

Audit énergétique du Centre Culturel de Saint Exupéry



Best Energies



36, rue Beaumarchais
93100 Montreuil-sous-Bois

Tél. : +33 1 56 93 46 00

www.best-energies.fr

AGENCE CENTRE

40 rue Pierre Currie

37700 St-Pierre-des Corps
Tél. : +33 6 72 76 03 29

EXOCETH BRETAGNE

PA du Val Coric
1 rue du clos du Breil
56380 Guer
Tél. : +33 2 97 22 03 30

EXOCETH ATLANTIQUE

8 av. des Thébaudières
BAL 77 Silon de Bretagne
44800 Saint-Herblain
Tél. : +33 2 40 85 61 86

DEBAT

8 av. P. Gilles de Gennes
81000 Albi
Tél. : +33 5 63 76 08 75



Best Energies, SAS au capital de 26 000 € - RCS de Bobigny B379047426 - N° de TVA FR3837904742600042 - Code NAF 7112B

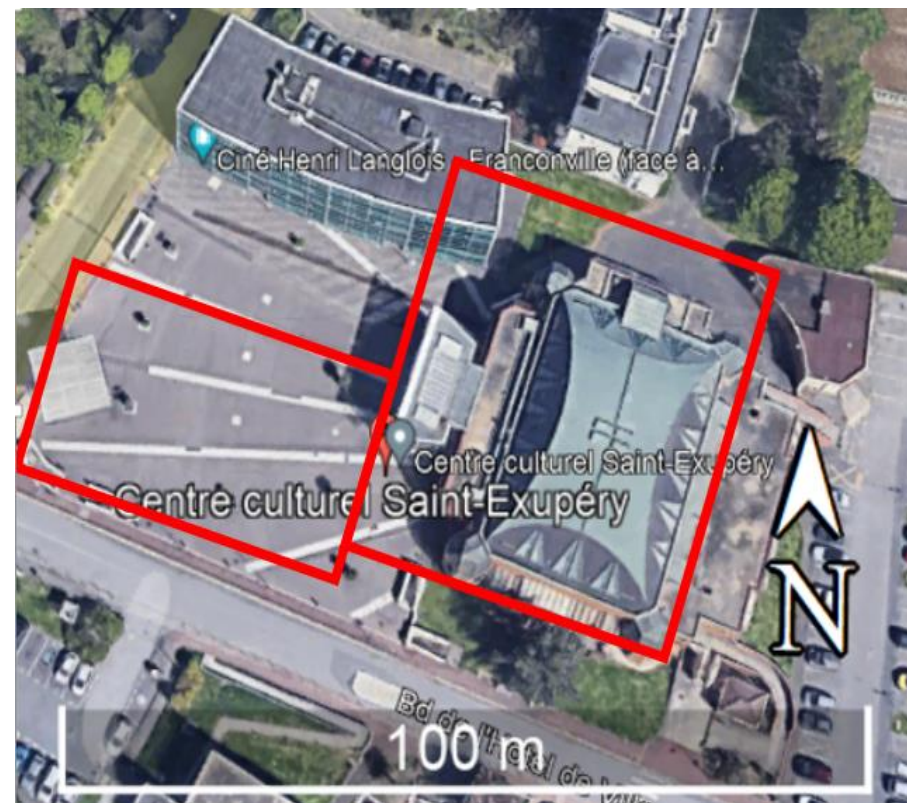
BESTENERGIES

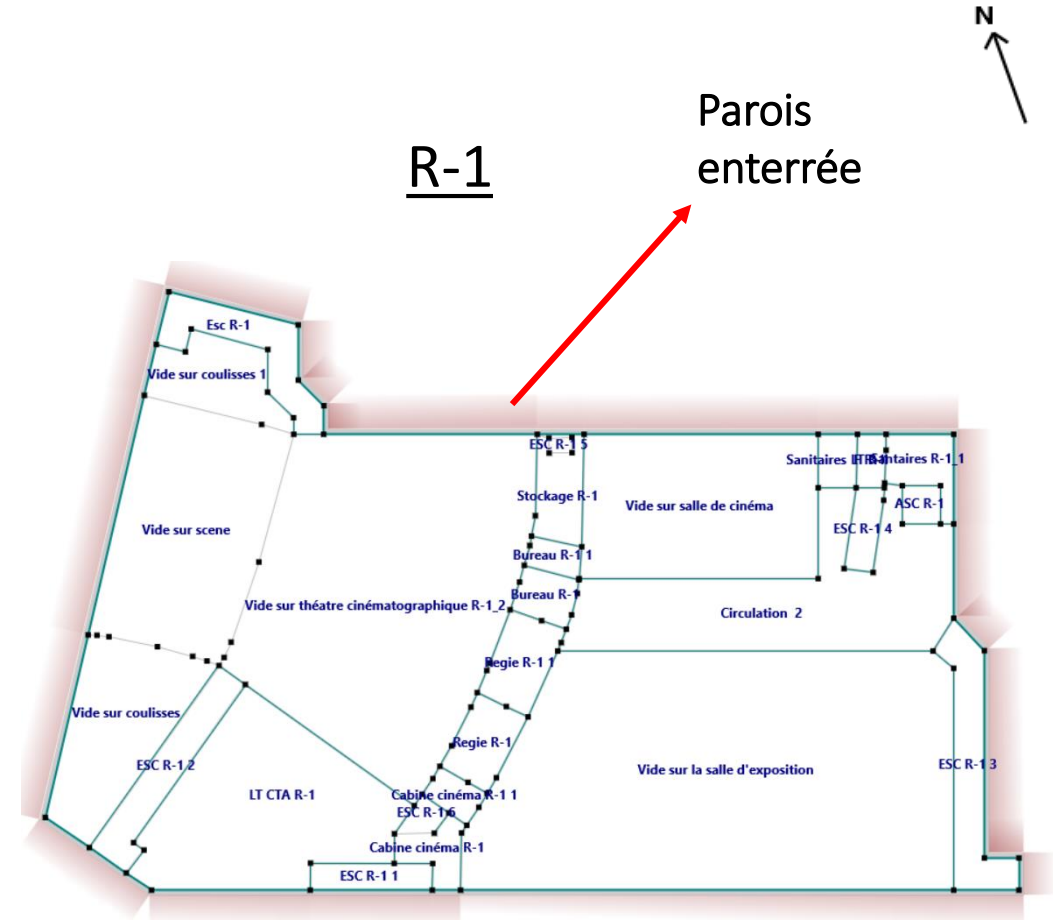
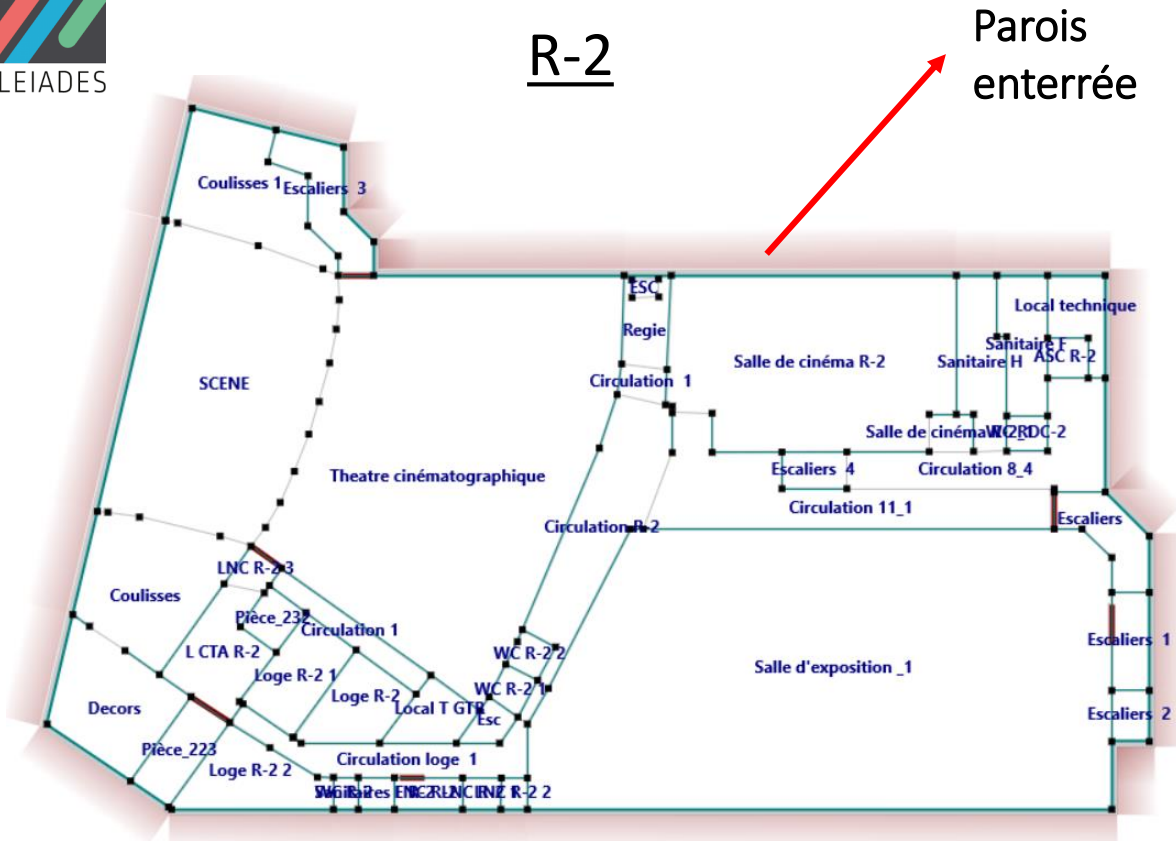
- Déroulement de l'Audit
- Présentation du bâtiment
- Analyse des consommations
- Points d'amélioration
- Bouquets de travaux
- Conclusion

Déroulement de l'Audit énergétique

- Recueil des données : Plans du bâtiment et consommations énergétiques
- Visite sur place : composition de l'enveloppe du bâtiment, équipement de chauffage, éclairage, ventilation, usages spécifiques)
- Analyse détaillée du bâtiment: zonage thermique, occupation, usages, confort
- Modélisation de l'état initial sur le logiciel de calcul thermique (Pleiades-comfie)
- Simulation thermique dynamique
- Analyse des factures énergétiques
- Étude réglementaire RT existante
- Programme d'améliorations (Objectifs décret tertiaire, décret BACS,* et RT existante)
- Chiffrage et calcul du temps de retour sur investissement

Activités	Centre culturel
Localisation et zone climatique	Val d'Oise (H1a)
Altitude	67 m
Année de construction	1990
Nombre de bâtiment	1
Surface (SHON)	4 837 m ²
Volume	20 960 m ³
Type de chauffage	Chauffage urbain
Consommation réseau de chaleur	464 700 kWh
Consommation électrique	389 863 kWh



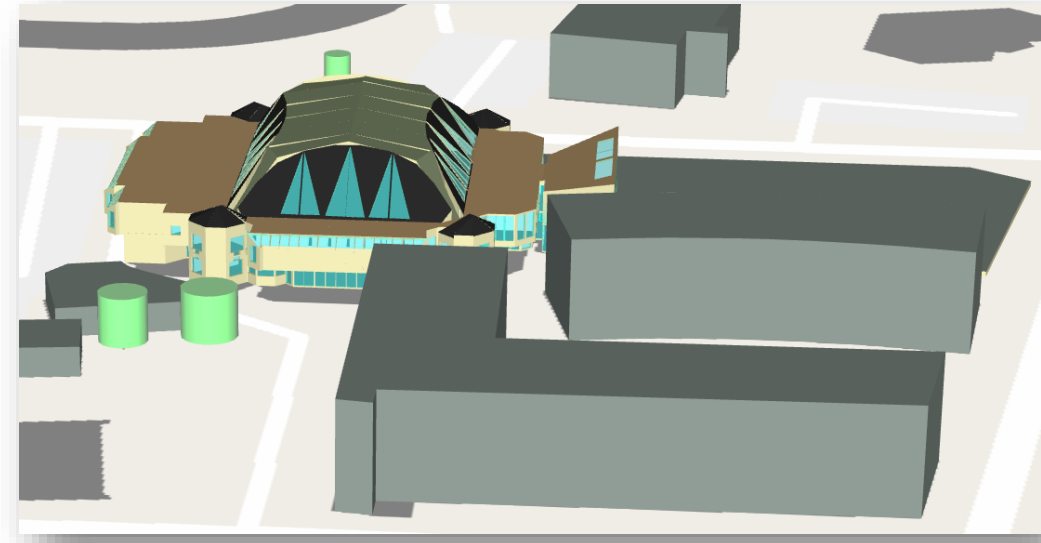




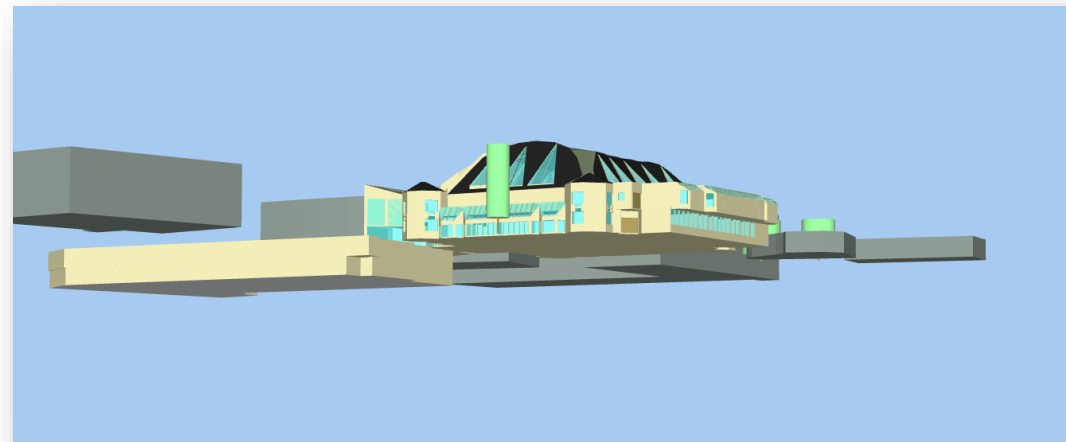
Façade Sud



Façade Nord

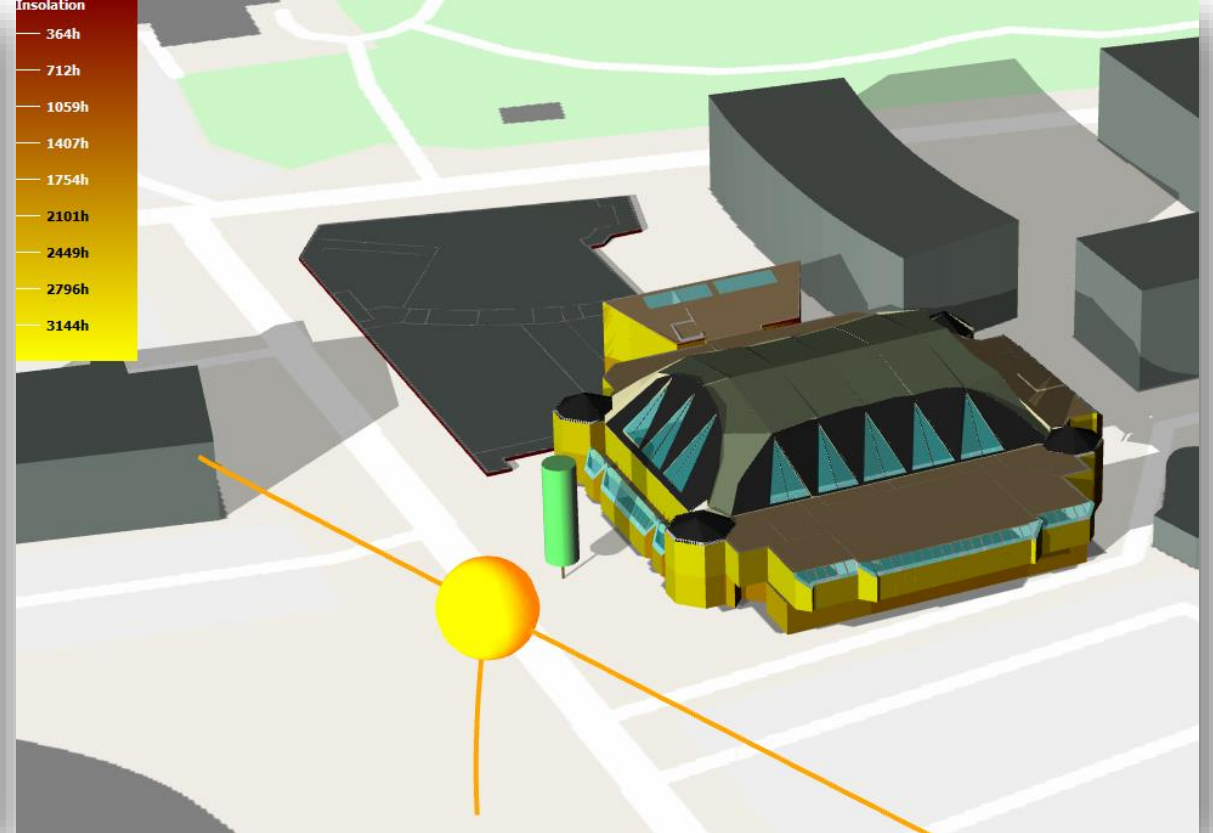
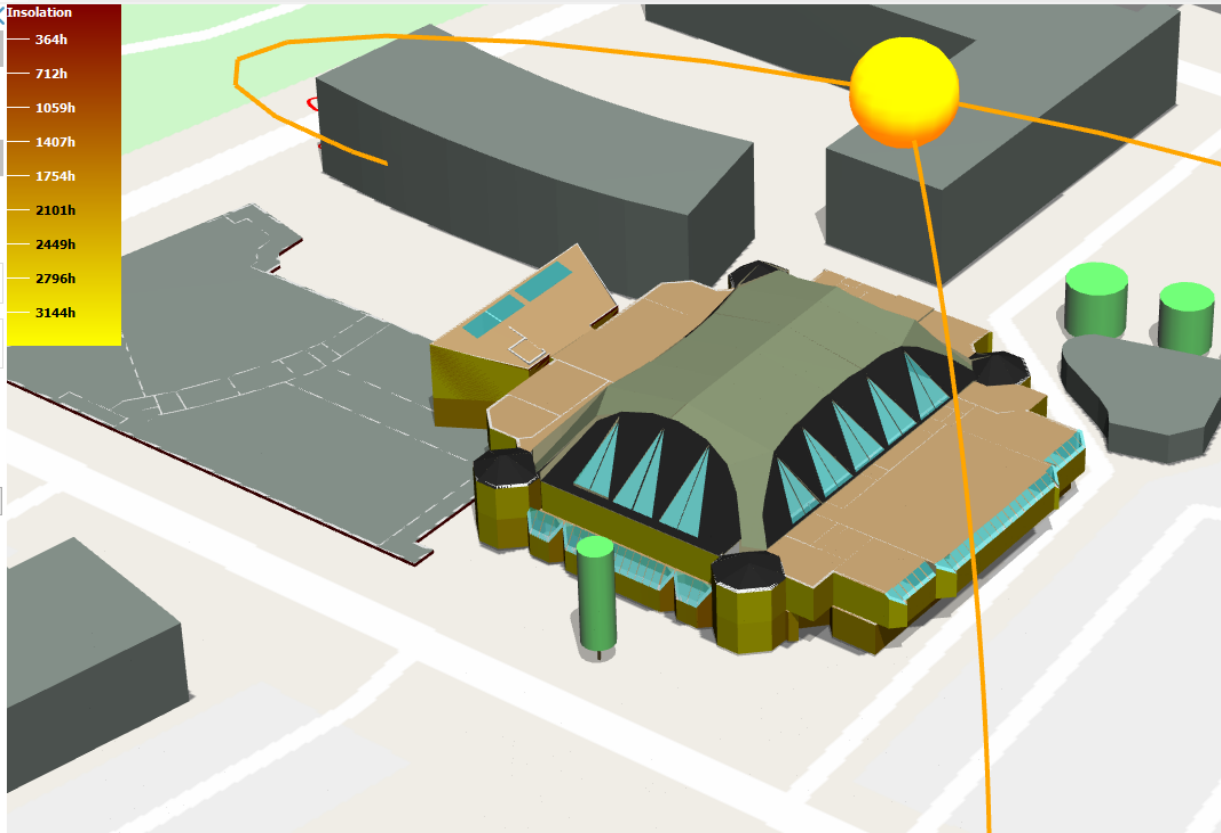


Vue du sous-sol



Solstice d'été

Solstice d'Hiver





Occupation du bâtiment

Local	Usages	Occupation	Période	Durée/semaine
Théâtre + scène	9h-23h	455 personnes	Sur toute l'année	5 jours
Salle d'exposition	9h-23h	400 personnes	Sur toute l'année	5 jours
Cinéma	9h-23h	125 personnes	Sur toute l'année	5 jours
Buvette	9h-23h	15 personnes	Sur toute l'année	5 jours
Cuisine (office)	4h/ jour	6 personnes	Sur toute l'année	5 jours
Salle polyvalente	9h-23h	500 personnes	Sur toute l'année	5 jours
Salle de danse	9h-23h	90 personnes	Sur toute l'année	5 jours
Bureaux	9h-18h	2 à 4 personnes	Sur toute l'année	5 jours
Loges	9h-23h	6 personnes	Sur toute l'année	5 jours

Ressenti et confort des occupants

Confort d'hiver	
Confort d'été	
Qualité de l'air	
Eau Chaude Sanitaire	
Confort visuel	
Confort acoustique	

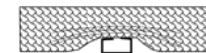
	Satisfaisant
	Peu Satisfaisant
	Non Satisfaisant

Murs extérieurs



- Murs d'origine en béton non isolés ($R=0.17 \text{ m}^2.K/W$).
- Murs Isolés par l'intérieur ($R= 1.26 \text{ m}^2.K/W$).
- Les murs sur LNC en béton non isolés ($R=0.09 \text{ m}^2.K/W$)

Ponts thermiques



Profilé métallique (Fixation de l'isolation sur le mur)
 $\psi=0,01W/ (m.K)$



Angle sortant ITI $\psi=0,03W/ (m.K)$



Angle rentrant ITI $\psi=0,03W/ (m.K)$



Angle sortant Non isolé $\psi=0,6W/ (m.K)$



Angle sortant Non isolé-ITI $\psi=0,13W/ (m.K)$



Angle rentrant Non isolé -ITI $\psi=0,13W/ (m.K)$

Points faibles:

- Murs non isolés
- Murs peu isolés
- Murs non étanches à l'air

Toitures



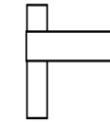
Points faibles:

- Toitures non isolées
- Absence de la membrane d'étanchéité
- Le Revêtement en zinc cause des surchauffes

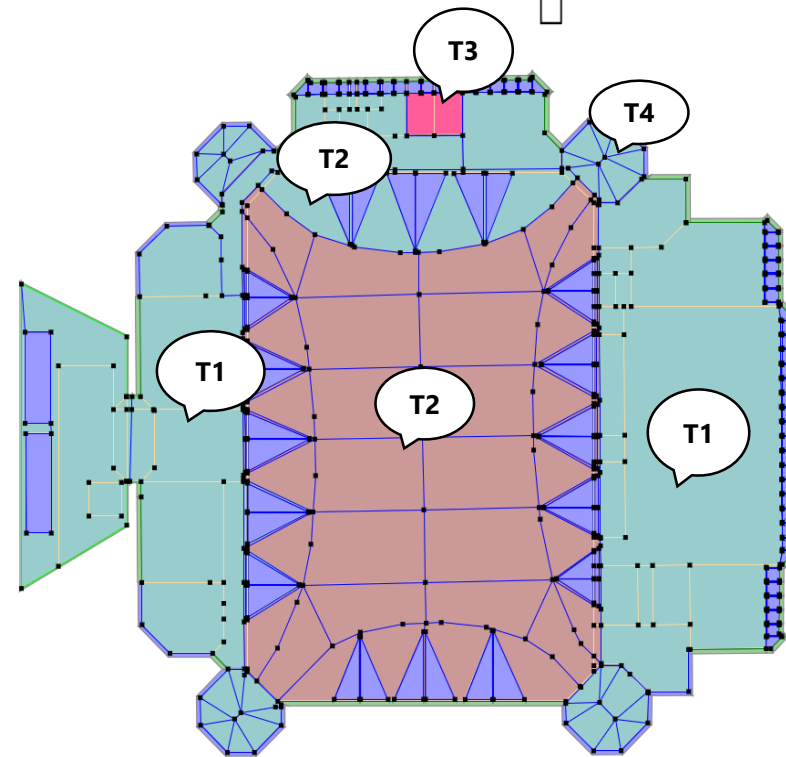
Ponts thermiques



Mur Non isolé – Rampants de toiture en bois léger $\psi=0,05W/(m.K)$



Mur Non isolé – Toiture terrasse $\psi=0,25W/(m.K)$



T1 : Toiture terrasse en béton non isolée ($R=0.11 m^2.K/W$).

T2 : Rampants de toiture en bois non isolés avec un habillage en Zinc ($R=0.5 m^2.K/W$).

T3 : Toiture sous combles perdus non aménagés en béton non isolée ($R=0.11 m^2.K/W$).

T4 : Rampants de toiture en béton non isolés ($R=0.11 m^2.K/W$) revêtement en zinc.

Menuiseries

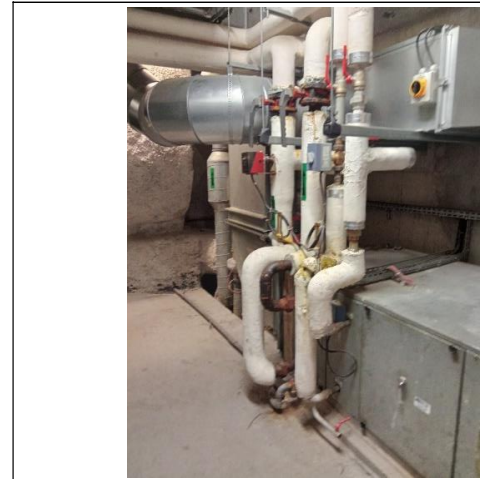
- Des menuiseries (fenêtres et porte fenêtres) en aluminium double vitrage 4/8/4 peu performantes (U_w estimé $\sim 3.4 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$)
- Absence de joints d'étanchéité
- Des menuiseries (fenêtres du hall d'entrée) en aluminium double vitrage 4/16/4 (U_w estimé $\sim 3.1 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$).
- Fenêtres de toit en aluminium simple vitrage (U_w estimé $\sim 5.2 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$)
- Fenêtres de toit en aluminium double vitrage 4/16/4 (U_w estimé $\sim 1.5 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$).
- Portail métallique extérieur (U_w estimé $\sim 4.8 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$).
- Porte en bois sur extérieur et local non chauffé (U_w estimé $\sim 5,2 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$)

Points faibles:

- Menuiseries non performantes
- Absence de joints d'étanchéité à l'air

Systèmes de ventilation

SALLE	Type	Débits (m3/H)
Salle de cinéma	CTA CIAT double flux Type 207 z	Soufflage: 3200 Extraction: 3200 40 % Recyclage 10 % Air neuf
Théâtre	CTA CIAT Double flux Type 214	Soufflage: 22 000 Extraction: 22 000
Salle d'exposition	CTA CIAT Double flux Type 211	Soufflage: 13 500 Extraction: 13 500
Hall d'accueil	CTA Wesper double flux	NC
Salle de lecture	CTA CIAT double flux	Soufflage: 9 200 Extraction: 9 200 40 % Recyclage 10 % Air neuf
Salle polyvalente	CTA CIAT Double flux CIAT 113	Soufflage: 19 400 Extraction: 19 400 40 % Recyclage 10 % Air neuf
Salle de danse	CTA Wesper simple flux	Soufflage: 1 260 Extraction: 1 260



Local CTA



Climatiseur à eau perdue



Extraction salle de théâtre



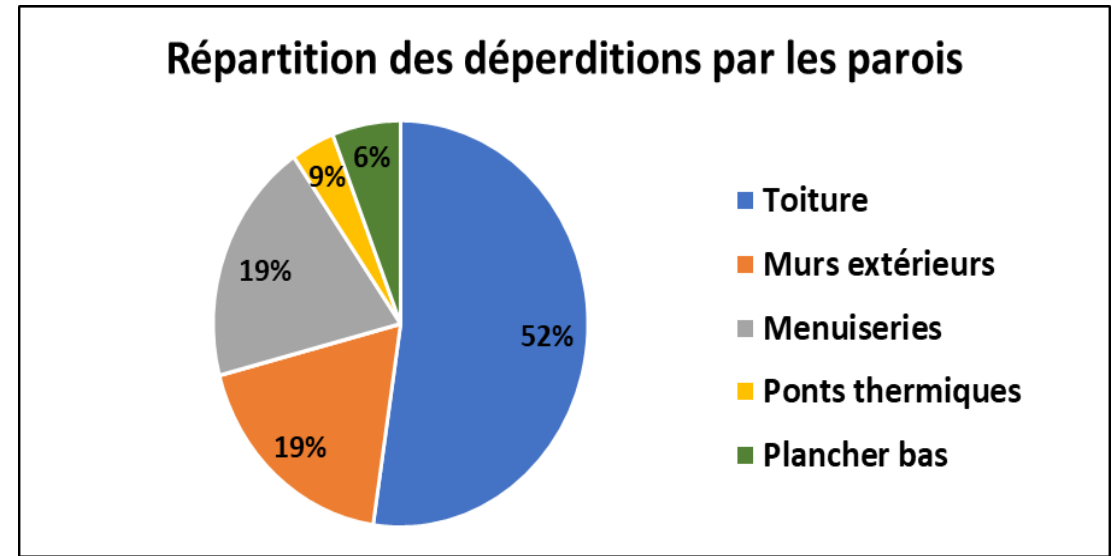
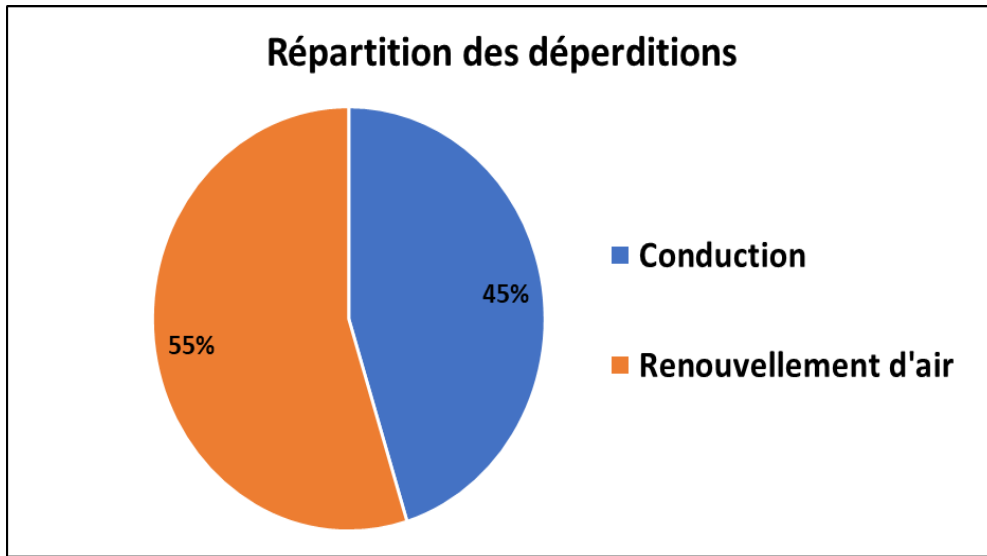
Bouches de soufflage

Points faibles:

Ventilation inexistante dans quelques locaux (bureaux, stockage, sanitaires)
La climatisation à eau perdue est énergivore, ce type de système n'est plus autorisé
Infiltrations d'air dans les locaux (valeur estimée 5 vol/h)

- ➔ Climatisation réversible dans les bureaux du R+1 avec thermostat d'ambiance
- ➔ Climatisation à eau perdue dans les régies

Déperditions théoriques



La puissance de chauffage est estimée à 479 kW

		
Radiateur à eau chaude Hall R+1	Robinet simple	Robinet thermostatique
		
Radiateur à eau chaude	Radiateur électrique-Loge	Thermostat d'ambiance-climatiseur réversible

➤ Génération

- Réseau de chaleur de Franconville (ZUP de Sannois-Ermont-Franconville),
- Puissance souscrite : 390 kW
- 65% d'énergies renouvelables (biomasse).
- Contenu CO2 du réseau : 0.088 kg/kWh (issu de l'arrêté du 11 avril 2018 modifiant l'arrêté du 15 septembre 2006).

➤ Distribution

- Circulateurs à vitesse constante
- Réseau monotube non calorifugé

➤ Emetteurs

- Radiateurs à eau chaude en acier robinets simples
- Radiateurs à eau chaude en acier robinets thermostatiques VT=1,8
- T= 20°C
 - ❖ Radiateurs électriques de 2000 à 3600 Watt
 - ❖ Climatisation réversible régulée à 21,5°C

Points faibles:

- ➔ Absence de la régulation de chauffage (fonctionnement en permanence)
- ➔ Les radiateurs électriques consomment beaucoup d'énergie
- ➔ Les robinets thermostatiques sont vieillissants et peu performants

Chauffe-eau électrique à accumulation

- Office :

- ❖ Ballon de 500L - De Dietrich, P= 5 kW

- ❖ Ballon de 200L - De Dietrich, P= 2,4 kW

- Sous- sol :

- ❖ Ballon 50l - Atlantic , P=1,2 kW

- ❖ 2 Ballons 300L - De Dietrich, P= 3 kW



Ballon ECS De dietrich - Office



Ballon ECS De dietrich - Sous-sol



Ballon ECS ATLANTIC – Sous sol

Points faibles :

- Le temps d'attente de chauffe est élevé
- les ballons électriques ne sont pas économes en énergie

Eclairage

Pièces	Puissance d'éclairage
Office	3,5 W/m ²
Académie de danse	7 W/m ²
Loges	20 W/m ²
Sanitaires	5-12 W/m ²
Bureaux	2-5 W/m ²
Couloirs	1-12 W/m ²
Salle polyvalente	16 W/m ²
Dépôt R+1	2 W/m ²
Buvette	4.5 W/m ²
Salles de lecture	1 W/m ²
Salle d'exposition	7.66 W/m ²
Scène	200 W/m ²
Salle de cinéma	2 W/m ²
Théâtre	22.5 W/m ²
Régies	5 W/m ²

- Des lampes led de 4 W
- Lampes à incandescences de 40 W
- Des tubes fluorescents de 18 à 36 W
- Des lampes halogènes de 50 W
- Des projecteurs de cinéma 1000 W-3000 W

Points faibles:

- Equipements peu performants
- L'éclairage n'est pas régulé

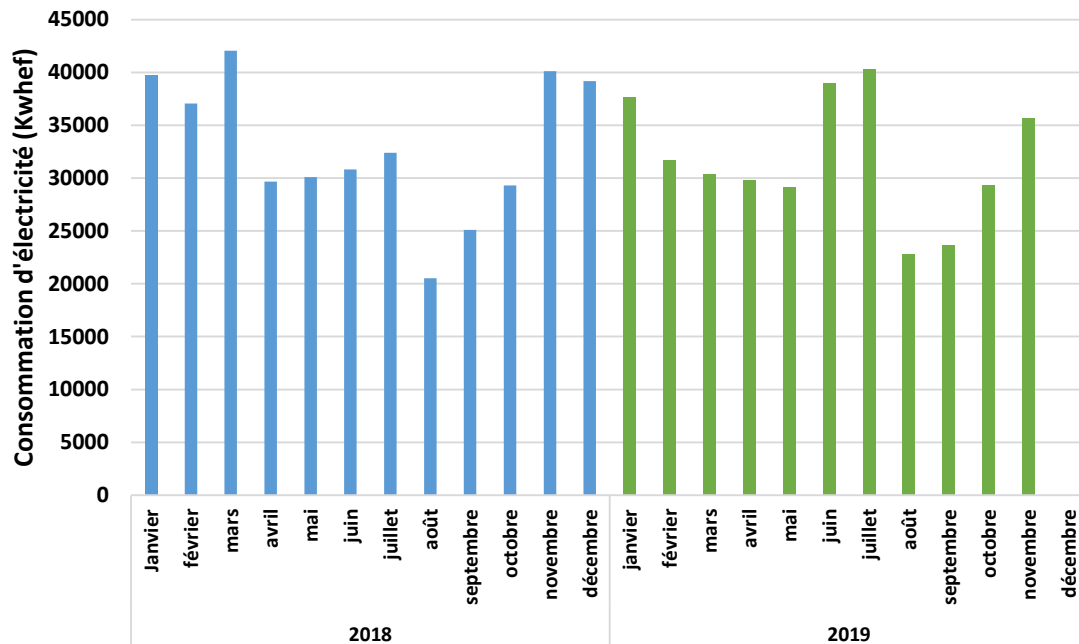
Usage spécifique

<i>Micro-ondes (Buvette)</i>	<i>Réfrigérateur</i>
<i>Four- Office</i>	<i>Lave vaisselle- Office</i>
<i>Plaques chauffantes 5kW</i>	<i>Lave-linge 2.7 kW</i>

Facture énergétique

Fourniture d'énergie		
Energie	Contrat souscrit	Fournisseur
Electricité	130 kVA	EDF Collectivités

Consommations électriques 2018 et 2019



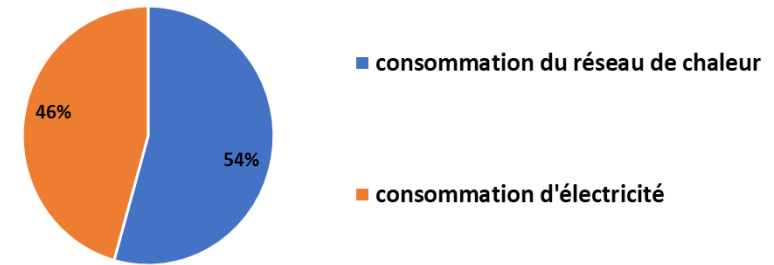
- Consommation électrique réelle pour l'année 2018 est de 395 994 kWh.
- Consommation électrique annuelle estimée par la SED est de 389 863 kWh (4%)
- Consommation de chauffage (réseau de chaleur): 464 700 kWh

Résultats de la simulation thermique dynamique

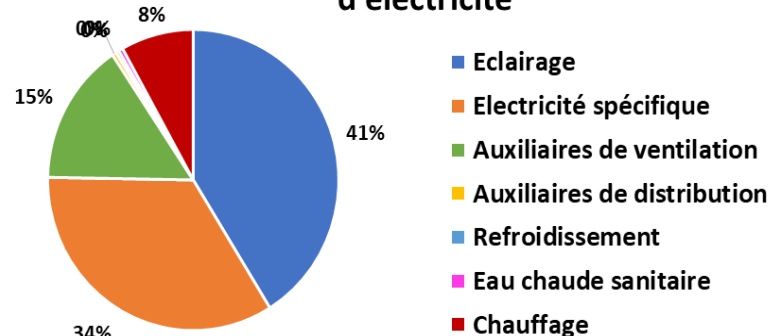


STD COMFIE

Répartition théorique de la consommation par énergie

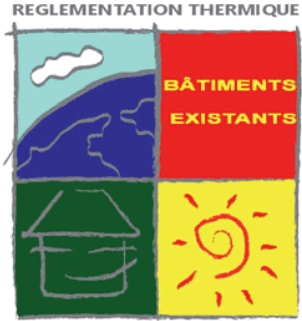


Répartition théorique de la consommation d'électricité



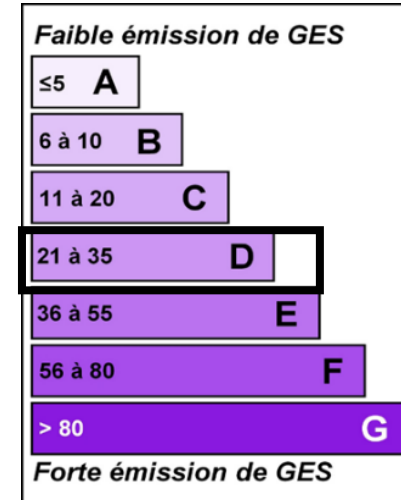
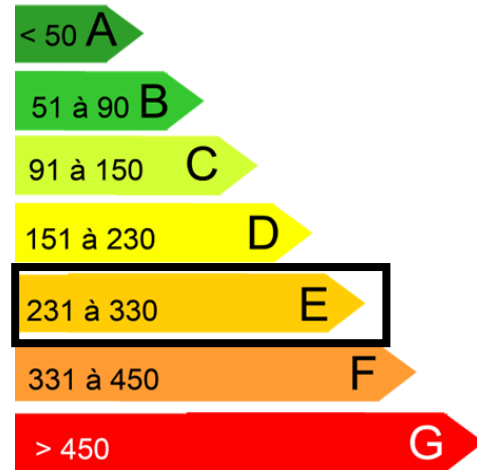
DJU_{théo} = 2208

DJU_{Réel} = 2269,4



RT globale

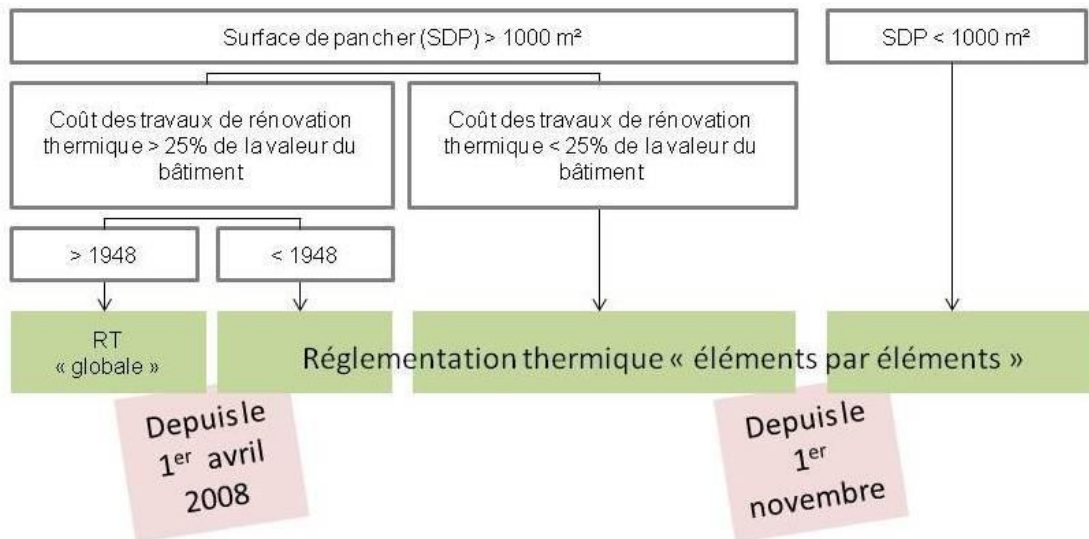
- Cep=318 kWhep/m²SHON.an
- Cep réf =123.9 kWhep/m²SHON.an.
- Emissions GES conventionnelles (hors usages spécifiques) de 27 kg CO₂eq/m²SHON.an



POINT REGLEMENTAIRE

Les usages réglementaires retenus dans le calcul du CEP sont : chauffage, éclairage, ventilation et les auxiliaires.

RT existant (énergie primaire)



Type de paroi		R minimale à respecter (en m².K/W) RTex 2007	R minimale à respecter (en m².K/W) RTex 2018	R minimale à respecter (en m².K/W) Aides financières
Murs	donnant sur extérieur	2,3	2,9	3,7
	donnant sur volume non chauffé	2	2	3,7
Toiture terrasse		2,5	3,3	4,5
Plancher de combles perdus		4,5	4,8	7
Rampants de toiture		4	4,4	6
Plancher bas donnant sur extérieur ou volume non chauffé		2,3	2,7	3

Décret tertiaire et décret BACS

Réduction des consommations en énergie finale de

- 40% en 2030 **- 50%** en 2040 **- 60%** en 2050

par rapport à des consommations prises sur une année de référence entre 2010 et 2020, valorisant ainsi les actions déjà réalisées.

Tableau 1	Décret Tertiaire	Décret BACS
Bâtiments tertiaires concernés	Bâtiments existants dont la surface est supérieure à 1 000 m ²	Bâtiments existants ou neufs, dont la puissance nominale du système de chauffage/climatisation/ventilation est supérieure à 290 kW
Obligations	Atteindre des objectifs d'économies d'énergie fixés pour 2030, 2040 et 2050	Equiper les bâtiments assujettis de systèmes BACS d'ici 2025 et y raccorder l'ensemble des systèmes techniques.
Condition financière de dérogation aux obligations	Temps de retour sur investissement supérieur à 6 ans	Temps de retour sur investissement supérieur à 6 ans

Isolation des toitures Standard (270 548 €HT)

- Surface de toiture à rénover :
 - Toiture plate (terrasse) : 1 888 m², R=4,5 m².K/W
 - Toiture rampant : 1 027 m², R=6 m².K/W
- La ouate de cellulose est recommandée pour le confort d'été
- La toiture végétalisée pour le rafraîchissement
- Remplacement du revêtement en zinc par un revêtement réfléchissant aux IR

Menuiseries (676 900€HT)

- Surface à remplacer : 967 m²
- menuiseries à isolation renforcée et étanches à l'air → double vitrage (U_w ≤ 1,3 W/m².K et S_w ≤ 0,35)
- La continuité de l'isolation et de l'étanchéité à l'air entre les menuiseries et les parois
- Menuiseries adaptées au type de ventilation projetée
- Les menuiseries seraient posées en applique extérieure en cas d'isolation extérieure des murs
- Le remplacement des portes donnant sur les locaux non chauffés
- Mise en place de volets roulants motorisés (PVC)

Isolation des murs Polystyrène expansé (34 450 €HT) Ouate de cellulose (45 933€HT)

- Surface à isoler: 208 m²
- ITE recommandée pour le confort d'été
- Pas de gains importants pour les murs enterrés
- Prévoir une isolation des soubassements
- Un R=3,7 m².K/W (~14 cm)
- Etanchéifier les murs enterrés

Isolation du plancher bas (sous chape) (385 375 €HT)

- Cette action n'est pas prioritaire
- R=3,0 m².K/W, type polyuréthane (~7 cm)
- Opportunité pour passer sur un plancher chauffant

*Tarifs indiqués: fourniture + pose

Ventilation mécanique contrôlée (VMC) (Fourniture + groupe= 170 266 €HT)

- VMC Double flux avec récupération de chaleur 85%
- Débits de 30 000 m³/h, P nominale du moteur 8 kW
- Mise en place de sondes CO₂ dans les pièces
- Extension du réseau de ventilation pour les pièces non ventilées
- By-pass pour la fonction de rafraichissent en période estivale
- Ventilation nocturne de 2 vol/h

Chauffage

Calorifugeage = 1 700 €HT

Robinets thermostatiques = 4 583 €HT

- Installations de circulateurs à vitesse variable et basse consommation
- Installation d'une sonde de température extérieure pour la régulation
- Calorifugeage du réseau en volume non chauffé de classe 4 ou plus
- Remplacement des robinets thermostatiques par des robinets certifiés

Mise en place d'une GTB 120 925 €HT

- Régulation individuelle dans chaque pièce
- La GTB est obligatoire dans tout le tertiaire en 2025

Amélioration éclairage (LED/DP/gradation) 4 902€HT

- Passage sur des luminaires à LED.
- Ajout d'une détection de présence dans les couloirs.
- Ajout d'une gradation de l'éclairage.
- Mise en place une extinction automatique reliée à la GTB.

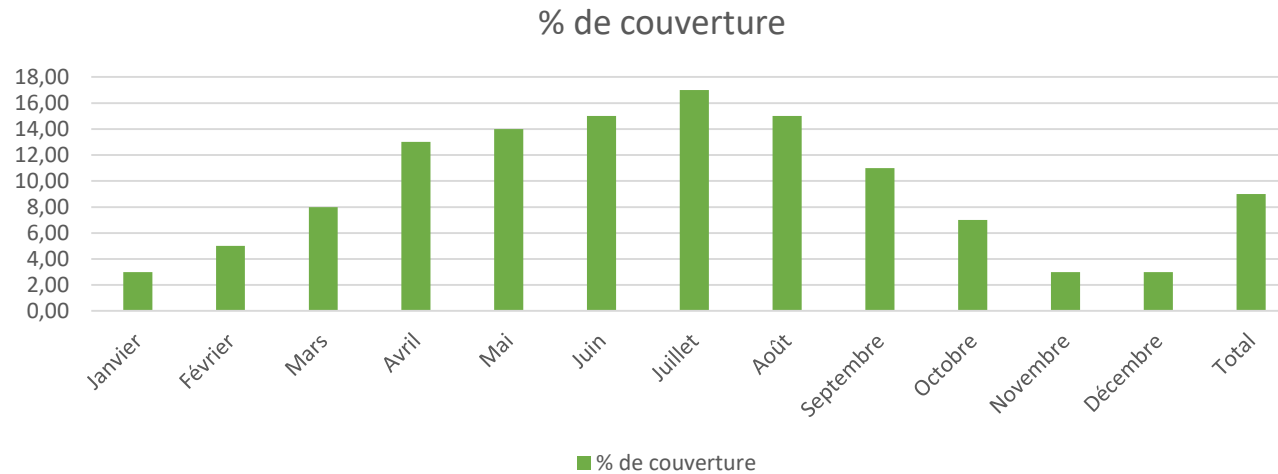
Mise en place d'un ECS thermodynamique 8200 €HT

- Des ballons thermodynamiques sont recommandés
=
Diminution par 3 de la consommation de chaleur

- Panneaux de type Monocristallin
- Surface : 117,5 m² en terrasse
- Puissance crête : 22 896 Wc

(45 792 €HT)

Autoconsommation kWh	Appel réseau kWh	Énergie injectée au réseau kWh	Prod. Capteur kWh	Prod. Onduleur kWh	% de couverture
20 737	214 361	1 209	24 385	21 947	9



Bouquet 3

- Remplacement des menuiseries
- Isolation toiture
- Isolation murs ITE
- VMC double flux
- Mise en place d'une régulation pour le chauffage et la ventilation
- Calorifuge
- Remplacement des robinets thermostatiques
- Mise en place d'une GTB
- Amélioration éclairage (LED/DP/gradation)
- ECS thermodynamique

Bouquet 5

- Remplacement des menuiseries
- Isolation toiture
- Isolation murs ITE
- VMC double flux
- Mise en place d'une régulation pour le chauffage et la ventilation
- Calorifuge
- Remplacement des robinets thermostatiques
- Mise en place d'une GTB
- Amélioration éclairage (LED/DP/gradation)
- Mise en place d'une installation solaire photovoltaïque en toiture terrasse

Centre culturel saint Exupéry	Gains par rapport à l'année de référence (EF)	Objectif en valeur relative décret tertiaire			Décret BACS	RT globale
		Objectif 2030 (-40% EF)	Objectif 2040 (-50% EF)	Objectif 2050 (-60% EF)		
Bouquet 1.1	56 %	✓	✓	✗	✓	✗
Bouquet 1.2	56 %	✓	✓	✗	✓	✗
Bouquet 2	63 %	✓	✓	✓	✓	✗
Bouquet 3	69 %	✓	✓	✓	✓	✓
Bouquet 4	65 %	✓	✓	✓	✓	✗
Bouquet 5	71 %	✓	✓	✓	✓	✓
Bouquet 6	71 %	✓	✓	✓	✓	✓
Bouquet 7	73 %	✓	✓	✓	✓	✓
Bouquet 8	76 %	✓	✓	✓	✓	✓

Bouquet 6 = Bouquet 3+ isolation PB

Bouquet 7 = Bouquet 3+ PV

Bouquet 8 = Bouquet 3+ isolation PB+ PV

CEP Projet < CEP réf

Travaux	Coût des travaux Sans les aides aides €HT	Coût des travaux avec les aides €HT	Coût d'exploitation €HT	Temps de retour brut	Temps de retour actualisé	Gain énergétique kWh	Gain énergétique (%)	Gain financier €HT	Gain CO2 (kgCO2eq)	Gain CO2 (%)	Etiquette climat	Etiquette énergie
Bouquet 3	1 341 549	1 058 343	44 303	21 ans	15 ans	587 565	69%	52 319	65 818	59%	C	C
Bouquet 5	1 341 549	1 072 081	40 404	20 ans	14 ans	648 841	71%	56 217	69 721	63%	C	C
Bouquet 6	1 726 924	1 257 611	43 398	24 ans	17 ans	603 590	71%	53 223	67 222	61%	C	C
Bouquet 7	1 387 341	1 063 881	39 188	19 ans	14 ans	626 981	73%	57 565	71 432	64%	C	C
Bouquet 8	1 772 716	1 263 149	35 253	21 ans	15 ans	648 841	76%	61 500	75 222	68 %	C	C



- Une qualité thermique de l'enveloppe renforcée
- Des consommations énergétiques fortement réduites
- Un confort thermique assuré en été et en hiver
- Un niveau de consommation à l'objectif
- Des émissions de GES réduites

Perspectives

- Sensibilisation des usagers
- Matériels de bureautique et de cinéma plus performants
- Mise en place d'une coupure centrale pour le matériel