

AUDIT ENERGÉTIQUE



Maître d'Ouvrage : Commune de LA ROCHE SUR YON

Site concerné : Cité Administrative Travot



Commanditaire : [Syndicat Départemental d'Énergie et d'équipement de la Vendée](#)

Référence dossier : AC-21-432

Date de rédaction : 4 févr. 22

Numéro d'indice : A





SOMMAIRE

1	PRESENTATION DU SITE	4
1.1	Informations générales.....	4
1.2	Vue aérienne.....	4
1.3	Visite.....	4
1.4	Description du patrimoine immobilier	5
1.5	Consommations réelles	12
2	ANALYSE DU BATI ET SYSTEMES	16
2.1	Description du bâti.....	16
2.2	Description des installations.....	23
2.3	Illustrations Caméra Thermique.....	42
2.4	Pathologies / Anomalies	45
3	ANALYSE DES DONNEES	49
3.1	Préambule / méthode de calcul	49
3.2	Analyse des déperditions – Bâtiment A.....	50
3.3	Analyse des déperditions – Bâtiment C.....	51
3.4	Analyse des consommations	52
3.5	Bilan du calcul règlementaire – Bâtiment A	54
3.6	Bilan du calcul règlementaire – Bâtiment C	55
3.7	Récapitulatif état de santé/performance	56
4	RECOMMANDATIONS ENERGETIQUES.....	57
4.1	Potentiel d'économie d'énergie.....	57
4.2	Fiches actions.....	59
5	SCENARIOS ENERGETIQUES	70
5.1	Préambule	70
5.2	Décret Tertiaire (établissement concerné)	70
5.3	Evolution par rapport au décret tertiaire.....	71
5.4	Evolution réglementaire.....	73
5.5	Scénario 1 : Rénovation globale avec chaufferie gaz naturel.....	75
5.6	Scénario 2 : Rénovation globale avec chaufferie bois granulés	78
5.7	Scénario 3 : Rénovation globale avec pompe à chaleur géothermie	81
5.8	Synthèse des scénarios.....	84
6	ETUDE ECONOMIQUE	86
7	CONCLUSION.....	90
8	ANNEXES	91
8.1	Détails des aides SYDEV	91
8.2	Taxes TICGN (Taxe Intérieure de Consommation sur le Gaz Naturel).....	92



8.3	Durée de vie théorique des équipements.....	93
9	PARTENAIRES DU SYDEV.....	94



1 PRESENTATION DU SITE

1.1 Informations générales

Données générales	
Nature du/des bâtiment(s)	Bureaux
Année de construction	Avant 1950
Surface SHON	9 322.5 m ²
Nombre de niveaux	4 à 5 niveaux

- Adresse du site : Cité Administrative Travot
10 Rue du 93E Régiment d'Infanterie
85000 La Roche-sur-Yon

1.2 Vue aérienne



1.3 Visite

Intervenants	
Cité Administrative Travot	Pierre PASQUIET
BatiMgie	Yohan REMARS
Date de la visite	07/02/2021
T° ext	9°C



1.4 Description du patrimoine immobilier

a) Description des locaux

Bâtiment	Niveau	RDC	R+1	R+2	R+3	Combles	Surface chauffée	Surface SHON
A	5	1094 m ²	1135 m ²	1135 m ²	1135 m ²	92 m ²	4499 m ²	4948,9 m ²

Bâtiment	Niveau	RDC	R+1	R+2	R+3	Combles	Surface chauffée	Surface SHON
C	5	1009 m ²	989 m ²	989 m ²	989 m ²	533 m ²	3976 m ²	4373,6 m ²

Mise à part le remplacement des ouvrants il y a environ 10 ans, aucune autre rénovation conséquente n'est connue. Les bâtiments ont donc peu évolué depuis un réaménagement antérieur à 1990 (estimation).

Néanmoins, les enjeux environnementaux et les problématiques de structure au niveau des planchers et des charpentes des deux bâtiments nécessitent d'anticiper la réhabilitation du site. Dans ce contexte, ainsi que pour la modernisation des bureaux, il a été décidé de rénover entièrement l'intérieur des bâtiments en déposant les cloisons, les planchers et les toitures. Seuls les murs porteurs seraient conservés.

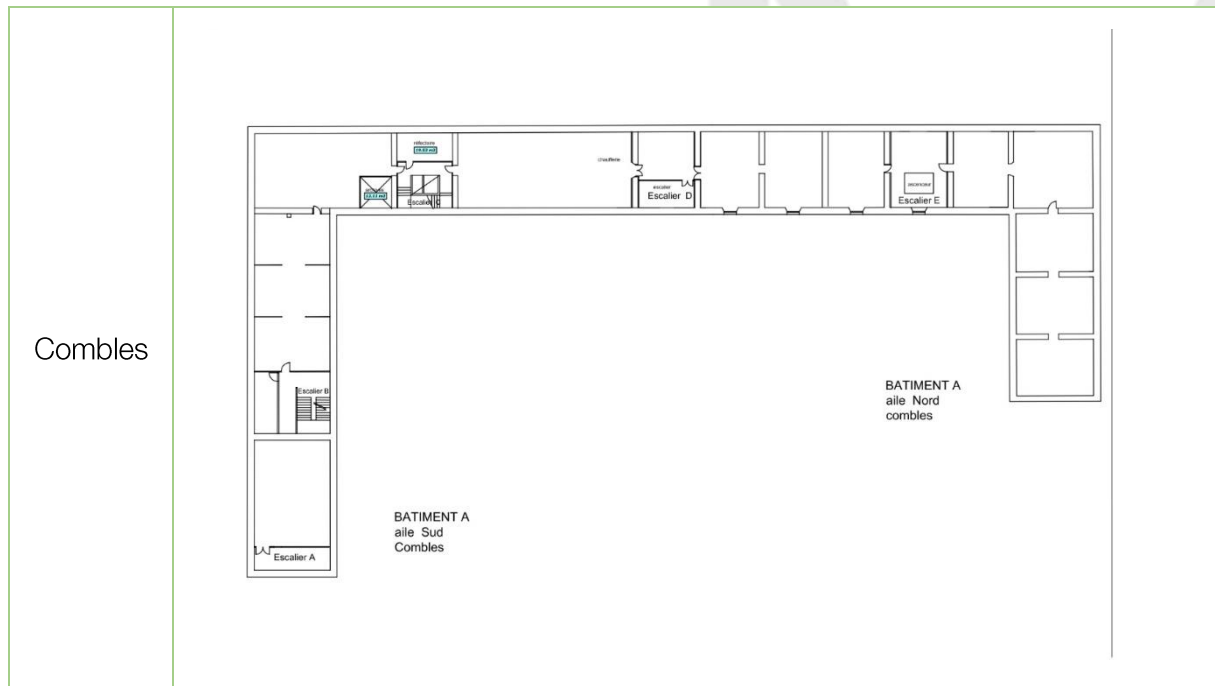
L'étude énergétique permettra donc d'orienter les choix techniques pour, la rénovation des deux bâtiments, le respect des échéances du décret tertiaire et répondre aux enjeux environnementaux.



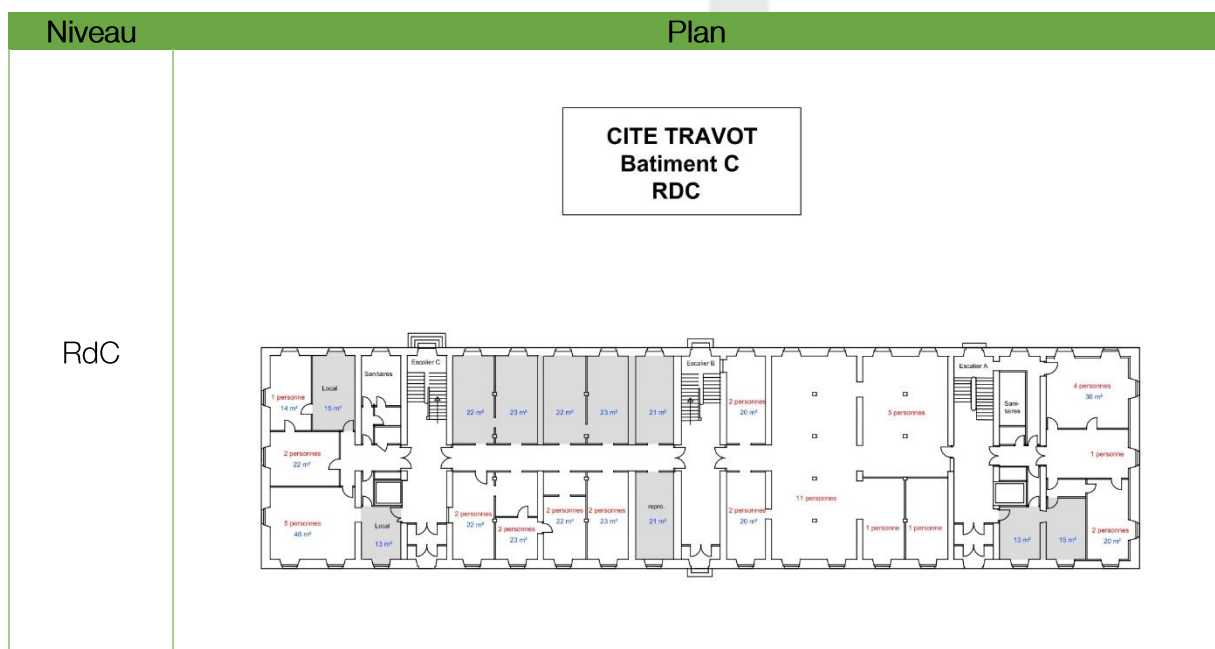
b) Plans du bâtiment – Bâtiment A

Niveau	Plan
RdC	
R+1	



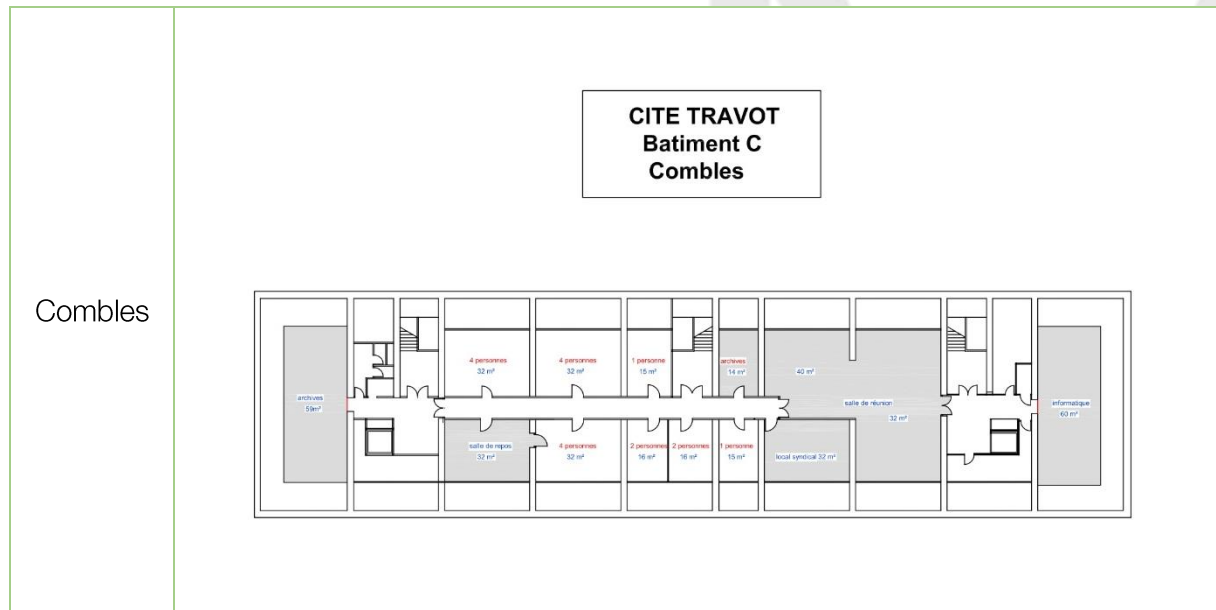


c) Plans du bâtiment – Bâtiment C





R+1	<div>CITE TRAVOT Batiment C 1er Etage</div>
R+2	<div>CITE TRAVOT Batiment C 2ème Etage</div>
R+3	<div>CITE TRAVOT Batiment C 3ème Etage</div>





d) Occupation des locaux

Occupation	Nb occupants	Confort des usagers
Occupation hebdomadaire Du Lundi au Vendredi	Actuel 158 agents - bâtiment A 171 agents - bâtiment C Projeté 252 agents - bâtiment A 257 agents - bâtiment C	Pas d'inconfort significatif

Jour	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Lundi													8h à 18h											
Mardi													8h à 18h											
Mercredi													8h à 18h											
Jeudi													8h à 18h											
Vendredi													8h à 18h											
Samedi																								
Dimanche																								

Commentaires

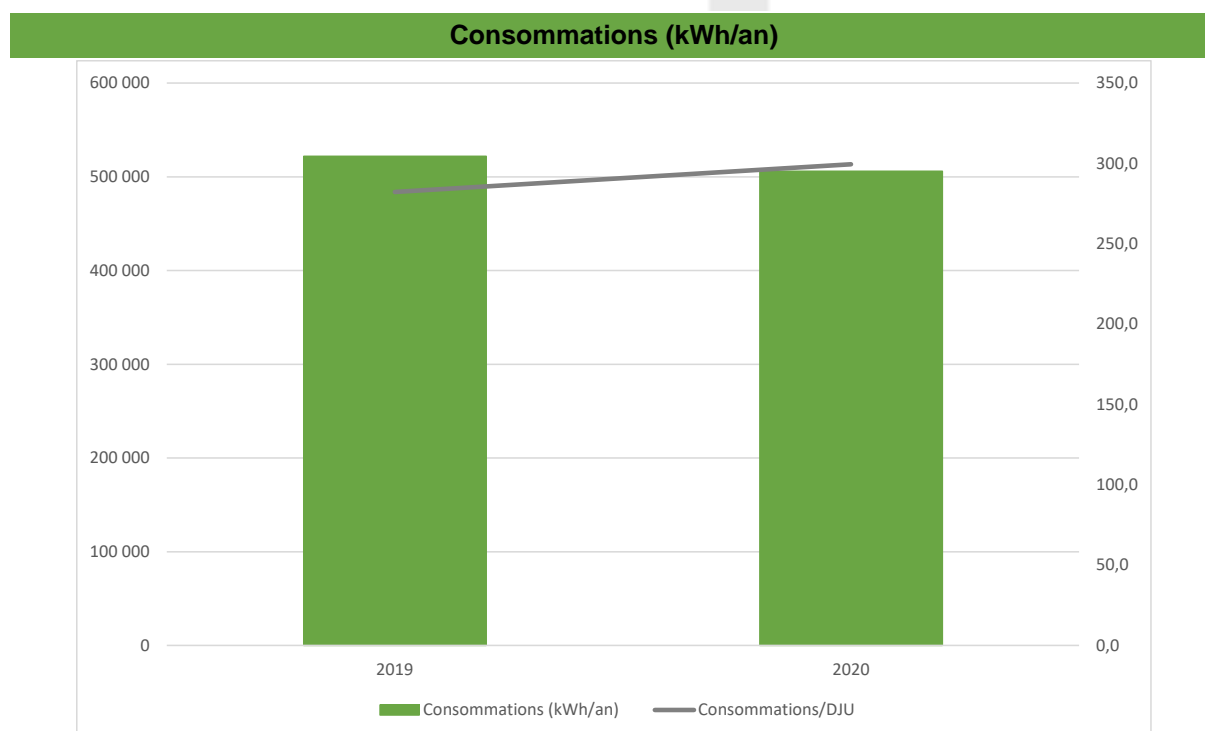
- L'occupation est classique d'un usage de bureau administratif.
- L'occupation évoluera après la rénovation des bâtiments. Il est prévu une augmentation de l'effectif et une densification de l'occupation avec le télétravail (hypothèse de densification de 0.8 agent).
- L'étude tiendra compte du futur usage avec la densification des agents.



1.5 Consommations réelles

1.5.1 Consommations réelles gaz naturel – Bâtiment A

	2019	2020	Moyennes
Période de consommation	Année civile	Année civile	-
Consommations (kWh/an)	521 905	506 035	513 970
Tendance	-	-3,0%	-3,0%
Factures (€/an)	28 698	30 039	29 369
Ratio (c€/kWh)	5,50	5,94	5,71
Emission de CO ₂ (kg CO ₂ /an)	122,1	118,4	120,3
DJU	1 849	1 690	1 769
Consommations/DJU	282,3	299,5	290,5



Commentaires

- Les consommations gaz naturel du bâtiment A sont relativement stable entre les deux années étudiées.
- A noter que les données des autres années ne peuvent pas être exploitées, car elles sont incomplètes.

Le ratio kWh/DJU permet de vérifier l'évolution des consommations ramenée à la rigueur climatique. Ce ratio doit être stable si aucunes actions ne sont engagées pour réduire les consommations.



1.5.2 Consommations réelles gaz naturel – Bâtiment C

	2019	2020	Moyennes
Période de consommation	Année civile	Année civile	-
Consommations (kWh/an)	195 071	201 186	198 129
Tendance	-	3,1%	3,1%
Factures (€/an)	11 578	11 063	11 321
Ratio (c€/kWh)	5,94	5,50	5,71
Emission de CO ₂ (kg CO ₂ /an)	45,6	47,1	46,4
DJU	1 849	1 690	1 769
Consommations/DJU	105,5	119,1	112,0



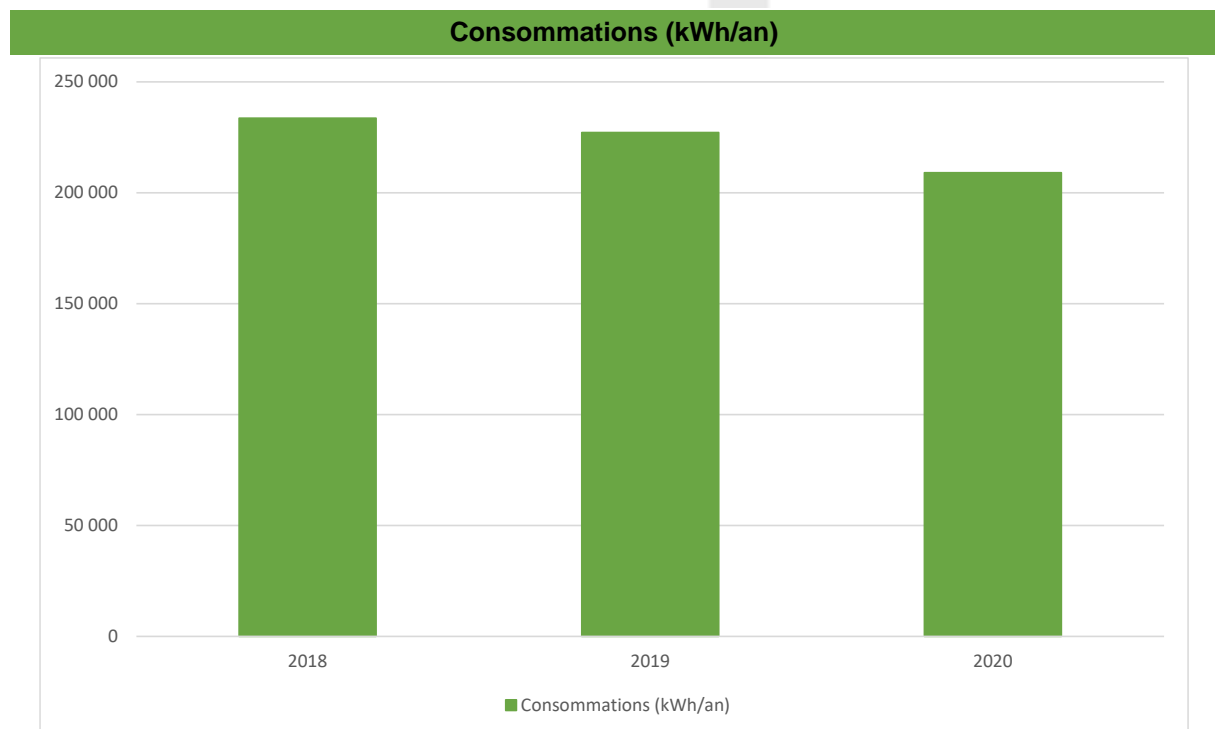
Commentaires

- Les consommations gaz naturel du bâtiment C sont également stable.
- De la même manière, les données des autres années sont incomplètes.
- De plus, la chaufferie de ce bâtiment alimente aussi le bâtiment B et E. Toutefois, aucun sous compteur n'est présent pour extraire les consommations par bâtiment. Un ratio de consommations a donc été pris selon le nombre de postes de travail respectif, néanmoins cette hypothèse ne tient pas compte de la performance thermique et de l'usage des bâtiments. La marge d'erreur est donc importante.



1.5.3 Consommations réelles électriques

	2018	2019	2020	Moyennes
Période de consommation	Année civile	Année civile	Année civile	-
Consommations (kWh/an)	233 632	227 150	209 054	223 279
Tendance	-	-2,8%	-8,0%	-10,5%
Factures (€/an)	34 422	33 884	36 848	35 051
Ratio (c€/kWh)	14,73	14,92	17,63	15,70
Emission de CO ₂ (kg CO ₂ /an)	19,6	19,1	17,6	18,8



Commentaires

- Les consommations électriques sont en baisse depuis 2015. Cela s'explique par plusieurs facteurs : le remplacement progressif du matériel informatique, rénovation de l'éclairage dans certaines zones et la diminution croissante du nombre d'agents.

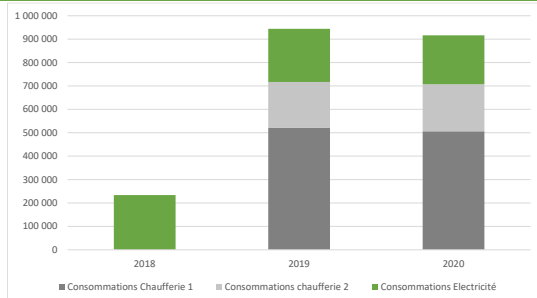


1.5.4 Synthèse des consommations

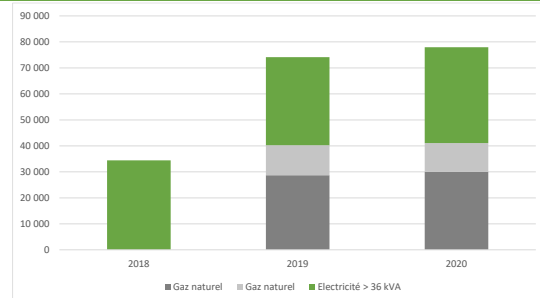
Les consommations sont basées sur l'historique des factures énergétiques.

Moyenne des consommations annuelles							
	Energie	Contrat	Consommation [kWh]	Tendance	Dépenses [€ TTC]	Coût unitaire [c€/kWh]	Emission de CO2 [tonne]
Chaufferie – bâtiment A	Gaz naturel	-	513 970	-3,0%	29 369	5,71	120,3
Chaufferie – bâtiment C	Gaz naturel	-	198 129	3,1%	11 321	5,71	46,4
Autres	Electricité	> 36 kVA	223 279	-10,5%	35 051	16	19
Contrat de maintenance	L'entreprise de maintenance Bouygues dispose d'un contrat type P3.						

Evolution des consommations (kWh/an)



Evolution des dépenses (€TTC/an)



Commentaires

- Les prix des énergies sont cohérents vis-à-vis du marché.
- A noter que les consommations sont majoritairement liées au gaz naturel à l'inverse des factures où l'électricité possède une part plus importante.

















2 ANALYSE DU BATI ET SYSTEMES

2.1 Description du bâti




2.1.1 Descriptif des parois

a) *Descriptif des parois*

Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Murs $U_{\text{garde fou}} = 0.45$ $W/m^2.K$ $R_{CEE} = 3.7$ $m^2.K/W$	 	<p><u>Bâtiment A :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Murs en pierre de 75 cm avec 6 cm de laine de verre ($R=1.20$) et finition placoplâtre ➤ Murs en pierre de 60 cm sans isolation – sur combles <p><u>Bâtiment C :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Murs en pierre de 65 cm avec 10 cm de laine de verre ($R=2.27$) et finition placoplâtre – pignon nord ➤ Murs en pierre de 65 cm sans isolation et finition plâtre projeté – en majorité 	<p>$U = 0.52$</p>  <p>$U = 1.63$</p>  <p>$U = 0.34$ à 0.39</p>  <p>$U = 1.73$</p> 
Ouvrants $U_{\text{garde fou}} = 2.60$ $W/m^2.K$ $U_{CEE} = 1.3$ ou 1.5 $W/m^2.K$	  	<p><u>Bâtiment A et C :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ SAS aluminium simple vitrage – hall d'entrée ➤ Menuiseries bois double vitrage 4/12/4 ➤ Fenêtre de toit simple peau ➤ Fenêtre de toit bois double vitrage 4/12/4 ➤ Porte pleine bois non isolée 	<p>$U_w = 5$</p>  <p>$U_w = 2$</p>  <p>$U_w = 4.8$</p>  <p>$U_w = 2$</p>  <p>$U_w = 3.3$</p> 

Le coefficient U ($W/m^2.K$) représente la quantité de chaleur traversant cette paroi. Plus sa valeur est faible et plus la construction est isolée.



Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Plancher haut $U_{\text{garde fou}} = 0.28$ $W/m^2.K$ $R_{\text{CEE}} = 6$ $m^2.K/W$ (comble rampant)	  	<p><u>Bâtiment A :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Plancher bois sur combles avec 10 cm de laine de verre ($R=2$) en faux plafond – en majorité <p><u>Bâtiment C :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Plancher bois sur combles avec 10 cm de laine de verre ($R=2.13$) en faux plafond ➤ 20 cm d'isolation ($R=4$) sous rampant (hypothèse) – en majorité 	<p>U = 0.40</p> <p>U = 0.45</p> <p>U = 0.40</p> <p>U = 0.27</p>
Plancher bas $U_{\text{garde fou}} = 0.40$ $W/m^2.K$ $R_{\text{CEE}} = 3$ $m^2.K/W$	 	<p><u>Bâtiment A :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Plancher bas sur terre-plein sans isolation (hypothèse) ➤ Plancher bas sur porche avec 10 cm d'isolation ($R=2$) en sous face et finition lambris (hypothèse) <p><u>Bâtiment C :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Plancher bas sur sous-sol sans isolation 	<p>U = 0.47</p> <p>U = 0.40</p> <p>U = 0.60</p>
Ponts thermiques		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Angles murs extérieurs ➤ Plancher bas ➤ Plancher intermédiaire ➤ Plancher haut ➤ Refends 	-
Forme du bâtiment / apports solaire		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les bâtiments sont compacts ➤ Les bâtiments sont orientés sud-est/nord-ouest ce qui favorise les apports solaires durant la matinée 	-



Commentaires

L'isolation des bâtiments est dans l'ensemble faible.

- La majorité des parois est peu performante. Seuls les ouvrants disposent d'une performance correcte.
- Les murs du bâtiment A sont faiblement isolés, cela est tout de même plus performant que la majorité des murs du bâtiment C car seul le pignon nord le pignon nord est isolé sur ce bâtiment.
- De plus, l'isolation en laine de verre n'est pas adaptée aux murs anciens en pierre. En effet, les propriétés physiques de cet isolant ne garantissent pas une bonne migration de l'humidité dans la paroi. L'humidité peut être bloquée ce qui, à terme, peut dégrader l'isolation et le mur.
- A noter que l'inertie des bâtiments est forte (d'autant plus pour le bâtiment C sans isolation aux murs) ce qui contribue à la stabilité de la température intérieure en période estivale.
- Bien que les ouvrants soient relativement récents, des problèmes d'infiltrations d'eau ont été constatés au niveau de l'appui de certains ouvrants. Cela provient d'une mauvaise adaptation ou d'une mauvaise mise en œuvre du cadre sur la fenêtre existante. A noter que les avis de performance se basent sur les exigences des CEE. Bien que les ouvrants possèdent un avis moyen, leurs performances sont tout de même correctes.
- La composition les rampants du bâtiment C n'était pas visible, il a donc été pris une hypothèse selon l'épaisseur de celui-ci. Le plancher haut du bâtiment C serait tout de même plus performant que celui du A. Par ailleurs, l'isolation en faux plafond de ce dernier est très irrégulière et dépourvue d'un pare-vapeur continu.
- A noter qu'il a aussi été pris en compte une hypothèse de composition pour les planchers bas non visible.

Point(s) de vigilance :

- Laine de verre en doublage intérieur non adapté aux murs en pierre – risque de dégradation prématurée des murs et de l'isolation,
- Chute de température importante après le passage en réduit du bâtiment C selon les échanges avec les occupants – cela témoigne de l'absence d'isolation aux murs,
- Infiltrations d'air importantes au niveau des SAS,
- Infiltration d'eau au niveau de l'appui de certains ouvrants – mauvaise adaptation ou mise en œuvre du cadre de l'ouvrant,
- Isolation en faux plafond irrégulière et sans continuité du pare-vapeur – plancher haut bâtiment A,
- Problématiques structurelles au niveau des planchers deux bâtiments (selon étude structure),
- Développement de mérule sur la charpente du bâtiment A – fragilisation de la structure.



Le coefficient U garde-fou ($W/m^2.K$) est une performance minimale imposée par la RT dans l'existant pour une série de composants (isolation, ventilation, système de chauffage...), lorsque ceux-ci sont modifiés par des travaux de rénovation.

Le coefficient R_{CEE} ($m^2.K/W$) est la performance minimale à respecter pour l'obtention des subventions CEE (certificats d'économies d'énergie).



b) Localisation des parois





2.1.2 Description du système de ventilation

Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Bouches d'extraction  	<p><u>Bâtiment A et C :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Bouche d'extraction de type auto réglable dans locaux à pollution spécifique ➤ Ventilation naturelle dans les bureaux 	 	 
Entrées d'air  	<p><u>Bâtiment A et C :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Entrées d'air autoréglable dans les sanitaires et dans les bureaux 		
Caisson  	<p><u>Bâtiment A :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ VMC simple flux à débit fixe ➤ En comble ➤ 1 caisson pour les sanitaires de l'aile sud ➤ 1 caisson pour les sanitaires de l'aile nord <p><u>Bâtiment C :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ VMC simple flux à débit fixe ➤ En comble non accessible ➤ 1 caisson pour les sanitaires de l'aile sud ➤ 1 caisson pour les sanitaires de l'aile nord 	   	   



Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Débit de ventilation	<u>Bâtiment A :</u> ➤ Débit de ventilation occupation : 734 m ³ /h ➤ Débit de ventilation inoccupation : 734 m ³ /h		
	➤ Débit de ventilation de confort : 5 814 m ³ /h ➤ Débit de ventilation locaux à pollution spécifique : 1 410 m ³ /h		
	<u>Bâtiment C :</u> ➤ Débit de ventilation occupation : 885 m ³ /h ➤ Débit de ventilation inoccupation : 885 m ³ /h		
	➤ Débit de ventilation de confort : 7 165 m ³ /h ➤ Débit de ventilation locaux à pollution spécifique : 1 650 m ³ /h <i>Débits réglementaires calculés par coefficient par local et surfacique</i>		

Commentaires

Le renouvellement d'air est naturel en majorité. Il est à noter que :

- Les débits extraits permettent seulement de maintenir une qualité d'air suffisante dans les pièces à pollution spécifique.
- En effet, les bureaux sont dépourvus ventilation mécanique, le renouvellement d'air s'effectue principalement par les entrées d'air et les ouvertures de fenêtre ce qui ne permet pas de maîtriser le volume d'air renouveler (possible déficit de ventilation ou à l'inverse dérive des consommations selon l'ouverture des fenêtres).

Point(s) de vigilance :

- Ventilation naturelle dans les bureaux – qualité d'air non maîtrisée,
- Pérennité du bâtiment.

Qualité de l'air intérieur : Mise en place d'un guide pour évaluer et programmer des actions de prévention ou de mesure sur les systèmes de ventilation.

Echéances :

1er janvier 2018 : crèches, écoles maternelles & pour les écoles du CP au CM2

1er janvier 2020 : centres de loisirs et établissements d'enseignement (collèges, lycées, etc)

1er janvier 2023 : les autres établissements.


Le dispositif de surveillance de la qualité d'air dans les crèches et autres établissements d'enseignement s'oriente autour d'une évaluation obligatoire des moyens d'aération de l'établissement. Cette évaluation doit ensuite être accompagnée, soit d'un plan d'action afin d'améliorer la qualité d'air, soit d'une campagne de mesures.



2.2 Description des installations

2.2.1 Installation de chauffage

a) Installation de chauffage – Bâtiment A

	Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Production		<p>Chaudières au sol</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Marque : CHAPPE ➤ Type : NXR4 / 410 ➤ Energie : Gaz naturel ➤ Puissance : 2 x 380 kW ➤ Année : 2000 <p>η production : 95%</p>		
Distribution		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Distribution bitube en parapluie moyennement calorifugée ➤ Circulation du réseau dans l'ensemble des combles avant de descendre en colonne pour alimenter les radiateurs de chaque étage ➤ Distribution non calorifugée en volume chauffé <p>η distribution : 94%</p>		
Circulateur		<p>3 départs régulés avec pompes à débit variable</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Départ aile nord, façade sud et est : SALMSON – vitesse variable – P 40 à 610 W ➤ Départ aile sud : SALMSON – vitesse variable – P 15 à 600 W ➤ Départ aile nord, façade nord et ouest : SALMSON – vitesse variable – P 30 à 920 W 		
Régulation		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Régulation sur sonde extérieure sans programmation non accessible <ul style="list-style-type: none"> • T° consigne : 21°C (hypothèse) <p>η régulation : 90%</p>		



Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Emission 1 	<ul style="list-style-type: none">➤ Emission par radiateurs acier anciens➤ Robinets thermostatiques anciens➤ Positionnement en allège <p>η émission : 95%</p>		
Emission 2 	<ul style="list-style-type: none">➤ Emission par radiateurs acier récents➤ Robinets thermostatiques➤ Positionnement en allège <p>η émission : 98%</p>		

Commentaires

- **Remarque générale sur l'état de la chaufferie** : Chaufferie propre, mais avec quelques défauts de conformité (absence de ferme porte et BAES).
- **Remarque sur la production** : Production moyennement performante. Fin de vie progressive d'ici 5 ans.
- **Remarque sur la distribution** : Schéma de distribution adapté néanmoins les équipements en chaufferie ne sont pas calorifugés et les réseaux en combles ont quelques défauts de calorifuges.
- **Remarque sur les circulateurs** : Technologie à débit variable performant.
- **Remarque sur la régulation / programmation** : Programmation non accessible et non modifiable. Toutefois, l'entreprise de maintenance a confirmé qu'il n'y avait pas de réduct d'appliqué.
- **Remarque sur les émetteurs** : Une grande partie des émetteurs ont été remplacés permettant d'assurer une émission plus performante. Néanmoins cet effort doit être prolongé, car la part d'émetteur ancien est encore importante.

Point(s) de vigilance :

- Pertes thermiques significatives sur les éléments non calorifugés et sur les défauts d'isolation,
- Programmation non accessible et non modifiable,
- Pas de réduct appliqué – surconsommation importante.

Pour les locaux à usage d'habitation, d'enseignement, de bureaux ou recevant du public :

Les articles R.241-25 à R.241-29 du code de l'énergie instaurent l'obligation de limiter la température de chauffage dans les bâtiments. Les limites supérieures de température de chauffage sont fixées en moyenne à 19° C :

- pour l'ensemble des pièces d'un logement ;
- pour l'ensemble des locaux affectés à un usage autre que l'habitation et compris dans un même bâtiment.

L'article R.241-27 précise les limites de températures moyennes de chauffage en période d'inoccupation pour les bâtiments cités dans l'article R.241-26. Ces limites sont :




- 16°C lorsque la durée d'inoccupation est égale ou supérieure à 24h et inférieure à 48h ;
- 8°C lorsque la durée d'inoccupation est égale ou supérieure à 48h.



b) Installation de chauffage – Bâtiment C

	Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Production		<p>Chaudières au sol</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Marque : CHAPPE ➤ Type : NXR4 / 410 ➤ Energie : Gaz naturel ➤ Puissance : 2 x 440 kW ➤ Année : 2003 <p>η production : 94%</p>		
Distribution		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Distribution bitube en parapluie correctement calorifugée (hors équipement) ➤ Circulation du réseau dans l'ensemble du sous-sol avant de monter en colonne pour alimenter les radiateurs de chaque étage ➤ Distribution non calorifugée en volume chauffé <p>η distribution : 94%</p>		
Circulateur		<p>2 départs régulés avec pompes à débit variable 2 départs régulés avec pompes à débit constant</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Départ ouest : WILO – vitesse variable – P 30 à 930 W ➤ Départ est : WILO – vitesse variable – P 30 à 930 W ➤ Départ sous-station bat B : SALMSON – vitesse 3 – P 910 W ➤ Départ sous-station bat E : SALMSON – vitesse 2 – P 220 W 		
Régulation		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Régulation sur sonde extérieure avec programmation non accessible • T° consigne : 21°C (hypothèse) • T° réduit : 17°C (hypothèse) • Programmation avec réduit <ul style="list-style-type: none"> - Vendredi 18h à lundi 5h <p>η régulation : 96%</p>		



Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Emission 1 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Emission par radiateurs acier récents ➤ Robinets thermostatiques ➤ Positionnement en allège <p>η émission : 98%</p>		

Commentaires

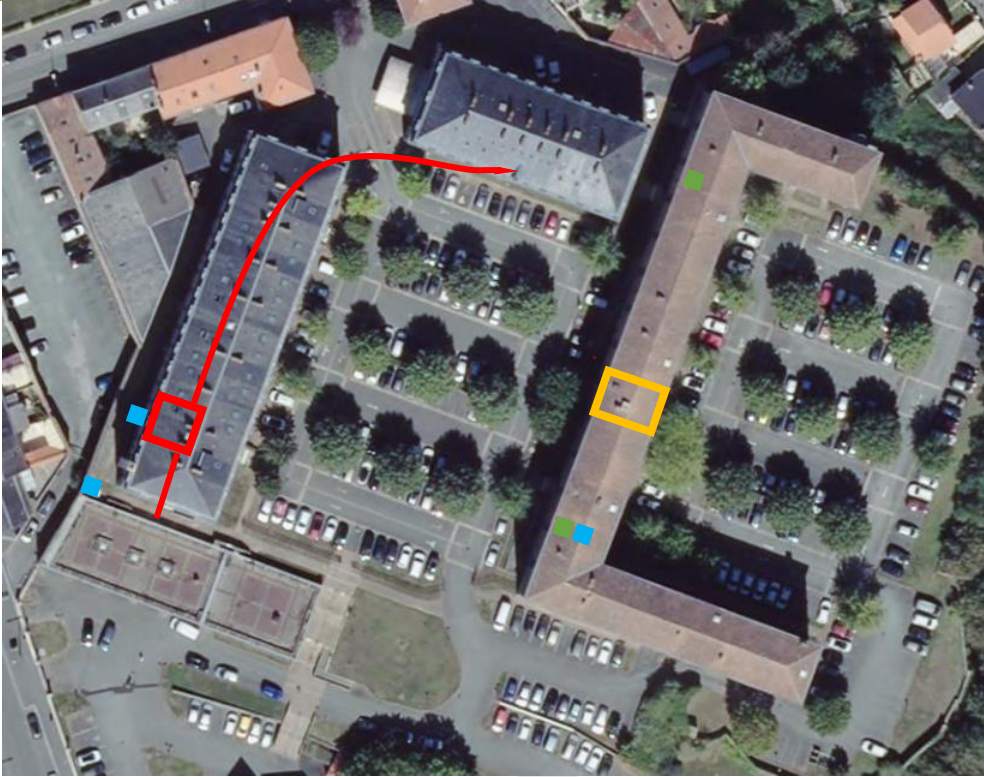





- **Remarque générale sur l'état de la chaufferie** : Chaufferie propre, mais avec quelques défauts de conformité (absence de repérage chaufferie et BAES). De plus, malgré un contrat de type P3, de nombreux problème technique témoigne d'une absence de maintenance : un circulateur hors service, des joints défectueux, une fuite sur un radiateur, un bruleur d'une chaudière hors service, une régulation hors service, la porte d'accès à la chaufferie défectueuse.
- **Remarque sur la production** : Production moyennement performante. Fin de vie progressive. A rappeler tout le même qu'une seule chaudière est en fonctionnement à ce jour, car le bruleur de la deuxième est hors service.
- **Remarque sur la distribution** : Schéma de distribution adapté néanmoins les équipements en chaufferie ne sont pas calorifugés, des traces de corrosion ont été constatées en chaufferie et quelques joints sont défectueux.
- **Remarque sur les circulateurs** : Technologie pouvant être améliorée.
- **Remarque sur la régulation / programmation** : Programmation non accessible et non modifiable. Toutefois, les techniciens ont confirmé qu'il y avait un réduit le week-end.
- **Remarque sur les émetteurs** : Emetteurs entièrement remplacés permettant d'assurer une émission plus performante avec des robinets thermostatiques efficaces.

Point(s) de vigilance :

- Déficit de maintenance – des nombreux défauts ont été constaté pouvant mettre en péril l'alimentation du chauffage d'une grande partie du bâtiment,
- Hydraulique dans un état de vétusté avancé (traces de corrosion et joints défectueux),
- Programmation non accessible et non modifiable,
- Pas de réduit appliqué en semaine – surconsommation significative.



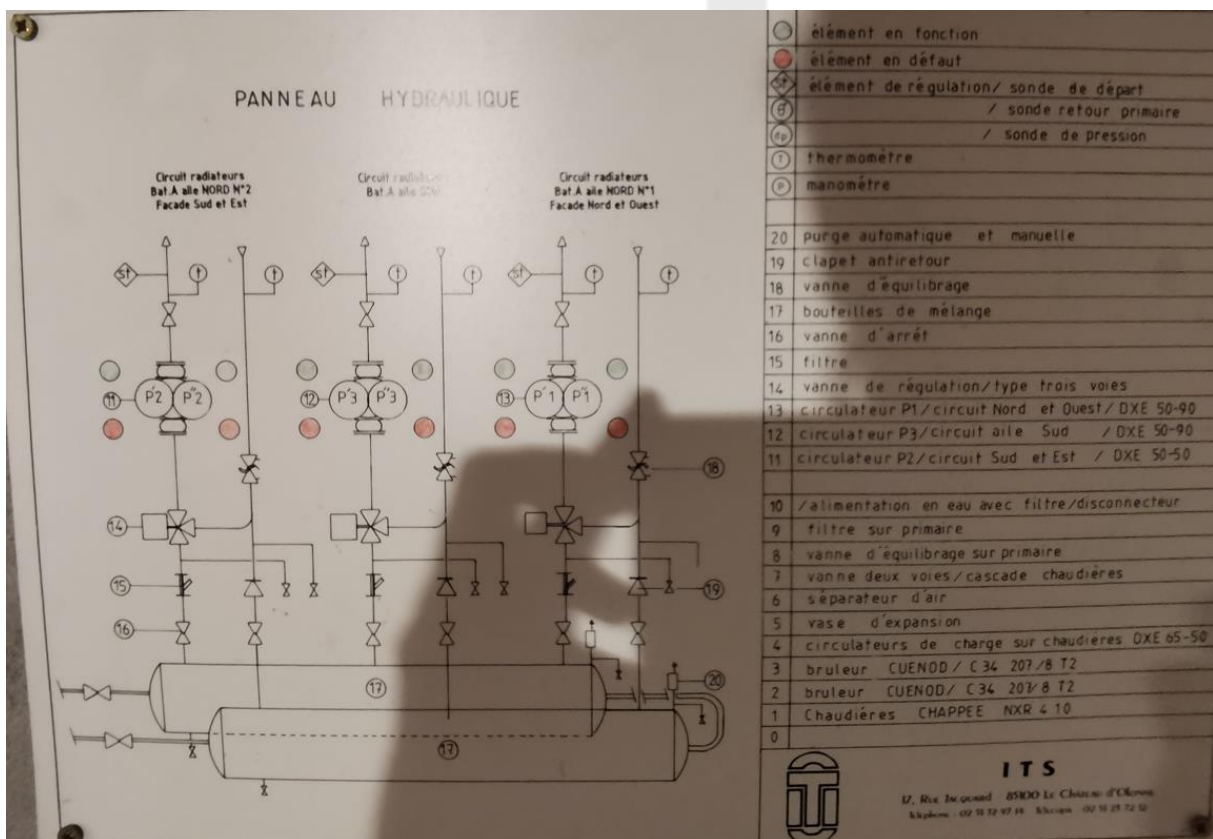
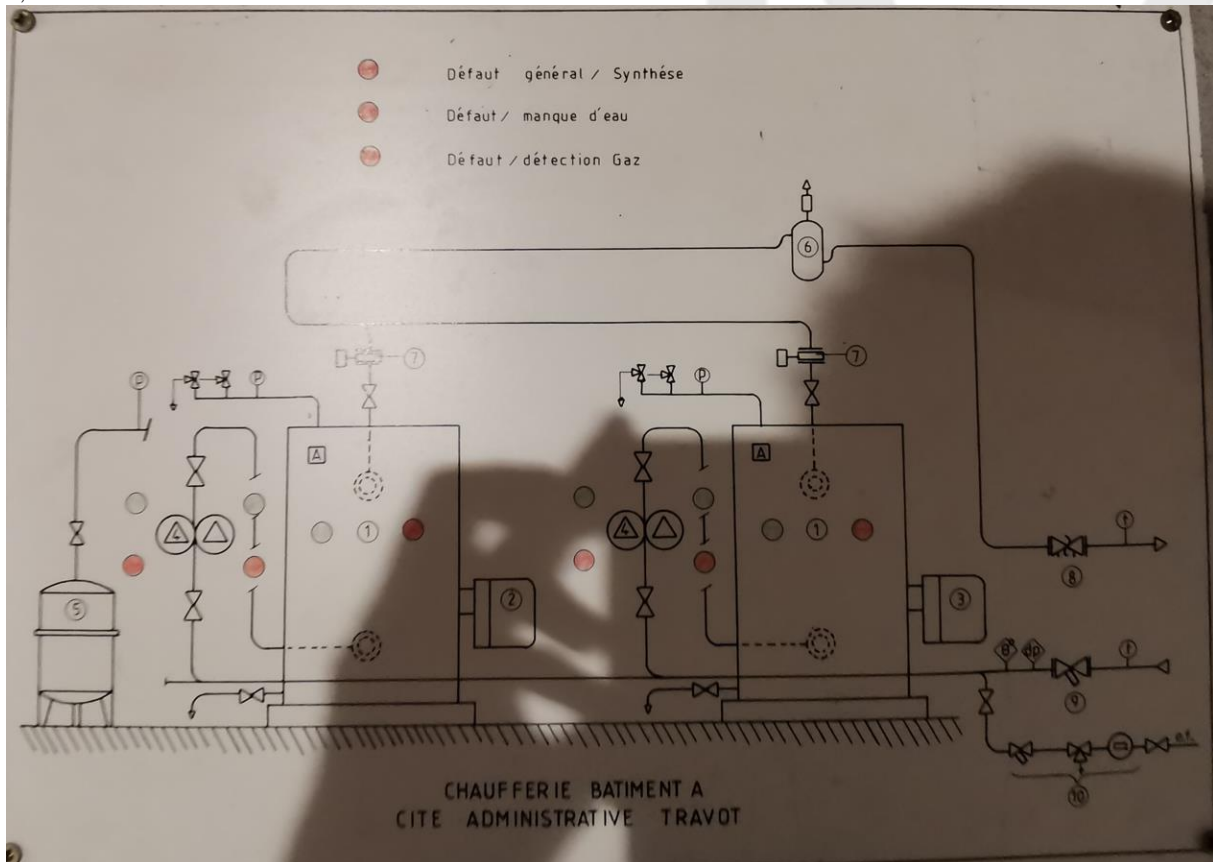
c) *Implantation des équipements*

Niveau	Plan
RDC	
Légende	<div><div> Pompe à chaleur</div><div> VMC simple flux – en combles</div></div> <div><div> Chaufferie bâtiment A – en combles</div><div> Chaufferie bâtiment C – en sous-sol</div><div> Réseaux de chaleur</div></div>



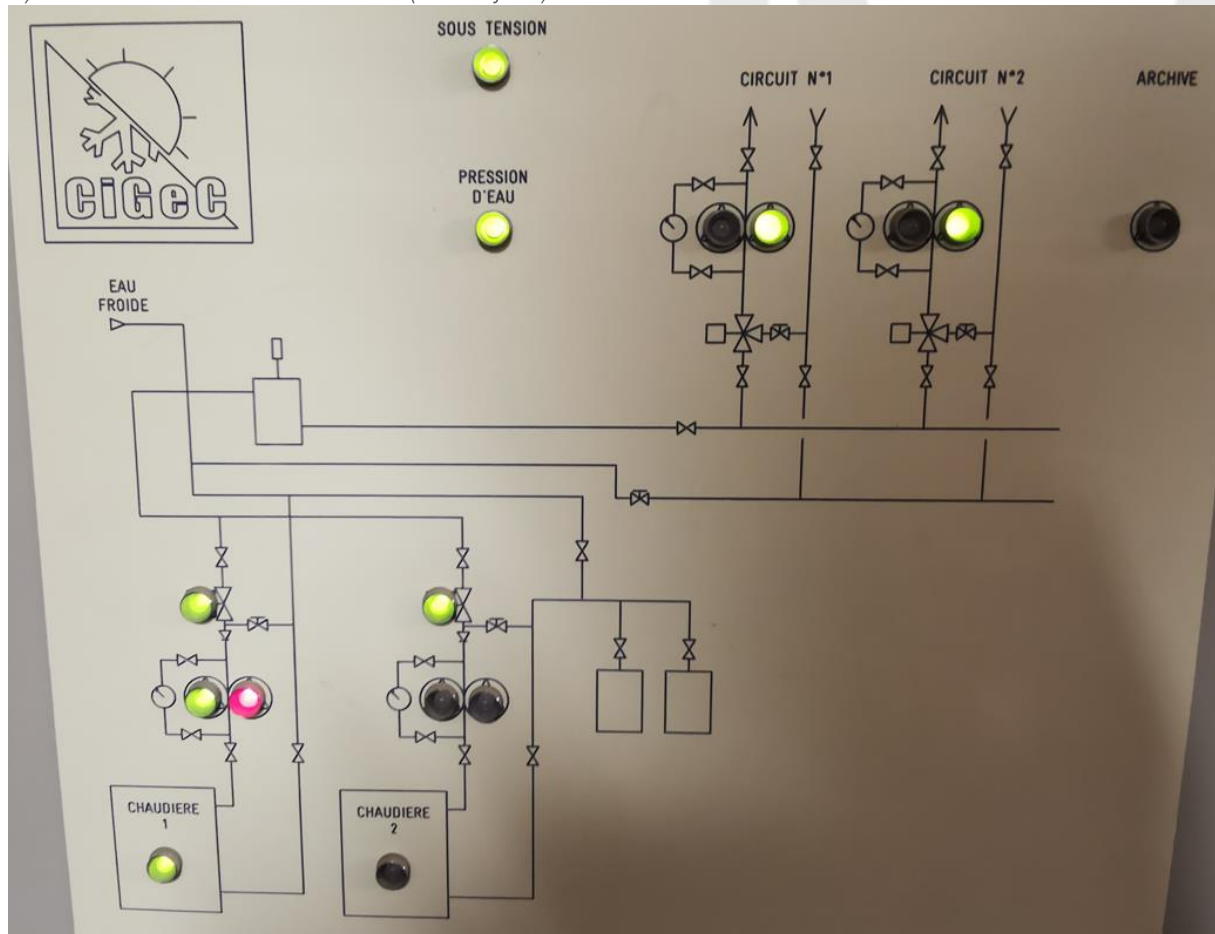
2.2.2 Schéma de principe

a) Chaufferie bâtiment A





b) Chaufferie bâtiment C (non à jour)





2.2.3 Installation de climatisation

Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Production	<p><u>Bâtiment A :</u> PAC air/air monosplit – Pour le local serveur bât A</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Marque : LG ➤ Type : E12EL.UA3 ➤ Energie : Electrique ➤ Nombre : 1 unité intérieure ➤ Puissance : 3.4 kW ➤ Localisation : En combles ➤ Année : non connu <p>EER : 2.5 en moyenne</p> <p><u>Bâtiment C :</u> PAC air/eau monobloc</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Marque : LUFT WAMETAUSCHER BESCHICHTUNG ➤ Type : NGAC ➤ Energie : Electrique ➤ Nombre : 1 unité extérieure ➤ Puissance : 24.5 kW ➤ Localisation : Extérieur ➤ Année : 2015 <p>EER : 3 en moyenne</p>	 	 
Distribution	<p><u>Bâtiment A :</u> ➤ Liaison frigorifique</p> <p><u>Bâtiment C :</u> ➤ Distribution bitube en eau glacée calorifugée en extérieur</p>		
Circulateur	<p><u>Bâtiment A :</u> ➤ Pas de circulateur</p> <p><u>Bâtiment C :</u> ➤ Circulateur intégré à la PAC (non visible)</p>	-	-
Régulation	<p><u>Bâtiment A :</u> ➤ Régulation manuelle par télécommande ➤ Température de consigne local serveur : 20°C</p> <p><u>Bâtiment A :</u> ➤ Régulation manuelle par les émetteurs ➤ Température de consigne : 26°C (hypothèse)</p>		



Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Emission bâtiment A	- ➤ Cassette murale		
Emission bâtiment C	 ➤ Ventilo-convecteur ➤ Robinets manuels ➤ Positionnement aux murs dans les combles aménagés au dernier étage		

Commentaires

Les installations sont dans leurs ensembles correctes, il est à noter :

- La pompe à chaleur du bâtiment A est située en combles ne permettant pas de garantir une performance optimale en période estivale. En effet, l'air ambiant dans les combles est bien plus chaud que l'extérieur, or, les performances de la PAC diminuent en mode froid au fur et à mesure que l'air ambiant augmente.
- La pompe à chaleur du bâtiment C permet d'assurer un confort thermique pour les occupants du dernier étage en période estivale. A noter tout de même la performance moyenne des émetteurs et de la régulation.

Point(s) de vigilance :

- PAC air/air en combles sans grilles d'air neuf – non adapté.

La norme européenne EN 378 définit 3 catégories de bâtiment :

- Catégorie A : Hôpitaux, tribunaux, prisons, théâtres, hôtels, supermarchés, écoles, gares, restaurants.
- Catégorie B : Bureaux ou locaux professionnels, laboratoires, lieux de fabrication à activité générale, etc.
- Catégorie C : Installations de fabrication par exemple chimiques, alimentaires, boissons, fabriques de glaces, crèmes glacées, raffinerie, entrepôts, etc.

Les fluides sont classés en différentes catégories selon leur toxicité et/ou inflammabilité. Les fluides utilisés en détente directe (R22, R407C, R410A) sont classés "L1", c'est-à-dire non inflammables et faiblement toxiques. Pour ces fluides, seuls les bâtiments appartenant à la catégorie A sont concernés par une limitation du taux de concentration.



2.2.4 Installation de production d'ECS

Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Production 	Accumulateurs <ul style="list-style-type: none"> ➤ Marque : différents modèles ➤ Energie : Electrique ➤ Puissance : 1.2 à 2 kW ➤ Capacité : 50 à 100 litres ➤ Année : différentes époques ➤ Nombre : 7 – bâtiment A <ul style="list-style-type: none"> - Zone sanitaire ou tisanerie de chaque étage et chaque aile ➤ Nombre : 3 – bâtiment C <ul style="list-style-type: none"> - Zone sanitaire ou tisanerie pour plusieurs étages sur les ailes 		
Réseau 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Distribution en zone chauffée et proche des points de puisage 		
Points de puisage 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mixité de robinets simple avec ou sans mousseur 		
Besoins	Il a été pris en compte une consommation d'eau chaude sanitaire forfaitaire selon l'usage du site.	-	-

Commentaires

L'installation répond aux besoins ECS :

- Productions proches des points de puisage
- Productions situées en volume chauffé.

Point(s) de vigilance :

- Débit d'eau important dans les robinets sans mousseur.

Réglementation pour les établissements recevant du public (ERP) : l'Arrêté du 1er février 2010 relatif à la surveillance des légionelles dans les installations de production, de stockage et de distribution d'eau chaude sanitaire fixe les objectifs de surveillance des installations.

Pour les ERP (hors établissement de santé) a minima un contrôle et un suivi de températures mensuel sont demandés au niveau de la production, distribution et point de puisage. Le suivi sera assuré par le « carnet sanitaire ».



2.2.5 Installation d'éclairage







a) Installation éclairage – Bâtiment A

Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Luminaire bureau   	<p>Dalles 600x600 avec tubes fluorescents</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Puissance : 4 x 18 W/u <p>Réglette avec tube fluorescent</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Puissance : 2 x 36 W/u ➤ Puissance : 2 x 35 W/u <p>Puissance totale installée : 33 900 W Soit 12W/m²</p>	 	 
Luminaire salle de réunion 	<p>Réglette avec tube fluorescent</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Puissance : 2 x 35 W/u <p>Puissance totale installée : 1 298 W Soit 11W/m²</p>		



	Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Luminaire circulation		Hublot avec ampoules fluocompactes ➤ Puissance : 17 W/u		
		Réglette avec tube fluorescent ➤ Puissance : 35 W/u		
		Réglette avec tube fluocompacte – ➤ Puissance : 16 W/u		
		Puissance totale installée : 5 382 W Soit 3.9W/m²		
Luminaire sanitaire		Hublot avec ampoule fluocompacte ➤ Puissance : 11 W/u		
		Hublot avec ampoule incandescente ➤ Puissance : 60 W/u		
		Hublot avec ampoule LED ➤ Puissance : 5 W/u		
		Spots encastrés LED ➤ Puissance : 20 W/u		
		Réglette avec tube fluorescent ➤ Puissance : 36 W/u		
		Puissance totale installée : 1 689 W Soit 10.5W/m²		



Gestion	Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
	 	<ul style="list-style-type: none">➤ Interrupteur manuel en majorité➤ Détection de présence dans une partie des sanitaires, des circulations et des bureaux du bâtiment C	 	 

Commentaires

L'éclairage artificiel semble répondre aux besoins, cependant il est à noter :

- Une installation est énergivore en majorité en témoigne le ratio W/m² élevé. A noter qu'un bâtiment de bureaux équipé en 100% LED a une puissance surfacique d'environ 4W/m².
- Néanmoins, lors des relevés, plusieurs éclairages avaient une puissance réduite de moitié. En effet, régulièrement dans des bureaux, seuls 2 tubes fluorescents sur 4 des dalles 600x600 étaient utilisés réduisant de fait la puissance installée. A noter que dans ces cas de figure, le flux lumineux n'était peut-être pas au niveau réglementaire.
- A noter aussi que quelques bureaux n'étaient pas occupés, la consommation d'éclairage est donc là aussi réduite.
- La gestion des commandes d'allumage n'est pas optimisée en majorité.

Point(s) de vigilance :

- Présence de lampes basses consommations dans certains sanitaires (non adapté à l'allumage et extinction).
- L'étude a pris en compte le futur usage. Avec l'augmentation du nombre d'agents, plus de bureaux seront éclairés ce qui aura tendance à augmenter les consommations liées à l'éclairage.

L'article R.232-7 du code du Travail précise :

- Pour les Voies de circulation intérieure : Éclairement minimal 40 Lux
- Pour les Vestiaires et Sanitaires : Éclairement minimal 120 Lux
- Pour les Locaux aveugles affectés à un travail permanent 200 Lux

Pour l'Éclairage de locaux particuliers / Zones de travail

















- Pour la Mécanique moyenne, Dactylographie, Travaux de bureau : Éclairement minimal 200 Lux
 - Pour le Travail de petites pièces, Bureau de dessin, mécanographie : Éclairement minimal 300 Lux
 - Pour la Mécanique fine, gravure, comparaison de couleur, Dessin difficile ... : Éclairement minimal 400 Lux
 - Pour la Mécanique de précision, Électronique fine, Contrôles divers : Éclairement minimal 600 Lux
-



b) Installation éclairage – Bâtiment C

Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Luminaire bureau 	<p>Dalles 600x600 avec tubes fluorescents</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Puissance : 4 x 18 W/u <p>Réglette avec tube fluorescent</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Puissance : 2 x 58 W/u ➤ Puissance : 2 x 36 W/u ➤ Puissance : 2 x 35 W/u <p>Puissance totale installée : 39 760 W Soit 10W/m²</p>	 	 
Luminaire salle de réunion 	<p>Réglette avec tube fluorescent – en majorité</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Puissance : 2 x 58 W/u ➤ Puissance : 2 x 36 W/u ➤ Puissance : 2 x 35 W/u <p>Réglette LED</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Puissance : 20 W/u <p>Pavé LED</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Puissance : 33 W/u <p>Puissance totale installée : 2 723 W Soit 8.7W/m²</p>	  	  
Luminaire circulation 	<p>Hublot avec ampoules fluocompactes</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Puissance : 18 W/u <p>Réglette avec tube fluorescent</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Puissance : 36 W/u <p>Puissance totale installée : 3 479 W Soit 3.5W/m²</p>	 	 



Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
Luminaire sanitaire  	Spot encastré avec ampoule fluocompacte ➤ Puissance : 18 W/u		
	Hublot avec ampoule incandescente ➤ Puissance : 60 W/u		
	Hublot avec ampoule LED ➤ Puissance : 5 W/u		
	Réglette avec tube fluorescent ➤ Puissance : 36 W/u		
	Puissance totale installée : 2 627 W Soit 14.2W/m²		
Gestion  	➤ Interrupteur manuel en majorité		
	➤ Détection de présence dans une partie des sanitaires et des circulations		

Commentaires

L'éclairage artificiel semble répondre aux besoins, cependant il est à noter :

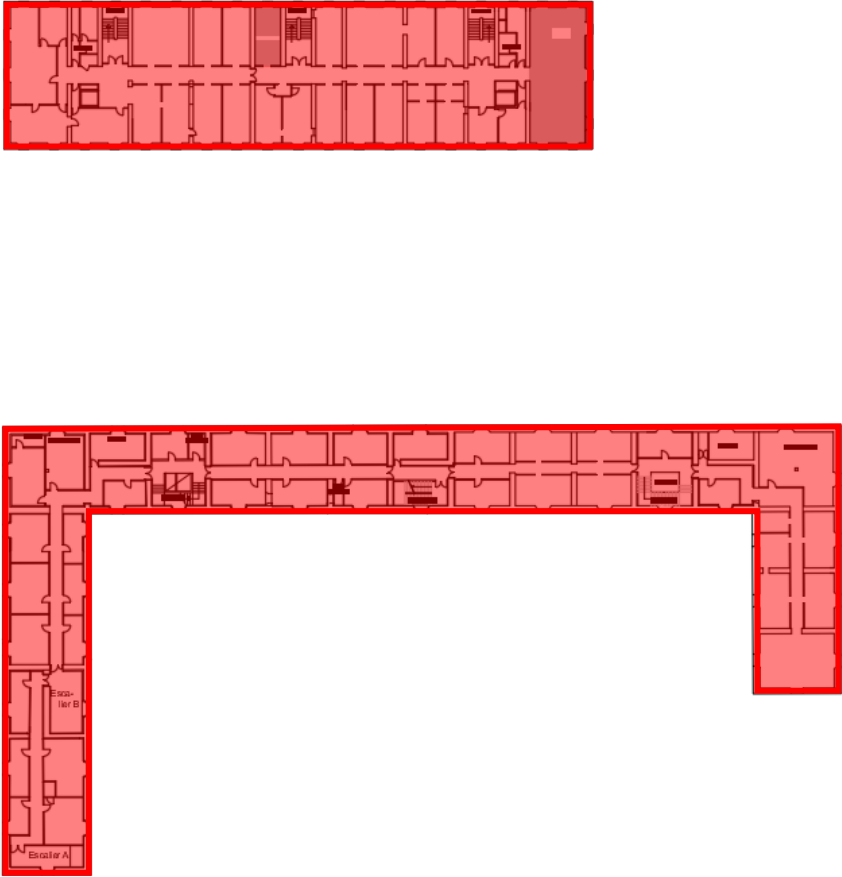



- Tout comme le bâtiment A, l'installation est énergivore en majorité. Les appareillages LED sont très ponctuels.
- De plus, plusieurs éclairages avaient aussi une puissance réduite de moitié avec souvent 1 tube fluorescent sur 2 en fonctionnement.
- Par ailleurs, un certain nombre de bureaux étaient là aussi inoccupés, la consommation d'éclairage est donc là aussi réduite.
- La gestion des commandes d'allumage n'est pas optimisée en majorité.

Point(s) de vigilance :

- Présence de lampes basses consommations dans certains sanitaires (non adapté à l'allumage et extinction).
- L'étude a pris en compte le futur usage. Avec l'augmentation du nombre d'agents, plus de bureaux seront éclairés ce qui aura tendance à augmenter les consommations liées à l'éclairage.



c) Répartition des zones d'éclairage

Niveau	Plan masse		
Masse			
Légende	 4 – 8 W/m ²	 4 – 8 W/m ²	 > 8 W/m ²



2.2.6 Autres usages

Illustrations	Descriptions	Vétusté	Avis perf
<p>Bureaux / Salle de réunion</p>   	<p><u>Bâtiment A et C :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Imprimante ➤ Ordinateur fixe avec écran plat ➤ Baie informatique ➤ Vidéoprojecteurs <p>Puissance installée Bat A : 34 000 W Puissance installée Bat C : 27 100 W</p>	-	-
<p>Tisanerie / salle d'attente / accueil</p>   	<p><u>Bâtiment A et C :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Distributeurs ➤ Micro-ondes ➤ Cafetières ➤ Réfrigérateurs ➤ Fontaine à eau ➤ Télévision <p>Puissance installée Bat A : 14 100 W Puissance installée Bat C : 11 600 W</p>	-	-



Commentaires

Les consommations des autres usages sont difficiles à réduire, cependant il est à noter :

- Privilégier les équipements basse consommation
- Utiliser les modes économie d'énergie

Point(s) de vigilance :

- Seul le remplacement des équipements permettra de réduire les consommations.
- L'étude a pris en compte le futur usage. Avec l'augmentation du nombre d'agents, plus d'ordinateurs seront en fonctionnement ce qui aura tendance à augmenter les consommations liées aux autres usages.

Dans le calcul réglementaire, la consommation des autres usages n'est pas prise en compte. Seule l'analyse réelle permet une répartition des consommations des autres usages.



2.2.7 Tableau de synthèse des usages

Ci-dessous est présenté une synthèse des usages selon les zones :

Désignations	Surf.	Moyenne Pers.	Planning Occup.	Eclairage	Informatiques	Autres	Ventilation		Eclairage Ratio
	m²	u		W	W		Extraction	Soufflage	
Bat A	4499	202	L à V de 8h à 18h	42269	34000	14100	734	-	9,4
Bat C	3976	205	L à V de 8h à 18h	48589	27100	11600	885	-	12,2



2.3 Illustrations Caméra Thermique

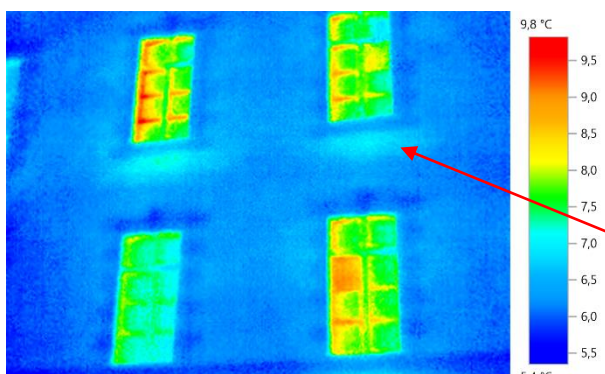
L'analyse thermographique permet une lecture précise et non destructrice pour, entre autres, l'analyse des déperditions de chaleur du bâtiment.

De plus, cet outil permet, avec l'aide d'une sonde d'hygrométrie, de déceler les risques de moisissures et de condensation.

Illustrations caméra thermique réalisée Text 9°C



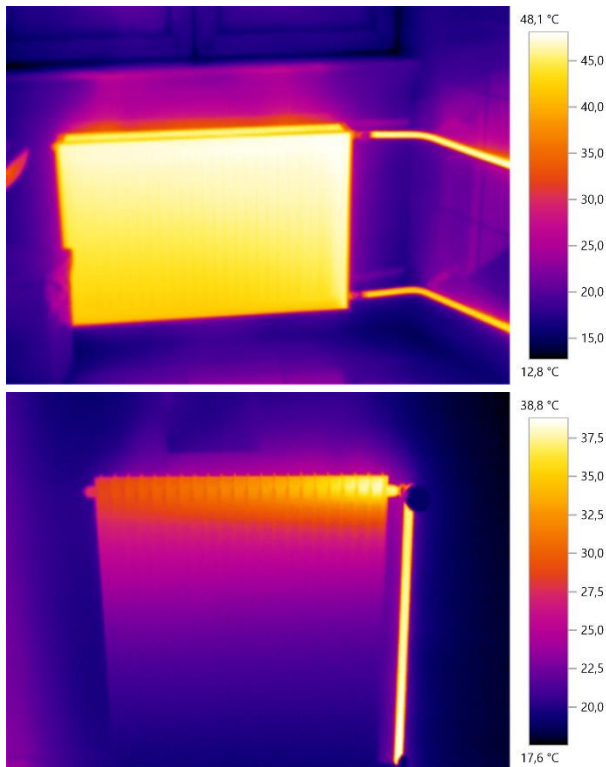
Visualisation des pertes thermiques sur les éléments non calorifugés en chaufferie



Pertes thermiques en façade

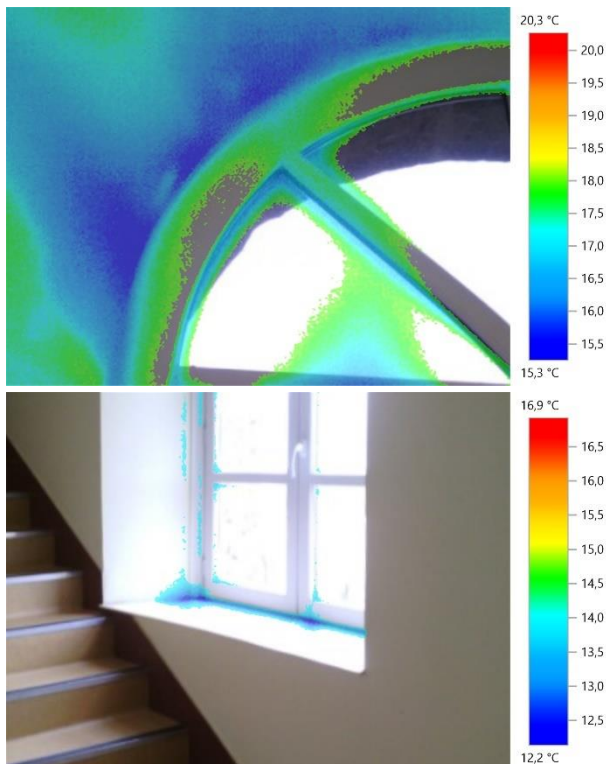
Accentuation des déperditions au niveau des ouvrants

Visualisation des émetteurs en fonctionnement à travers le mur (symptomatique d'un mur non isolé)



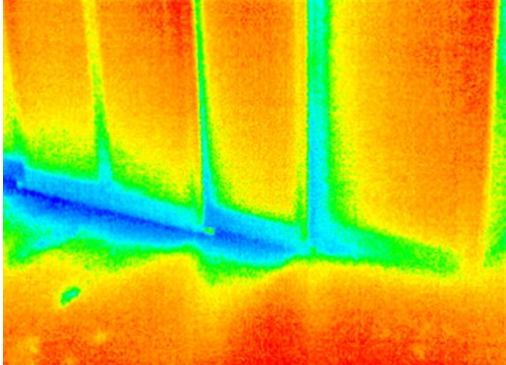
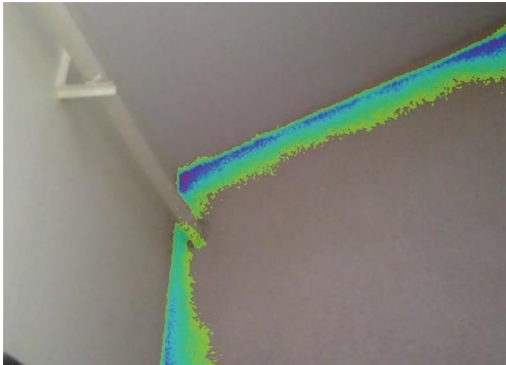
Émission différente entre ces deux radiateurs :

- Le premier est en fonctionnement
- Le deuxième a été coupé par le robinet thermostatique



Infiltration d'air au niveau des ouvrants




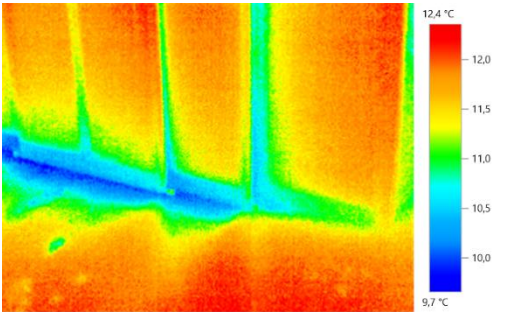


		<p>Absence d'étanchéité au niveau du SAS – bat A</p>
		<p>Visualisation d'un pont thermiques de refend</p>



2.4 Pathologies / Anomalies

2.4.1 Pathologies

Illustrations des pathologies

		<p>Laine de verre en doublage intérieur non adapté aux murs en pierre – risque de dégradation prématurée des murs et de l'isolation,</p>
		<p>Infiltrations d'air importantes au niveau des SAS,</p>
		<p>Infiltration d'eau au niveau de l'appui de certains ouvrants – mauvaise adaptation ou mise en œuvre du cadre de l'ouvrant,</p>
		<p>Isolation en faux plafond irrégulière et sans continuité du pare-vapeur – plancher haut bâtiment A,</p>



	-	Problématiques structurelles au niveau des planchers deux bâtiments (selon étude structure).
		Développement de mérule sur la charpente du bâtiment A – fragilisation de la structure.



2.4.2 Anomalies

Illustrations des anomalies



Pertes thermiques significatives sur les éléments non calorifugés et sur les défauts d'isolation



Programmation non accessible et non modifiable dans les deux chaufferies

Pas de réduct appliqué – surconsommation importante – bat A

Pas de réduct appliqué en semaine bat C – surconsommation significative.



Déficit de maintenance – de nombreux défauts ont été constatés pouvant mettre en péril l'alimentation du chauffage d'une grande partie du bâtiment C



Hydraulique dans un état de vétusté avancé
(traces de corrosion et joints défectueux) – bat C



3 ANALYSE DES DONNEES

3.1 Préambule / méthode de calcul

Dans un premier temps il est réalisé le calcul des déperditions détaillé pour ensuite pouvoir avoir une analyse de la consommation théorique comparée à la consommation réelle permettant la réalisation d'un bilan énergétique sur une année pour les différents postes de consommation.

Dans un second temps, les consommations énergétiques sont évaluées à partir du logiciel Perrenoud BAO Evolution. Ce logiciel de calcul des consommations réelles permet aussi d'utiliser la méthode Th-C-Ex (réglementaire). L'intérêt de cet outil est de pouvoir, en une seule saisie, comparer le bâtiment en mode réel et en mode réglementaire.

Selon le règlement de subventions du SYDEV, il sera présenté les étiquettes selon la méthode Th-C-Ex (réglementaire) tout en conservant une analyse des préconisations et des scénarios selon la méthode réelle afin d'annoncer des économies d'énergies correspondantes à la réalité.

La saisie précise du bâtiment est établie afin de correspondre au tableau de synthèse des usages présenté au chapitre 2.2.7.

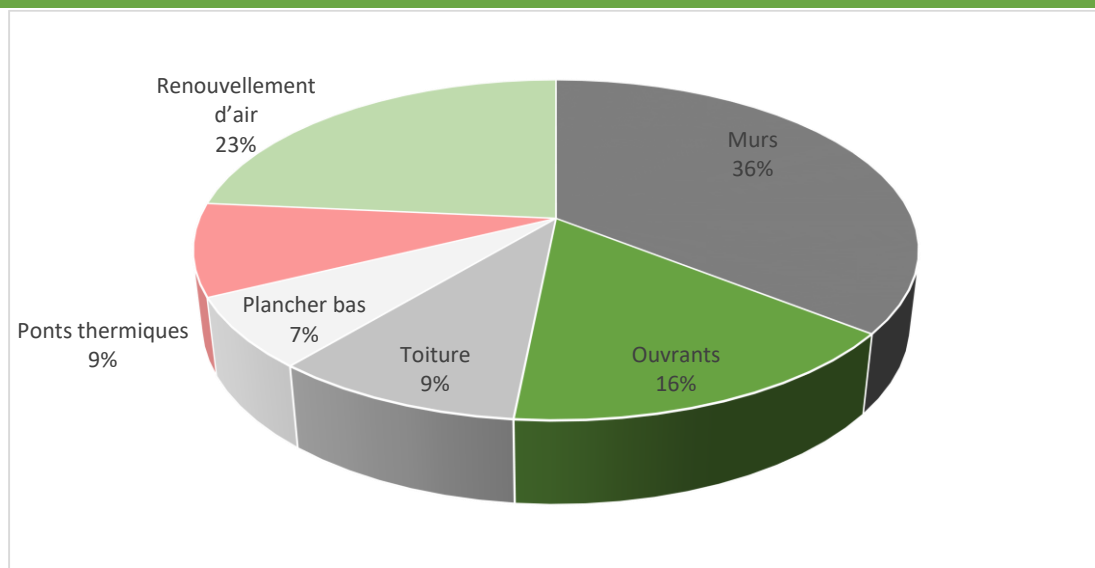


3.2 Analyse des déperditions – Bâtiment A

Le calcul des déperditions montre une déperdition de 212.1 kW ce qui implique une puissance de chauffage à installer de 254.5 kW.

	Déperditions [kW]	Pourcentage de répartition [%]
Murs	75,7 kW	36%
Ouvrants	33,6 kW	16%
Toiture	20,1 kW	9%
Plancher bas	14,2 kW	7%
Ponts thermiques	18,6 kW	9%
Renouvellement d'air	49,9 kW	24%
Total	212,1 kW	100%

Répartition des déperditions



Commentaires

Cette répartition des déperditions indique :

- La plus grande partie des pertes thermiques se situe au niveau des murs. Cela témoigne d'une isolation relativement faible couplée à une surface déperditive importante.
- Le renouvellement d'air et les ouvrants ont aussi une part significative.

Point(s) de vigilance :

- Il a été pris en compte une ouverture des fenêtres régulières dans les bureaux correspondant aux réels. Néanmoins, s'il est pris en compte les débits d'extraction réglementaire, la puissance à installer sera plus importante.

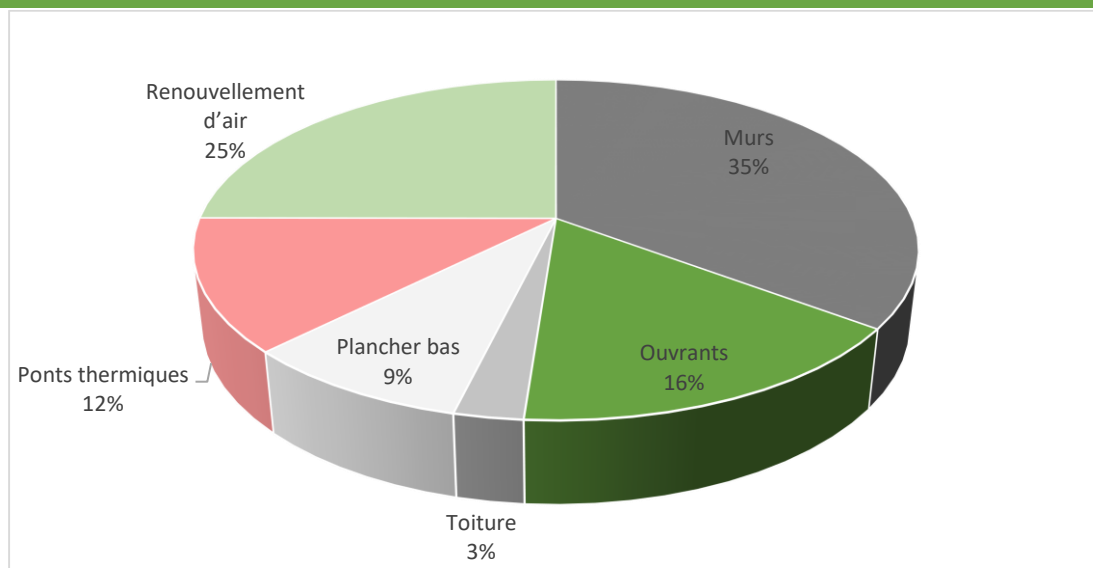


3.3 Analyse des déperditions – Bâtiment C

Le calcul des déperditions montre une déperdition de 181.1 kW ce qui implique une puissance de chauffage à installer de 217.4 kW.

	Déperditions [kW]	Pourcentage de répartition [%]
Murs	63,8 kW	35%
Ouvrants	28,9 kW	16%
Toiture	4,7 kW	3%
Plancher bas	15,8 kW	9%
Ponts thermiques	22,7 kW	13%
Renouvellement d'air	45,2 kW	25%
Total	181,2 kW	100%

Répartition des déperditions



Commentaires

Cette répartition des déperditions indique :

- La répartition des déperditions est assez similaire au bâtiment A. La différence la plus notable est au niveau du plancher haut où la part de la toiture témoigne d'une performance plus importante à ce poste.

Point(s) de vigilance :

- Tout comme le bâtiment A, il a été pris en compte une ouverture des fenêtres correspondant aux réels. Néanmoins, s'il est pris en compte les débits d'extraction réglementaire, la puissance à installer sera plus importante.



3.4 Analyse des consommations

3.4.1 Consommations calculées – modèle théorique

Usage	Energie	kWh EF	kWh EP	kg CO2	Coût énergétique [€ TTC]
Chauffage	Gaz naturel	692 587	692 587	162 065	41 555
Refroidissement	Electrique	8 322	21 471	699	1 498
Eau chaude sanitaire	Electrique	21 096	54 428	1 772	3 797
Eclairage	Electrique	110 208	284 337	9 257	19 837
Aux de ventilation et chauffage	Electrique	17 974	46 373	1 510	3 235
Autres Usages	Electrique	88 010	227 066	7 393	15 842
Total		938 197	1 326 261	182 697	85 765

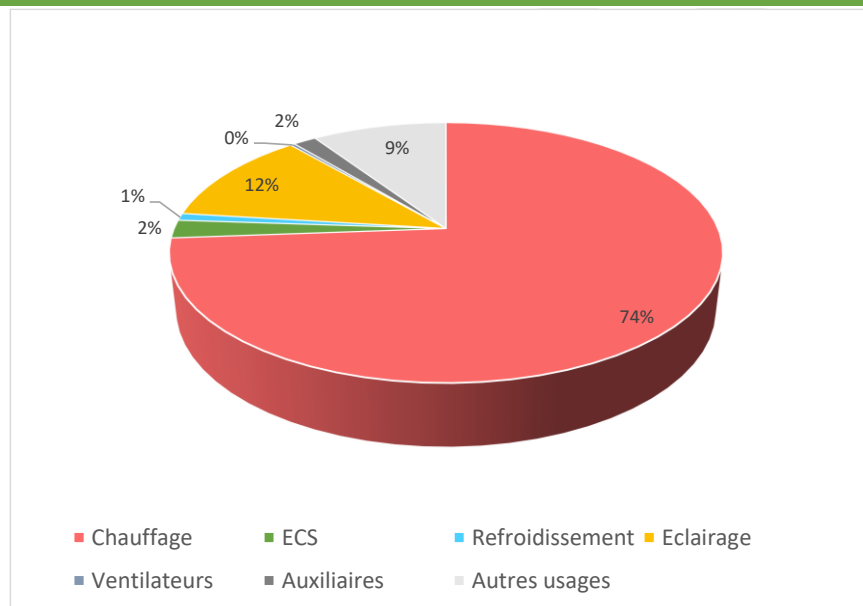
3.4.2 Analyse des consommations théoriques / factures réelles

Energie	Consommations selon factures [kWh EF]	Consommations théoriques [kWh EF]	Différence [%]	Remarques
Gaz naturel	640 889	692 587	8,1%	Ratio de consommations bat C ne tenant pas compte de la performance thermique et de l'usage des bâtiments B et E.
Electrique	223 279	245 610	10,0%	Prise en compte du futur usage (le nombre d'agents augmente ce qui induit plus de consommation informatique et d'éclairage.
Total	864 167	938 197	8,6%	-

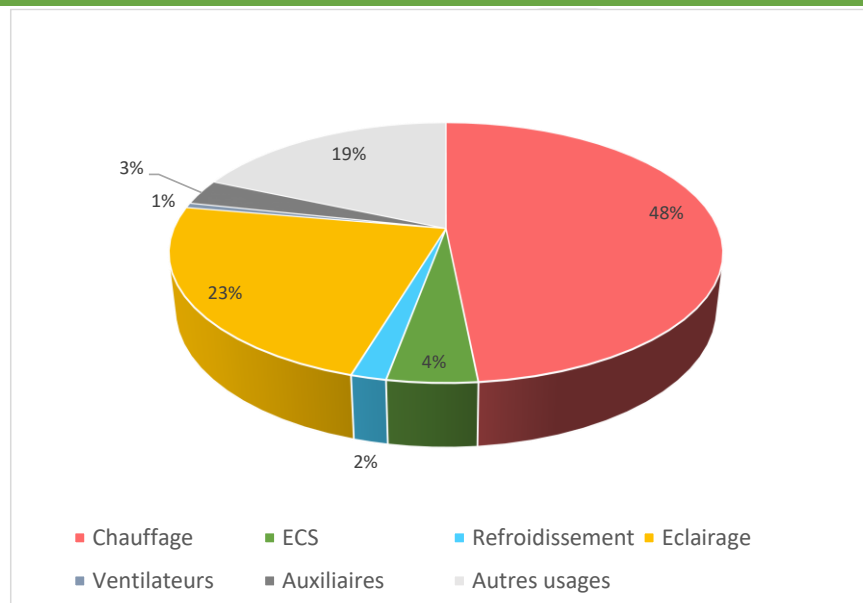


3.4.3 Synthèse

Répartition des consommations



Répartition de la facture énergétique



Commentaires

- Le chauffage représente 74% des consommations du site (gaz naturel + électrique),
- Les consommations électriques ont un impact de 52% sur la facture énergétique avec une part très importante liée à l'éclairage.
- A noter qu'environ 62% des consommations totales sont issues du bâtiment A.



3.5 Bilan du calcul réglementaire – Bâtiment A

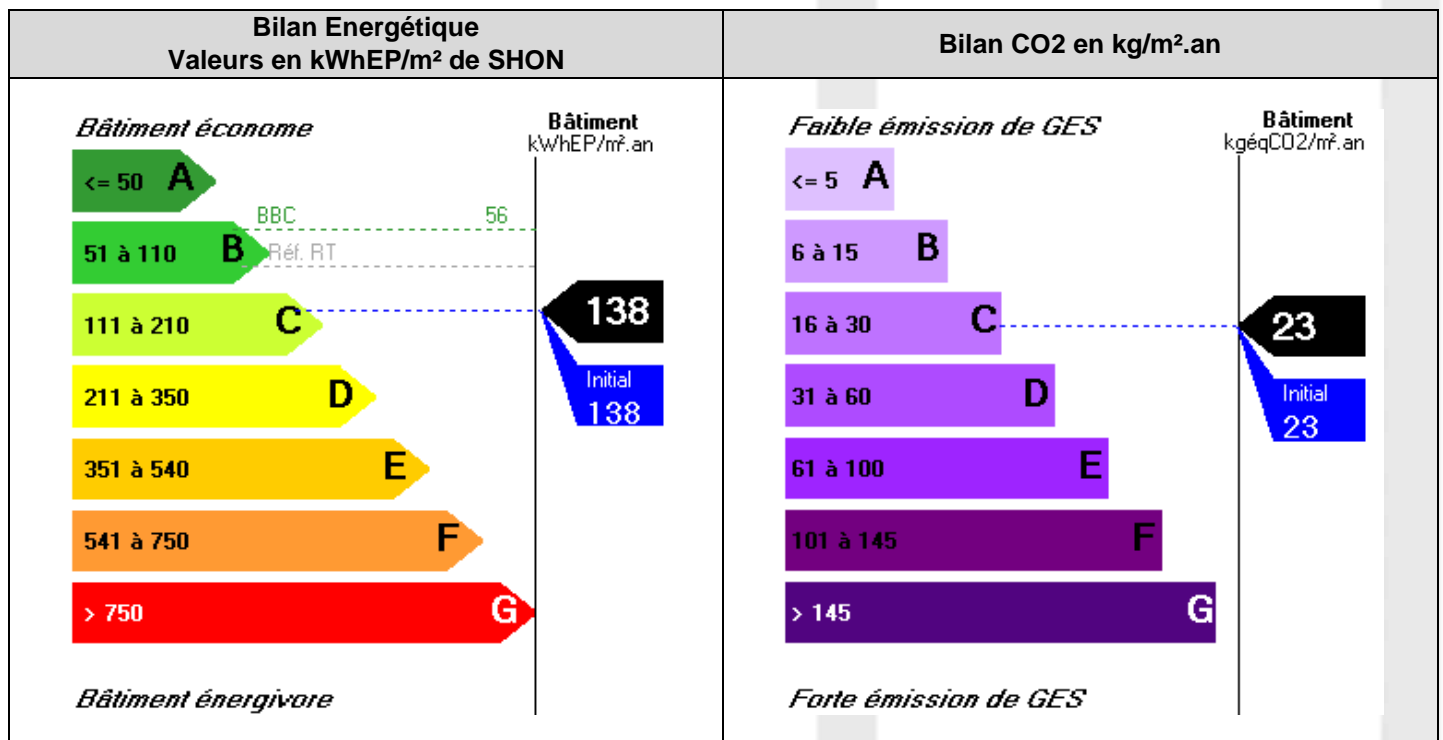
	Etat actuel	Référence réglementaire	Ecart
SHON [m²]	4948,9 m²	-	-
U bat [W/K.m²]	0,88	0,67	+31%
Cep [kWh ep/m².an]	138	93	+48%
Tic [°C]	30,8	32,9	-6%

Le coefficient Ubat est obtenu par le logiciel de calcul réglementaire. Il caractérise l'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment. Plus sa valeur est proche de 0, plus le bâtiment présente une bonne isolation. Au-dessus d'une valeur de 1, le bâtiment est considéré comme mal isolé.

Le coefficient Cep, pour « Coefficient d'Energie Primaire », rend compte de la consommation conventionnelle en énergie primaire pour les cinq postes (Chauffage, Refroidissement, Eau chaude Sanitaire, Eclairage artificiel des locaux, Auxiliaires).

Le coefficient Tic, pour « Température Intérieure Conventionnelle », correspond à la valeur maximale horaire en période d'occupation de la température opérative. Ce coefficient permet de mettre en avant le confort estival au sein du bâtiment sans l'utilisation d'un système de refroidissement.

Les étiquettes réglementaires sont les suivantes :





3.6 Bilan du calcul réglementaire – Bâtiment C

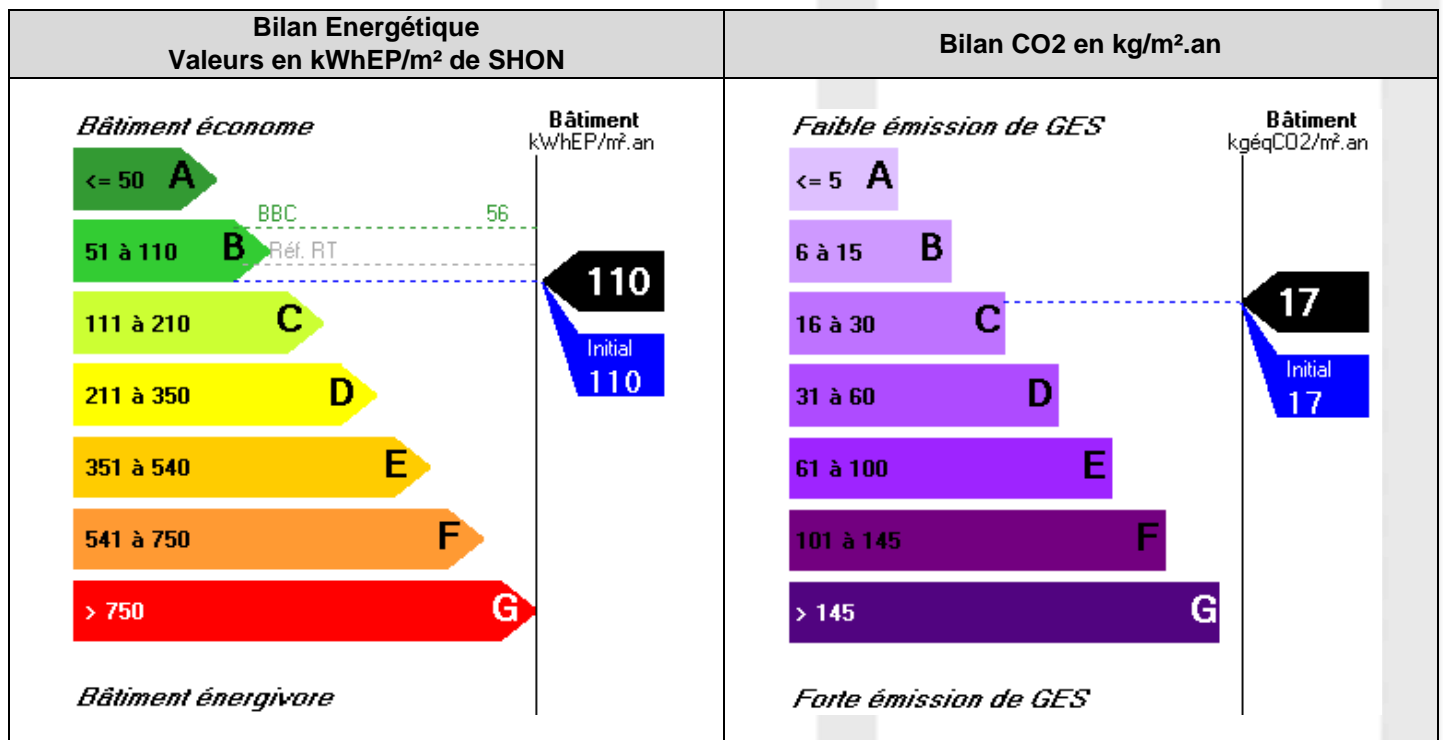
	Etat actuel	Référence réglementaire	Ecart
SHON [m²]	4373,6 m²	-	-
U bat [W/K.m²]	1,25	0,75	+67%
Cep [kWh ep/m².an]	107	89	+20%
Tic [°C]	30,7	32,8	-6%

Le coefficient Ubat est obtenu par le logiciel de calcul réglementaire. Il caractérise l'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment. Plus sa valeur est proche de 0, plus le bâtiment présente une bonne isolation. Au-dessus d'une valeur de 1, le bâtiment est considéré comme mal isolé.

Le coefficient Cep, pour « Coefficient d'Energie Primaire », rend compte de la consommation conventionnelle en énergie primaire pour les cinq postes (Chauffage, Refroidissement, Eau chaude Sanitaire, Eclairage artificiel des locaux, Auxiliaires).

Le coefficient Tic, pour « Température Intérieure Conventionnelle », correspond à la valeur maximale horaire en période d'occupation de la température opérative. Ce coefficient permet de mettre en avant le confort estival au sein du bâtiment sans l'utilisation d'un système de refroidissement.

Les étiquettes réglementaires sont les suivantes :



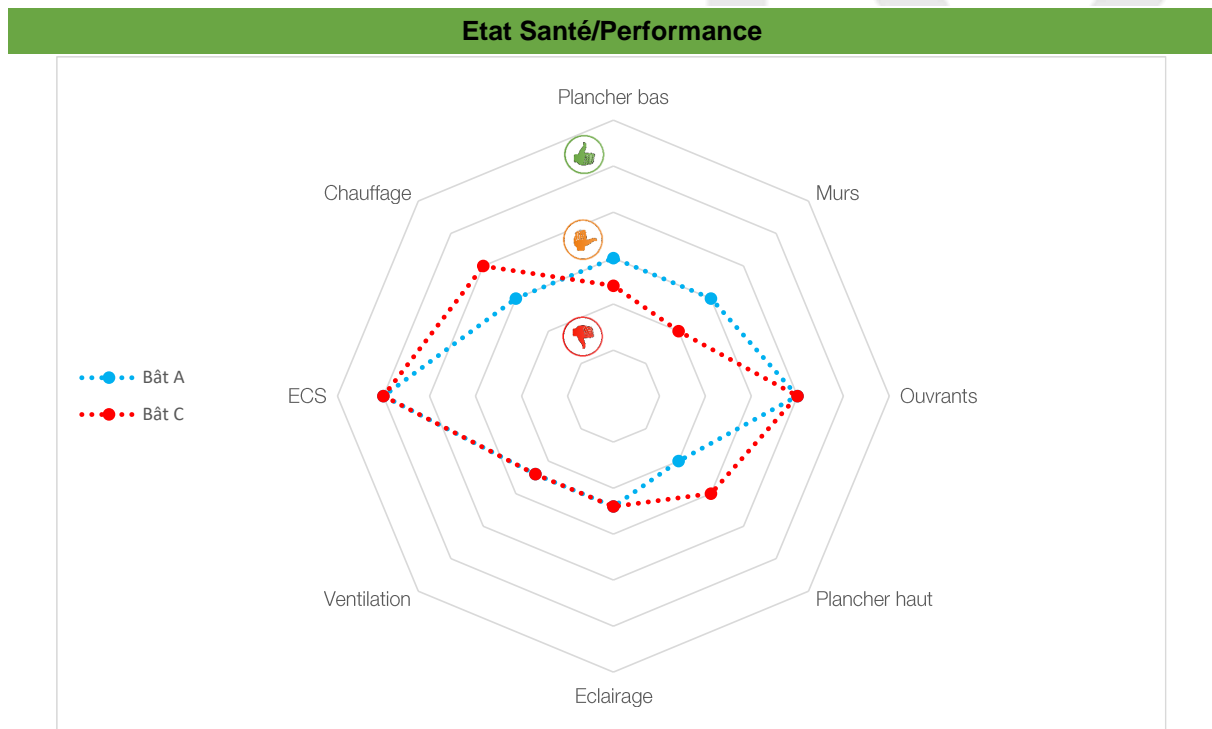
Commentaires

- L'absence de régulation impacte le CEP du bâtiment A.
- L'isolation des murs (bien qu'elle soit faible) influe davantage sur le Ubat que l'isolation du plancher haut étant donné leurs surfaces déperditives respectives. C'est pourquoi le bâtiment C possède un Ubat plus élevé que le bâtiment A.



3.7 Récapitulatif état de santé/performance

Le graphique ci-dessous permet de réaliser un bilan poste par poste du bâtiment et des équipements.



Commentaires

- Il est constaté des bâtiments dont la performance thermique des éléments du bâti est faible, seuls les ouvrants disposent d'une performance correcte malgré quelques défauts ponctuels. A noter aussi l'écart des performances au niveau des murs et du plancher haut entre les deux bâtiments.
- L'éclairage est un poste énergivore. Le potentiel d'amélioration est important, autant sur la technologie que la gestion.
- Le renouvellement d'air est principalement effectué par l'ouverture des fenêtres. Or, la ventilation naturelle ne permet pas de maîtriser ni le volume d'air renouvelé ni la circulation de l'air neuf.
- Les productions d'ECS sont proches des points de puisages et sont adaptées aux besoins.
- Enfin concernant le chauffage, les deux installations sont moyennement performantes. A noter que celle du bâtiment A n'applique aucun réduit, la surconsommation est donc accrue. Puis celle du bâtiment C a de nombreux problèmes techniques pouvant mettre en péril l'alimentation du chauffage. Enfin, dans les deux cas, la régulation pose un véritable problème, l'accès est compliqué, voire impossible, ce qui ne permet pas de modifier ou même de visualiser la programmation.



4 RECOMMANDATIONS ENERGETIQUES

4.1 Potentiel d'économie d'énergie

Description			Coût des travaux (€HT)	Economie annuelle d'énergie EF (kWh)	Economie annuelle Co2 (tonne)	Economie réalisée (€)
Bâti	1	Isolation en sous-face des planchers bas donnant sur le porche bât A et sur le sous-sol bât C - <i>matériau classique</i>	67 260	46 806	11,0	2 757
	2	Isolation des planchers haut - <i>matériau bio sourcé</i>	216 160	64 607	15,1	3 864
	3	Isolation des murs par l'intérieur - <i>matériau bio sourcé</i>	897 750	250 459	59,0	14 680
	4	Remplacement des SAS, fenêtre de toit et portes sur LNC	115 000	28 382	6,7	1 668
Ventilation	5	Mise en œuvre d'une VMC simple flux	601 112	-76 487	-18,0	-4 541
	6	Mise en œuvre d'une VMC double flux	1 108 363	-42 238	-9,8	-2 593
Installations électriques	7	Optimisation des sources d'éclairage	296 625	-9 331	-14,1	8 999
Installations techniques	8	Chaufferie gaz naturel par bâtiment et rénovation de toute l'installation de chauffage	1 002 750	Voir scénario 1		
Energie renouvelable	9	Chaufferie bois granulés centrale avec réseau de chaleur alimentant une sous-station par bâtiment et rénovation de toute l'installation de chauffage	1 183 975	Voir scénario 2		
	10	Pompe à chaleur géothermie par bâtiment avec champ de sonde commun (BETEG) et rénovation de toute l'installation de chauffage	1 432 772	Voir scénario 3		

Le potentiel d'économie d'énergie se base sur le calcul des consommations selon la méthode mensuelle (réelle). Cette méthode permet une analyse plus complète des gains énergétiques.



Commentaires

Ce tableau permet de mettre en avant :

- Les économies d'énergie par rapport aux investissements
- L'intérêt d'étudier certaines solutions

Point(s) de vigilance :

- L'ensemble des préconisations se base sur ce qui est utilisé en existant, toutefois, des adaptations devront être effectuées lors de la phase de conception selon le futur aménagement. De plus, l'investissement ne prend pas en compte les coûts liés à la structure.
- A noter aussi que l'audit énergétique est axé sur les consommations d'énergies, cependant, le confort estival doit aussi être pris en compte dans la rénovation des bâtiments. En effet, de par une STD (Simulation Thermique Dynamique) il est possible de connaître heure par heure l'évolution de la température intérieure de chaque pièce des bâtiments. Ce type d'étude a pour but d'apporter des solutions pour réduire la température intérieure et de fait, améliorer le confort estival. Il serait donc intéressant de réaliser une STD en amont des phases de conceptions afin de connaître les futures températures intérieures suite à la rénovation, puis d'étudier des solutions pour réduire l'inconfort estival (ex. utilisation de matériaux à haute densité, mise en place de protection solaire, mise en place d'une ventilation naturelle nocturne, choix d'aménagement intérieur pour favoriser l'évacuation de la chaleur, etc.).
- Les performances d'isolations préconisées sont proches des exigences de la RE2020, car il est important d'anticiper et de mettre une exigence en corrélation avec l'ampleur du projet afin que la rénovation dure un maximum dans le temps.
- La rénovation complète du site offre l'avantage de limiter les contraintes pour le positionnement des éléments techniques et de pouvoir optimiser le passage des réseaux de chauffage et de ventilation.
- Les solutions d'énergies renouvelables ont été dimensionnées pour assurer 100% des besoins de chauffage. En effet, la performance des bâtis après rénovation permet cela. De plus, cela s'inscrit dans l'objectif long terme de la décarbonisation des bâtiments. Toutefois, il est possible de mettre en place des chaufferies bi-énergie, l'intérêt serait principalement financier, car il permet de réduire l'investissement tout en gardant une production majoritairement renouvelable.
- Enfin, les trois énergies proposent trois approches différentes. Une première assez classique avec une chaufferie gaz naturel par bâtiment. Une deuxième avec une ambition environnementale plus forte avec un réseau de chaleur alimenté par une chaufferie bois centrale. Puis une dernière avec la même ambition environnementale, mais avec un réseau d'eau glycolée commun aux deux bâtiments (BETEG) alimenté par les forages géothermiques. A noter qu'il y a la possibilité d'exploiter le géocooling pour un rafraîchissement passif ou le mode froid pour un rafraîchissement actif (augmentation des consommations de froid dans ce cas-là, mais diminution de 20 à 40% le champ de sonde) avec la VMC double flux ou des émetteurs adaptés (ex : panneaux rayonnants).



4.2 Fiches actions

4.2.1 Actions sur le bâti

PRECONISATION N°1



ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS

ISOLATION DU PLANCHER BAS SUR EXTERIEUR ET
LOCAUX NON CHAUFFES - *Matériau classique*

Performance préconisée: $R\ 4\ m^2.K/W$

Situation actuelle

Bâtiment A : Plancher bas sur porche avec 10 cm d'isolation en sous face et finition lambris
 Bâtiment C : Plancher bas sur sous-sol sans isolation

Cas particulier du site

Rénovation les planchers suite à un problème de structure. La préconisation comprend seulement la dépose de l'isolation existante, l'isolation, la pose et la finition. Le coût de la structure sera à un autre lot.

Mise en œuvre

- Mise en place de l'isolation - 16 cm
matériau classique
- $R = 4\ m^2.K/W$
- Mise en place de rupteur de ponts thermiques
- Mise en place d'un revêtement intérieur ou panneau de fibralth




Avantages

- Adaptation de l'isolation selon la nouvelle composition des planchers et possibilités de mettre des rupteurs de pont thermique

Inconvénients

- Augmentation de l'épaisseur du plancher

Etude financière

	Bat A	Bat C	
Décomposition de l'investissement :			
• Nb de m ²	84	1009	m ²
• Prix unitaire de l'intervention	80	60	€HT/m ²
Investissement :	67 260	€HT	
Economie d'énergie :	46 806	kWh/an	
Economie financière :	2757	€TTC/an	
Co2 évitées :	11	tonne(s)	
TR brut sans aides :	24	an(s)	



PRECONISATION N°2



ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS

ISOLATION DU PLANCHER HAUT - *Matériau bio-sourcé*

Performance préconisée: $R \geq 10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Situation actuelle

- Bâtiment A : Plancher bois sur combles avec 10 cm de laine de verre en faux plafond
10 cm d'isolation sous rampant
Bâtiment C : Plancher bois sur combles avec 10 cm de laine de verre en faux plafond
20 cm d'isolation sous rampant

Cas particulier du site

Rénovation de la charpente suite à un développement de mэрule. La préconisation comprend seulement la dépose de l'isolation existante, l'isolation, la pose et la finition. Le coût de la structure sera à un autre lot.

Mise en œuvre

- Mise en place de l'isolation (isolant soufflé pour les planchers horizontaux) - 46 cm de ouate de cellulose *matériau bio-sourcé*
- $R = 10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- Mise en place de l'isolation (isolant semi-rigide avec une couche haute densité pour les rampants) - 30 cm de laine de bois *matériau bio-sourcé*
- $R = 8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- Mise en place de rupteur de ponts thermiques
- Encapsulation de l'isolation soufflée
- Mise en place de la finition intérieure
-
- Nota : Les coûts d'un plancher en combles et de l'isolation phonique des planchers intermédiaires n'ont pas été pris en compte dans l'investissement. De plus, prévoir un plénum technique de 50 cm minimum entre les planchers et le faux plafond pour le passage des réseaux de chauffage, de ventilation et d'électricité.



Avantages

- Amélioration du confort estival grâce à des matériaux à haute densité
- Adaptation de l'isolation selon la nouvelle composition des planchers et possibilités de mettre des rupteurs de pont thermique

Inconvénients

- Augmentation de l'épaisseur du plancher et des rampants
- Poids de l'isolation à prendre en compte pour le dimensionnement de la structure

Etude financière

Décomposition de l'investissement :	Bat A	Bat C	
• Surface d'isolation	1135	792	m ²
• Prix de l'intervention	116 260	99 900	€HT
Investissement :	216 160	€HT	
Economie d'énergie :	64 607	kWh/an	
Economie financière :	3864	€TTC/an	
Co2 évitées :	15,1	tonne(s)	
TR brut sans aides :	>25	an(s)	



PRECONISATION N°3



ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS

ISOLATION PAR L'INTERIEUR DES MURS EXTERIEURS -
Matériau bio-sourcé

Performance préconisée: $R \ 4,35 \text{ m}^2.\text{K/W}$

Situation actuelle

Bâtiment A : Murs en pierre de 75 cm avec 6 cm de laine de verre
Murs en pierre de 60 cm sans isolation – sur combles
Bâtiment C : Murs en pierre de 65 cm avec 10 cm de laine de verre - sur pignon nord
Murs en pierre de 65 cm sans isolation – sur combles

Cas particulier du site

Mise à nu des murs et dépose des planchers intermédiaires donc possibilité de mettre en place des rupteurs de pont thermique.
Reprise de parement extérieur non pris en compte dans l'investissement.
Murs en pierre avec une charge d'humidité importante, la mise en place d'un matériau biosourcé est obligatoire pour maintenir l'équilibre hygrothermique de la paroi

Mise en œuvre

- Mise en place de l'isolation - 16 cm de laine de bois
matériau bio-sourcé
- $R = 4,35 \text{ m}^2.\text{K/W}$
- Mise en place d'un revêtement intérieur
- Mise en place de rupteurs de pont thermique au niveau des planchers intermédiaires
- Nota : L'isolation d'un mur permet une amélioration du confort hivernal au détriment du confort estival. Toutefois, en comparaison avec une laine minérale, la laine de bois limitera cette perte d'inconfort estival grâce à sa densité. A noter aussi que les refends pourront encore maintenir une inertie significative dans les bâtiments.



Avantages

- Equilibre hygrothermique maintenu avec la mise en place de laine de bois
- Amélioration du confort hivernal

Inconvénients

- Augmentation de l'épaisseur des murs donc perte de surface habitable
- Pertes d'inertie donc fluctuation plus importante des températures intérieures

Etude financière

Décomposition de l'investissement :	Bat A	Bat C	
• Nb de m^2	4088	1897	m^2
• Prix unitaire de l'intervention	150	150	€HT/ m^2
Investissement :	897 750	€HT	
Economie d'énergie :	250 459	kWh/an	
Economie financière :	59	€TTC/an	
Co2 évitées :	14680	tonne(s)	
TR brut sans aides :	>25	an(s)	



PRECONISATION N°4



ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS

REMPLACEMENT DES OUVRANTS

Performance préconisée: $U_w 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Situation actuelle

SAS aluminium simple vitrage – hall d'entrée
Fenêtre de toit simple peau
Porte pleine bois non isolée
Menuiseries bois double vitrage 4/12/4

Cas particulier du site

La préconisation concerne seulement les SAS, fenêtre de toit et portes donnant sur des locaux non chauffés.
Des protections solaires (volets roulants, BSO, etc.) n'ont pas été intégrées à l'investissement, mais peuvent être envisagées pour réduire le confort estival.
Possibilité d'étudier l'ouverture de fenêtre nocturne en période estivale pour le confort estival.
Intervention d'un menuisier pour le traitement des infiltrations d'eau et d'air sur l'appui les ouvrants

Mise en œuvre

- Dépose des ouvrants existants
 - Remplacements de SAS avec une ouverture de porte en diagonal pour limiter le flux d'air lors de l'ouverture entre intérieur et extérieur ($U_w = 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)
 - Remplacements des fenêtres de toit ($U_w = 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)
 - Remplacements des portes sur LNC ($U_d = 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)
- Nota: Exigence sur la pose pour limiter les infiltrations (Il faut notamment éviter une pose en rénovation). En effet, afin d'obtenir une performance de pose des nouveaux ouvrants, il ne faut pas conserver le châssis existant.



Avantages

- Diminution des consommations d'énergies
- Diminution des infiltrations d'air

Inconvénients

- Travaux à privilégier durant la période estivale et hors occupation


Etude financière

Décomposition de l'investissement :	Bat A	Bat C	
• Nb de m ²	75	40	m ²
• Prix unitaire de l'intervention	1000	1000	€HT/m ²
Investissement :	115 000	€HT	
Economie d'énergie :	28 382	kWh/an	
Economie financière :	1668	€TTC/an	
Co2 évitées :	6,7	tonne(s)	
TR brut sans aides :	>25	an(s)	



4.2.2 Actions sur la ventilation

PRECONISATION N°5



VENTILATION

MISE EN PLACE D'UNE VMC SIMPLE FLUX
AUTOREGLABLE

Performance préconisée: Débit selon la réglementation

Situation actuelle

Ventilation simple flux autoréglable dans les sanitaires
Ventilation naturelle dans les bureaux

Cas particulier du site

Rénovation complète du site, possibilité d'optimiser le cheminement des réseaux
Système de ventilation prévu par aile, possibilité de concorder les installations de ventilation avec les phases de rénovation
Possibilité d'étudier la ventilation naturelle ou naturelle assistée pour le confort estival
Dimensionnement et investissement basé sur l'existant, à adapter selon le futur aménagement
Création de locaux techniques non pris en compte dans l'investissement

Mise en œuvre

- Mise en place de 5 caissons de ventilation simple flux conforme à un usage tertiaire pour les bureaux et les salles de réunion (débits selon réglementation, fonctionnement selon occupation, autoréglable et coupe-feu) : 3 pour le bâtiment A et 2 pour le bâtiment C
- Mise en fonctionnement selon occupation avec une intégration à une GTC
- Installation d'un registre variable pour les salles de réunion reliée à une sonde CO2 (estimé à 12 pour le bâtiment A et 10 pour le bâtiment C)
- Mise en place de 4 caissons de ventilation simple flux conforme à un usage tertiaire pour les sanitaires et les salles de pause (débits selon réglementation, fonctionnement 24h sur 24h, autoréglable et coupe-feu) : 2 pour le bâtiment A et 2 pour le bâtiment C
- Caissons en combles et création du réseau extraction en colonnes descendantes et en faux plafond
- Rejet en toiture
- Nota : Prévoir un plénum technique de 50 cm minimum entre les planchers et le faux plafond pour le passage des réseaux de ventilation.

Avantages

- Investissement réduit
- Maintenance réduite
- Faible encombrement

Inconvénients

- Entrées d'air entraînent un inconfort à proximité des ouvrants
- Absence de récupération d'énergie
- Augmentation des consommations d'énergies, car déficit de ventilation initial
- Pas de possibilité de raccorder une batterie chaude ou froide pour le

Etude financière

Décomposition de l'investissement :	Bat A	Bat C	
• Prix installation ventilation de confort	255 243	275 401	€HT
• Prix installation locaux à pollution spécifique	34 584	35 884	€HT
Investissement :	601 112	€HT	
Economie d'énergie :	-76 487	kWh/an	
Economie financière :	-4541	€TTC/an	
Co2 évitées :	-18	tonne(s)	
TR brut sans aides :	-	an(s)	



PRECONISATION N°6



VENTILATION

MISE EN PLACE D'UNE VMC DOUBLE FLUX

Performance préconisée: Débit selon la réglementation

Situation actuelle

Ventilation simple flux autoréglable dans les sanitaires
Ventilation naturelle dans les bureaux

Cas particulier du site

Rénovation complète du site, possibilité d'optimiser le cheminement des réseaux
Système de ventilation prévu par aile, possibilité de concorder les installations de ventilation avec les phases de rénovation
Possibilité d'étudier la ventilation naturelle ou naturelle assisté pour le confort estival
Dimensionnement et investissement basé sur l'existant, à adapter selon le futur aménagement
Création de locaux techniques non pris en compte dans l'investissement

Mise en œuvre

- Mise en place de 5 caissons de ventilation double flux conforme à un usage tertiaire pour les bureaux et les salles de réunion (débits selon réglementation, fonctionnement selon occupation, autoréglable et coupe-feu) : 3 pour le bâtiment A et 2 pour le bâtiment C
- Mise en fonctionnement selon occupation avec une intégration à une GTC
- Installation d'un registre variable pour les salles de réunion reliée à une sonde CO2 (estimé à 12 pour le bâtiment A et 10 pour le bâtiment C)
- Mise en place de 4 caissons de ventilation simple flux conforme à un usage tertiaire pour les sanitaires et les salles de pause (débits selon réglementation, fonctionnement 24h sur 24h, autoréglable et coupe-feu) : 2 pour le bâtiment A et 2 pour le bâtiment C
- Caissons en combles et création du réseau extraction en colonnes descendantes et en faux plafond
- Rejet en toiture
- Nota : Prévoir un plénum technique de 50 cm minimum entre les planchers et le faux plafond pour le passage des réseaux de ventilation. Batterie change over pris en compte dans l'investissement pour le préchauffage de l'air afin compenser le reste de chaleur non récupérée, et aussi possibilité d'exploiter le rafraîchissement de l'air via une pompe à

Avantages

- Limitation des surconsommations d'énergies par la récupération d'énergie
- Confort thermique optimal
- Possibilité de rafraîchir l'air ambiant

Inconvénients

- Augmentation des consommations d'énergies, car déficit de ventilation initial
- Investissement important

Etude financière

Décomposition de l'investissement :	Bat A	Bat C	
• Prix installation ventilation de confort	524 214	513 681	€HT
• Prix installation locaux à pollution spécifique	34 584	35 884	€HT
Investissement :	1 108 363	€HT	
Economie d'énergie :	-42 238	kWh/an	
Economie financière :	-2593	€TTC/an	
Co2 évitées :	-9,8	tonne(s)	
TR brut sans aides :	-	an(s)	



4.2.3 Actions sur l'éclairage

PRECONISATION N°7



USAGE SPECIFIQUE: ECLAIRAGE

REMPLACEMENT DES EQUIPEMENTS D'ECLAIRAGE

Performance préconisée: Lampes basse consommation

Situation actuelle

Technologie énergivore énergivore en majorité avec détection de présence ponctuelle

Cas particulier du site

Réaménagement complet du site, l'éclairage sera complètement rénové pour correspondre aux nouveaux espaces de travail.
Dimensionnement et investissement basé sur l'existant, à adapter selon le futur aménagement

Mise en œuvre

- Mise en place de détection de présence dans les circulations et sanitaires
- Mise en place de détection de présence avec gradateur selon les apports lumineux naturels dans les bureaux et la salle de réunion
- Nota: Adaptation de l'éclairage à la réglementation. Prévoir un plénum technique en faux plafond pour le passage des réseaux électriques. La diminution de la puissance d'éclairage réduit les apports de chaleur (la consommation de chauffage augmente, mais la consommation d'éclairage diminue). La préconisation ne réduit donc pas les consommations, mais la facture globale, car le prix du gaz est moins élevé que l'électricité.



Avantages

- Amélioration du confort visuel par augmentation de l'efficacité lumineuse
- Durée de vie importante des lampes
- Economie financière

Inconvénients

- Coût important des lampes et des luminaires
- Pas d'économie d'énergie

Etude financière

Décomposition de l'investissement :	Bat A	Bat C	
• Nb de m²	4499	3976	m²
• Prix unitaire de l'intervention	35	35	€HT/m²
Investissement :	296 625	€HT	
Economie d'énergie :	-9 331	kWh/an	
Economie financière :	8999	€TTC/an	
Co2 évitées :	-14,7	tonne(s)	
TR brut sans aides :	>25	an(s)	



Notre outil de simulation permet de calculer les économies liées à l'éclairage et ainsi d'estimer l'incidence sur le poste chauffage.

Les économies d'énergies liées au poste éclairage permettent une baisse des consommations électriques avec pour incidence une augmentation du poste chauffage (moins d'apports).



4.2.4 Actions sur les installations techniques de chauffage

PRECONISATION N°8



CHAUFFAGE A EAU CHAUDE

POSE D'UNE CHAUDIERE GAZ A CONDENSATION

Performance préconisée: Rendement sur PCI > 100%

Situation actuelle

Une chaufferie gaz par bâtiment
Chaufferie du bâtiment C alimentant en chauffage le bâtiment B et E via un réseau de chaleur

Cas particulier du site

Rénovation complète du site, possibilité d'optimiser le positionnement des futures chaufferies
Remplacement complet des émetteurs prévu dans l'investissement, mais possibilité de conserver les émetteurs acier récents pour des économies financières.
Aménagement des locaux de chaufferie pris en compte l'investissement
Pas de réseau de chaleur préconisé, le bâtiment B et E devront posséder leurs propres chaufferies

Détails

- Aménagement d'un local chaufferie au RDC bat A et en sous-sol bat C
- Mise en place de 2 chaudières gaz à condensation par chaufferie
- Création d'un conduit de cheminée par bâtiment
- Mise en place d'une panoplie hydraulique par chaufferie
- Création de 3 départs bat A et 2 départs bat C correspondant aux orientations
- Mise en place de radiateurs basse température
- Mise en place de compteurs d'énergies
- Mise en place d'une GTC accessible aux techniciens avec programmation et pilotage des installations
- Température de confort : 20°C en occupation
- Température de réduit : 17°C en semaine
- Température d'hors gel : 12°C le week-end
- Raccordements, essais et mise en service
- Paramétrage de la régulation

Implantation



Avantages

- Investissement réduit vis-à-vis des autres énergies
- Peu de travaux extérieurs
-

Inconvénients

- Impact environnemental important
- Pas de possibilité de production de froid

Etude financière

Type	Total (€HT)		Données techniques et économiques
	Bat A	Bat C	
Dépose	3 000 €	3 000 €	Puissance chaudière(s) : 150 + 130 kW
Création d'un local chaufferie	24 000 €	24 000 €	Durée de vie prévisionnelle : 22 an(s)
Production	17 000 €	14 000 €	Coût de maintenance : 2000 €
Hydraulique et départ chaufferie	43 500 €	39 000 €	
Electricité et régulation	16 500 €	15 000 €	Economie d'énergie : * kWh/an
Emetteurs	405 000 €	351 000 €	Economie financière : * €TTC/an
Autres	25 450 €	22 300 €	Co2 évitées : * tonne(s)
Total (€HT)	1 002 750 €		TR brut sans aides : - an(s)

*Dimensionnement de la chaufferie avec amélioration de l'enveloppe du bâtiment et diminution des déperditions



4.2.5 Actions sur les énergies renouvelables

PRECONISATION N°9

BatiMgie
niveau d'études thermiques & fluides

CHAUFFAGE A EAU CHAUDE

CHAUFFERIE BOIS GRANULES

Performance préconisée: Rendement sur PCI > 91%

Situation actuelle

Une chaufferie gaz par bâtiment
Chaufferie du bâtiment C alimentant en chauffage le bâtiment B et E via un réseau de chaleur

Cas particulier du site

Rénovation complète du site, possibilité d'optimiser le positionnement des futures sous-stations
Emplacement de la chaufferie bois non exhaustif, étude de faisabilité à prévoir avant les phases de MOE
Remplacement complet des émetteurs prévu dans l'investissement, mais possibilité de conserver les émetteurs acier récents pour des économies financières
Création d'un réseau de chaleur pouvant être étendu aux autres bâtiments. Complément d'investissement à prévoir dans ce cas là
Bâtiments situé en centre-ville donc privilégier le bois granulés

Détails	Implantation
<ul style="list-style-type: none">➤ Création d'un local chaufferie bois entre les deux bâtiments➤ Mise en place de 2 chaudières bois granulés avec 2 silos textiles➤ Mise en place d'une panoplie hydraulique et création de 2 départs vers sous-stations➤ Aménagement d'un local sous-station au RDC bat A et en sous-sol bat C➤ Création d'un réseau de chaleur de la chaufferie centrale vers les sous-stations➤ Mise en place d'une panoplie hydraulique par sous-station➤ Création de 3 départs bat A et 2 départs bat C correspondant aux orientations➤ Mise en place de radiateurs basse température➤ Mise en place de compteurs d'énergies➤ Mise en place d'une GTC accessible aux techniciens avec programmation et pilotage des installations➤ Température de confort : 20°C en occupation➤ Température de réduit : 17°C en semaine➤ Température d'hors gel : 12°C le week-end➤ Raccordements, essais et mise en service➤ Paramétrage de la régulation	

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">➤ Diminution les émissions de gaz à effet de serre➤ Valorisation du bien avec l'utilisation d'une énergie renouvelable➤ Possibilité d'un raccordement des autres bâtiments	<ul style="list-style-type: none">➤ Investissement➤ Augmentation du coût de maintenance➤ Pas de possibilité de production de froid➤ Aménagement extérieur➤ Pertes thermiques liées au réseau de chaleur

Etude financière

Type	Total (€HT)	Données techniques et économiques
Création d'un local chaufferie	68 000 €	Puissance chaudière(s) : 280 kW
Production	80 000 €	Durée de vie prévisionnelle: 22 an(s)
Ballon tampon	4 500 €	Coût de maintenance: 2800 €
Réseau de chaleur	28 000 €	Silo : (4 livraisons annuelles) 2 x 8 tonne(s)
Hydraulique et départ chaufferie	33 000 €	Economie d'énergie : * kWh/an
Electricité et régulation	16 500 €	Economie financière : * €TTC/an
Installation bâtiment A	499 450 €	Co2 évitées : * tonne(s)
Installation bâtiment C	438 300 €	
Autres	11 500 €	
Total (€HT)	1 179 250 €	TR brut sans aides : - an(s)

*Dimensionnement de la chaufferie avec amélioration de l'enveloppe du bâtiment et diminution des déperditions



PRECONISATION N°10



CHAUFFAGE A EAU CHAUDE

POMPE A CHALEUR (PAC) SOL-EAU *

Performance préconisée: COP > 4

Situation actuelle

Une chaufferie gaz par bâtiment
Chaufferie du bâtiment C alimentant en chauffage le bâtiment B et E via un réseau de chaleur

Cas particulier du site

Rénovation complète du site, possibilité d'optimiser le positionnement des futures chaufferies
Emplacement des sondes non exhaustif, étude de faisabilité à prévoir avant les phases de conceptions
Remplacement complet des émetteurs prévu dans l'investissement, mais possibilité de conserver les émetteurs acier récents pour des économies financières.
Création d'une BETEG (Boucle d'Eau Tempérée à Energie Géothermique) pouvant être étendue aux autres bâtiments. Complément d'investissement à prévoir dans ce cas là
Possibilité d'exploiter le géocooling pour un rafraîchissement passif ou le mode froid pour un rafraîchissement actif (augmentation des consommations de froid dans ce cas-là, mais diminution de 20 à 40% le champ de sonde) avec la VMC double flux ou des émetteurs adaptés (ex : panneaux rayonnants)

Détails	Implantation
<ul style="list-style-type: none">➤ Création de 24 forages de 150m➤ Aménagement d'un local chaufferie au RDC bat A et en sous-sol bat C➤ Mise en place de 2 PAC eau glycolée-eau par chaufferie➤ Mise en place d'un local BETEG pour la circulation du glycol entre les chaufferies et➤ Mise en place d'une panoplie hydraulique par chaufferie➤ Création de 3 départs bat A et 2 départs bat C correspondant aux orientations➤ Mise en place de radiateurs basse température➤ Mise en place de compteurs d'énergies➤ Mise en place d'une GTC accessible aux techniciens avec programmation et pilotage des installations➤ Température de confort : 20°C en occupation➤ Température de réduit : 17°C en semaine➤ Température d'hors gel : 12°C le week-end➤ Raccordements, essais et mise en service➤ Paramétrage de la régulation	

Avantages

- Possibilité de rafraîchissement passif (géocooling) ou actif
- Diminution des émissions de gaz à effet de serre et des consommations d'énergies pour l'objectif 2050 du décret tertiaire
- Possibilité d'un raccordement des autres bâtiments
- Pas de pertes thermiques liées à un réseau de chaleur

Inconvénients

- Dépendant de la surface extérieure disponible pour l'implantation des forages
- Investissement important
- Travaux de voirie conséquent

Etude financière

Type	Total (€HT)		Données techniques et économiques
	Bat A	Bat C	
Dépose	3 000 €	3 000 €	Puissance PAC : 125 + 110 kW
Création d'un local chaufferie	24 000 €	24 000 €	Durée de vie prévisionnelle : 17 an(s)
Production	70 000 €	70 000 €	Coût de maintenance : 1100 €
Stockage et forage	144 375 €	127 050 €	Longueur forage(s) : 3600 m
Réseau de glycol	16 500 €	19 500 €	Economie d'énergie : * kWh/an
Hydraulique et départ chaufferie	23 000 €	19 000 €	Economie financière : * €/TTC/an
Electricité et régulation	15 000 €	13 500 €	Co2 évitées : * tonne(s)
Emetteurs	405 000 €	351 000 €	
Autres	35 044 €	31 353 €	
BETEG / Géocooling		38 450 €	
Total (€HT)	1 432 772 €		TR brut sans aides : - an(s)

* fiche valable seulement avec une amélioration de l'enveloppe du bâtiment et une diminution des déperditions



5 SCENARIOS ENERGETIQUES

5.1 Préambule

Le montant de l'investissement des scénarios prend en compte uniquement les travaux d'amélioration énergétique du bâtiment et des systèmes.

Les travaux d'embellissement ou de réaménagement du bâtiment ne sont pas inclus (ex : peinture, revêtement de sol, cloisonnement ...).

Les travaux de mise en conformité ne sont pas pris en compte dans cet audit énergétique (ex : système de sécurité incendie, désenfumage, éclairage incendie, distribution gaz, réfection du TGBT et distribution des courants forts et faibles, norme PMR).

Enfin les honoraires de Maitrise d'œuvre, de bureau de contrôle et autres intervenants sur le projet sont à ajouter à l'enveloppe financière.

Ces travaux induisent généralement des coûts supplémentaires annexes pouvant entraîner une plus-value de 20% et 40% de l'enveloppe financière.

Afin de valider au mieux le budget global des travaux liés à la rénovation énergétique, il est conseillé en amont de se rapprocher d'une équipe de MOE ou d'un économiste de la construction qui viendra compléter l'audit énergétique.

NOTA : Les investissements fournis dans l'audit énergétique n'intègrent pas l'augmentation ponctuelle des prix liée au contexte sanitaire de 2020-2021 et à la pénurie des matériaux.

5.2 Décret Tertiaire (établissement concerné)

Entré en vigueur le 1^{er} Octobre 2019, le décret Tertiaire vise une réduction des consommations d'énergie des bâtiments tertiaires avec en point de mire la contribution à l'obtention de la neutralité carbone de la France en 2050. Ce décret concerne les bâtiments existants au 24 novembre 2018 dont la surface est d'au moins 1000 m² consacrée aux activités tertiaires. Seront exemptés, les lieux de cultes, les constructions provisoires et les installations de défense. De plus certains bâtiments pourront se voir accorder une modulation des objectifs de réduction des consommations si les travaux font courir un risque de pathologie du bâti affectant notamment la structure ou si les préconisations sont contradictoires avec les prescriptions prévues pour les bâtiments historiques et classés.

le décret fixe les objectifs selon trois échéances dans le temps :

- Echéance 2030 : - 40% par rapport à la consommation de référence
- Echéance 2040 : - 50% par rapport à la consommation de référence
- Echéance 2050 : - 60% par rapport à la consommation de référence

La consommation énergétique de référence correspond à la consommation en énergie finale du bâtiment constatée pour une année pleine d'exploitation et ajustée en fonction des variations climatiques.

Les actions destinées à atteindre les objectifs sont à la fois les préconisations sur l'amélioration de la performance énergétique du bâti, des systèmes avec l'installation d'équipements performants, mais aussi l'adaptation des locaux à un usage économe en énergie ainsi que le comportement des occupants.



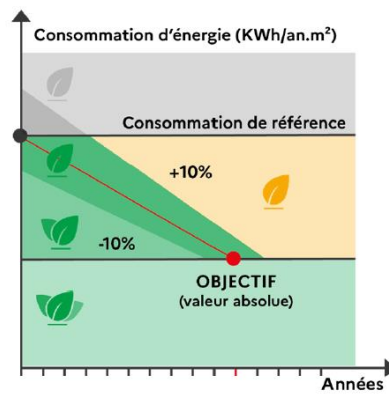
5.3 Evolution par rapport au décret tertiaire

NOTATION ECO ENERGIE TERTIAIRE						
Site	Cité Travot					
Catégorie	Bureaux standards		Région climatique		H2b	
Consommation de référence Cref ajustée :			103	kWh/m²/an	Année	2019
OBJECTIFS						
Objectifs en valeur relative						
Crelat 2030 théorique :			62		kWh/m²/an	
Crelat 2040 théorique :			51		kWh/m²/an	
Crelat 2050 théorique :			41		kWh/m²/an	
Objectifs en valeur absolue						
Cabs 2030 (CVC + USE)			100		kWh/m²/an	
Composante CVC 2030			50		kWh/m²/an	
Composante USE 2030			50		kWh/m²/an	
SCENARIOS						
Scénario	Scénario 1		Scénario 2		Scénario 3	
Consommation EF	46	kWh/m²/an	50	kWh/m²/an	28	kWh/m²/an

Critères de notation :



- **Feuille grise** : Le niveau de consommation énergétique annuelle est en augmentation sans qu'il n'y ait eu de justification (modulation en fonction du volume d'activité)
- **Feuille orange** : Le niveau de consommation énergétique annuelle est situé en dessous du niveau de la consommation énergétique de référence, mais au-dessus du fuseau enveloppe (+10% -10 %) de la droite de tendance
- **1 Feuille verte** : Le niveau de consommation énergétique annuelle est situé dans le fuseau enveloppe (+10 % -10 %) de la droite de tendance
- **2 Feuilles vertes** : Le niveau de consommation énergétique annuelle est situé en dessous du fuseau enveloppe (+10 % -10 %) de la droite de tendance
- **3 Feuilles vertes** : Le niveau de consommation énergétique annuelle est situé en dessous de l'objectif exprimé en valeur absolue **Cabs**, le cas échéant modulé.



La situation de l'avancée dans la démarche de réduction des consommations d'énergie finale est appréciée chaque année sur la base du niveau de consommation énergétique, exprimé en kWh/m²/an et sa situation par rapport à la droite de tendance reliant le niveau de la consommation énergétique de référence Cref, exprimé en kWh/m²/an, et le niveau de consommation exprimé en valeur absolue Cabs.

Le niveau de consommation exprimé en valeur absolue représente l'objectif commun à chaque catégorie d'activité et constitue ainsi le seul référentiel pertinent permettant d'apprécier les assujettis entre eux au sein d'une même catégorie d'activité.

Commentaires

Le tableau fourni est une première approche vis-à-vis du décret tertiaire. En effet, il ne concerne qu'une partie du site, car les objectifs de réduction des consommations d'énergies s'appliquent à l'unité foncière. Or, les bâtiments B, D et E font sans doute partie de la même unité foncière que les bâtiments A et C. Ils doivent être donc intégrés à la réduction des consommations d'énergies. L'étude des autres bâtiments est donc à prévoir enfin de compléter d'audit des bâtiments A et C et d'avoir une stratégie complète vis-à-vis au décret tertiaire.

De plus, un travail de recherche des anciennes factures est à effectuer enfin de déterminer la valeur de référence prise en compte. En effet, dans l'étude, il a été pris en compte l'année 2019 pour établir la référence. Or, il est possible de choisir une année entre 2010 et 2019. Une autre année, plus consommatrice, pourrait donc être sélectionnée comme référence.

Concernant les bâtiments étudiés :

- Le scénario 2 permet d'atteindre le critère en valeur relative pour 2030 mais est proche de 2040.
- Le scénario 1 permet d'atteindre le critère en valeur relative pour 2040.
- Le scénario 3 permet d'atteindre le critère en valeur relative pour 2050.
- Et l'ensemble des scénarios permettent d'atteindre le critère en valeur absolue pour 2030.

A noter qu'une modulation des objectifs est possible si le programme de rénovation dépasse les 30 ans de temps de retour brut. Un dossier technique et la modulation doivent être déclarés 5 ans au maximum après la première échéance de remontée de consommations de chaque décennie. Néanmoins, les modulations possibles ne sont pas connues à ce jour.



5.4 Evolution réglementaire

Le bâtiment est de catégorie 2 avec utilisation d'un matériau biosourcé, les seuils d'éligibilités SYDEV sont :

Critères	Typologie		
	Catégorie 1	Catégorie 2	Catégorie 3
Caractéristique du bâti (Ubat)	< 0,7 W/m².K		
Consommation d'énergie primaire (Cep 5 postes)	< Cep réf -40 %	< 80 kWep/m².an	

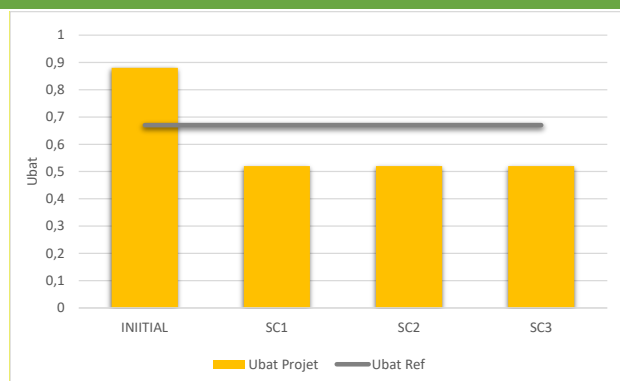
Afin d'obtenir les deux critères une simulation réglementaire des scénarios est réalisée. Les résultats sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Bâtiment A	Initial	SC1	SC2	SC3
Energie utilisée	Gaz naturel	Gaz naturel	Bois granulés	Géothermie
Ventilation utilisée	Naturelle	DF	DF	DF
Eligibilité SYDEV	-	Oui	Oui	Oui
Ubat Projet	0,88	0,52	0,52	0,52
Ubat Ref	0,67	0,67	0,67	0,67
Cep Projet	138	30	24	30
Cep Ref	93	93	88	100

Evolution du CEP



Evolution du Ubat



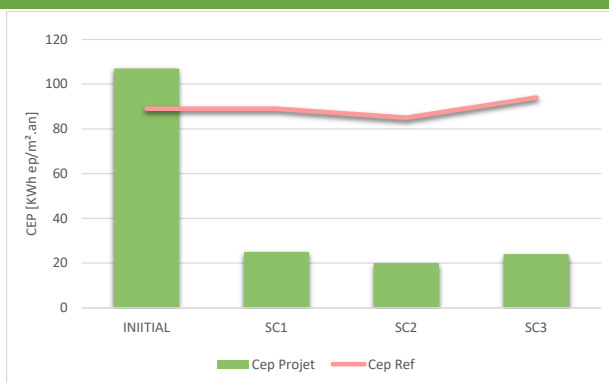
Commentaires

- Les scénarios permettent de respecter le Cep et le U bât références.
- Les scénarios permettent aussi de prétendre aux exigences du SYDEV.

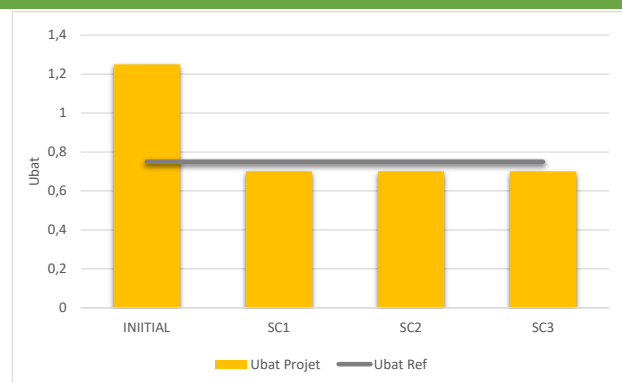


Bâtiment C	Initial	SC1	SC2	SC3
Energie utilisée	Gaz naturel	Gaz naturel	Bois granulés	Géothermie
Ventilation utilisée	Naturelle	DF	DF	DF
Eligibilité SYDEV	-	Oui	Oui	Oui
Ubat Projet	1,25	0,7	0,7	0,7
Ubat Ref	0,75	0,75	0,75	0,75
Cep Projet	107	25	20	24
Cep Ref	89	89	85	94

Evolution du CEP



Evolution du UBat



Commentaires

- Les scénarios permettent de respecter le Cep et le U bât références.
- Les scénarios permettent aussi de prétendre aux exigences du SYDEV.



5.5 Scénario 1 : Rénovation globale avec chaufferie gaz naturel

Recommandations envisagées		Coût (€ HT)
1	Isolation en sous-face des planchers bas donnant sur le porche bât A et sur le sous-sol bât C - <i>matériau classique</i>	67 260
2	Isolation des planchers haut - <i>matériau bio sourcé</i>	216 160
3	Isolation des murs par l'intérieur - <i>matériau bio sourcé</i>	897 750
4	Remplacement des SAS, fenêtre de toit et portes sur LNC	115 000
6	Mise en œuvre d'une VMC double flux	1 108 363
7	Optimisation des sources d'éclairage	296 625
8	Chaufferie gaz naturel par bâtiment et rénovation de toute l'installation de chauffage	1 002 750

Economie annuelle d'énergie	Economie annuelle CO2	Economie annuelle financière	Coût des travaux
547684 kWh ef 58,4% 677942 kWh ep 51,1%	115,8 tonnes	42 754 €	3 703 908 € 437 €/m²

Organismes	Eligibilité	Données de références	Subventions possibles	TOTAL aide mobilisable
SYDEV	Oui	Rénovation énergétique Catégorie 1	100 000 €	120 000 €
	Oui	Bonus biosourcés et ENR thermique	20 000 €	
ADEME - Fond chaleur	Non	Autres 0,0 MWhEnR/an	0 €	

Les subventions estimées sont indicatives. Les règlements de chaque organisme peuvent varier dans le temps. Chaque collectivité doit se rapprocher des organismes financeurs afin de vérifier les critères d'éligibilité, les niveaux de subventions et les procédures de demande de subventions

La Région est en cours d'écriture d'un prochain dispositif, un rapprochement des services peut être envisagé pour réaliser une demande de subvention



Bilan du scénario

- Le premier scénario prévoit la mise en place de chaufferie gaz naturel avec la rénovation des bâtiments.
- L'investissement du programme de travaux est le plus faible, avec des économies d'énergies intermédiaires. Toutefois, les économies de CO2 sont les moins importantes ce qui ne coïncide pas avec la décarbonisation des bâtiments.
- Enfin, l'échéance 2040 du décret tertiaire est respectée.

Dépenses initiales : 85 765 € TTC

Réduction de la consommation réelle : 58.4%

Economies envisageables : 42 754 €

Bilan synthétique :

Investissement global : 3 703 908 € HT

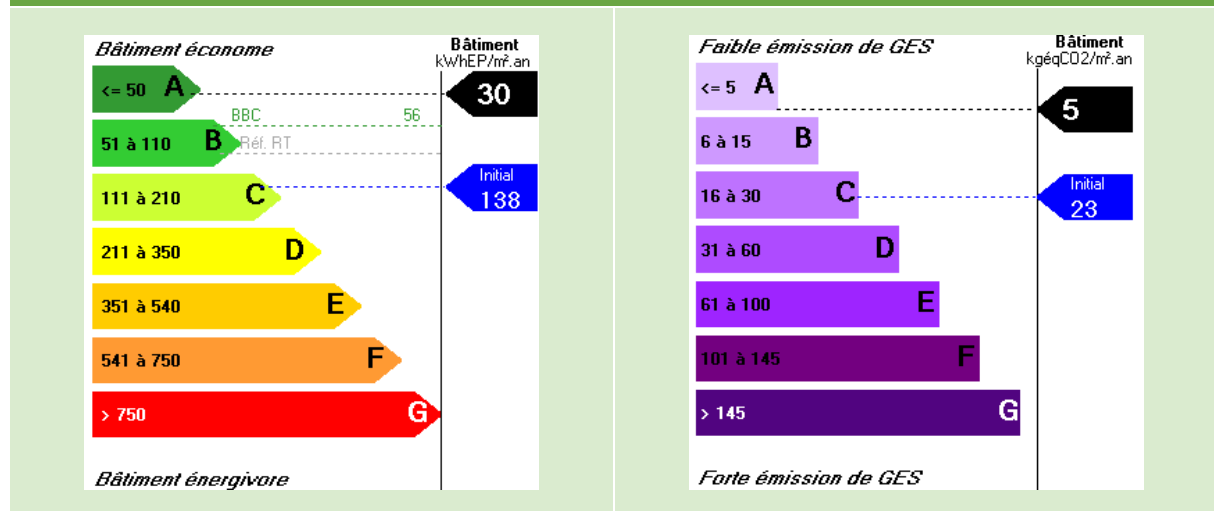
Aides mobilisables : 120 000 €

Temps de retour brut : > 30 ans

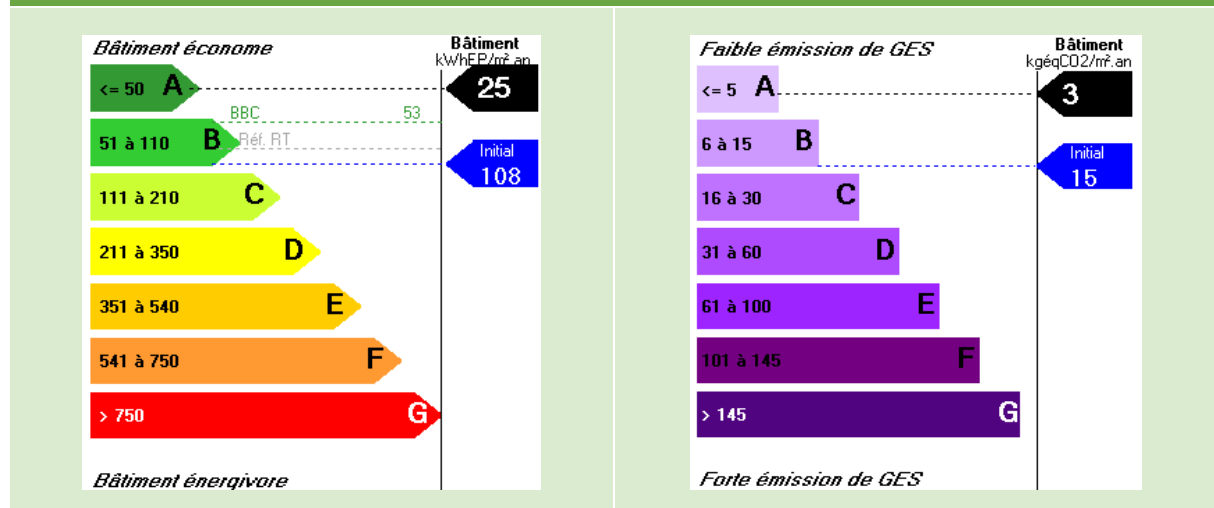
Le montant de l'investissement des scénarios prend en compte uniquement les travaux d'amélioration énergétique du bâtiment et des systèmes.



Etiquette réglementaire Th-C-Ex – Bâtiment A



Etiquette réglementaire Th-C-Ex – Bâtiment C





5.6 Scénario 2 : Rénovation globale avec chaufferie bois granulés

Recommandations envisagées		Coût (€ HT)
1	Isolation en sous-face des planchers bas donnant sur le porche bât A et sur le sous-sol bât C - <i>matériau classique</i>	67 260
2	Isolation des planchers haut - <i>matériau bio sourcé</i>	216 160
3	Isolation des murs par l'intérieur - <i>matériau bio sourcé</i>	897 750
4	Remplacement des SAS, fenêtre de toit et portes sur LNC	115 000
6	Mise en œuvre d'une VMC double flux	1 108 363
7	Optimisation des sources d'éclairage	296 625
9	Chaufferie bois granulés centrale avec réseau de chaleur alimentant une sous-station par bâtiment et rénovation de toute l'installation de chauffage	1 183 975

Economie annuelle d'énergie	Economie annuelle CO2	Economie annuelle financière	Coût des travaux
516922 kWh ef 55,1% 643772 kWh ep 48,5%	165,5 tonnes	39 370 €	3 880 408 € 458 €/m²

Organismes	Eligibilité	Données de références	Subventions possibles	TOTAL aide mobilisable
SYDEV	Oui	Rénovation énergétique Catégorie 1	100 000 €	183 220 €
	Oui	Bonus biosourcés et ENR thermique	20 000 €	
ADEME - Fond chaleur	Oui	Bois 243,2 MWhEnR/an	63 220 €	

Les subventions estimées sont indicatives. Les règlements de chaque organisme peuvent varier dans le temps. Chaque collectivité doit se rapprocher des organismes financeurs afin de vérifier les critères d'éligibilité, les niveaux de subventions et les procédures de demande de subventions

La Région est en cours d'écriture d'un prochain dispositif, un rapprochement des services peut être envisagé pour réaliser une demande de subvention



Bilan du scénario

- Ce scénario étudie une variante du système de chauffage avec la mise en place d'une chaudière bois granulés et la création d'un réseau de chaleur.
- L'investissement de ce scénario est intermédiaire, mais les économies d'énergies sont les moins importants des scénarios.
- Cependant, l'impact environnemental est fort avec la réduction de 165 tonnes de CO2 émis par an (soit 90% de gain).
- Par ailleurs, ce scénario permet un complément de subvention grâce au bois énergie.
- Enfin, l'échéance 2040 du décret tertiaire est très proche.

Dépenses initiales : 85 765 € TTC

Réduction de la consommation réelle : 55.1%

Economies envisageables : 39 370 €

Bilan synthétique :

Investissement global : 4 133 930 € HT

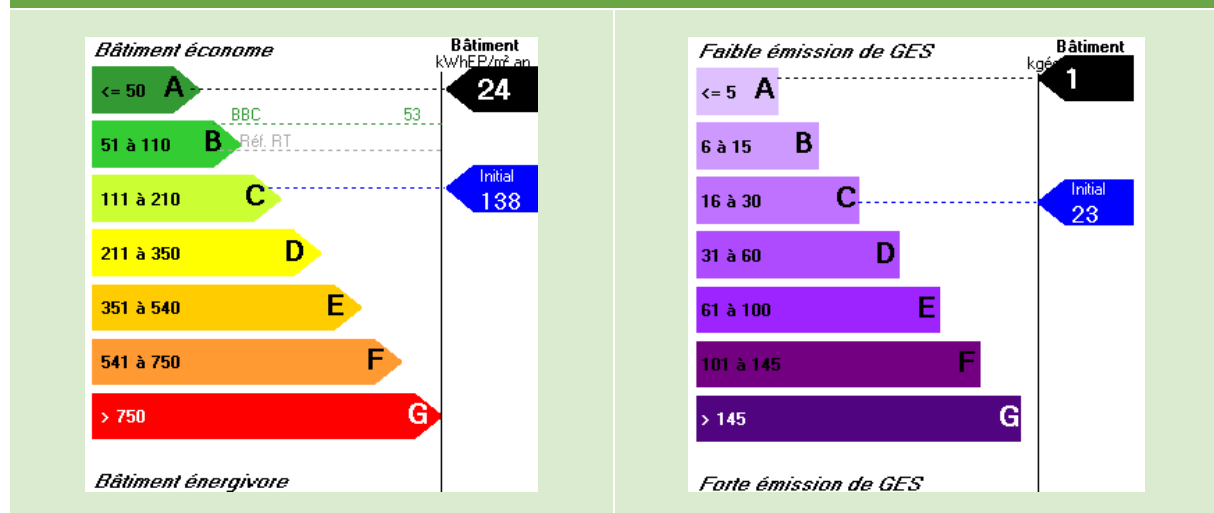
Aides mobilisables : 183 220 €

Temps de retour brut : > 30 ans

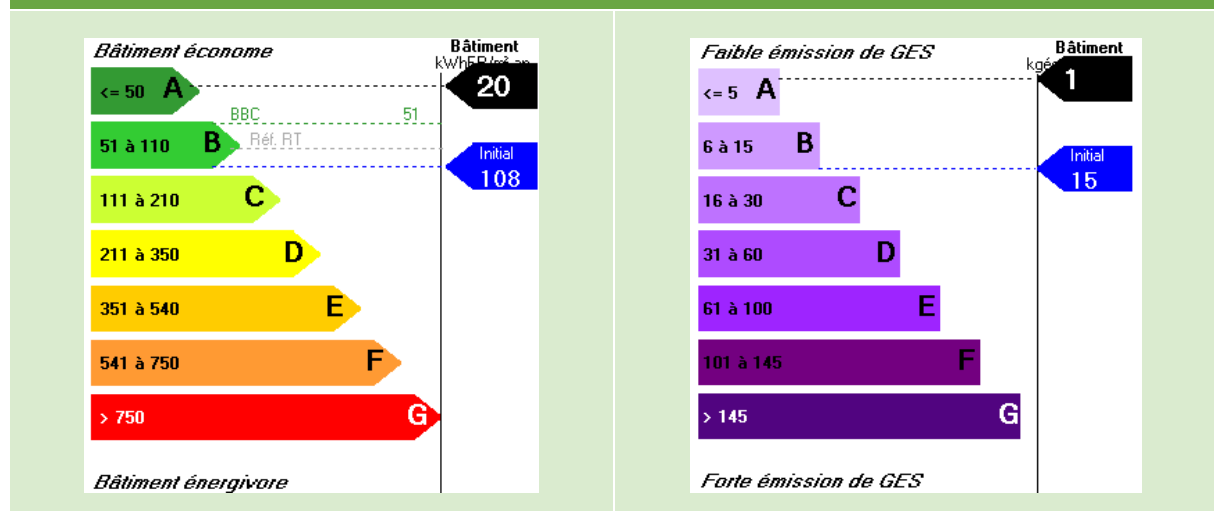
Le montant de l'investissement des scénarios prend en compte uniquement les travaux d'amélioration énergétique du bâtiment et des systèmes.



Etiquette réglementaire Th-C-Ex – Bâtiment A



Etiquette réglementaire Th-C-Ex – Bâtiment C





5.7 Scénario 3 : Rénovation globale avec pompe à chaleur géothermie

Recommandations envisagées		Coût (€ HT)
1	Isolation en sous-face des planchers bas donnant sur le porche bât A et sur le sous-sol bât C - <i>matériau classique</i>	67 260
2	Isolation des planchers haut - <i>matériau bio sourcé</i>	216 160
3	Isolation des murs par l'intérieur - <i>matériau bio sourcé</i>	897 750
4	Remplacement des SAS, fenêtre de toit et portes sur LNC	115 000
6	Mise en œuvre d'une VMC double flux	1 108 363
7	Optimisation des sources d'éclairage	296 625
10	Pompe à chaleur géothermie par bâtiment avec champ de sonde commun (BETEG) et rénovation de toute l'installation de chauffage	1 432 772

Economie annuelle d'énergie	Economie annuelle CO2	Economie annuelle financière	Coût des travaux
704327 kWh ef 75,1% 722876 kWh ep 54,5%	157,6 tonnes	43 668 €	4 133 930 € 488 €/m²

Organismes	Eligibilité	Données de références	Subventions possibles	TOTAL aide mobilisable
SYDEV ADEME - Fond chaleur	Oui	Rénovation énergétique Catégorie 1	100 000 €	211 350 €
	Oui	Bonus biosourcés et ENR thermique	20 000 €	
	Oui	Géothermie 114,2 MWhEnR/an	91 350 €	

Les subventions estimées sont indicatives. Les règlements de chaque organisme peuvent varier dans le temps. Chaque collectivité doit se rapprocher des organismes financeurs afin de vérifier les critères d'éligibilité, les niveaux de subventions et les procédures de demande de subventions

La Région est en cours d'écriture d'un prochain dispositif, un rapprochement des services peut être envisagé pour réaliser une demande de subvention



Bilan du scénario

- Ce dernier scénario étudie une variante du système de chauffage avec la mise en place de pompes à chaleur géothermie alimentées par une BETEG.
- L'investissement de ce scénario est le plus important, mais les économies d'énergies, les économies de CO2 et les économies financières le sont aussi.
- En effet, l'impact environnemental est limité avec la réduction de 158 tonnes de CO2 émis par an (soit 86% de gain).
- Par ailleurs, ce scénario permet aussi un complément de subvention grâce au bois énergie.
- Enfin, l'échéance 2050 du décret tertiaire est respectée.

Dépenses initiales : 85 765 € TTC

Réduction de la consommation réelle : 75.1%

Economies envisageables : 43 668 €

Bilan synthétique :

Investissement global : 4 133 930 € HT

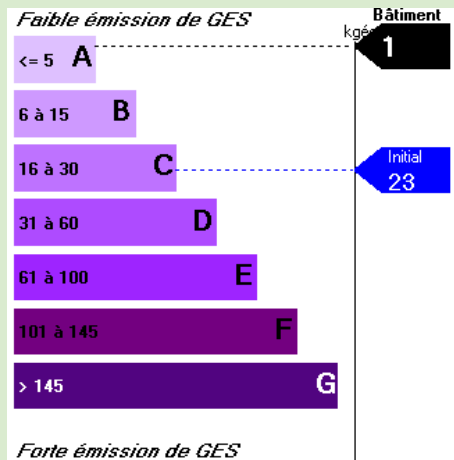
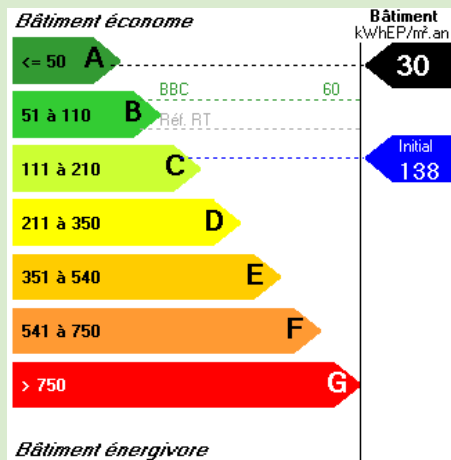
Aides mobilisables : 211 350 €

Temps de retour brut : > 30 ans

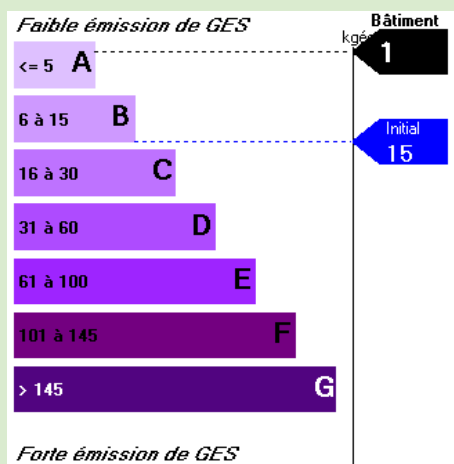
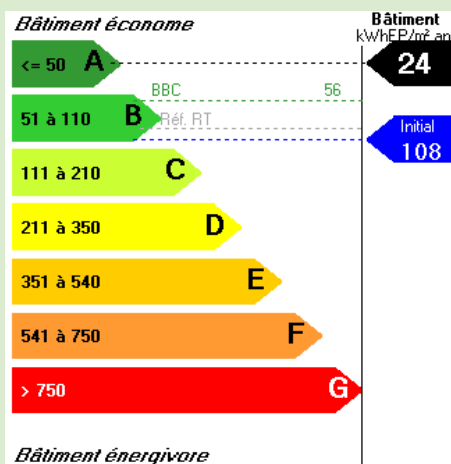
Le montant de l'investissement des scénarios prend en compte uniquement les travaux d'amélioration énergétique du bâtiment et des systèmes.



Etiquette réglementaire Th-C-Ex – Bâtiment A



Etiquette réglementaire Th-C-Ex – Bâtiment C





5.8 Synthèse des scénarios

5.8.1 Récapitulatif des recommandations

Description			Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Bâti	1	Isolation en sous-face des planchers bas donnant sur le porche bât A et sur le sous-sol bât C - <i>matériau classique</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	2	Isolation des planchers haut - <i>matériau bio sourcé</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	3	Isolation des murs par l'intérieur - <i>matériau bio sourcé</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	4	Remplacement des SAS, fenêtre de toit et portes sur LNC	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ventilation	5	Mise en œuvre d'une VMC simple flux	-	-	-
	6	Mise en œuvre d'une VMC double flux	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Installations électriques	7	Optimisation des sources d'éclairage	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Installations techniques	8	Chaudière gaz naturel par bâtiment et rénovation de toute l'installation de chauffage	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-
Energie renouvelable	9	Chaudière bois granulés centrale avec réseau de chaleur alimentant une sous-station par bâtiment et rénovation de toute l'installation de chauffage	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-
	10	Pompe à chaleur géothermie par bâtiment avec champ de sonde commun (BETEG) et rénovation de toute l'installation de chauffage	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>



5.8.2 Récapitulatif des données énergétiques et économiques

Description		Etat initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Energie finale (EF)	Consommations chauffage [kWh EF]	692 587	227 345	255 950	57 101
	Consommations ECS [kWh EF]	21 096	21 096	21 096	21 096
	Consommations électriques [kWh EF]	224 514	142 072	144 229	155 673
	Consommations totales [kWh EF]	938 197	390 513	421 275	233 870
	Economie EF (%)	-	58%	55%	75%
Energie primaire (EP)	Consommations totales [kWh EP]	1 326 261	648 318	682 489	603 385
	Economie EP (%)	-	51%	49%	55%
Environnement	Emission Co2 [tonnes]	182,7	66,9	17,2	25,1
Etiquette réglementaire – Bâtiment A	Etiquette énergétique [kWh EP/m².an]	138	30	24	30
	Classement Th-C-Ex	C	A	A	A
	Etiquette GES [kgéqCO2/m².an]	23	5	1	1
	Classement Th-C-Ex	C	A	A	A
Etiquette réglementaire – Bâtiment C	Etiquette énergétique [kWh EP/m².an]	138	25	20	24
	Classement Th-C-Ex	C	A	A	A
	Etiquette GES [kgéqCO2/m².an]	15	3	1	1
	Classement Th-C-Ex	C	A	A	A
Données financières	Investissement [€ HT]	0	3 703 908	3 880 408	4 133 930
	Ratio de coût [€/m²]	0	437	458	488
	Facture énergétique [€TTC]	85 765	43 011	46 395	42 097
	Economie annuelle [€TTC]	-	42 754	39 370	43 668
	Subventions SYDEV	-	120 000 €	120 000 €	120 000 €
	Fond chaleur ADEME	-	0 €	63 220 €	91 350 €



6 ETUDE ECONOMIQUE

6.1.1 Graphique de l'évolution de l'annuité sur 25 ans

a) Hypothèses de l'étude

	Initial	SC1	SC2	SC3
Energie utilisée	Gaz naturel	Gaz naturel	Bois granulés	Géothermie
Prix unitaire énergie [c€/kWh]	6	6	6.5	18
Prix unitaire électricité [c€/kWh]	18	18	18	18

Il est présenté l'état initial ainsi que les 3 scénarios avec les coûts de :

- **P1 et P1' :** Dépenses énergétiques
- **P2 :** Maintenance (augmentation de 2% par an liée à la main d'œuvre et aux pièces détachées)
- **P3 :** Renouvellement du matériel. Cette démarche permet de provisionner chaque année une somme permettant le remplacement du matériel lorsque celui-ci devient hors service. Par exemple, à budget équivalent, une pompe à chaleur nécessitera un provisionnement plus conséquent chaque année par rapport à une chaudière. En effet, sa durée de vie théorique est de 17 ans contre 22 ans pour une chaudière.
- **P4 :** Annuités d'emprunt

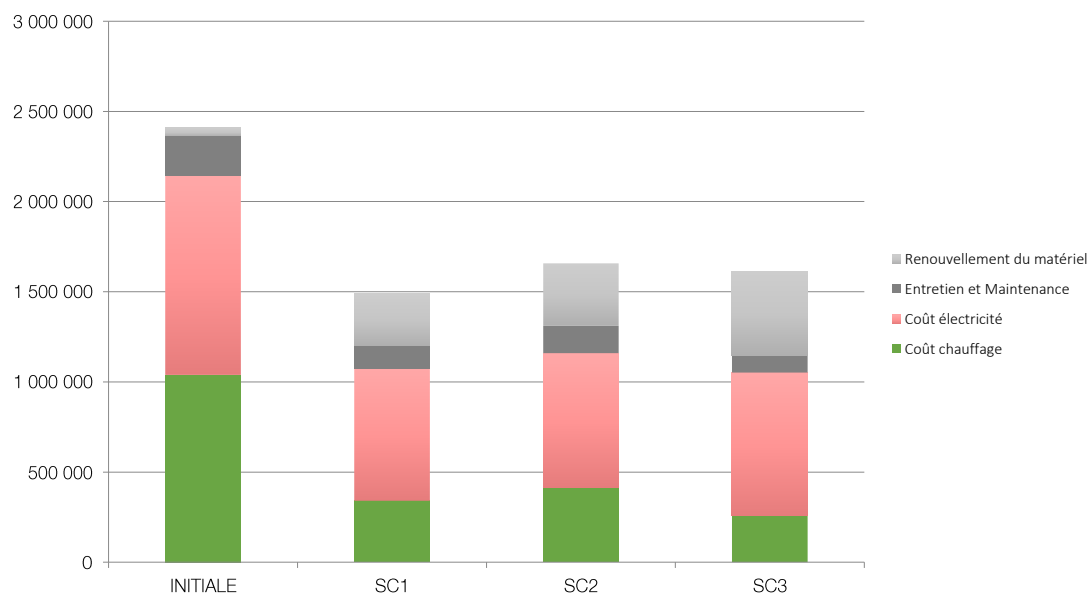
b) Graphique du cumul des annuités sur 25 ans

Il est présenté l'état initial ainsi que les 3 scénarios :

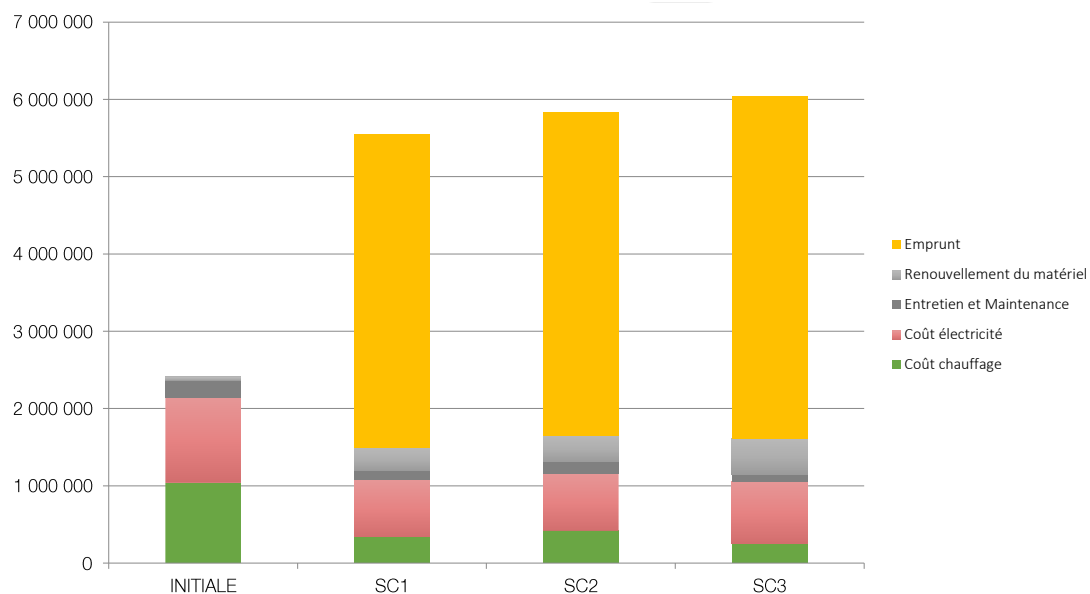
Coût d'exploitation de la 1 ^{ère} année	Etat Initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
P1 : consommations énergétiques (€ TTC)	41 555	13 641	16 637	10 278
P'1 : consommations de fonctionnement "électrique" (€ TTC)	44 210	29 370	29 759	31 818
P2 : coût d'entretien installation (€ TTC)	6 900	3 900	4 700	3 012
P3 : coût renouvellement du matériel (€ TTC)	1 834	11 644	13 872	18 471
P4 : Emprunt (€ TTC)	0	162 081	167 204	177 397
Coût annuel total (€ TTC)	94 499	220 636	232 171	240 976



Coûts d'exploitations simulées sur 25 ans



Coûts d'exploitations simulées sur 25 ans avec investissement



Commentaires

- Ces graphiques permettent de mettre en évidence les scénarios par rapport à la situation initiale sur une durée de 25 ans.
- La mise en place d'une VMC simple flux et double flux ainsi que la rénovation des chaufferies augmentent les coûts liés au renouvellement du matériel.
- Toutefois, les coûts liés au chauffage et à la consommation électrique diminuent fortement dans chaque scénario pouvant aller jusqu'à 75% pour le scénario 3.
- Enfin, le scénario offrant la meilleure rentabilité est le 1.

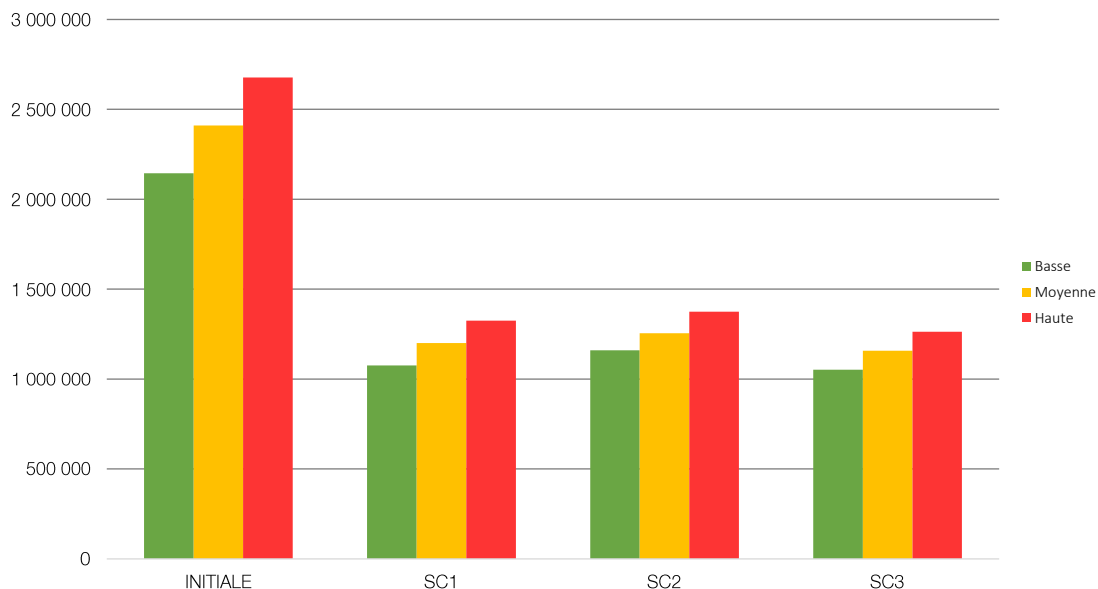


c) Graphique avec 3 hypothèses d'évolution du prix des énergies

Il est présenté l'état initial ainsi que les 3 scénarios avec le cumul des annuités sur 25 ans suivant 3 hypothèses de prix des énergies :

	Hypothèse basse	Hypothèse moyenne	Hypothèse haute
Gaz naturel (c€/kWh)	6	6,90	7,80
Bois granulés (c€/kWh)	6,5	6,83	7,54
Electricité (c€/kWh)	18	19,80	21,60

Coûts énergétiques simulés sur 25 ans selon 3 augmentations du prix des énergies



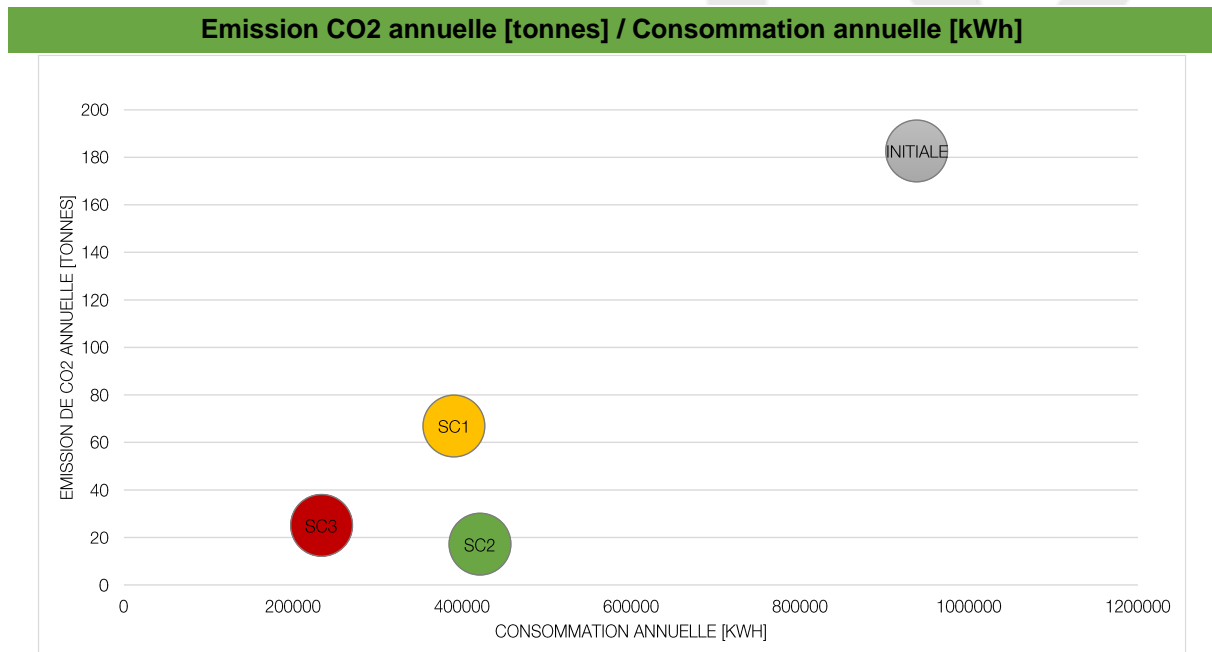
Commentaires

- Il est constaté que l'état initial est le moins stable dans le temps. Sur 25 ans, les coûts peuvent varier d'environ 530 000€ selon l'évolution du prix.
- A contrario, les scénarios sont plus stables. En effet, la variation des coûts sur 25 ans est d'environ 210 000 € pour le scénario 3.
- A noter que plus les coûts de chauffage sont faibles, moins les coûts d'exploitation varieront dans le temps (abaissement de la dépendance énergétique).



d) *Graphique bilan environnemental*

Il est présenté l'état initial ainsi que les 3 scénarios avec les consommations énergétiques ainsi que les émissions de CO₂.



Commentaires

- Ce graphique permet de mettre en évidence les économies d'énergie et de CO₂ des scénarios vis-à-vis de l'état initial.
- Malgré un investissement plus conséquent, les scénarios 2 et 3 montrent un intérêt écologique important sur le long terme. Concernant l'impact environnemental, plus de 165 tonnes CO₂ évitées / an sont possibles pour le scénario 2.



7 CONCLUSION

Dans un premier temps, l'état initial a montré que les bâtiments étaient faiblement isolés mis à part au niveau des ouvrants. Concernant la ventilation, celle-ci est principalement effectuée par l'ouverture des fenêtres, or la ventilation naturelle ne permet pas de maîtriser ni le volume d'air renouvelé ni la circulation de l'air neuf. Pour le chauffage, les deux installations sont moyennement performantes avec des surconsommations importantes à cause de l'absence de réduit. De plus, de nombreux problèmes techniques ont été constatés pouvant mettre en péril l'alimentation du chauffage.

A noter qu'une importante rénovation des deux bâtiments est envisagée. Dans cette optique, les scénarios intègrent la rénovation globale du bâti et des systèmes et compare trois énergies pour l'alimentation du chauffage des bâtiments.

Une première assez classique avec une chaufferie gaz naturel par bâtiment. Une deuxième avec une ambition environnementale plus forte avec un réseau de chaleur alimenté par une chaufferie bois centrale. Puis une dernière une la même ambition environnementale, mais avec un réseau d'eau glycolée commun aux deux bâtiments (BETEG) alimenté par les forages géothermiques.

A noter qu'il y a la possibilité d'exploiter le géocooling pour un rafraîchissement passif ou le mode froid pour un rafraîchissement actif (augmentation des consommations de froid dans ce cas-là, mais diminution de 20 à 40% le champ de sonde) avec la VMC double flux ou des émetteurs adaptés (ex : panneaux rayonnants).

L'avis de l'expert : Il est proposé de réaliser le scénario 3 pour les raisons suivantes :

- Amélioration de l'enveloppe,
- Amélioration de l'éclairage,
- Amélioration de la qualité d'air suite à la mise en place de VMC double flux.
- Économies financières et subventions plus conséquentes,
- L'utilisation d'une énergie renouvelable et donc une diminution drastique des émissions de gaz à effet de serre s'inscrivant dans les enjeux environnementaux,
- Objectif 2050 du décret tertiaire atteint,
- Possibilité de profiter du géocooling pour un rafraîchissement passif du bâtiment,

Pour rappel, l'emplacement des sondes est non exhaustif, une étude de faisabilité à prévoir avant les phases conceptions. De plus, la BETEG (Boucle d'Eau Tempérée à Energie Géothermique) pourra être étendue aux autres bâtiments.

A noter aussi qu'il est conseillé de réaliser une STD (Simulation Thermique Dynamique) en amont des phases de conceptions afin de connaître les futures températures intérieures suite à la rénovation, puis d'étudier des solutions pour réduire l'inconfort estival

Enfin, les bâtiments B, D et E font sans doute partie de la même unité foncière que les bâtiments A et C. Ils doivent être donc intégrés à la réduction des consommations d'énergies. L'étude des autres bâtiments est donc à prévoir enfin de compléter d'audit des bâtiments A et C et d'avoir une stratégie complète vis-à-vis au décret tertiaire.



8 ANNEXES

8.1 Détails des aides SYDEV

Description	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Coût des travaux (HT)	3 703 908 €	3 880 408 €	4 133 930 €
Gain par rapport au Ubat (%)	41%	41%	41%
Gain par rapport au Cep (%)	78%	83%	78%
AIDE RENOVATION	100 000 €	100 000 €	100 000 €
Utilisation de l'isolation biosourcés (m²)	4088 m²	4088 m²	4088 m²
BONUS BIOSOURCES	20 000 €	20 000 €	20 000 €
TOTAL AIDE SYDEV	120 000 €	120 000 €	120 000 €
% coût global	3%	3%	3%
RESTE A CHARGE APRES AIDE SYDEV	3 583 908 €	3 760 408 €	4 013 930 €



8.2 Taxes TICGN (Taxe Intérieure de Consommation sur le Gaz Naturel)

Il existe 3 taxes sur le gaz en France :

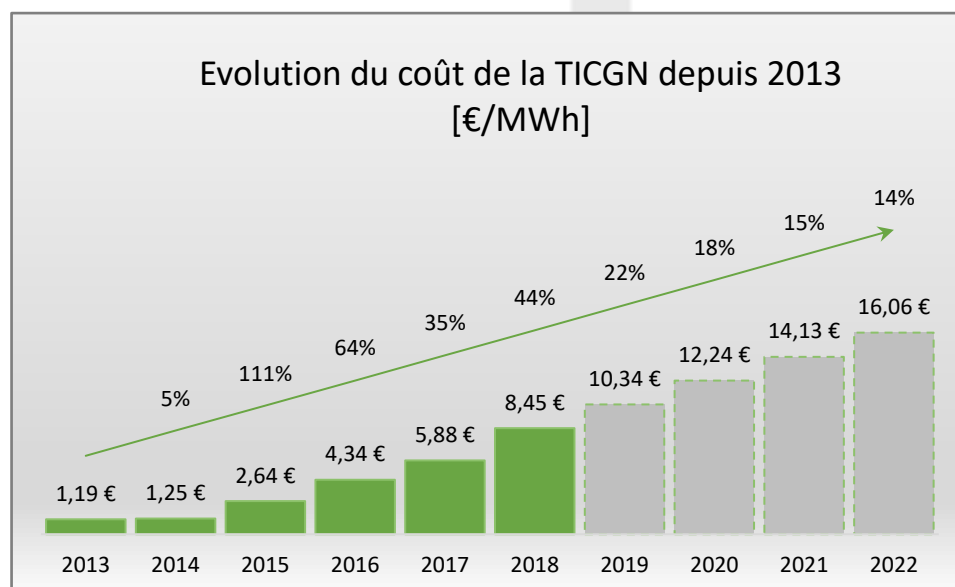
- La CTA, ou contribution tarifaire d'acheminement
- La TICGN ou taxe intérieure de consommation sur le gaz naturel
- La TVA

La taxe intérieure de consommation du gaz naturel (TICGN) est une taxe portant spécifiquement sur le gaz naturel. Collectée par les fournisseurs de gaz, elle est ensuite reversée aux services douaniers. Elle est due à partir du moment où le gaz naturel est utilisé en tant que combustible. Cette taxe est prévue par l'article 266 quinquies du code des douanes.

La TICGN doit être reversée trimestriellement à la douane. Son taux est passé depuis le 1^{er} janvier 2018 à **8,45 € le mégawattheure contre 5,88 € en 2017** (soit une augmentation de 44%), sauf dans 2 cas particuliers :

- Les entreprises soumises au marché des quotas de gaz à effet de serre et grandes consommatrices d'énergie peuvent bénéficier du maintien du taux en vigueur au 31/12/2013, soit 1,52€ le mégawattheure ;
- Les entreprises dont les activités sont exposées au risque de fuite de carbone et grandes consommatrices d'énergie peuvent bénéficier du maintien du taux en vigueur au 31/12/2014, soit 1,60€ le mégawattheure.

Le coût de la TICGN augmente tous les ans depuis plusieurs années. Le % n'est pas fixe et dépend des changements gouvernementaux et des nouvelles lois regroupant souvent d'autres taxes.





8.3 Durée de vie théorique des équipements

Equipement		Durée de vie théorique (ans)
Chauffage - ECS	Chaudière gaz à condensation	22 ans
	Chaudière fioul à condensation	22 ans
	Chaudière bois granulés	22 ans
	PAC air/eau	15 ans
	PAC géothermique	17 ans
	PAC air/air – VRV	15 ans
	Circulateur	7 ans
	Pompe de captage	7 ans
	Ballon ECS électrique	15 ans
	Ballon Tampon	20 ans
	Radiateur à eau chaude	35 ans
	Ventilo convecteur	15 ans
	Emetteur électrique (convecteur, panneau rayonnant ...)	20 ans
	Robinet thermostatique	20 ans
	Réseau de chauffage	Selon le traitement > 30 ans
	Sonde géothermique	100 ans
Ventilation	Caisson de VMC simple flux	17 ans
	Caisson de VMC double flux	17 ans
	Bouche d'extraction/ soufflage	25 ans selon maintenance
	Entrée d'air	25 ans selon maintenance
	Réseaux	Selon entretien > 30 ans
Eclairage	Lampe/ampoule incandescente	-
	Lampe/ampoule LED	50 000 h / > 30 ans
	Lampe/ampoule Fluorescente	Selon le mode de gestion
	Lampe/ampoule Halogène	< 5 ans



9 PARTENAIRES DU SYDEV



SERVICES PUBLICS LOCAUX
DE L'ÉNERGIE, DE L'EAU,
DE L'ENVIRONNEMENT ET
DES E-COMMUNICATIONS

ACTEE Action des Collectivités
Territoriales pour
l'Efficacité Énergétique



EDF est porteur associé et financeur du Programme ACTEE de la FNCCR