % des déperditions total, le bâtiment est isolé thermiquement par l'intérieur permettant une économie d'énergie et un confort pour les occupants

Infiltration d'air

- Les 3.04% représentent le cumule de fuites d'étanchéités de l'enveloppe et des menuiseries qui restent cohérentes avec l'année de construction du bâtiment

### 3.3 PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ENVELOPPE

Nous allons comparer les performances de l'enveloppe par rapport aux garde-fou réglementaires de l'arrêté du 3 mai 2007 modifié par l'arrêté du 22 mars 2017 relatif aux caractéristiques thermiques.

La réglementation nous impose une résistance thermique minimum de l'enveloppe en rénovation si remplacement

Il est nécessaire d'augmenter les performances énergétiques et thermiques des éléments de l'enveloppe **NON CONFORME** ou **MOYENNEMENT CONFORME** en respectant au minimum les résistances recommandées par l'arrêté du 22 mars 2017 ci-dessous.

#### VALEURS VALABLES DU 1<sup>ER</sup> JANVIER 2018 AU 31 DÉCEMBRE 2022

Type de paroi opaque	Résistance thermique minimale R de l'ensemble paroi + isolant en m <sup>2</sup> .K / W		
	zone climatique H1	zone climatique H2 (H3 à plus de 800 m d'altitude)	Zone climatique H3 (à moins de 800 m d'altitude)
Mur extérieur, toiture de pente > 60 °	2,9	2,9	2,2
Mur en contact avec un volume non chauffé	2	2	2
Plancher bas donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé	2,7 *	2,7	2,1
Planchers de combles perdus	4,8	4,8	4,8
Toiture de pente < 60 °	4,4 **	4,3	4
Toiture terrasse	3,3 ***	3,3 ***	3,3 ***

Type de paroi vitrée	Performance thermique
Fenêtre de surface supérieure à 0,5 m <sup>2</sup> , porte fenêtre, double fenêtre, façade rideau	$U_w \leq 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Porte d'entrée de maison individuelle	$U_d \leq 2 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Verrière	$U_{cw} \leq 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Veranda	$U_{veranda} \leq 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$

À noter:

- Pour les fenêtres de surface inférieure à 0,5 m<sup>2</sup>, seuls les vitrages (et non la totalité de la fenêtre) doivent respecter une exigence:  $U_g < 1,5 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ .
- Lorsque la menuiserie est équipée d'une fermeture, l'exigence peut être satisfaite en prenant en compte la résistance additionnelle de celle-ci.

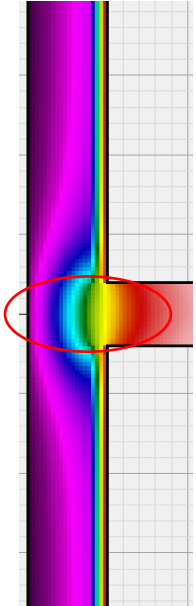
### 3.4 CARACTERISTIQUES DE L'ENVELOPPE BATIMENT

#### 3.4.1 Mur extérieur et pont thermique de l'état existant

Murs extérieurs	
Composition-matériaux	Ep (cm)
Mur en agglo	20
Isolant polystyrène	10
BA 13	1.3
Résistance thermique total	2.73 (m <sup>2</sup> .K°/W) <b>CONFORME ET MOYENNEMENT EFFICACE</b>
Valeur U de la paroi	
<b>0.345 (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	
<p><b>Commentaires :</b>                      Possibilité d'isolation thermique extérieure sur l'ensemble du bâtiment par un isolant de préférence Bio sourcé afin d'obtenir une faible résistance à la diffusion de vapeur (à contrôler lors de l'étude de conception). Cela évitera l'emprisonnement de l'humidité à l'intérieur du mur.</p> <p>Il est constaté des manques de finitions d'enduit et d'isolation à différent endroit de l'enveloppe.</p> <p>L'étude proposera une isolation extérieure de 20 cm de laine de bois recouvert d'un enduit ou d'un bardage bois.</p> <p>Nous conseillons également d'installer des chéneaux afin de canaliser les eaux des toitures qui provoquent la dégradation des sous bassement</p>	




Ponts thermique planchers intermédiaires	
<b>Composition-matériaux</b>	<b>Ep (cm)</b>
Agglo	20
Isolation Polystyrène	10
Plancher intermédiaire	20
Valeur du pont thermique <b>NON CONFORME ET NON EFFICACE</b>	
<b>0.529(W/m.K)</b>	
<b>Commentaires :</b> Le renforcement des ponts thermiques est possible avec l'ITE	



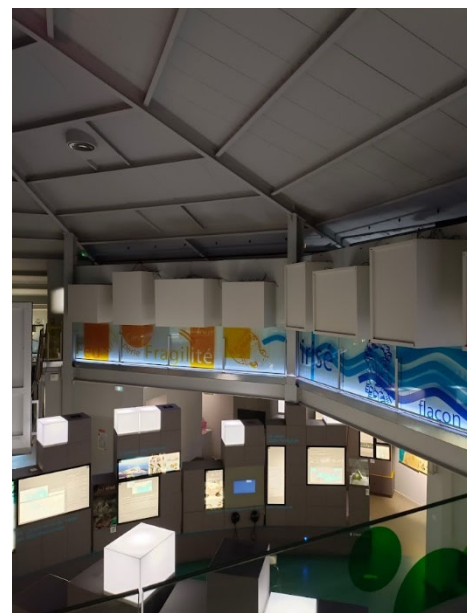
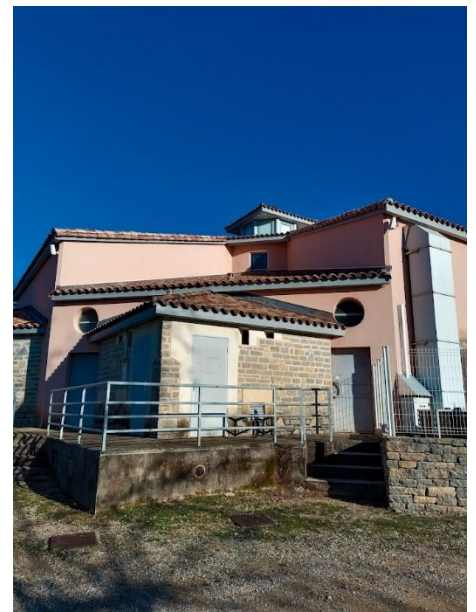
### 3.4.2 Plancher bas de l'état existant

Plancher sur terre-plein béton ou vide sanitaire	
<b>Composition-matériaux</b>	<b>Ep (cm)</b>
Dalle béton sur terre-plein	20
Isolant	AUCUN
Résistance thermique total	0.25 (m <sup>2</sup> .K°/W)
Valeur U de la paroi <b>CONFORME ET MOYENNEMENT EFFICACE</b>	
<b>0.39(W/m<sup>2</sup>.K)</b>	
<b>Commentaires :</b> Le sol ne présente aucune imperfection.	



3.4.3 Toiture de l'état existant

Toiture tuile sous rampant	
Composition-matériaux	Ep (cm)
Panneau sandwich	
Isolant Th 22	10
BA 13	1.3
Résistance thermique total	4.8 (m <sup>2</sup> .K°/W) <b>CONFORME ET MOYENNEMENT EFFICACE</b>
Valeur U de la paroi	
<b>0.2 (W/m<sup>2</sup>.K)</b>	
<p><b>Commentaires :</b>                      Le déphasage est de 5 heures. Il est préférable dans la zone H3 d'avoir un déphasage de 10 heures pour éviter l'inconfort d'été.                      Nous n'avons constaté aucune anomalie concernant la toiture tuile</p> <p>Lors de l'étude nous avons essayé d'augmenter l'isolation de la toiture afin d'atteindre 10 heures de déphasage mais nos résultats sont restés insatisfaisant pour deux points :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Risque important d'emprisonnement de vapeur d'eau dans le plafond risquant de provoquer des moisissures et une détérioration du plafond.</li> <li>2. Risque de charge supplémentaire pour la charpente</li> </ol>	



3.4.4 Menuiseries extérieures de l'état existant

Menuiserie extérieure	
Composition-matériaux	Descriptif
Verre	Simple vitrage
Montant	Alu ou acier
Dimensions	-
Etanchéité au vent	Faible
Exposition	Toutes orientation
	Extérieur
Protection nocturne	Aucune
Valeur Uw de la paroi <b>NON CONFORME ET NON EFFICACE</b>	
<b>6.7 (W/m².K)</b>	
<p><b>Commentaires :</b>                      Il est prévu dans les scénarii proposés de remplacer la totalité des menuiseries simple vitrage. Afin d'obtenir un coefficient de conformité de 1.9 (W/m².K)</p>	



**Menuiserie extérieure opaque**

Composition-matériaux	Descriptif
Verre	Simple vitrage
Montant	Alu
Protections menuiserie fixe	Filme opaque
Protections Portes	Aucun
Exposition	Nord Nord/est
Localisation	Mezzanine
Protection nocturne	Aucune

Valeur Uw de la paroi **NON CONFORME ET NON EFFICACE**

**6.7 (W/m².K)**

**Commentaires :**

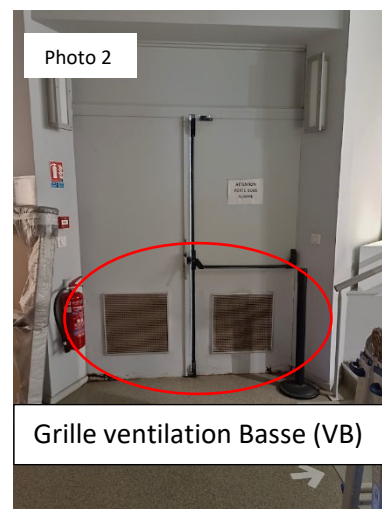
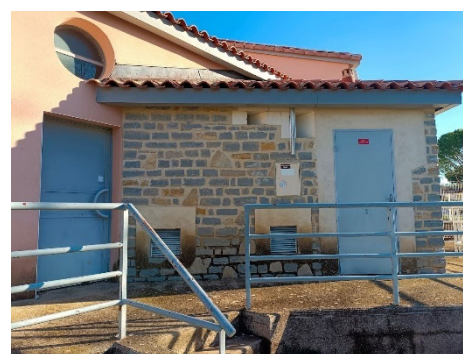
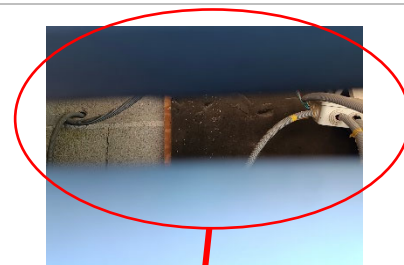
Les jointoiements entre la structure et les plaques isolantes ne sont pas conventionnels et ni étanches.

Possibilité de fermeture totale par structure bois lors de la phase isolation extérieure (ITE).

Il est prévu dans les scénarios la fermeture totale en ITE



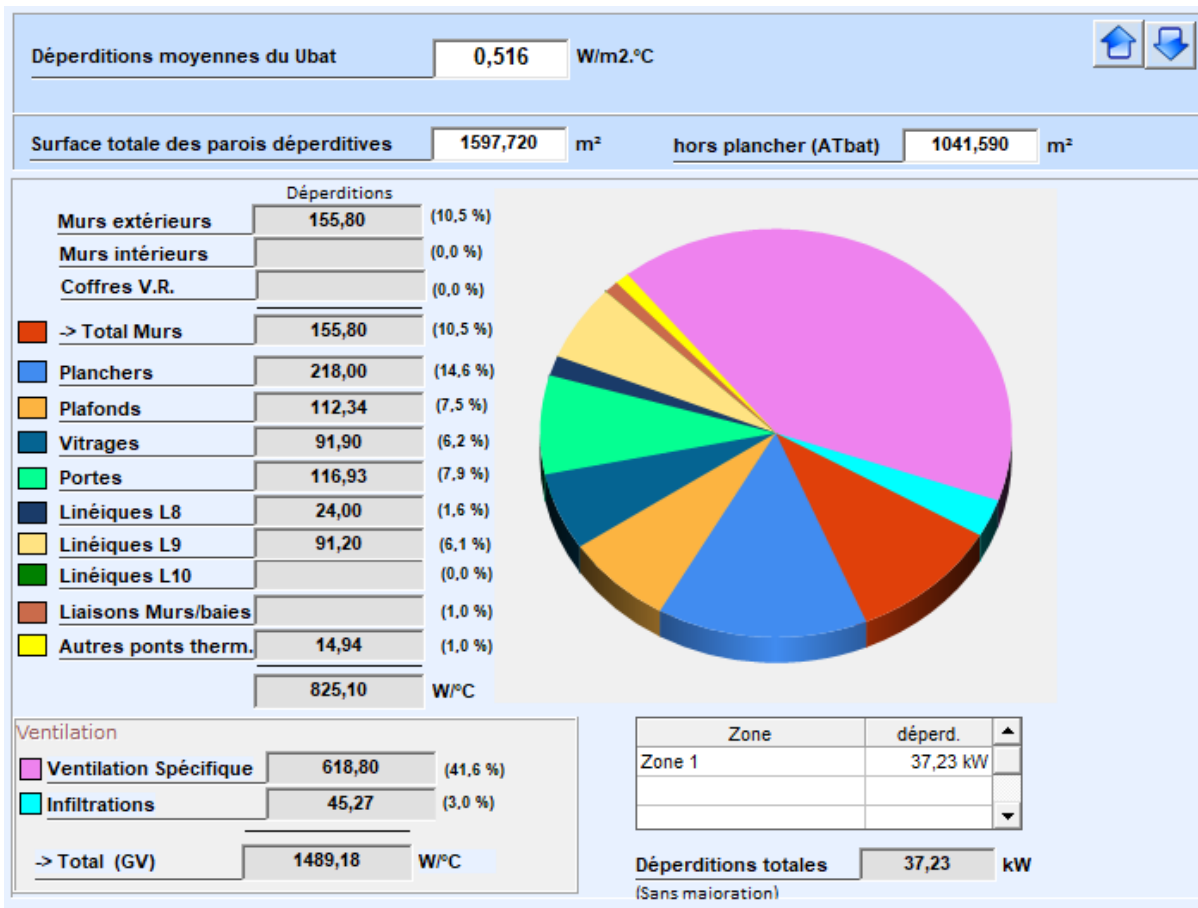
Menuiserie de service extérieure métal	
Composition-matériaux	Descriptif
Verre	Aucun
Montant	Acier
Protections menuiserie fixe	Aucun
Protections Portes	Aucun
Exposition	Toutes orientations
Localisation	Issus de secours ou locaux techniques
Protection nocturne	Aucune
Valeur Uw de la paroi <b>NON CONFORME ET NON EFFICACE</b>	
<b>5.8 (W/m².K)</b>	
<p><b>Commentaires :</b> Remplacer la totalité des menuiseries de secours qui ne sont plus étanches et non conforme à la rénovation par des menuiseries dont la valeur Uw et de 1.9 (W/m².K).</p> <p>Photo 1 : Supprimer les deux grilles EST et OUEST 120 x120 en façade par recouvrement de l'ITE</p> <p>Photo 2 : Nous constatons que deux grilles d'entrées d'air sont posées dans les portes de secours extérieures. Nous supposons deux utilisations:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grille d'air neuf pour la qualité de l'air intérieure (QAI)</li> <li>2. Ventilation basse (VB) pour le désenfumage</li> </ol> <p>Si elles sont destinées à la QAI il est nécessaire de les supprimer car il est prévu dans le scénario 2 l'installation d'une centrale double flux</p> <p>Si elles sont destinées à la ventilation basse (VB) du désenfumage il sera nécessaire de les remplacer par des volets oscillos battant ayant un coefficient UW de 1.9 (W/m².K) asservis à la centrale incendie.</p> <p>Il est recommandé de consulter un BET des systèmes de sécurité incendie (SSI).</p>	





### 3.5 BILAN THERMIQUE DU BATIMENTS DE L'ETAT INITIAL

Le logiciel nous permet de visualiser la répartition des pertes thermiques du bâtiment



#### Analyse du bâtiment:

Le bilan thermique nous donne **37.23 kW** de perte thermique soit 81 kW/m<sup>2</sup> correspondant à un bâtiment conforme à la réglementation énergétique RT 2005.

Nous constatons un fort pourcentage de perte par **les ventilations, le plancher et les murs**. Il sera étudié différents scénarios permettant d'améliorer ces 3 défaillances afin d'atteindre les objectifs énergétiques.

### 3.6 INSTALLATION DE CHAUFFAGE DE L'ÉTAT INITIAL ENSEIGNEMENT ET EXTENSION

#### 3.6.1 Principe de fonctionnement des installations chauffage et climatisation

Le bâtiment est chauffé et climatisé par une pompe à chaleur relié à une centrale de traitement d'air à air recyclé. L'installation est commandée par un régulateur sur sonde extérieure qui agit sur une vanne 3 voies

#### 3.6.2 Le générateur de chauffage et climatisation de l'état initial

##### Générateurs

PAC air/eau réversible : 47.8 KW en chaud et 44.1 KW en froid

EER froid : 2.90

COP chaud : 3.00

Tension : 400 volts

Gaz frigorigère : R410 A

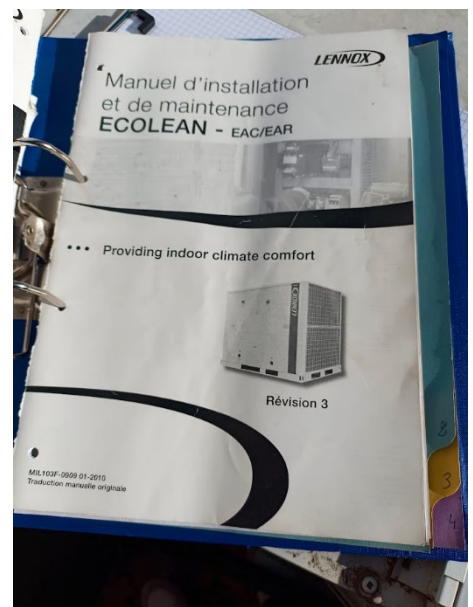
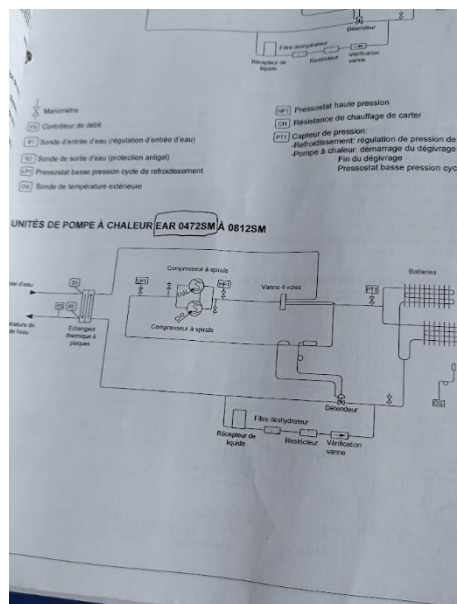
Fonctionnement sur maintien de température constante

##### Commentaires :

La PAC à 15 ans, une maintenance préventive est réalisée périodiquement. Un carnet d'entretien est tenu.

La PAC arrive en fin de vie il est nécessaire de la remplacer par une PAC bénéficiant de nouvelles technologies de rendement

MOYENNEMENT EFFICACE



### 3.6.3 La régulation de chauffage de l'état initial

#### La régulation de chauffage

La batterie CTA est régulée par un régulateur Siemens SYNCO de chez SIEMENS agissant sur la température de soufflage de la centrale

**Commentaires :**

RAS à conserver

EFFICACE



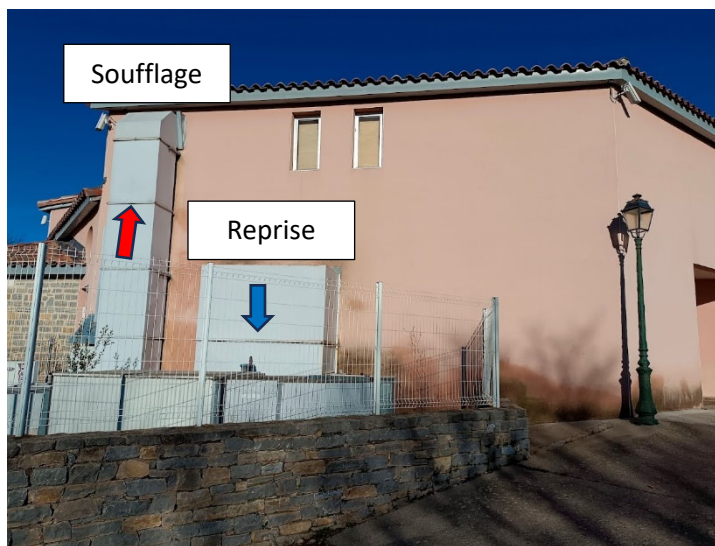
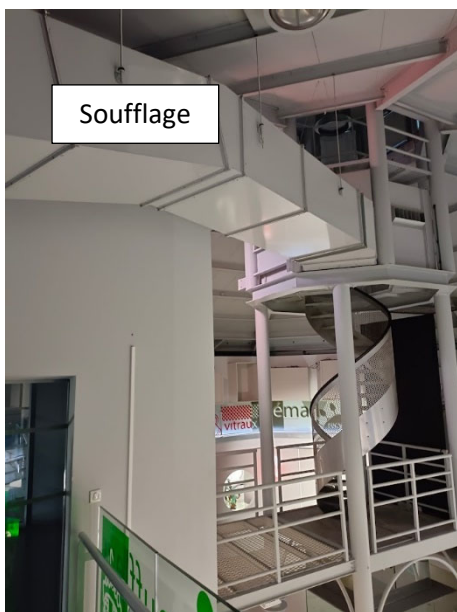
### 3.6.4 Les émetteurs de l'état initial

#### Les émetteurs

- Marque de la centrale : LENNOX
- Débit : 2.78 m<sup>3</sup>/s soit 10 000 m<sup>3</sup>/h
- Puissance électrique : 2.2 KW

**Commentaires :** La centrale est en bon état de fonctionnement.

Nous prévoyons de la remplacer par une centrale double flux permettant le traitement de la qualité d'air



EFFICACE

### 3.7 PRODUCTION D'EAU CHAUDE DE L'ETAT INITIAL

#### Production d'eau chaude

La production d'eau chaude électrique de l'ensemble du bâtiment ne dépasse pas les 300 litres d'eau de stockage. Très insignifiant énergétiquement. Rien n'est à prévoir

EFFICACE

### 3.1 VENTILATIONS DE L'ETAT INITIAL

#### Ventilations sanitaire

##### Fonctionnement

Fonctionnement permanent à débit constant


Débit total : 120 m<sup>3</sup>/h

Tension : 230 Volt

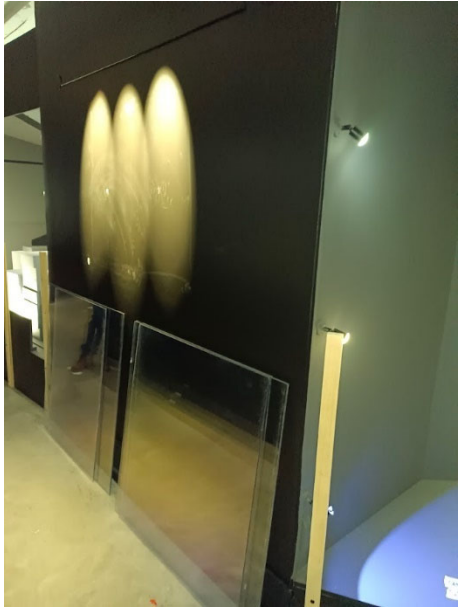
##### Commentaires :

- Le moteur VMC consomme très peu, il est prévu d'installer une horloge sur plage horaire

MOYENNEMENT EFFICACE

Ventilations bâtiment	
<b>Fonctionnement</b>	
Fonctionnement par ventilation naturelle Débit estimé : 1000 m3/h	
<b>Commentaires :</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Il est impossible de contrôler la quantité d'air renouvelé dans le bâtiment. Il sera proposé une centrale double flux sur plage horaire .</li> </ul>	
<b>MOYENNEMENT EFFICACE</b>	
	

### 3.2 L'ÉCLAIRAGE DE L'ÉTAT INITIAL

Eclairages	
Eclairage ponctuel	
<b>Fonctionnement</b>	
Le bâtiment à un éclairage tamisé pour chaque œuvre exposée. Tous les éclairages ne sont pas à led	
<b>Commentaires :</b>	
L'éclairage représente 14 % des consommations d'énergie finale Nous recommandons de remplacer l'ensemble des éclairages par un éclairage led.	
<b>MOYENNEMENT EFFICACE</b>	
	

### 3.3 CONFORT D'ETE DE L'ETAT INITIAL

#### 3.3.1 Action actif confort d'été

##### Confort d'été

Le bâtiment est climatisé par fonctionnement actif représentant 9 % de la consommation d'énergie finale qui reste raisonnable par rapport à l'énergie de chauffage représentant 52 % d'énergie finale.

EFFICACE

## 4 METHODE DE CALCUL DU LOGICIEL

### 4.1 METHODE DE CALCUL ET OUTIL LOGICIEL

#### 4.1.1 Méthode de calcul

La consommation calculée du bâtiment intègre le chauffage, l'Eau Chaude Sanitaire (ECS), l'éclairage des parties communes et les auxiliaires (y compris la ventilation).

Les paramètres propres aux bâtiments (température de consigne, régulation, occupation ...) sont pris en compte.

#### 4.1.2 Outil logiciel

Les simulations ont été menées à l'aide du logiciel BAO EVOLUTION SED Bâtiment Tertiaire et Collectif (Version v2.0.74) du 14/02/2024 développé spécialement pour cet usage.



Ce logiciel intègre deux moteurs de calcul :

- Une méthode comportementale permettant de se rapprocher des consommations réelles et donc d'estimer au plus juste les économies engendrées par les améliorations proposées.
- La méthode TH-C-E ex pour le contrôle réglementaire.
- Coefficient de transformation énergie finale en énergie primaire : électricité : 2.58

La méthode comportementale a été utilisée pour la partie diagnostic, calage du modèle théorique vis-à-vis des consommations relevées et estimation des économies engendrées par les améliorations proposées.

La méthode TH-C-E ex a été utilisée pour définir les niveaux de consommation avant et après travaux.

Cette méthode réglementaire prend en compte un usage conventionnel du bâtiment et ne sont comptabilisées que les consommations de chauffage, eau chaude sanitaire, refroidissement éclairage et auxiliaires, les résultats sont donc obligatoirement différents des consommations relevées et des résultats obtenus par la méthode comportementale.

Le logiciel BAO utilise le moteur de calcul COMETH dynamique STD au pas de temps horaire afin de déterminer l'indice de confort d'été des bâtiments. Ce moteur de calcul a été réalisé par le CSTB les valeurs sont à titre indicative afin de sensibiliser le maître d'ouvrage.

### 4.2 CONSOMMATIONS THEORIQUES

Pour le calcul des consommations théoriques du site, il a été pris en compte les consommations énergétiques pour le **chauffage, la climatisation, la production d'eau chaude sanitaire, la consommation d'électricité** des parties communes (éclairage, VMC, besoins en chauffage). La surface considérée pour le calcul du ratio par m<sup>2</sup> est la SHON (Surface HORS ŒUVRE NET).

L'utilisation du logiciel a pour objectif de construire un modèle comparable à l'état existant permettant de simuler différentes améliorations par la suite. Le coefficient de 2.58 sera appliqué de l'énergie finale à l'énergie primaire




## 5 ETAT INITIAL ENERGETIQUE ET CARBONE DU BATIMENT

### ETAT INITIAL

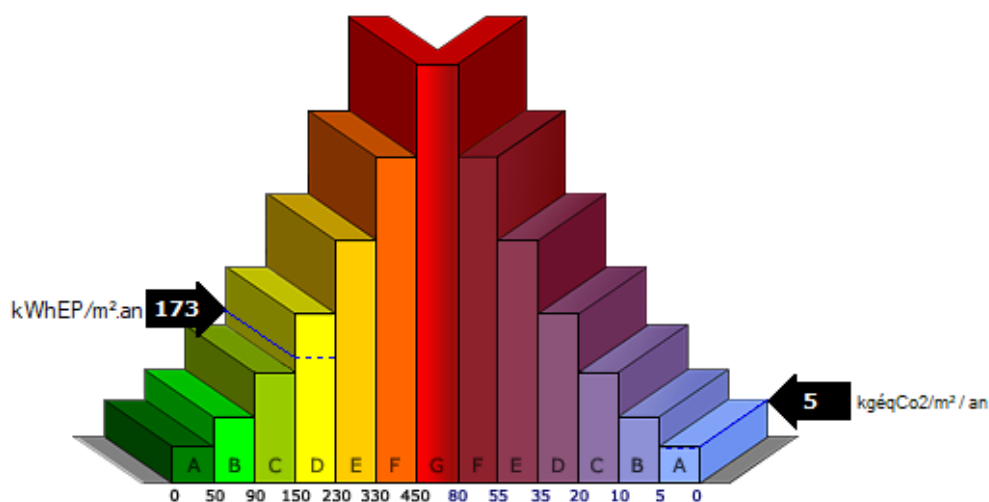
Bâtiment n° 1 : HALLE DU VERRE

Surface habitable : 485,00 m<sup>2</sup>

Surface SHON : 556,00 m<sup>2</sup>

Détails des consommations	Energie finale en kWh/an	Energie primaire en kWhEP/an/m <sup>2</sup>	Dépense en €	Consommations Consommations en kWhEP/m <sup>2</sup> de SHON
CHAUFFAGE				 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Chauffage (89)</li> <li>■ Refroidissement (15,35)</li> <li>■ ECS (1)</li> <li>■ Eclairage (24,11)</li> <li>■ Auxil.+Ventil. (43)</li> </ul>
Electricité	19228,54	89,23	2871,18	
REFROIDISSEMENT				
Electrique	3308,53	15,35	494,02	
ECS				
Electricité	189,95	0,88	28,36	
ECLAIRAGE	5194,84	24,11	775,69	
AUXILIAIRES	9049,40	41,99	1351,24	
VENTILATEURS	219,00	1,02	32,70	
AUTRES USAGES			0,00	
<b>TOTAL</b>	<b>37 190,3</b>	<b>172,57</b>	<b>5 553,19</b>	
ABONNEMENTS EDF			664,47	
ABONNEMENTS Autres			,0	
ENTRETIEN			,0	
<b>TOTAL DEPENSE ANNUEL</b>			<b>6 217,66</b>	

Bilan Energétique	Bilan CO2
TOTAL MWhEP/an : 95,95	TOTAL (tonnes) : 2,695
TOTAL kWhEP/m <sup>2</sup> .an : 172,57	TOTAL (kg/m <sup>2</sup> ) : 4,85



## 6 CONCLUSION DE L'ETAT INITIAL :

---

Le bâtiment, classé étiquette énergétique D avec **173 kWhEP/m<sup>2</sup>.an**, ce qui est important comparé à un bâtiment tertiaire RT2012 qui serait d'environ 50 kWhEP/m<sup>2</sup>.an. Son impact environnemental est modéré, à 5 kgéqCO<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.an. L'absence de VMC limite la mesure de la qualité de l'air, affectant l'efficacité énergétique. Il est conseillé d'installer un système de VMC et des capteurs de CO2 de contrôle pour améliorer cela. Pour réduire la consommation énergétique de 40%, l'installation d'une VMC adéquate et d'autres mesures d'efficacité énergétique vont être proposées.

## 7 SCENARIO 1 OBJECTIF – 40 % D'ECONOMIE D'ENERGIE PAR RAPPORT A L'ETAT INITIAL

### 7.1 LE SCENARIO 1 DETAIL DES AMELIORATIONS:

Travaux envisagés pour le scénario 1		
<b>Enveloppe</b>		
<b>Désignation</b>	<b>Unité</b>	<b>Valeurs</b>
Remplacement des menuiseries par des menuiseries double vitrage bois ou alu	Uw	1.9 (W/m <sup>2</sup> .K)
Isolation par l'extérieur en laine de bois	Rth	5 m <sup>2</sup> .K/W
Déposer les menuiseries opaques et les remplacer par une fermeture en ossature bois avec isolation	Rth	5 m <sup>2</sup> .K/W
<b>Optimisation des installations CVC</b>		
Optimisation de la programmation de la pompe à chaleur afin qu'elle ne fonctionne pas durant la période de janvier à mars.		
Contrôler la qualité de fluide antigél dans les réseaux hydrauliques extérieurs		
Installation d'un programmateur hebdomadaire pour la VMC des sanitaires qui sera éteinte en période d'inoccupation		
Remplacement des éclairages par des éclairages led		

## 7.2 ETIQUETTE ENERGETIQUE SCENARIO 1

### 1 SCENARIO ISOLATION

Modification prioritaire

Bâtiment n° 1 : HALLE DU VERRE

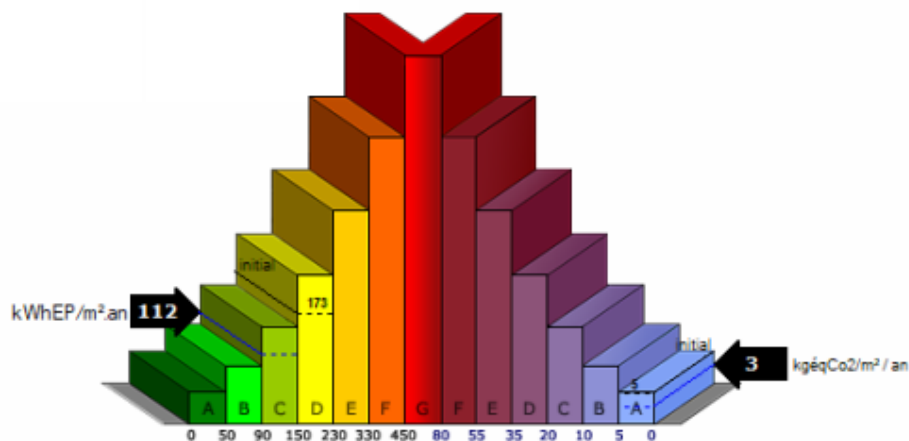
Surface habitable : 485,00 m<sup>2</sup>

Surface SHON : 556,00 m<sup>2</sup>

Investissements : 0 €

Détails des consommations	Energie finale en kWh/an	Energie primaire en kWhEP/an/m <sup>2</sup>	Dépense en €	Consommations Consommations en kWhEP/m <sup>2</sup> de SHON
CHAUFFAGE				<ul style="list-style-type: none"> <li>Chauffage (38)</li> <li>Refroidissement (14,39)</li> <li>ECS (1)</li> <li>Eclairage (17,47)</li> <li>Auxil.+Ventil. (42)</li> </ul>
Electricité	8169,25	37,91	1219,82	
REFROIDISSEMENT				
Electrique	3101,74	14,39	463,15	
ECS				
Electricité	189,95	0,88	28,36	
ECLAIRAGE				
	3764,38	17,47	562,09	
AUXILIAIRES				
	8762,75	40,66	1308,44	
VENTILATEURS				
	219,00	1,02	32,70	
AUTRES USAGES				
			0,00	
<b>TOTAL</b>	<b>24 207,1</b>	<b>112,33</b>	<b>3 614,56</b>	
ABONNEMENTS EDF			664,47	
ABONNEMENTS Autres			,0	
ENTRETIEN			,0	
<b>TOTAL DEPENSE ANNUEL</b>			<b>4 279,03</b>	

Bilan Energétique	Bilan CO2
TOTAL MWhEP/an : 62,45	TOTAL (tonnes) : 1,691
TOTAL kWhEP/m <sup>2</sup> .an : 112,33	TOTAL (kg/m <sup>2</sup> ) : 3,04



Cette amélioration permet d'atteindre – **34.91 % d'économie d'énergie primaire** par rapport à l'état initial

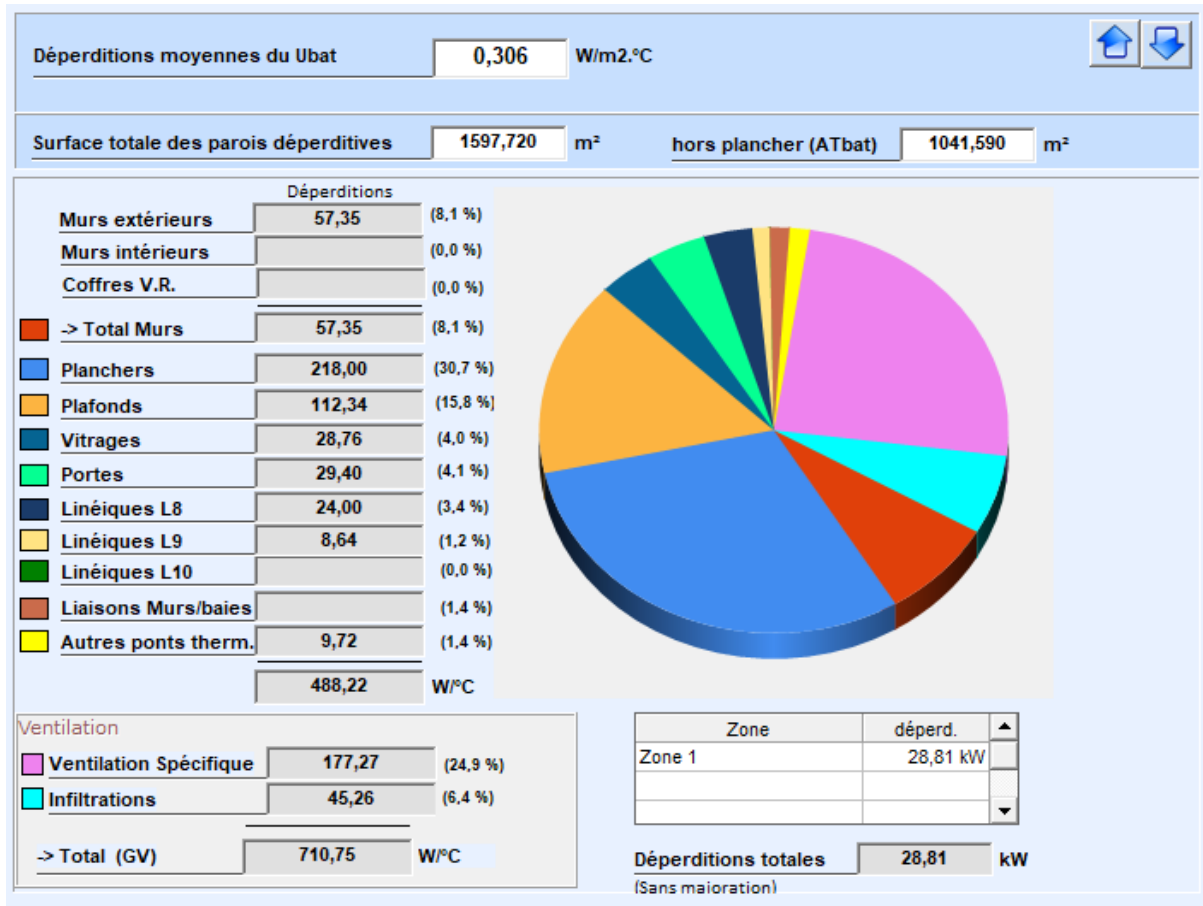
Cette amélioration permet d'atteindre – **34.91 % d'économie d'énergie Finale** par rapport à l'état initial

Cette amélioration permet d'atteindre – **37.32 % d'impact carbone** énergie par rapport à l'état initial

### 7.3 BILAN THERMIQUE SCENARIO 1

L'isolation de l'ensemble des bâtiments permet de diminuer de 22.6 % la puissance thermique du bâtiment.

Puissance totale après isolation : 28.81 KW



## 8 CONCLUSION SCENARIO 1

---

En résumé, suite à l'amélioration de l'isolation extérieure et au remplacement des menuiseries non conformes, l'effort se concentre maintenant sur l'optimisation des systèmes énergétiques. L'objectif est de parvenir à une réduction de 40 % de la consommation énergétique du bâtiment. Même si le premier scénario n'a pas permis d'atteindre cet objectif de manière complète, renforcer l'isolation a été une démarche fondamentale. La prochaine phase impliquera la mise en place de mesures ciblées sur les systèmes énergétiques pour booster davantage l'efficacité énergétique et réaliser l'objectif visé.

## 9 SCENARIO 2 OBJECTIF – 40% D’ECONOMIE D’ENERGIE PAR RAPPORT A L’ETAT INITIAL

### 9.1 LE SCENARIO 2 DETAIL DES AMELIORATIONS:

Travaux envisagés pour le scénario 1		
<b>Enveloppe</b>		
<b>Désignation</b>	<b>Unité</b>	<b>Valeurs</b>
Remplacement des menuiseries par des menuiseries double vitrage bois ou alu	Uw	1.9 (W/m <sup>2</sup> .K)
Isolation par l’extérieur en laine de bois	Rth	5 m <sup>2</sup> .K/W
Déposer les menuiseries opaques et les remplacer par une fermeture en ossature bois avec isolation	Rth	5 m <sup>2</sup> .K/W
<b>Optimisation des installations CVC</b>		
Optimisation de la programmation de la pompe à chaleur afin qu’elle ne fonctionne pas durant la période de janvier à mars.		
Contrôler la qualité de fluide antigel dans les réseaux hydrauliques extérieurs		
Installation d’un programmateur hebdomadaire pour la VMC des sanitaires qui sera éteinte en période d’inoccupation		
Remplacement des éclairages par des éclairages led		
Remplacement de la CTA par une CTA double flux avec une efficacité de 80 % fonctionnement par programmation horaire (Nouveau)	Débit	10 000 m <sup>3</sup> /h avec 1 000 m <sup>3</sup> /h d’air neuf
Installation de sonde CO <sup>2</sup> de contrôle (Nouveau)		

## 9.2 ETIQUETTE ENERGETIQUE SCENARIO 2

### 2 SCENARIO ISOLATION + CTA DF


Modification prioritaire

Bâtiment n° 1 : HALLE DU VERRE

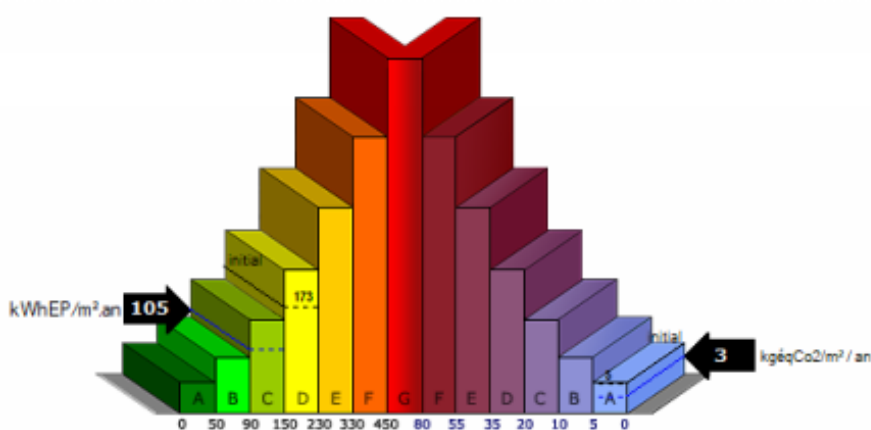
Surface habitable : 485,00 m<sup>2</sup>

Surface SHON : 556,00 m<sup>2</sup>

Investissements : 0 €

Détails des consommations	Energie finale en kWh/an	Energie primaire en kWhEP/an/m <sup>2</sup>	Dépense en €	Consommations Consommations en kWhEP/m <sup>2</sup> de SHON
CHAUFFAGE				 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Chauffage (30)</li> <li>■ Refroidissement (16,31)</li> <li>■ ECS (1)</li> <li>■ Eclairage (17,47)</li> <li>■ Auxil.+Ventil. (40)</li> </ul>
Electricité	6541,17	30,35	976,72	
REFROIDISSEMENT				
Electrique	3515,31	16,31	524,90	
ECS				
Electricité	189,95	0,88	28,36	
ECLAIRAGE	3764,38	17,47	562,09	
AUXILIAIRES	4811,87	22,33	718,50	
VENTILATEURS	3794,00	17,81	566,51	
AUTRES USAGES			0,00	
<b>TOTAL</b>	<b>22 616,7</b>	<b>104,95</b>	<b>3 377,09</b>	
ABONNEMENTS EDF			664,47	
ABONNEMENTS Autres			,0	
ENTRETIEN			,0	
<b>TOTAL DEPENSE ANNUEL</b>			<b>4 041,55</b>	

Bilan Energétique	Bilan CO2
TOTAL MWhEP/an : 58,35	TOTAL (tonnes) : 1,565
TOTAL kWhEP/m <sup>2</sup> .an : 104,95	TOTAL (kg/m <sup>2</sup> ) : 2,81



Cette amélioration permet d'atteindre – **39.18 % d'économie d'énergie primaire** par rapport à l'état initial

Cette amélioration permet d'atteindre – **39.19 % d'économie d'énergie Finale** par rapport à l'état initial

Cette amélioration permet d'atteindre –**42.06 % d'impact carbone** énergie par rapport à l'état initial

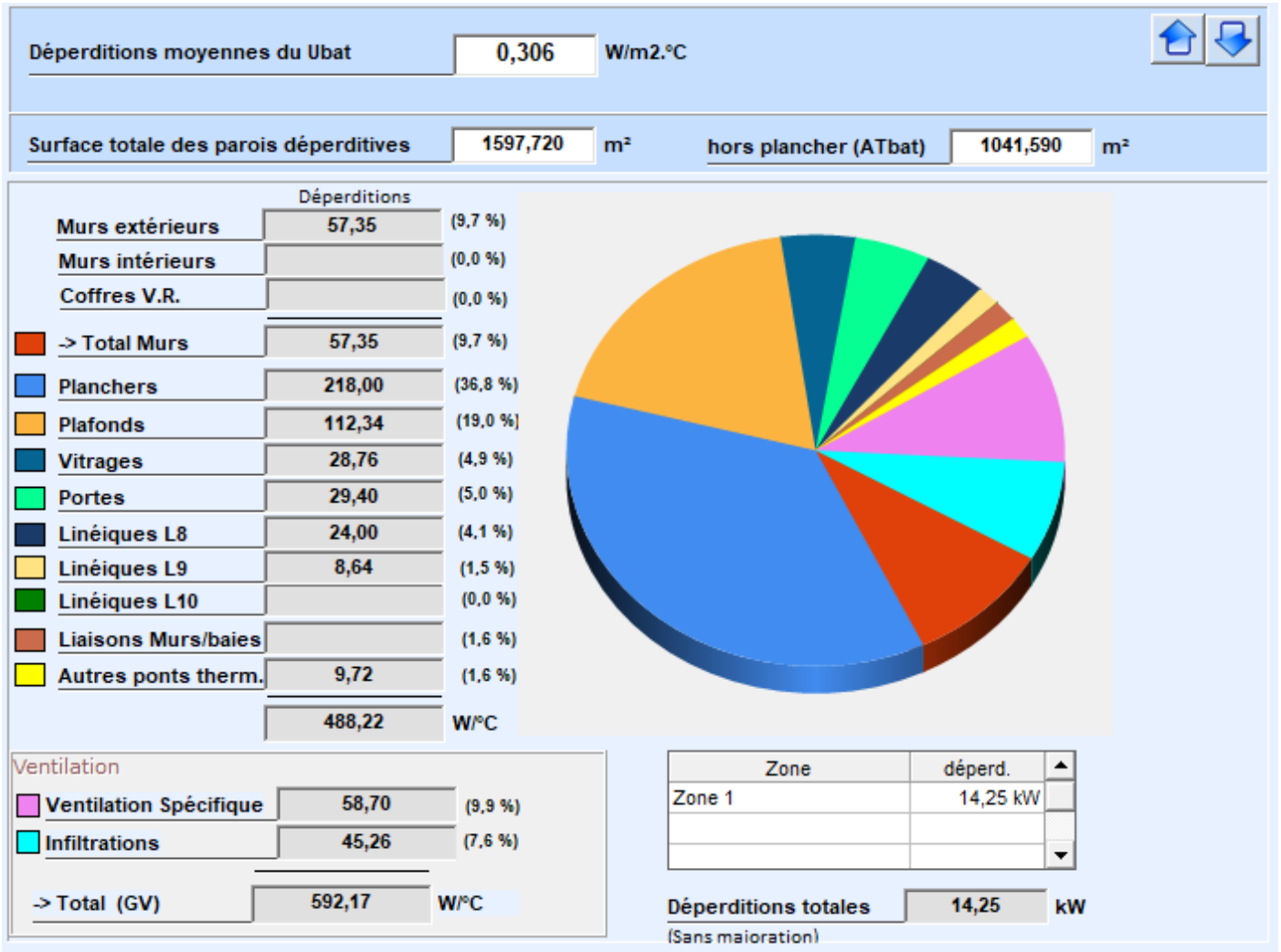
GCC Bureau d'étude d'ingénierie fluide et thermique,  
 3 rue Hector Berlioz 34270 st Mathieu de Tréviers – Mob. 06.34.10.52.87  
[genieclimatique.consulting@gmail.com](mailto:genieclimatique.consulting@gmail.com)  
 Numéro Siret : 90156676000012, codes Naf : 7112B



### 9.3 BILAN THERMIQUE SCENARIO 2

L'isolation de l'ensemble des bâtiments permet de diminuer de 61.7 % la puissance thermique du bâtiment.

Puissance totale après isolation et installation de la centrale double flux : 14.25 KW



## 10 CONCLUSION SCENARIO 2

---

L'installation d'une centrale de ventilation double flux a permis de réduire le bilan thermique d'environ 62 %. Cette technologie offre également un contrôle efficace des flux d'air, nous permettant d'atteindre notre objectif de qualité d'air intérieur. Pour assurer le maintien de performances optimales, le remplacement de la pompe à chaleur (PAC), qui commence à montrer des signes de vieillissement, s'avère nécessaire.

## 11 SCENARIO 3 OBJECTIF – 40% D’ECONOMIE D’ENERGIE PAR RAPPORT A L’ETAT INITIAL

### 11.1 LE SCENARIO 3 DETAIL DES AMELIORATIONS:

Travaux envisagés pour le scénario 1		
<b>Enveloppe</b>		
<b>Désignation</b>	<b>Unité</b>	<b>Valeurs</b>
Remplacement des menuiseries par des menuiseries double vitrage bois ou alu	Uw	1.9 (W/m <sup>2</sup> .K)
Isolation par l’extérieur en laine de bois	Rth	5 m <sup>2</sup> .K/W
Déposer les menuiseries opaques et les remplacer par une fermeture en ossature bois avec isolation	Rth	5 m <sup>2</sup> .K/W
<b>Optimisation des installations CVC</b>		
Optimisation de la programmation de la pompe à chaleur afin qu’elle ne fonctionne pas durant la période de janvier à mars.		
Contrôler la qualité de fluide antigel dans les réseaux hydrauliques extérieurs		
Installation d’un programmateur hebdomadaire pour la VMC des sanitaires qui sera éteinte en période d’inoccupation		
Remplacement des éclairages par des éclairages led		
Remplacement de la CTA par une CTA double flux avec une efficacité de 80 % fonctionnement par programmation horaire (Nouveau)	Débit	10 000 m <sup>3</sup> /h avec 1 000 m <sup>3</sup> /h d’air neuf
Installation de sonde CO <sup>2</sup> de contrôle (Nouveau)		
Remplacement de la PAC (la puissance donnée est à titre d’information pour notre étude un redimensionnement sera nécessaire ) (Nouveau)	Puissance	50 KW Cop 3.64

## 11.2 ETIQUETTE ENERGETIQUE SCENARIO 3

### 3 SCENARIO ISOLATION + CTA DF+ PAC

Modification prioritaire

Bâtiment n° 1 : HALLE DU VERRE

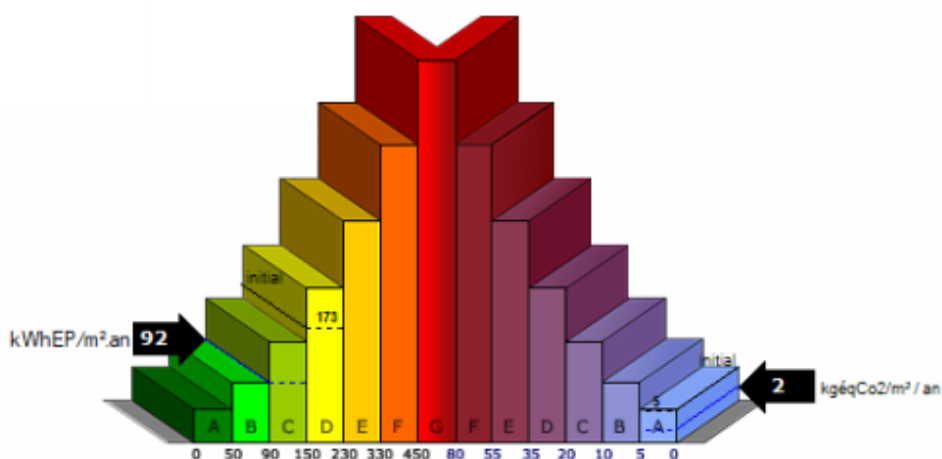
Surface habitable : 485,00 m²

Surface SHON : 556,00 m²

Investissements : 0 €

Détails des consommations	Energie finale en kWh/an	Energie primaire en kWhEP/an/m²	Dépense en €	Consommations Consommations en kWhEP/m² de SHON
CHAUFFAGE				<p> <span style="color: red;">■</span> Chauffage (19)  <span style="color: blue;">■</span> Refroidissement (15.7)  <span style="color: orange;">■</span> ECS (1)  <span style="color: darkblue;">■</span> Eclairage (17.47)  <span style="color: green;">■</span> Auxil.+Ventil. (40)                 </p>
Electricité	4056,42	18,82	605,70	
REFROIDISSEMENT				
Electrique	3383,72	15,70	505,25	
ECS				
Electricité	189,95	0,88	28,36	
ECLAIRAGE				
	3764,38	17,47	562,09	
AUXILIAIRES				
	4684,01	21,74	699,41	
VENTILATEURS				
	3794,00	17,81	566,51	
AUTRES USAGES				
			0,00	
<b>TOTAL</b>	<b>19 872,5</b>	<b>92,21</b>	<b>2 967,33</b>	
ABONNEMENTS EDF			664,47	
ABONNEMENTS Autres			,0	
ENTRETIEN			,0	
<b>TOTAL DEPENSE ANNUEL</b>			<b>3 631,8</b>	

Bilan Energétique	Bilan CO2
TOTAL MWhEP/an : 51,27	TOTAL (tonnes) : 1,352
TOTAL kWhEP/m².an : 92,21	TOTAL (kg/m²) : 2,43



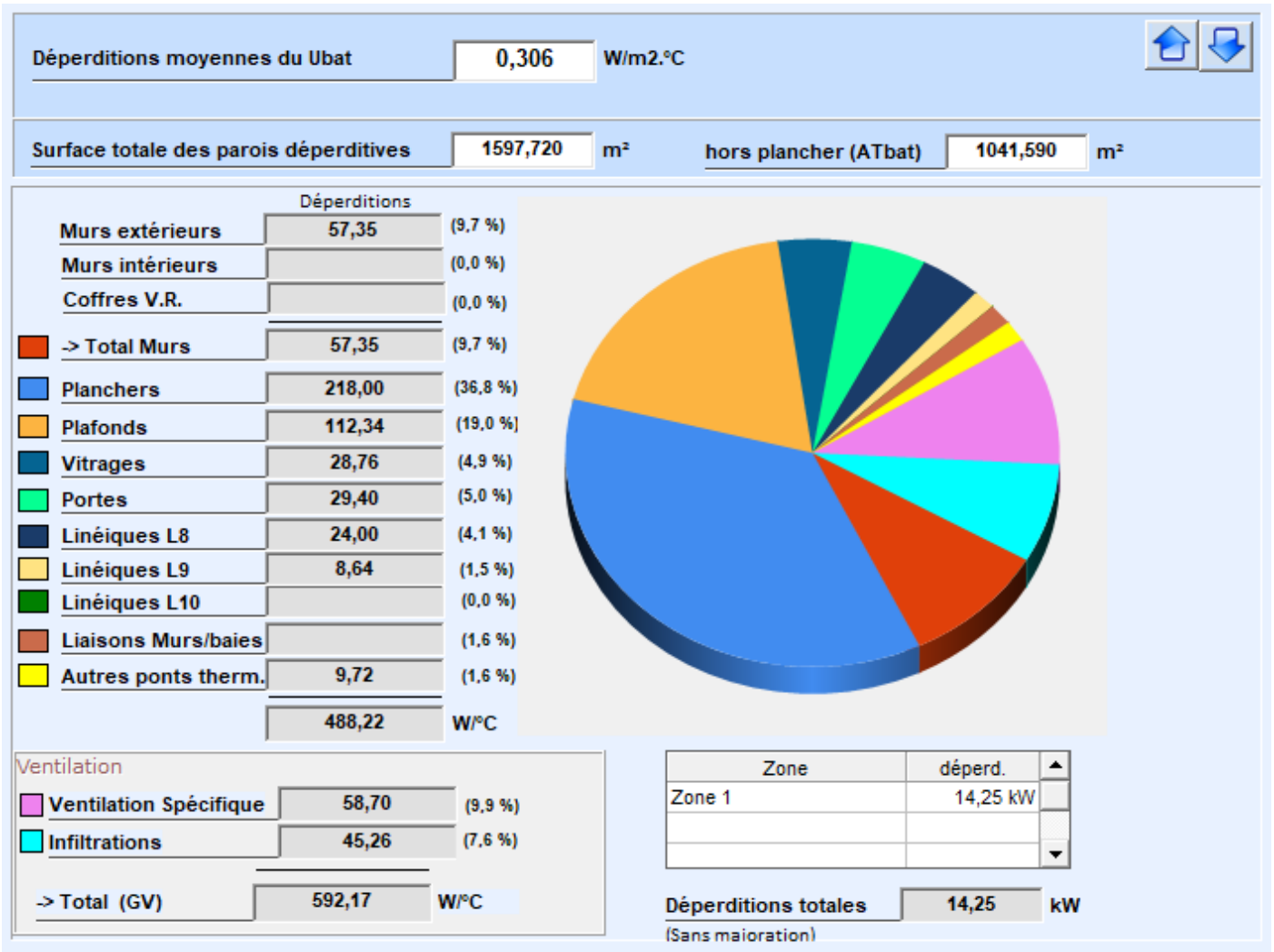
Cette amélioration permet d'atteindre – **46.57 % d'économie d'énergie primaire** par rapport à l'état initial

Cette amélioration permet d'atteindre – **46.57 % d'économie d'énergie Finale** par rapport à l'état initial

Cette amélioration permet d'atteindre – **49.9 % d'impact carbone** énergie par rapport à l'état initial

### 11.3 BILAN THERMIQUE SCENARIO 3

Conforme au scénario 2



## 12 CONCLUSION SCENARIO 3

---

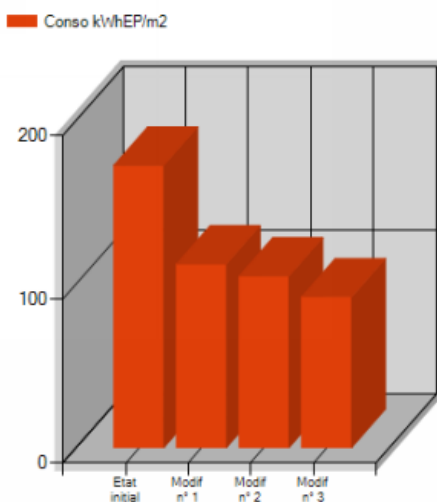
Le scénario 3 propose d'optimiser l'efficacité énergétique grâce à l'installation d'une nouvelle pompe à chaleur avec de meilleur rendement.

Ce changement permet d'atteindre une efficacité de moins 46% par rapport à l'état initial.

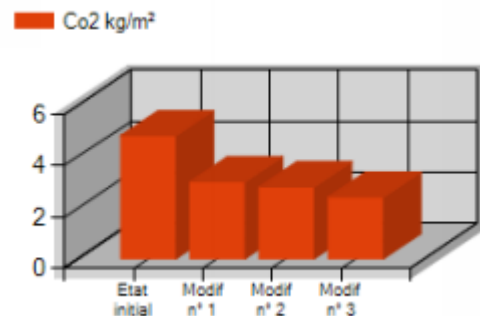
## 13 RECAPITULATIF ENERGETIQUE DES 3 SCENARIOS

RECAPITULATIF										
	Intitulé	Total énergie Final	Total énergie Primaire	Total énergie Final	Total énergie primaire	Total TTC €	CO <sup>2</sup>	Economie Energie EF	Economie Energie EP	Economie CO <sup>2</sup>
	Surface SHON : 556 m <sup>2</sup>	Kwh EF/an	Kwh EP/an	KwhEF/m <sup>2</sup> /an	KwhEP/m <sup>2</sup> /an		KgCO <sup>2</sup> éq/m <sup>2</sup>	%	%	%
1	Etat Initial	37190,3	95948,92	66,89	172,57	6 217,66 €	4,85			
2	Scénario 1:	24207,1	62455,48	43,54	112,33	4 279,03 €	3,04	34,91	34,91	37,32
3	Scénario 2:	22616,7	58352,20	40,68	104,95	4 041,55 €	2,81	39,19	39,18	42,06
4	Scénario 3:	19872,5	51268,76	35,74	92,21	3 631,80 €	2,43	46,57	46,57	49,90

Courbe de performance énergétique des 3 scénarios par rapport à l'état initial



Courbe de performance éq CO<sup>2</sup> des 3 scénarios par rapport à l'état initial



## 14 COUT DES TRAVAUX ET RETOUR SUR INVESTISSEMENT

Chaque poste a été chiffré suivant les bases de prix de **GENIE CLIMATIQUE CONSULTING**. Les indications de coûts des travaux sont données à titre indicatif et n'ont donc en aucun cas valeur de devis. Les montants estimatifs sont hors maîtrise d'œuvre. Des métrés précis réalisés par les entreprises devront être réalisés.

### 14.1 BUDGET PREVISIONNEL DE TRAVAUX SCENARIO 1

Coût des travaux par scénarios						
Désignation	Coût des travaux HT	TVA	Total des travaux TTC	Coût énergétique /an état initial avant travaux	Coût énergétique /an après rénovation	Retour sur investissement
SCENARIO 1						
Remplacement des menuiseries par des menuiseries double vitrage bois ou alu	80 000,00 €	20,00%	96 000,00 €	6 217,66 €	4 279,03 €	189 ans
Déposer les menuiseries opaques et les remplacer par une fermeture en ossature bois avec isolation	20 000,00 €	20,00%	24 000,00 €			
Isolation par l'extérieure en laine de bois	190 000,00 €	20,00%	228 000,00 €			
Optimisation de la programmation de la pompe à chaleur afin qu'elle ne fonctionne pas durant la période de janvier à mars.	1 000,00 €	20,00%	1 200,00 €			
Contrôler la qualité de fluide antigél dans les réseaux hydrauliques extérieurs	1 000,00 €	20,00%	1 200,00 €			
Installation d'un programmeur hebdomadaire pour la VMC des sanitaires qui sera éteinte en période d'inoccupation	500,00 €	20,00%	600,00 €			
Remplacement des éclairages par des éclairages led	10 000,00 €	20,00%	12 000,00 €			
Pose de compteurs divisionnaires par usage	2 500,00 €	20,00%	3 000,00 €			
<b>Total</b>	<b>305 000,00 €</b>	<b>20,00%</b>	<b>366 000,00 €</b>			



## 14.2 BUDGET PREVISIONNEL DE TRAVAUX SCENARIO 2

Coût des travaux par scénarios						
Désignation	Coût des travaux HT	TVA	Total des travaux TTC	Coût énergétique /an état initial avant travaux	Coût énergétique /an après rénovation	Retour sur investissement
SCENARIO 2						
Remplacement des menuiseries par des menuiseries double vitrage bois ou alu	80 000,00 €	20,00%	96 000,00 €	6 217,66 €	4 041,55 €	219 ans
Dépose des menuiseries opaques et les remplacer par une fermeture en ossature bois avec isolation	20 000,00 €	20,00%	24 000,00 €			
Isolation par l'extérieure en laine de bois	190 000,00 €	20,00%	228 000,00 €			
Optimisation de la programmation de la pompe à chaleur afin qu'elle ne fonctionne pas durant la période de janvier à mars.	1 000,00 €	20,00%	1 200,00 €			
Contrôler la qualité de fluide antigél dans les réseaux hydrauliques extérieurs	1 000,00 €	20,00%	1 200,00 €			
Installation d'un programmeur hebdomadaire pour la VMC des sanitaires qui sera éteinte en période d'inoccupation	500,00 €	20,00%	600,00 €			
Remplacement des éclairages par des éclairages led	10 000,00 €	20,00%	12 000,00 €			
Remplacement de la CTA par une CTA double flux avec une efficacité de 80 % fonctionnement par programmation horaire	90 000,00 €	20,00%	108 000,00 €			
Installation de sonde CO <sup>2</sup> de contrôle	2 000,00 €	20,00%	2 400,00 €			
Pose de compteurs divisionnaires par usage	2 500,00 €	20,00%	3 000,00 €			
<b>Total</b>	<b>397 000,00 €</b>	20,00%	<b>476 400,00 €</b>			

### 14.3 BUDGET PREVISIONNEL DE TRAVAUX SCENARIO 3

Coût des travaux par scénarios						
Désignation	Coût des travaux HT	TVA	Total des travaux TTC	Coût énergétique /an état initial avant travaux	Coût énergétique /an après rénovation	Retour sur investissement
<b>SCENARIO 3</b>						
Remplacement des menuiseries par des menuiseries double vitrage bois ou alu	80 000,00 €	20,00%	96 000,00 €	6 217,66 €	3 631,80 €	207 ans
Dépose des menuiseries opaques et les remplacer par une fermeture en ossature bois avec isolation	20 000,00 €	20,00%	24 000,00 €			
Isolation par l'extérieure en laine de bois	190 000,00 €	20,00%	228 000,00 €			
Optimisation de la programmation de la pompe à chaleur afin qu'elle ne fonctionne pas durant la période de janvier à mars.	1 000,00 €	20,00%	1 200,00 €			
Contrôler la qualité de fluide antigél dans les réseaux hydrauliques extérieurs	1 000,00 €	20,00%	1 200,00 €			
Installation d'un programmeur hebdomadaire pour la VMC des sanitaires qui sera éteinte en période d'inoccupation	500,00 €	20,00%	600,00 €			
Remplacement des éclairages par des éclairages led	10 000,00 €	20,00%	12 000,00 €			
Remplacement de la CTA par une CTA double flux avec une efficacité de 80 % fonctionnement par programmation horaire	90 000,00 €	20,00%	108 000,00 €			
Installation de sonde CO <sup>2</sup> de contrôle	2 000,00 €	20,00%	2 400,00 €			
Pose de compteurs divisionnaires par usage	2 500,00 €	20,00%	3 000,00 €			
Remplacement de la PAC	50 000,00 €	20,00%	60 000,00 €			
<b>Total</b>	<b>447 000,00 €</b>	20,00%	<b>536 400,00 €</b>			

## 15 CONCLUSION DE L'ENSEMBLE DES 3 SCENARIOS

---

Notre mission consiste à guider le maître d'ouvrage dans le choix optimal en termes d'économies d'énergie et de confort pour les occupants. Voici un aperçu des scénarios envisagés :

**Le scénario 1** souligne l'importance de l'isolation des bâtiments pour réaliser des économies d'énergie significatives. L'optimisation des réglages et l'installation d'équipements de génie climatique basse consommation sont également bénéfiques. Il est nécessaire d'apporter un contrôle et une qualité de l'air intérieur que nous proposons dans le scénario 2

**Le scénario 2** propose des économies d'énergie comparables au scénario 1. Nous suggérons de remplacer la centrale de traitement d'air actuelle, basée sur un système de recyclage, par une centrale de traitement d'air double flux cette technologie permet à la fois de chauffer et de climatiser les espaces, tout en assurant un traitement efficace de l'air vicié. Ce changement devrait nous permettre d'atteindre les économies d'énergie escomptées.

**Le scénario 3**, prend en compte le fait que la pompe à chaleur actuelle est vieillissante et en fin de vie. Nous envisageons de la remplacer par une pompe à chaleur (PAC) plus récente et plus efficace sur le plan énergétique. Nous estimons que le scénario 3 est le plus à même de répondre à nos objectifs principaux, à savoir :

- Réaliser une économie d'énergie d'au moins 40 % par rapport à l'état initial du bâtiment,
- Satisfaire aux exigences décret tertiaire, visant une réduction de la consommation énergétique de 40 % d'ici 2030,
- Améliorer significativement la qualité de l'air pour les occupants,
- Diminuer l'impact carbone de manière notable, en privilégiant l'utilisation de matériaux biosourcés pour l'énergie et la construction.

## 16 ANNEXE 1

### 16.1 GLOSSAIRE

▪ **Lambda( $\lambda$ ) : conductivité thermique en  $W/m \cdot ^\circ C$  :**

Caractérise un matériau indépendamment de son épaisseur, plus  $\lambda$  est faible, plus le matériau est isolant.

Exemple  $\lambda = 0.04 W/m \cdot ^\circ C$  pour la laine de verre courante ou le polystyrène expansé classique.

▪ **R : résistance thermique en  $m^2 \cdot ^\circ C/W$ :**

Pour les parois opaques (murs plafonds planchers) la résistance thermique d'un composant de paroi traduit sa capacité à empêcher le passage du froid ou de la chaleur pour une épaisseur donnée. Plus R est grand plus le composant est isolant.

Exemple : pour 20 cm de laine de verre classique  $R = 5.00 m^2 \cdot ^\circ C/W$ .

▪ **U : coefficient de transmission surfacique en  $W/m^2 \cdot ^\circ C$ :**

Traduit la capacité d'une paroi à empêcher le passage du froid ou de la chaleur plus U est faible plus la paroi est isolante.

Exemple : pour un mur en maçonnerie isolé avec 8 cm de polystyrène  $U = 0.40 w/m^2 \cdot ^\circ C$ .

▪ **Ug : (U glass) en  $W/m^2 \cdot ^\circ C$**

Caractérise la performance d'un vitrage en terme d'isolation thermique plus Ug est faible plus le vitrage est isolant.

Exemple : pour un double vitrage isolant performant  $Ug = 1.40 W/m^2 \cdot ^\circ C$ .

▪ **Uw (U window) en  $w/m^2 \cdot ^\circ C$**

Caractérise la performance d'une menuiserie (fenêtre porte fenêtre-porte) en terme d'isolation thermique, plus Uw est faible et plus la menuiserie est isolante, ce coefficient prend en compte les performances du vitrage et de la menuiserie en elle-même

(pvc – bois –alu à rupture de ponts thermiques...). Exemple : fenêtre PVC équipée d'un double vitrage performant ( $Ug = 1.40 W/m^2 \cdot ^\circ C$ )  $Uw = 1.70 W/m^2 \cdot ^\circ C$ .

▪ **Ujn (U jour nuit) en  $W/m^2 \cdot ^\circ C$**

Caractérise, dans les bâtiments d'habitation, la performance moyenne d'une menuiserie sur une journée en tenant compte des périodes volets ouverts et volets fermés, cette valeur se calcule en fonction des performances d'isolation des volets.

Exemple : fenêtre PVC  $Uw = 1.70 W/m^2 \cdot ^\circ C$  équipée d'un volet roulant PVC classique  $Ujn = 1.50 W/m^2 \cdot ^\circ C$ .

▪ **Ubat : en  $W/m^2 \cdot ^\circ C$**

Caractérise, dans la réglementation thermique, la performance d'un bâtiment ou d'une partie de bâtiment en terme d'isolation thermique. Plus le Ubat est faible et plus le bâtiment est isolé thermiquement.

Exemple : la valeur de Ubat peut varier de 0.30

$W/m^2 \cdot ^\circ C$  pour un bâtiment très bien isolé à  $1.50 W/m^2 \cdot ^\circ C$  pour un bâtiment très mal isolé.

▪ **Ep : Energie Primaire**

▪ **Ef : Energie Finale**

## Caractéristique des équipements

### ▪ COP : coefficient de performance d'une pompe à chaleur (PAC)

C'est le rapport entre la quantité de chaleur qu'elle produit et l'énergie qu'elle consomme dans des conditions normalisées.

Exemple : si vous installez une pompe à chaleur dans un bâtiment existant le COP doit être  $\geq$  à 3.20.

### ▪ EER : rendement énergétique d'un climatiseur en mode froid

C'est le rapport entre la quantité de froid produite et l'énergie consommée dans des conditions normalisées.

Exemple : si vous installez un climatiseur air/air son rendement en mode froid EER doit être  $\geq$  à 2.80.

### ▪ PCI : pouvoir calorifique inférieur d'un combustible

Donnée caractéristique d'un combustible, représente la chaleur dégagée par la combustion complète d'une unité de combustible l'eau produite par la combustion étant supposée à l'état vapeur.

### ▪ PCS : pouvoir calorifique supérieur d'un combustible

Donnée caractéristique d'un combustible, représente la chaleur dégagée par la combustion complète d'une unité de combustible l'eau produite par la combustion étant supposée à l'état liquide.

### ▪ ECS : eau chaude sanitaire

### ▪ VMC : ventilation mécanique contrôlée

Installation de ventilation permettant de contrôler et régler les débits d'aération d'un local ou d'un bâtiment les installations de VMC peuvent être simple flux (autoréglable ou hygroréglable) dans ce cas seule l'extraction d'air est mécanisée ou double flux et dans ce cas l'extraction et l'amenée d'air sont mécanisées.

### ▪ SHON : surface hors œuvre nette

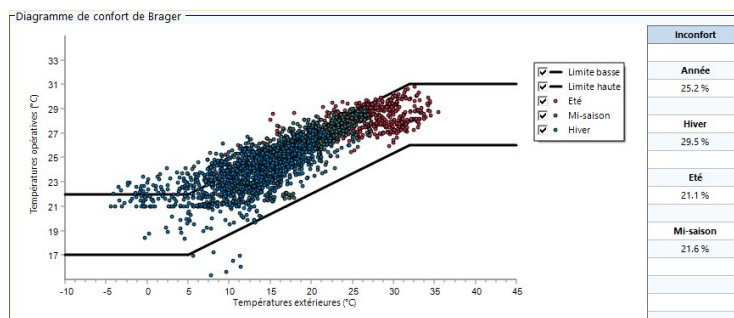
### ▪ SHAB : surface habitable

### ▪ DJU : Degré Jour Unifié

### ▪ BBC : Bâtiment Basse Consommation

### • Confort d'été

Le **diagramme de Brager** donne ainsi une image de l'évolution de la température opérative (ou ressentie) du bâtiment (moyenne pondérée entre les températures de l'air ambiant et celle radiante des parois d'un local) en fonction de la température extérieure du moment. Chaque point représente une heure (rouge été, bleu hiver, vert mi-saison). Lorsque le point est situé entre les deux traits noirs, le confort est normalement assuré.



GCC Bureau d'étude d'ingénierie fluide et thermique,  
3 rue Hector Berlioz 34270 st Mathieu de Trévières – Mob. 06.34.10.52.87

[genieclimatique.consulting@gmail.com](mailto:genieclimatique.consulting@gmail.com)

Numéro Siret : 90156676000012, codes Naf : 7112B

## 17 ANNEXE 2

### 17.1 CONSOMMATION ENERGETIQUE FOURNI PAR LE CLIENT

2023

2022	CULTURE	HALLE DU VERRE	ELECTRICITE	CLARET	EDF	30002451215998	1-63I3PQM	Tarif BT 36 KVA	Mens JANV	3 602	670 €
2022	CULTURE	HALLE DU VERRE	ELECTRICITE	CLARET	EDF	30002451215998	1-63I3PQM	Tarif BT 36 KVA	Mens FEV.	5 815	1 081 €
2022	CULTURE	HALLE DU VERRE	ELECTRICITE	CLARET	EDF	30002451215998	1-63I3PQM	Tarif BT 36 KVA	Mens MARS	5 747	1 068 €
2022	CULTURE	HALLE DU VERRE	ELECTRICITE	CLARET	EDF	30002451215998	1-63I3PQM	Tarif BT 36 KVA	Mens AVRIL	6 192	817 €
2022	CULTURE	HALLE DU VERRE	ELECTRICITE	CLARET	EDF	30002451215998	1-63I3PQM	Tarif BT 36 KVA	Mens MAI	3 322	380 €
2022	CULTURE	HALLE DU VERRE	ELECTRICITE	CLARET	EDF	30002451215998	1-63I3PQM	Tarif BT 36 KVA	Mens JUIN	4 126	446 €
2022	CULTURE	HALLE DU VERRE	ELECTRICITE	CLARET	EDF	30002451215998	1-63I3PQM	Tarif BT 36 KVA	Mens JUILLET	6 109	611 €
2022	CULTURE	HALLE DU VERRE	ELECTRICITE	CLARET	EDF	30002451215998	1-63I3PQM	Tarif BT 36 KVA	Mens AOÛT	7 262	713 €
2022	CULTURE	HALLE DU VERRE	ELECTRICITE	CLARET	EDF	30002451215998	1-63I3PQM	Tarif BT 36 KVA	Mens SEPT.	5 493	559 €
2022	CULTURE	HALLE DU VERRE	ELECTRICITE	CLARET	EDF	30002451215998	1-63I3PQM	Tarif BT 36 KVA	Mens OCT.	3 348	391 €
2022	CULTURE	HALLE DU VERRE	ELECTRICITE	CLARET	EDF	30002451215998	1-63I3PQM	Tarif BT 36 KVA	Mens NOV.	2 247	424 €
2022	CULTURE	HALLE DU VERRE	ELECTRICITE	CLARET	EDF	30002451215998	1-63I3PQM	Tarif BT 36 KVA	Mens DEC.	4 364	801 €

LIEUX	FLUIDES	2019		2020		2021		01/07/2022	
		CONSO	MONTANT	CONSO	MONTANT	CONSO	MONTANT	CONSO	MONTANT
HALLE DU VERRE	ELECTRICITE	93 505	7 745 €	35 080	6 589 €	47 546	8 858 €	28 804	4 462 €