



**Centre Hospitalier de Gonesse**  
**25, rue pierre de Theilley**  
**95503 Gonesse**

# **Etude STD DE L'INSTITUT DE FORMATION DE SOINS INFIRMIERS DE Hôpital GONESSE**

## **Etude Thermique/STD**

  
**SELECTE**  
AMO MOE OPC  
39 Boulevard Pierre Raunet  
94370 Sucy en Brie



Maître d'œuvre  
**B.E. bâtiTECH**  
6, boulevard Pesaro  
92000 Nanterre  
Tél : 03.23.64.72.30

Indice	Dossier n°	Date	Modifications ou étapes
V2.1	3D23024	Novembre 2023	

# SOMMAIRE

1	Généralité.....	4
1.1	Introduction.....	4
	Description de l'étude .....	4
	Documents de base de l'étude thermique .....	4
1.2	Rappel des réglementation applicables.....	4
	Règlementation thermique des bâtiments existants .....	4
	Vérification de l'exigence relative à l'étude .....	5
	Données du bâtiment : .....	5
	Rappel des exigences RT existant par élément .....	5
	Le texte associé .....	5
	La date d'application .....	5
	Quelles sont les exigences à respecter ? .....	5
2	Etude thermique.....	7
2.1	Hypothèses de calcul .....	7
	Parois.....	7
	Mur Existant .....	7
	Murs de façades 1 .....	7
	Murs de façades 2 .....	7
	Mur projet .....	7
	Murs de façades 1 .....	7
	Murs de façades 2 .....	7
	Plancher bas Existant.....	7
	Plancher bas projet .....	7
	Toiture Existant .....	8
	Toiture Projet .....	8
	Menuiseries extérieures.....	8
	Chauffage / ECS .....	8
	Ventilation.....	8
2.2	Scénarios.....	9
2.3	Résultats des calculs bâtiment en L.....	9
	Bâtiments existants .....	9
	Bâtiments projeté scénario de base.....	10
	Bâtiments projeté scénario de base+ Double Flux.....	11
	Bâtiments projeté scénario de base + double flux + luminaire.....	12
2.1	Résultats des calculs bâtiment champignon.....	13
	Bâtiments existants .....	13
	Bâtiments projeté scénario de base.....	13
	Bâtiments projeté scénario de base+ Double Flux.....	14
	Bâtiments projeté scénario de base + double flux + luminaire.....	16
2.2	Conclusion des calculs thermiques.....	17
2.3	Résultats des calculs bâtiment à rénover .....	19
	Bâtiment existant .....	19
	Bâtiments projeté scénario de base + Double flux.....	19
	Bâtiments projeté scénario de base+ Double Flux.....	20
	Bâtiments projeté scénario de base + double flux + luminaire.....	21
	Bâtiments projeté scénario de base + double flux avec rafraichissement adiabatique + luminaire.....	22
	Bâtiments projeté scénario de base + double flux + luminaire +groupe froid .....	23
2.4	Conclusion des calculs thermiques.....	24
2.5	Etude complémentaire avec suppression de la rénovation de la toiture.....	25
3	Simulation thermique dynamique.....	26
3.1	Occupation .....	26
3.2	Apports internes .....	26
3.3	Bâtiment existant .....	27
3.4	Bâtiment projeté scénario de base.....	28
4	Conclusion .....	28



# 1 Généralité

## 1.1 Introduction

### Description de l'étude

La présente étude porte sur l'évaluation du gain énergétique réalisé en vue des futurs travaux d'isolation thermique d'institut formation soins infirmiers de la ville de Gonesse par la méthode ThC-Ex.

Elle précise les résultats de l'étude thermique et de la simulation thermique dynamique.

Nous proposerons par ailleurs des solutions afin de réduire les consommations énergétiques, et calculerons le gain énergétique par rapport à l'existant.

### Documents de base de l'étude thermique

Les calculs sont effectués à partir des documents fournis par la maîtrise d'ouvrage.

## 1.2 Rappel des réglementation applicables

### Réglementation thermique des bâtiments existants

La réglementation thermique des bâtiments existants s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires existants, à l'occasion de travaux de rénovation prévus par le maître d'ouvrage.

Elle repose sur les articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation ainsi que sur leurs arrêtés d'application.

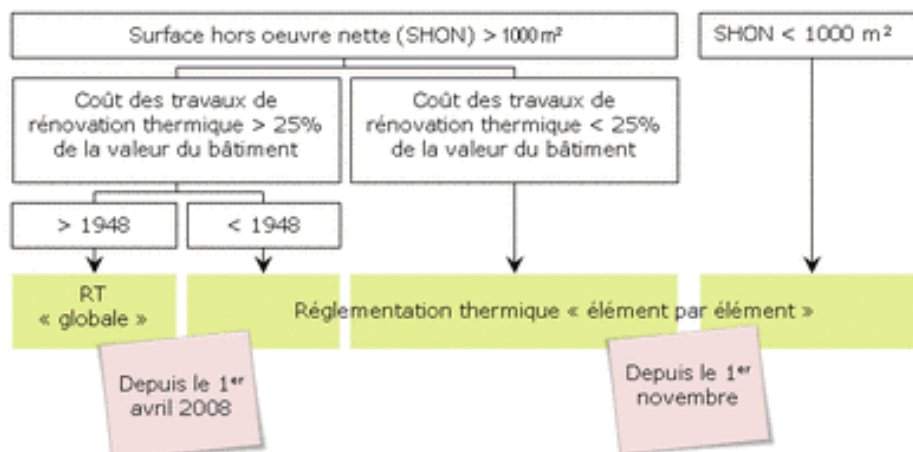
L'objectif général de cette réglementation est d'assurer une amélioration significative de la performance énergétique d'un bâtiment existant lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend des travaux susceptibles d'apporter une telle amélioration.

Les mesures réglementaires sont différentes selon l'importance des travaux entrepris par le maître d'ouvrage :

- Pour les rénovations très lourdes de bâtiments de plus de 1000 m<sup>2</sup>, achevés après 1948, la réglementation définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové.  
Ces bâtiments doivent aussi faire l'objet d'une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie  
Préalablement au dépôt de la demande de permis de construire.

Ce premier volet de la RT est applicable pour les permis de construire déposés après le 31 mars 2008.

- Pour tous les autres cas de rénovation, la réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé. Ce second volet de la RT est applicable pour les marchés ou les devis acceptés à partir du 1<sup>er</sup> novembre 2007.



**Vérification de l'exigence relative à l'étude**

La réglementation thermique « élément par élément » s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires respectant simultanément les trois conditions suivantes :

- Leur Surface Hors Œuvre Nette (SHON) est supérieure à 1000m<sup>2</sup> ;
- Et le coût des travaux de rénovation « thermique » décidés par le maître d'ouvrage est inférieure à 25% de la valeur hors foncier du bâtiment ;

**Données du bâtiment :**

- Surface du bâtiment +bâtiment champignon : 1604.3m<sup>2</sup> ;
- Coût des travaux de rénovation « thermique » > 1 000 000€.
- 25% de la valeur hors foncier du bâtiment :  $0.25 \times 1100\text{€}/\text{m}^2 \times 1604.3 \text{ m}^2 = 441100 \text{ €}$ .

**Valeur du bâtiment déterminée suivant l'arrêté du 20 décembre 2007 relatif au coût de construction, mentionné à l'article R. 131-26 du code de la construction et de l'habitation.**

Dans ce cadre, le bâtiment serait donc soumis à la RT existant globale

**Rappel des exigences RT existant par élément****Le texte associé**

L'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants liste l'ensemble des travaux visés et donne les exigences associées.

**La date d'application**

Ces dispositions sont applicables pour les travaux dont la date d'acceptation des devis ou de passation des marchés, ou à défaut la date d'acquisition des matériels visés est postérieure au 31 octobre 2007.

**Quelles sont les exigences à respecter ?**

Lorsqu'un maître d'ouvrage décide de remplacer/installer un élément d'isolation, un équipement de chauffage, de production d'eau chaude, de refroidissement, de ventilation ou un équipement d'éclairage (ce dernier poste ne concerne que les bâtiments tertiaires), il doit installer des produits de performance supérieure aux caractéristiques minimales mentionnées dans l'arrêté du 3 mai 2007.

Les exigences ont pour ambition de cibler les techniques performantes tout en tenant compte des contraintes de l'occupant, ce qui permettra, en intervenant sur suffisamment d'éléments, d'améliorer significativement la performance énergétique du bâtiment dans son ensemble.

Pour chaque élément susceptible d'être installé ou changé, l'arrêté du 3 mai 2007 donne le critère de performance exigé pour le produit.

PAROIS	RÉSISTANCE thermique R minimale en zone H1A, H1B, H1C	RÉSISTANCE thermique R minimale en zone H2A, H2B, H2C, H2D et zone H3, à une altitude supérieure à 800 mètres	RÉSISTANCE thermique R minimale en zone H3, à une altitude inférieure à 800 mètres	CAS D'ADAPTATION POSSIBLES
<b>Murs en contact avec l'extérieur et rampants de toitures de pente supérieure à 60°</b>	2.9	2.9	2.2	
<b>Murs en contact avec un volume non chauffé</b>	2			
<b>Toitures terrasses</b>	3.3			<p>La résistance thermique minimale peut être réduite jusqu'à 3 m2. K/W dans les cas suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-l'épaisseur d'isolation implique un changement des huisseries, ou un relèvement des garde-corps ou des équipements techniques ;</li> <li>-ou l'épaisseur d'isolation ne permet plus le respect des hauteurs minimales d'évacuation des eaux pluviales et des relevés ;</li> <li>-ou l'épaisseur d'isolation et le type d'isolant utilisé implique un dépassement des limites de charges admissibles de la structure.</li> </ul>
<b>Planchers de combles perdus</b>	4.8			
<b>Rampants de toiture de pente inférieure 60°</b>	4.4	4.3	4	<p>En zone H1, la résistance thermique minimale peut être réduite jusqu'à 4 m2K/W lorsque, dans les locaux à usage d'habitation, les travaux d'isolation entraînent une diminution de la surface habitable des locaux concernés supérieure à 5 % en raison de l'épaisseur de l'isolant.</p>
<b>Planchers bas donnant sur local non chauffé ou extérieur</b>	2.7	2.7	2.1	<p>La résistance thermique minimale peut être diminuée à 2.1 m2. K/W pour adapter l'épaisseur d'isolant nécessaire à la hauteur libre disponible si celle-ci est limitée par une autre exigence réglementaire.</p>

## 2 Etude thermique

Nous avons réalisé l'étude thermique par le logiciel Climawin agréé CSTB version 2023.9.1.15.

### 2.1 Hypothèses de calcul

#### Parois

*NOTA : Compositions des parois décrites de l'intérieur vers l'extérieur.*

#### Mur Existant

##### Murs de façades 1

- Placo
- Bardage métallique

##### Murs de façades 2

- Placo
- Béton

#### Mur projet

##### Murs de façades 1

- |                 |                            |
|-----------------|----------------------------|
| ○ Plâtre        | 13.00 mm                   |
| ○ Isolant Knauf | 20.00 mm (R =3.300 m².K/W) |
| ○ Enduit        | 10.00 mm                   |

##### Murs de façades 2

- |                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| ○ Plâtre                     | 13.00 mm                    |
| ○ Béton                      |                             |
| ○ Isolant Knauf NEXThermITEx | 120.00 mm (R =3.300 m².K/W) |
| ○ Enduit                     | 10.00 mm                    |

#### Plancher bas Existant

##### **Plancher bas sur terre-plein**

- |         |           |
|---------|-----------|
| ○ Béton | 200.00 mm |
|---------|-----------|

##### **Plancher bas sur Sous-Sol**

- |         |           |
|---------|-----------|
| ○ Béton | 200.00 mm |
|---------|-----------|

#### Plancher bas projet

##### **Plancher bas sur terre-plein**

- |         |           |
|---------|-----------|
| ○ Béton | 200.00 mm |
|---------|-----------|

##### **Plancher bas sur Sous-Sol**

- |         |           |
|---------|-----------|
| ○ Béton | 200.00 mm |
|---------|-----------|

**Toiture Existant**

- Faux plafond
- Béton 200.00 mm

**Toiture Projet**

- Faux plafond
- Béton 200.00 mm
- Isolant laine de roche 150.00 mm ( $R = 4.150 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ )

**Menuiseries extérieures****Existant**

- Châssis : Alu
- Vitrage : Simple vitrage.
- Porte d'entrée en PVC avec double vitrage 4-6-4
- Baie vitrée du bâtiment champignon en double vitrage 4 /8/4.

**Projet**

- Châssis : Alu
- Vitrage : Double vitrage 4/16/4
- Vitrage portes d'entrées : Feuilleté 4-16-44.2
- $U_w = 1.30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  et  $Sw=0.28$
- Brise solaire extérieure pour la façade sud Uniquement

**Chauffage / ECS****Existant**

La production de chauffage et ESC est réalisée par un réseau de chaleur avec deux ballons de stockage pour l'ECS.

**Projet**

Conservation du mode sous station

**Ventilation****Existant**

Le bâtiment existant est équipé d'une ventilation mécanique uniquement pour les sanitaires, les autres locaux (Salle de classe, chambre, ...) sont ventilés manuellement par ouverture des fenêtres.

**Projet**

Le projet comprend la mise en place d'une centrale de traitement d'air double flux avec un rendement supérieur à 85%.



## 2.2 Scénarios

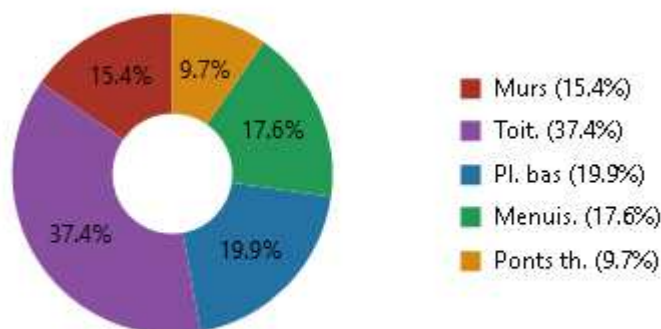
Nous avons étudié plusieurs scénarios afin de comparer le gain énergétique de chaque solution :

- Scénario de base
  - o Isolation des façades
  - o Isolation des toitures
  - o Remplacement des menuiseries.
- Scénario de base + la mise en place de ventilation double flux
- Scénario de base + luminaire
- Scénario de base + la mise en place de ventilation double flux + luminaire

## 2.3 Résultats des calculs bâtiment en L

### Bâtiments existants

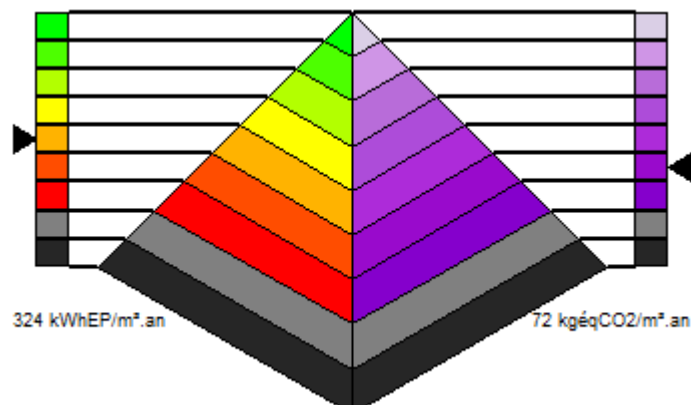
#### Répartition des déperditions



La simulation du bâtiment existant montre les déperditions par éléments, on trouve la déperdition de la toiture qui présentent 37%, les murs 15% les menuiseries extérieures présentent 18 % des déperditions du bâtiment, ils présentent 70% des déperditions totale du bâtiment, ceci s'explique par non-isolation des murs extérieurs et toiture et l'ancienneté des menuiseries extérieures.

### Consommations

Au niveau des consommations, la consommation du Cep est de 324 kWep/m².an avec un pourcentage de consommation de 93%, 4% pour la ventilation et 3% d'éclairage.

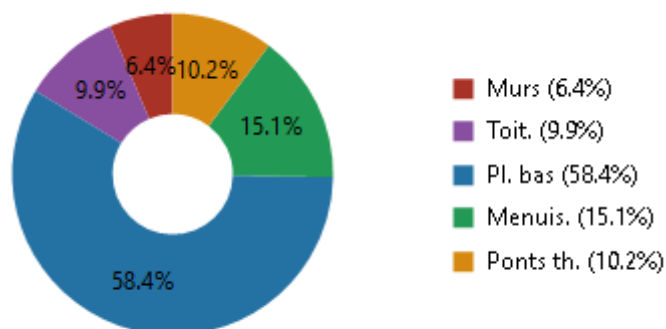


L'état existant présente une étiquette E en énergie dans la limite de l'étiquette F (rappel, l'étiquette F débute à 330 kWep/m².an) et Etiquette F pour le GES, l'étiquette D en énergie s'explique par le mode de chauffage (réseau de chaleur), qui favorise le classement énergétique dans les calculs.

**Bâtiments projeté scénario de base**

Rappel du scénario de base

- Isolation des façades
- Isolation des toitures
- Remplacement des menuiseries.

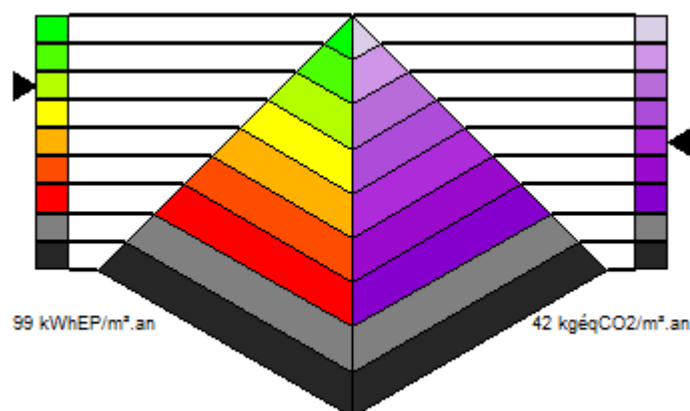
**Répartition des déperditions**

L'isolation du bâtiment nous a permis de combattre les déperditions au niveau des murs et de la toiture.

La part des murs et menuiseries ont augmenté du fait que la surface des menuiseries pour ce bâtiment est importante.

**Consommations**

Au niveau des consommations, la consommation du Cep est de 99 kWep/m².an avec un pourcentage de consommation de chauffage de 83%, 10% pour l'ECS, 1% pour la ventilation et 6% d'éclairage.

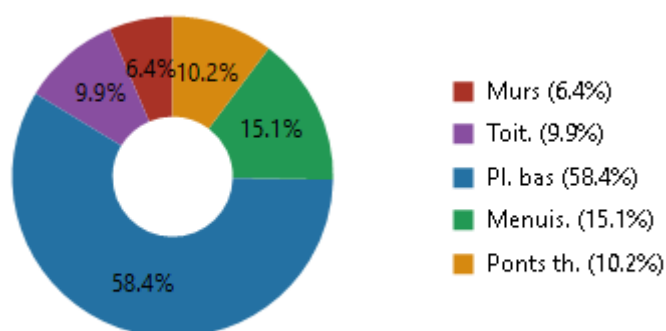


L'état projet présente une étiquette C en énergie et Etiquette E pour le GES, le gain énergétique est de 69% par rapport au bâtiment existant.

### **Bâtiments projeté scénario de base+ Double Flux**

Ce scénario présente les améliorations énergétiques apportées par le scénario de base et la mise en place de ventilation double flux, il est très important de traiter la ventilation du bâtiment, l'isolation du bâtiment et le traitement des ponts thermique rend le bâtiment plus étanche, la ventilation est importante pour assurer le renouvellement d'air et éviter les désordres.

### **Répartition des déperditions**

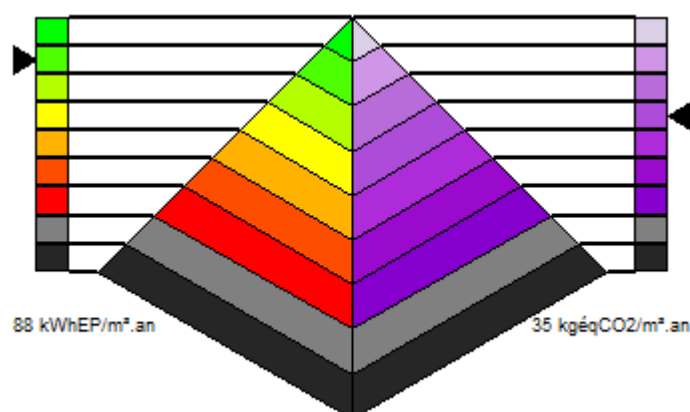


L'isolation du bâtiment nous a permis de combattre les déperditions au niveau des murs et de la toiture.

La part des murs et menuiseries ont augmenté du fait que la surface des menuiseries pour ce bâtiment est importante.

### **Consommations**

Au niveau des consommations, la consommation du Cep est de 88 KWep/m².an avec un pourcentage de consommation de chauffage de 43%, 36% pour l'ECS, 5% pour la ventilation et 16% d'éclairage.

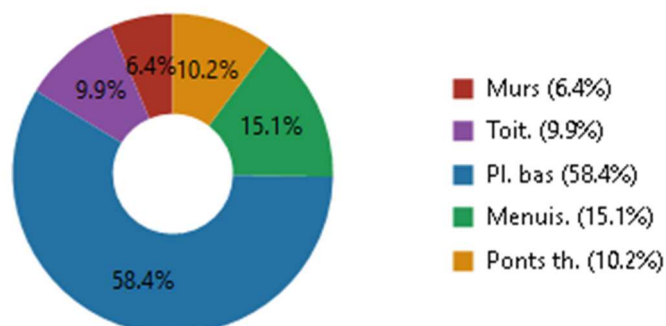


L'état projet présente une étiquette B en énergie et Etiquette D pour le GES, le gain énergétique est de 73% par rapport au bâtiment existant.

### Bâtiments projeté scénario de base + double flux + luminaire

Ce scénario présente les améliorations énergétiques apportés par le scénario de base et la centrale double flux avec la mise en place des luminaires de type LED.

#### Répartition des déperditions

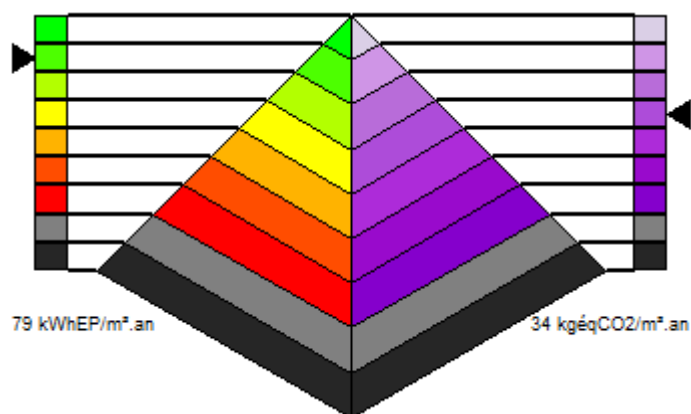


L'isolation du bâtiment nous a permis de combattre les déperditions au niveau des murs et de la toiture.

La part des murs et menuiseries ont augmenté du fait que la surface des menuiseries pour ce bâtiment est importante.

#### Consommations

Au niveau des consommations, la consommation du Cep est de 79 kWep/m².an avec un pourcentage de consommation de chauffage de 46%, 40% pour l'ECS, 7% pour la ventilation et 7% d'éclairage.

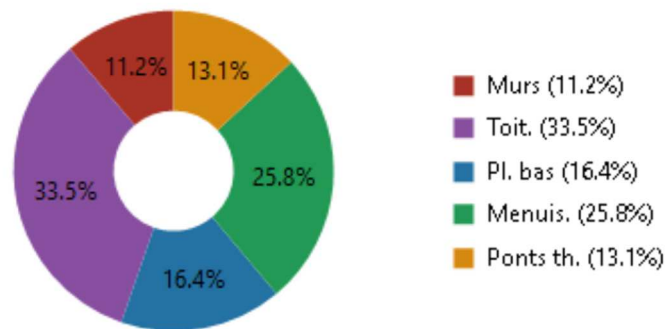


L'état projet présente une étiquette B en énergie et Etiquette D pour le GES, le gain énergétique est de 76% par rapport au bâtiment existant.

## 2.1 Résultats des calculs bâtiment champignon

### Bâtiments existants

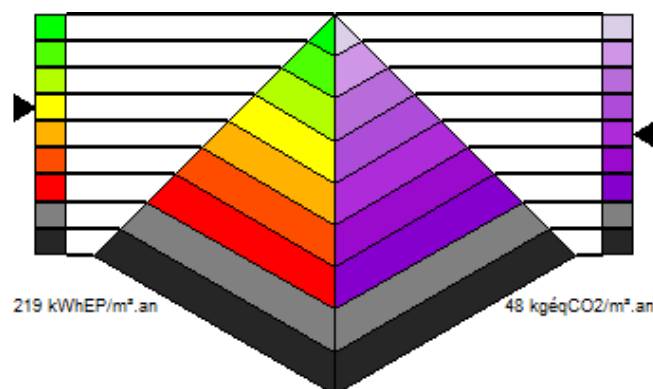
#### Répartition des déperditions



La simulation du bâtiment existant montre les déperditions par éléments, on trouve la déperdition de la toiture qui présentent 33%, les murs 11% les menuiseries extérieures présentent 26 % des déperditions du bâtiment, ils présentent 70% des déperditions totale du bâtiment, ceci s'explique par la grande surface des menuiseries extérieures.

#### Consommations

Au niveau des consommations, la consommation du Cep est de 219 KWep/m².an avec un pourcentage de consommation de 93%, 4% pour la ventilation et 3% d'éclairage.



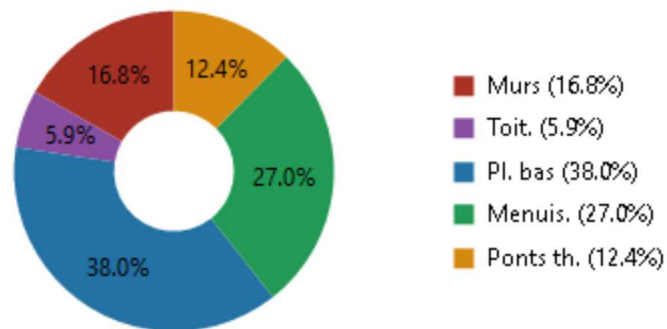
L'état existant présente une étiquette D en énergie et Etiquette E pour le GES, l'étiquette D en énergie s'explique par le mode de chauffage (réseau de chaleur), qui favorise le classement énergétique dans les calculs.

### Bâtiments projeté scénario de base

#### Rappel du scénario de base

- Isolation des façades
- Isolation des toitures
- Remplacement des menuiseries.

## Répartition des déperditions

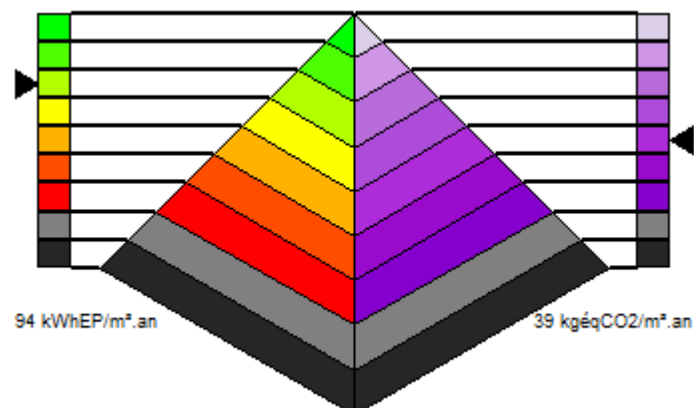


L'isolation du bâtiment nous a permis de combattre les déperditions au niveau des murs et de la toiture.

La part des murs et menuiseries ont augmenté du fait que la surface des menuiseries pour ce bâtiment est importante.

## Consommations

Au niveau des consommations, la consommation du Cep est de 94 kWep/m².an avec un pourcentage de consommation de chauffage de 83%, 10% pour la ventilation et 7% d'éclairage.

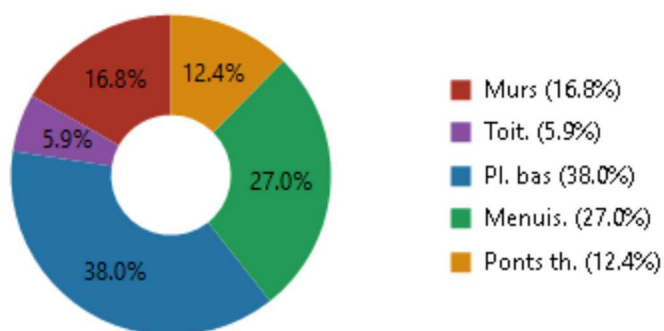


L'état projet présente une étiquette C en énergie et Etiquette E pour le GES, le gain énergétique est de 57% par rapport au bâtiment existant.

## Bâtiments projeté scénario de base+ Double Flux

Ce scénario présente les améliorations énergétiques apportés par le scénario de base et la mise en place de ventilation double flux, il est très important de traiter la ventilation du bâtiment, l'isolation du bâtiment et le traitement des ponts thermique rend le bâtiment plus étanche, la ventilation est importante pour assurer le renouvellement d'air et éviter les désordres.

## Répartition des déperditions

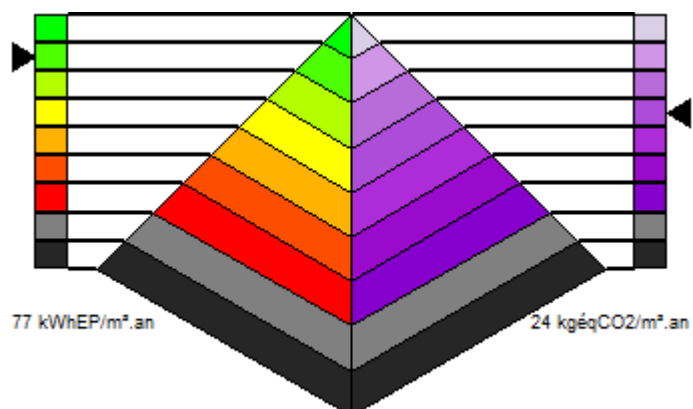


L'isolation du bâtiment nous a permis de combattre les déperditions au niveau des murs et de la toiture.

La part des murs et menuiseries ont augmenté du fait que la surface des menuiseries pour ce bâtiment est importante.

## Consommations

Au niveau des consommations, la consommation du Cep est de 77 kWep/m².an avec un pourcentage de consommation de chauffage de 60%, 31% pour la ventilation et 9% d'éclairage, la part de ventilation a augmenté car la centrale de traitement d'air double flux est équipée de deux moteurs soufflage et reprise

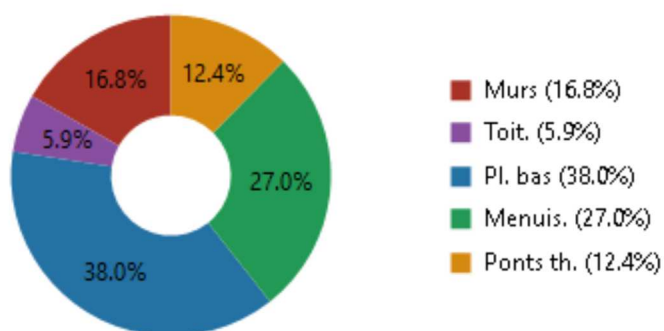


L'état projet présente une étiquette B en énergie et Etiquette D pour le GES, le gain énergétique est de 65% par rapport au bâtiment existant.

### Bâtiments projeté scénario de base + double flux + luminaire

Ce scénario présente les améliorations énergétiques apportés par le scénario de base et la centrale double flux avec la mise en place des luminaires de type LED.

#### Répartition des déperditions

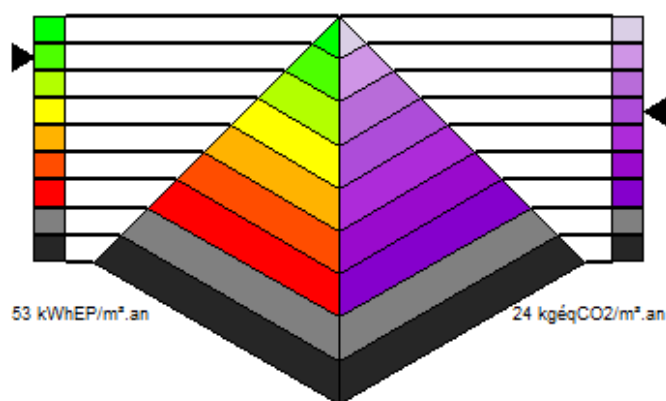


L'isolation du bâtiment nous a permis de combattre les déperditions au niveau des murs et de la toiture.

La part des murs et menuiseries ont augmenté du fait que la surface des menuiseries pour ce bâtiment est importante.

#### Consommations

Au niveau des consommations, la consommation du Cep est de 53 KWep/m².an avec un pourcentage de consommation de chauffage de 54%, 31% pour la ventilation et 4% d'éclairage.



L'état projet présente une étiquette B en énergie et Etiquette D pour le GES, le gain énergétique est de 76% par rapport au bâtiment existant.



## 2.2 Conclusion des calculs thermiques

Ci-dessous un tableau récapitulatif des différents scénarios proposés, le tableau compare le calcul énergétique suivant la méthode TH Cex par le logiciel Climawin 2020 (agrée CSTB)

Les résultats sont exprimés en Kwep/m<sup>2</sup> /an

### Bâtiment en L

Scénarios	Consommation Existant Kwep/m <sup>2</sup> /an	Consommation projet Kwep/m <sup>2</sup> /an	Gain Cep%	Etiquette énergétique
Base	324	99	69%	C
Base +DF	324	88	73%	B
Base + DF + Luminaires	324	79	76%	B

Nous constatons qu'avec la solution de base, nous arrivons à atteindre un gain énergétique de 69 %, la mise en place d'une CTA double flux permet d'atteindre 73% du gain énergétique.

Le prix moyen du MWH CUMAC pris dans les calculs est de 8.2€/MWH cumac,( valeur moyenne 2021 sur site du gouvernement économie d'énergie

Produit	Fiches CEE	Coefficient	F	kWh cumac
Isolation des murs	<b>BAT-EN-102</b>	4 800	1,3	3 120 000
Fenêtre complète avec vitrage isolant	<b>BAT-EN-104</b>	5 500	1,3	2 145 000
isolation de la toiture	<b>BAT-EN-101</b>	2600	1,2	3 120 000
Luminaires d'éclairage à modules LED	<b>BAT-EQ-125</b>	38	1	395 200
Double flux	<b>BAT-TH-126</b>	950	0,51	639 540

	Scénarios	Fiches CEE	Total CEE (MWh cumac)	Total CEE (Hors taxes)
Scénario I	Isolation des murs	<b>BAT-EN-102</b>	3120,0 MWh	25 584,00 €
	Fenêtres	<b>BAT-EN-104</b>	2145,0 MWh	17 589,00 €
	Toiture	<b>BAT-TH-104</b>	3120,0 MWh	25 584,00 €
Scénario II	Double flux	<b>BAT-TH-126</b>	639,5 MWh	5 244,23 €
Scénario II	Luminaires	<b>BAT-EQ-125</b>	395,2 MWh	3 240,64 €

SCENARIOS	Conso existante (Kwh ep/m <sup>2</sup> an)	Conso scénario (Kwh ep/m <sup>2</sup> an)	gain énergétique (Kwh ep/m <sup>2</sup> an)	Gain énergétique (%)	Prix travaux (€ HT)	Réduction CEE	Prix travaux après CEE (€ HT)
Scénario I	324	99	225	69%	1 106 419 €	68 757 €	1 037 662 €
Scénario II	324	88	236	73%	1 279 469 €	74 001 €	1 205 467 €
Scénario III	324	79	245	76%	1 457 804 €	77 242 €	1 380 562 €

Bâtiment Champignon

Scénarios	Consommation Existant Kwep/m²/an	Consommation projet Kwep/m²/an	Gain Cep%	Etiquette énergétique
Base	219	94	57%	C
Base +DF	219	77	65%	B
Base + DF + Luminaires	219	53	76%	B

Nous constatons qu'avec la solution de base, nous arrivons à atteindre un gain énergétique de 57 %, la mise en place d'une CTA double flux permet d'atteindre 65% du gain énergétique.

Le prix moyen du MWH CUMAC pris dans les calculs est de 8.2€/MWH cumac,( valeur moyenne 2021 sur site du gouvernement économie d'énergie

Produit	Fiches CEE	Coefficient	F	kWh cumac
Isolation des murs	BAT-EN-102	4 800	1,3	280 800
Fenêtre complète avec vitrage isolant	BAT-EN-104	5 500	1,3	607 750
isolation de la toiture	BAT-EN-101	2600	1,2	411 840
Luminaires d'éclairage à modules LED	BAT-EQ-125	38	1	5 016
Double flux	BAT-TH-126	950	0,51	63 954

	Scénarios	Fiches CEE	Total CEE (MWh cumac)	Total CEE (Hors taxes)
Scénario I	Isolation des murs	BAT-EN-102	280,8 MWh	2 302,56 €
	Fenêtres	BAT-EN-104	607,8 MWh	4 983,55 €
	Toiture	BAT-TH-104	411,8 MWh	3 377,09 €
Scénario II	Double flux	BAT-TH-126	64,0 MWh	524,42 €
Scénario II	Luminaires	BAT-EQ-125	5,0 MWh	41,13 €

SCENARIOS	Conso existante (Kwh ep/m² an)	Conso scénario (Kwh ep/m² an)	gain énergétique (Kwh ep/m² an)	Gain énergétique (%)	Prix travaux (€ HT)	Réduction CEE	Prix travaux après CEE (€ HT)
Scénario I	219	94	125	57%	193 050 €	10 663 €	182 387 €
Scénario II	219	77	142	65%	234 650 €	11 188 €	223 462 €
Scénario III	219	53	166	76%	252 470 €	11 229 €	241 241 €

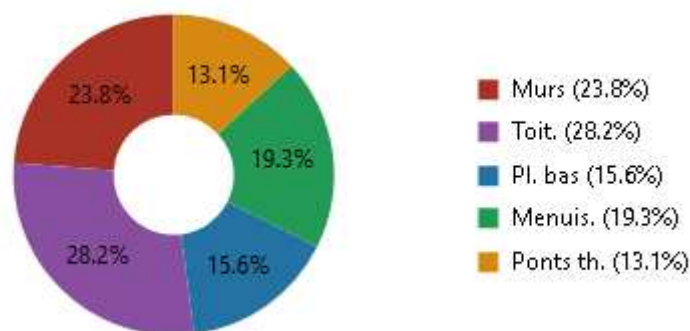
## 2.3 Résultats des calculs bâtiment à rénover

Nous avons étudié les scénarios ci-dessous pour le bâtiment à rénover afin de comparer le gain énergétique de chaque solution :

- Scénario de base + la mise en place de ventilation double flux
- Scénario de base + la mise en place de ventilation double flux + lumineaire
- Scénario de base + la mise en place de ventilation double flux avec refroidissement adiabatique + lumineaire
- Scénario de base + la mise en place de ventilation double flux + lumineaire+ Groupe froid

### Bâtiment existant

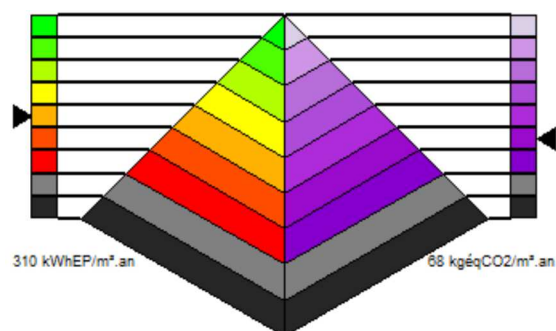
#### Répartition des déperditions



La simulation du bâtiment existant montre les déperditions par éléments, on trouve la déperdition de la toiture qui présentent 28%, les murs 24% les menuiseries extérieures présentent 19% des déperditions du bâtiment, ils présentent 70% des déperditions totale du bâtiment, ceci s'explique par non-isolation des murs extérieurs et toiture et l'ancienneté des menuiseries extérieures.

#### Consommations

Au niveau des consommations, la consommation du Cep est de 310 KWep/m².an avec un pourcentage de consommation de chauffage de 68%, 25% pour l'ECS 1% pour la ventilation et 5% d'éclairage.



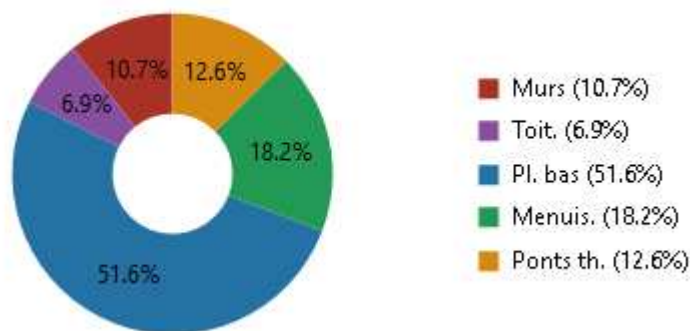
L'état existant présente une étiquette **E** en énergie et étiquette **F** pour le GES.

### Bâtiments projeté scénario de base + Double flux

Rappel du scénario de base

- Isolation des façades
- Isolation des toitures
- Remplacement des menuiseries.

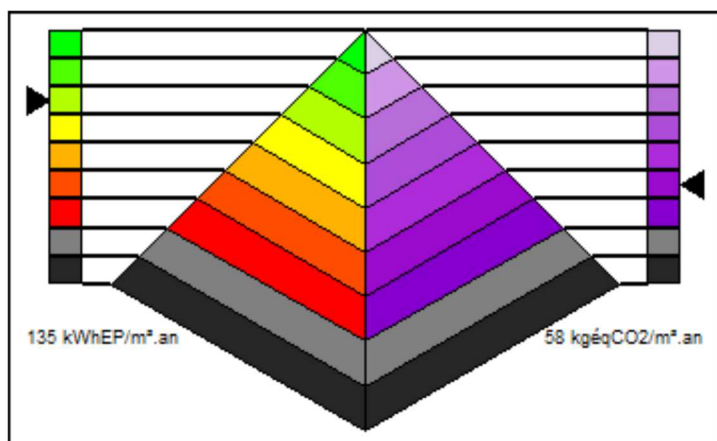
### Répartition des déperditions



L'isolation du bâtiment nous a permis de combattre les déperditions au niveau des murs et de la toiture.

### Consommations

Au niveau des consommations, la consommation du Cep est de 135 KWep/m².an avec un pourcentage de consommation de chauffage de 26%, 58% pour l'ECS, 3% pour la ventilation et 12% d'éclairage.

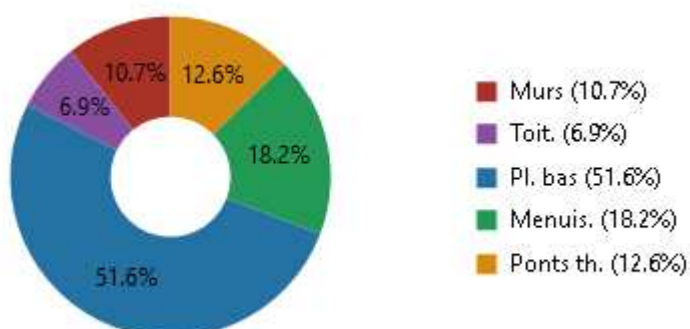


L'état projet présente une étiquette C en énergie et Etiquette F pour le GES, le gain énergétique est de 57% par rapport au bâtiment existant.

### Bâtiments projeté scénario de base+ Double Flux

Ce scénario présente les améliorations énergétiques apportés par le scénario de base et la mise en place de ventilation double flux, il est très important de traiter la ventilation du bâtiment, l'isolation du bâtiment et le traitement des ponts thermique rend le bâtiment plus étanche, la ventilation est importante pour assurer le renouvellement d'air et éviter les désordres.

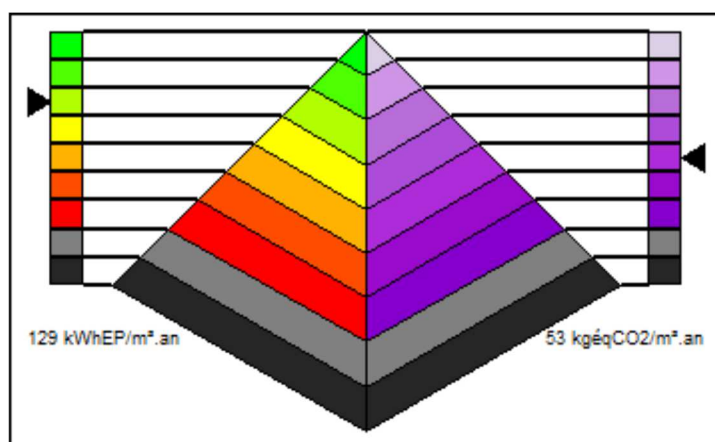
### Répartition des déperditions



L'isolation du bâtiment nous a permis de combattre les déperditions au niveau des murs et de la toiture.

## Consommations

Au niveau des consommations, la consommation du Cep est de 129 KWep/m².an.

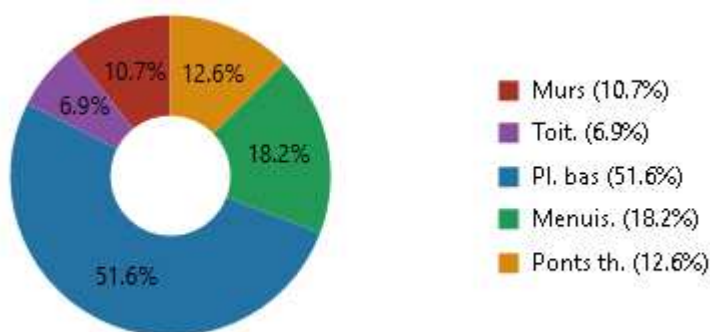


L'état projet présente une étiquette **C** en énergie et Etiquette **E** pour le GES, le gain énergétique est de 58% par rapport au bâtiment existant.

### Bâtiments projeté scénario de base + double flux + luminaire

Ce scénario présente les améliorations énergétiques apportés par le scénario de base et la centrale double flux avec la mise en place des luminaires de type LED.

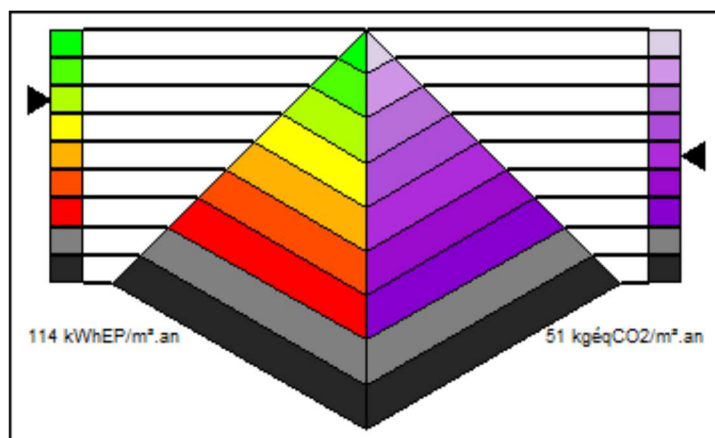
## Répartition des déperditions



L'isolation du bâtiment nous a permis de combattre les déperditions au niveau des murs et de la toiture.

La part des murs et menuiseries ont augmenté du fait que la surface des menuiseries pour ce bâtiment est importante.

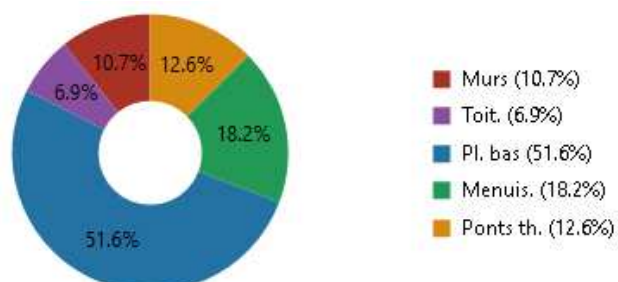
## Consommations



L'état projet présente une étiquette C en énergie et Etiquette E pour le GES, le gain énergétique est de 63% par rapport au bâtiment existant.

### Bâtiments projeté scénario de base + double flux avec rafraichissement adiabatique + luminaire

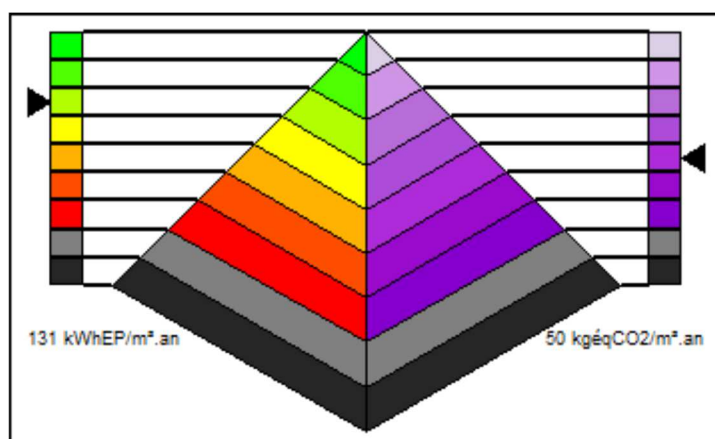
## Répartition des déperditions



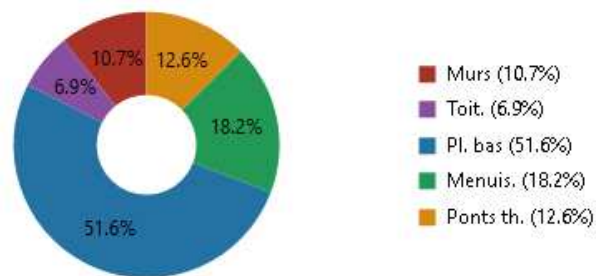
L'isolation du bâtiment nous a permis de combattre les déperditions au niveau des murs et de la toiture.

## Consommations

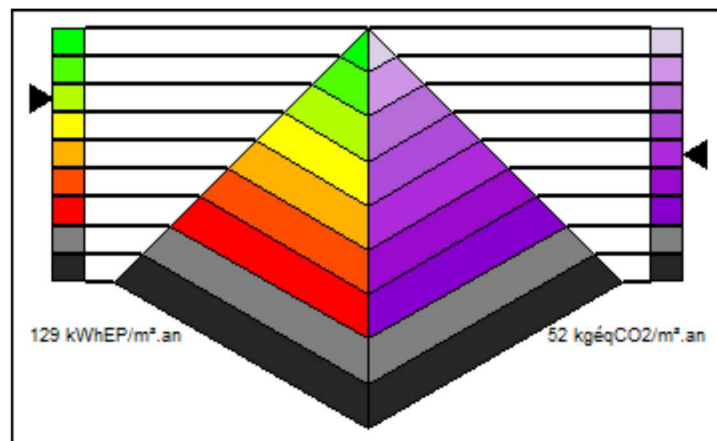
Au niveau des consommations, la consommation du Cep est de 131 KWep/m².an avec un pourcentage plus élevé en ventilation par rapport à le double flux classique.



L'état projet présente une étiquette C en énergie et Etiquette E pour le GES, le gain énergétique est de 58% par rapport au bâtiment existant.

**Bâtiments projeté scénario de base + double flux + luminaire +groupe froid****Répartition des déperditions**

L'isolation du bâtiment nous a permis de combattre les déperditions au niveau des murs et de la toiture.

**Consommations**

L'état projet présente une étiquette C en énergie et Etiquette E pour le GES, le gain énergétique est de 58% par rapport au bâtiment existant.

## 2.4 Conclusion des calculs thermiques

Ci-dessous un tableau récapitulatif des différents scénarios proposés, le tableau compare le calcul énergétique suivant la méthode TH Cex par le logiciel Climawin 2020 (agréée CSTB)

Les résultats sont exprimés en Kwep/m<sup>2</sup> /an

Scénarios	Consommation Existant Kwep/m <sup>2</sup> /an	Consommation projet Kwep/m <sup>2</sup> /an	Gain Cep%	Etiquette énergétique
Base	310	135	56%	C
Base +DF	310	129	58%	C
Base + DF+Luminaires	310	114	63%	C
Base + DFA R +Luminaires	310	131	58%	C
Base + DF+Luminaires+GF	310	129	58%	C

Nous constatons qu'avec la solution de base, nous arrivons à atteindre un gain énergétique de 56 %, la mise en place d'une CTA double flux permet d'atteindre 63% du gain énergétique.

Le prix moyen du MWH CUMAC pris dans les calculs est de 8.2€/MWH cumac,( valeur moyenne 2021 sur site du gouvernement économie d'énergie

Produit	Fiches CEE	Coefficient	F	kWh cumac
Isolation des murs	BAT-EN-102	4 800	1,3	1 872 000
Fenêtre complète avec vitrage isolant	BAT-EN-104	5 500	1,3	893 750
isolation de la toiture	BAT-EN-101	2600	1,2	1 060 800
Luminaires d'éclairage à modules LED	BAT-EQ-125	38	1	170 240
Double flux	BAT-TH-126	950	0,51	271 320

	Scénarios	Fiches CEE	Total CEE (MWh cumac)	Total CEE (Hors taxes)
Scénario I	Isolation des murs	BAT-EN-102	1809,6 MWh	14 838,72 €
	Fenêtres	BAT-EN-104	893,8 MWh	7 328,75 €
	Toiture	BAT-TH-104	1060,8 MWh	8 698,56 €
Scénario II	Double flux	BAT-TH-126	271,3 MWh	2 224,82 €
Scénario II	Luminaires	BAT-EQ-125	170,2 MWh	1 395,97 €

SCENARIOS	Conso existante (Kwh ep/m <sup>2</sup> an)	Conso scénario (Kwh ep/m <sup>2</sup> an)	gain énergétique (Kwh ep/m <sup>2</sup> an)	Gain énergétique (%)	Prix travaux (€ HT)	Réduction CEE	Prix travaux après CEE (€ HT)
BASE	310	135	175	56%	424 550 €	30 866 €	393 684 €
BAS +DF	310	129	181	58,39%	528 110 €	33 091 €	495 019 €
BASE +DF + LUM	310	114	196	63%	579 110 €	34 487 €	544 623 €
BASE +DF A + LUM	310	131	179	57,74%	596 110 €	34 487 €	561 623 €
BASE +DF BF + LUM	310	129	181	58,39%	599 110 €	34 487 €	564 623 €

Nota : l'estimation des travaux ne prend pas en compte le désamiantage



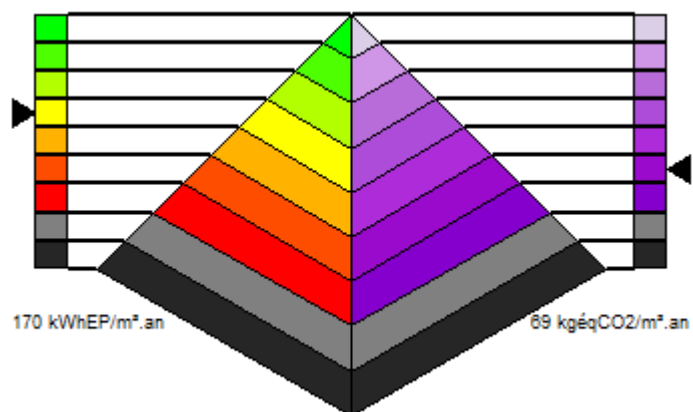
Détail de l'estimation par poste

Type des travaux	Estimation €HT
Isolation des murs	72 650,00 €
Remplacement des fenêtres	145 500,00 €
TOITURE	206 400,00 €
Fourniture et pose luminaires LED	51 000,00 €
Fourniture et pose système DF	103 560,00 €
Fourniture et pose système DF Adiabatique	120 560,00 €
Fourniture et pose système DF + Batterie Froide	140 560,00 €

**2.5 Etude complémentaire avec suppression de la rénovation de la toiture**

Ce scénario présente les améliorations ci-dessous :

- Isolation des murs
- Remplacement des menuiseries
- Mise en place d'une centrale double flux
- Remplacement des luminaires



SCENARIOS	Conso existante (Kwh ep/m² an)	Conso scénario (Kwh ep/m² an)	gain énergétique (Kwh ep/m² an)	Gain énergétique (%)	Prix travaux (€ HT)	Réduction CEE	Prix travaux après CEE (€ HT)
Scénario Isolation des murs, remplacement des menuiseries, remplacement des luminaires, mise en place d'une CTA double flux	310	170	140	45%	372 710 €	25 788 €	346 922 €

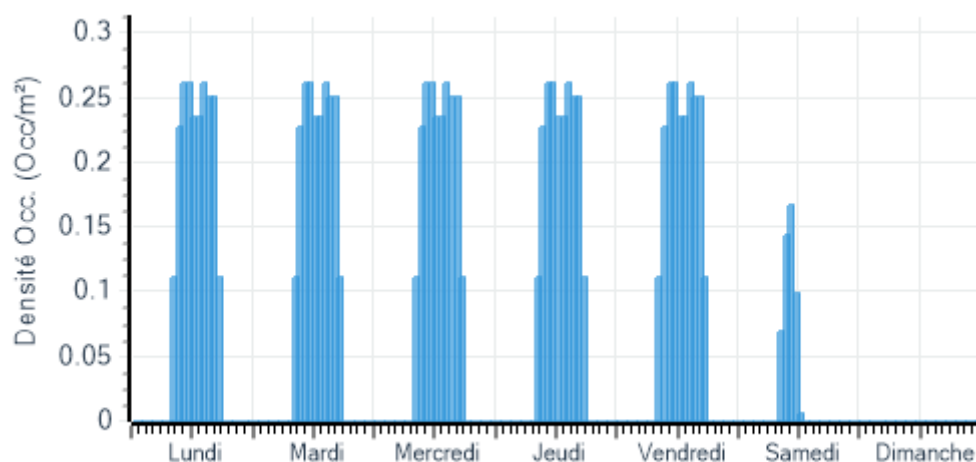
### 3 Simulation thermique dynamique

Le fonctionnement des locaux est un paramètre déterminant pour la simulation thermique dynamique. Il faut donc proposer des scénarios les plus proches possibles de l'utilisation future du bâtiment. Les différents facteurs influant sont l'occupation des locaux (occupation maximale et taux d'occupation), les apports de chaleur, la ventilation mécanique, la ventilation naturelle et les protections solaires.

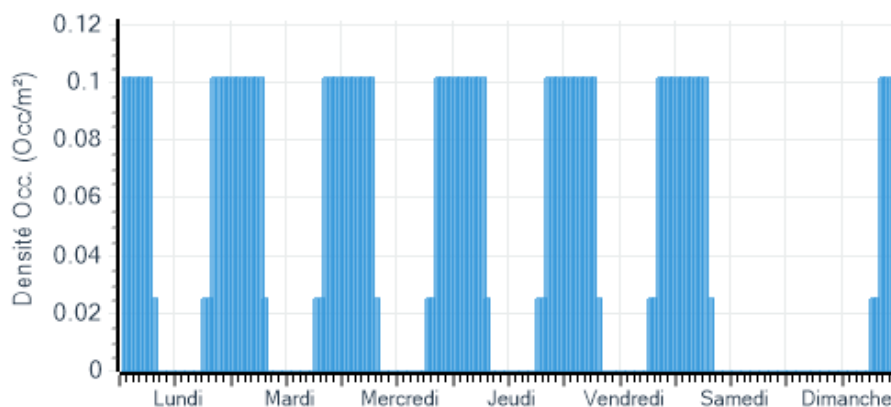
#### 3.1 Occupation

Le scénario d'occupation utilisé :

Partie nuit



Partie jour

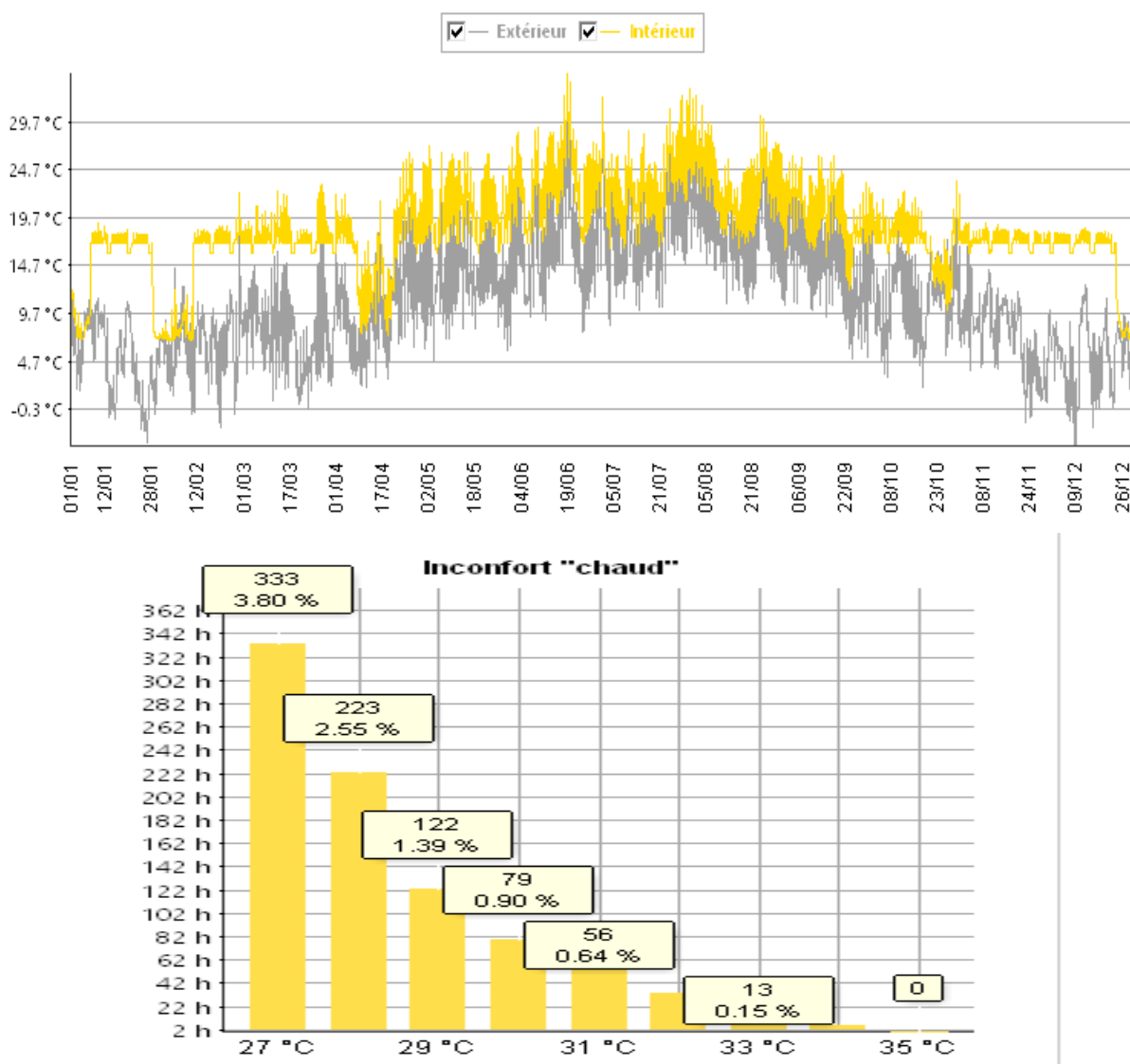


#### 3.2 Apports internes

Les dégagements de chaleur considérés dans les bureaux sont :

- **Occupants** : basé sur 120 W/occupant (chaleur sensible + chaleur latente) ;
- **Informatique** : basé sur 10 W/m² ;
- **Eclairage** : basé sur 5 W/m² dans les bureaux ;
- **Divers** : basé sur 1 W/m² (capteurs éclairages, ...).

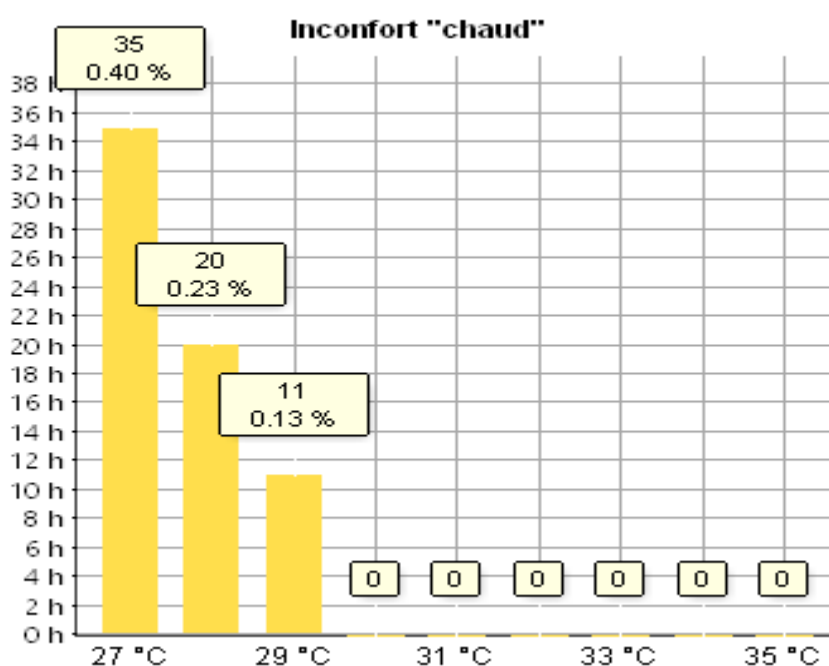
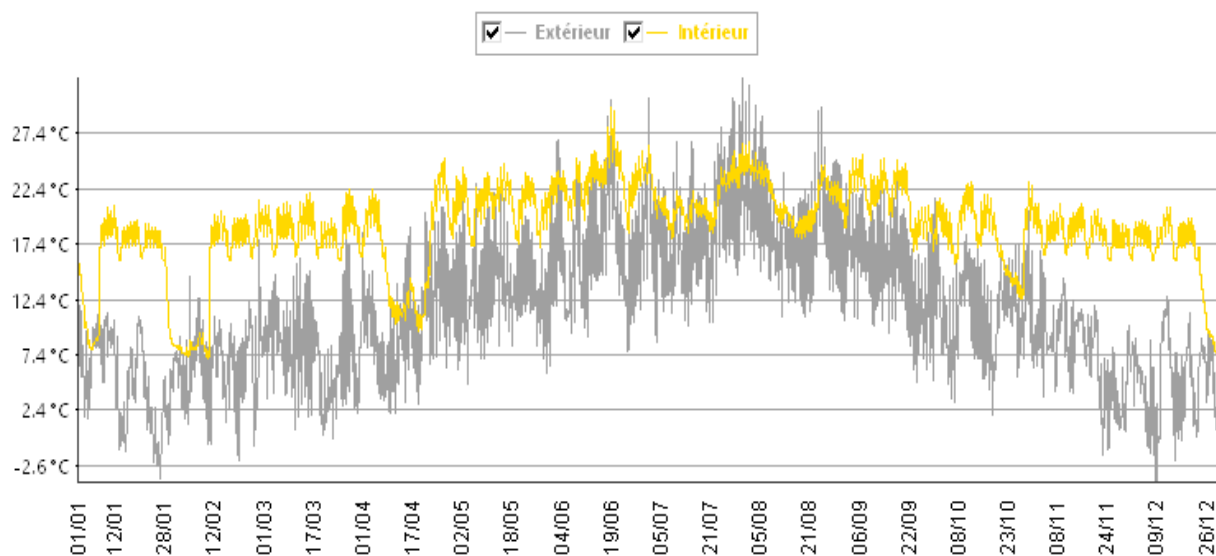
### 3.3 Bâtiment existant



Le nombre d'heures d'inconfort au-dessus de 28°C est de 270 heures, d'où le seuil des 40h n'est pas respecté.

**Confort thermique : Non réglementaire.**

### 3.4 Bâtiment projeté scénario de base



Le nombre d'heures d'inconfort au-dessus de 28°C est de 11 heures, d'où le seuil des 40h est **respecté**.

## 4 Conclusion

La simulation thermique dynamique permet de suivre l'évolution des températures des bâtiments tout au long de l'année. On peut analyser les niveaux de température atteints durant la période estivale.

L'objectif visé sera d'atteindre une température maximum de 28 °C sauf 40 heures par an durant la période d'occupation. Il est donc important de sensibiliser les occupants en leur indiquant qu'il faudra fermer les stores intérieurs l'été pour obtenir un confort le plus convenable possible.

Les travaux de base à réaliser permet de respecter les températures d'inconfort d'été.