



AUDIT ENERGETIQUE - BOURGMAYER - BOURG-EN-BRESSE



Décembre 2024


**PRÉFET
DE L'AIN**
*Liberté
Égalité
Fraternité*




Siège Social : 220 Boulevard de la Paix
13 640 LA ROQUE D'ANTHERON
Tel : 04 42 90 43 60 Fax : 04 42 50 47 69
Site Internet : www.ad3e.fr Courriel : info@ad3e.fr



Sommaire

Fiche énergie	2
1. Résumé	3
2. Etat des lieux	5
2.1 Informations générales	5
2.2 Description du site	6
2.3 Description du bâti	8
2.4 Confort thermique du bâtiment – Ressenti des usagers	16
Confort en hiver	16
Confort en été	18
Question générales	19
2.5 Description des équipements	20
3. Analyse des données	26
3.1 Consommations et émissions	26
Consommations d'électricité	27
Consommations liées au Réseaux de Chaleur	28
3.2 Répartition énergétique, financière et environnementale	29
3.3 Répartition des consommations par type d'énergie	30
4. Simulation Energétique Dynamique (SED)	31
4.1 Champ de l'étude – modélisation graphique	31
4.2 Hypothèses de fonctionnement	35
4.3 Résultats de la simulation	36
5. Recommandations d'économie d'énergie	40
5.1 Aides à l'investissement	40
5.2 Opportunités de mise en place d'énergies renouvelables	41
5.3 Récapitulatif des préconisations	42
5.4 Détails des préconisations	43
5.5 Décret tertiaire	57
Scénario 1 : Valeur absolue 2030 - Actions prioritaires	59
Scénario 2 : Valeur relative 2040 – Gain de 30% en énergie finale	60
Scénario 3 : Valeur relative 2050 - Gain de 40% en énergie finale	63
6. Conclusion	66
7. Annexes	67

Fiche énergie

Bourgmayer				
	Adresse	23 Rue Bourgmayer 01 000, Bourg-en-bresse		
	Année de construction	1868 et 1995		
	Dernière rénovation	2010 : Isolation par l'intérieur du bâtiment A partie Visitation 2020 : Raccordement au réseau de chaleur urbain et suppression des chaudières gaz 2021 : Remplacement des vitrages de la verrière hall d'accueil bâtiment A		
	Surface chauffée	8 882 m²		
	Catégorie ERP	5		
Niveau de performance du bâti - détails au chapitre 2.3. « Récapitulatif du bâti »				
Murs	Moyen et Non isolé	Ouvrants	Moyen	
Toiture	Moyen	Plancher bas	Moyen	
Renouvellement d'air	Insuffisant	Inertie thermique	Moyenne	
Performance des usages énergétiques - détails au chapitre 2.4. « Description des équipements »				
Poste de consommation	Equipement(s) présent(s)	Performance	Vétusté	
Chauffage	Production	Réseau de chaleur	Bonne	Bon état
	Réseaux de distribution	Canalisations en chaufferie calorifugées	Correcte	Bon état
		Circulateurs à vitesse variable	Correcte	Bon état
	Emetteurs	Radiateurs et plancher chauffant	Moyenne	Etat moyen
	Régulation	Automate loi d'eau + réduit de nuit	Correcte	Etat moyen
Climatisation	Groupe d'eau glacée PAC réversible	Correcte	Etat moyen	
Ventilation	CTA air neuf/air repris VMC simple flux	Moyenne	Etat moyen	
ECS	Ballon électrique	Correcte	Bon état	
Eclairage	Tubes fluocompactes LED	Moyenne Bonne	Bon état	

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance :

Bonne**Correcte****Moyenne****Insuffisante****Faible**

Vétusté :

Neuf**Bon état****Etat moyen****Etat dégradé****A remplacer**

Bilan des consommations d'énergie - Factures 2021 - 2022 - 2023

Energie	Consommation	Facture annuelle
Electricité	176 198 kWh/an	34 715 € TTC
Réseau de chaleur urbain (RCU)	837 667 kWh/an	71 895 € TTC

Remarque : Les données se basent sur les documents fournis, correspondant aux consommations des bâtiments A C D E F.

1. Résumé

Propositions d'améliorations									
Actions		Investissement	CEE	Economies	Gain énergétique		Gain GES	Temps de retour	
préconisées		€ TTC	€	€ TTC /an	kWh _{ef} / m ² .an	%	kgeqCO ₂ / m ² .an	TRB	TRA
1	Isolation par l'intérieur des bâtiments C D E F	429 000	50 688	14 889	19	17%	1,1	29 ans	23 ans
2	Isolation des combles des bâtiments C D E F	45 500	8 736	1 977	3	2%	0,1	24 ans	19 ans
3	Remplacement des menuiseries en simple vitrage des bâtiments C D E F	331 200	8 904	4 582	6	5%	0,3	>50 ans	44 ans
4	Installation de BSO pour Bâtiment A Cure Ouest	47 100	-	20	0	<1%	0,0	>50 ans	>50 ans
5	Régulation de la CTA du hall Bâtiment A, avec surventilation nocturne	-	-	2 994	3	2%	0,2	Immédiat**	
6	Installation d'un système de ventilation DF dans les bureaux du bâtiment A	476 000	28 968	-2 034	-2	-2%	-0,1	Non amortissable*	
7	Installation d'un système de ventilation DF dans les bureaux des bâtiments C D E F	210 200	8 692	-1 564	-1	-1%	-0,1	Non amortissable*	
8	Calorifugeage des points singuliers	6 000	3 440	26	0	<1%	0,0	>50 ans	>50 ans
9	Reprise des température de consigne du système de chauffage et de climatisation	-	-	3 933	4	3%	0,2	Immédiat**	
10	Mise en place d'une GTB, compris sous-compteurs et têtes thermostatiques programmables	104 900	28 138	11 947	14	12%	0,8	9 ans	9 ans
11	Relamping LED	205 100	-	3 490	1	1%	0,1	>50 ans	39 ans
12	Panneaux solaires en autoconsommation	253 600	-	20 238	12	10%	0,7	13 ans	12 ans

*Préconisation ayant pour but d'améliorer la qualité de l'air du bâtiment

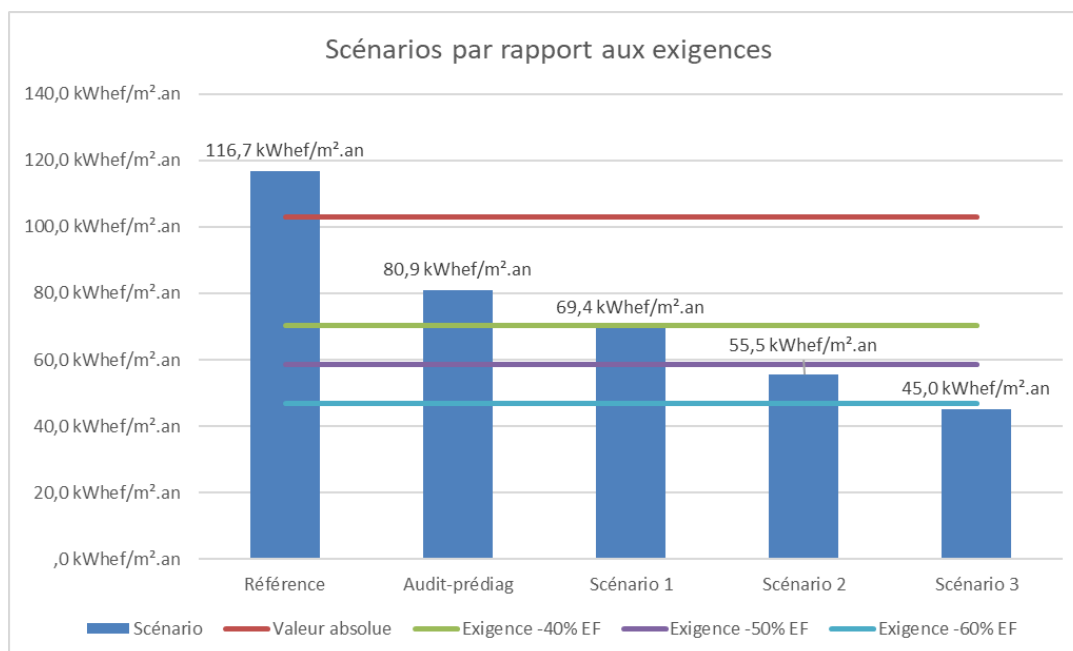
** Préconisation n'engendrant pas de surcoût supplémentaire

Synthèse des plans d'actions							
	Investissement		Economie identifiée			Temps de retour	
	Prix TTC	CEE €	kWh _{EF} /m ² .an	€ TTC/an	kg éq CO ₂ /m ² .an	TRB	TRA
Scénario 1	316 000	31 578	14 Gain : 12 %	14 253	0,8	23	18
Scénario 2	1 807 900	137 566	36 Gain : 31 %	30 162	2,1	>50	39
Scénario 3	2 061 500	137 566	48 Gain : 41 %	50 401	2,8	41	30

TRB = Temps de Retour Brut – TRA = Temps de Retour Actualisé

Décret tertiaire :

D'après les données fournies par la préfecture du Rhône, l'année de référence défini pour le site est l'**année 2019**. Ci-dessous les résultats des gains réalisés à l'échelle du site selon les objectifs du décret tertiaire :



Objectifs décret tertiaire			
C _{relat2030}	C _{relat2040}	C _{relat2050}	C _{abs}
(kWh _{EF} /m ² /an)	(kWh _{EF} /m ² /an)	(kWh _{EF} /m ² /an)	(kWh _{EF} /m ² /an)
70	59	47	103

Remarque : L'état initial du bâti modélisé d'après les consommations énergétiques moyennes des années 2021, 2022 et 2023, respecte l'objectif 2030 en valeur absolue.

Note : La part de consommation issue d'un réseau de chaleur urbain (RCU) dans les scénarios, entraîne une bonification d'un facteur de 0,77 qui facilite l'atteinte de la valeur absolue du décret tertiaire. Cette bonification est appliquée à l'audit-prédiag, au scénario 1, au scénario 2 et au scénario 3.

Source : https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000048547886

2. Etat des lieux

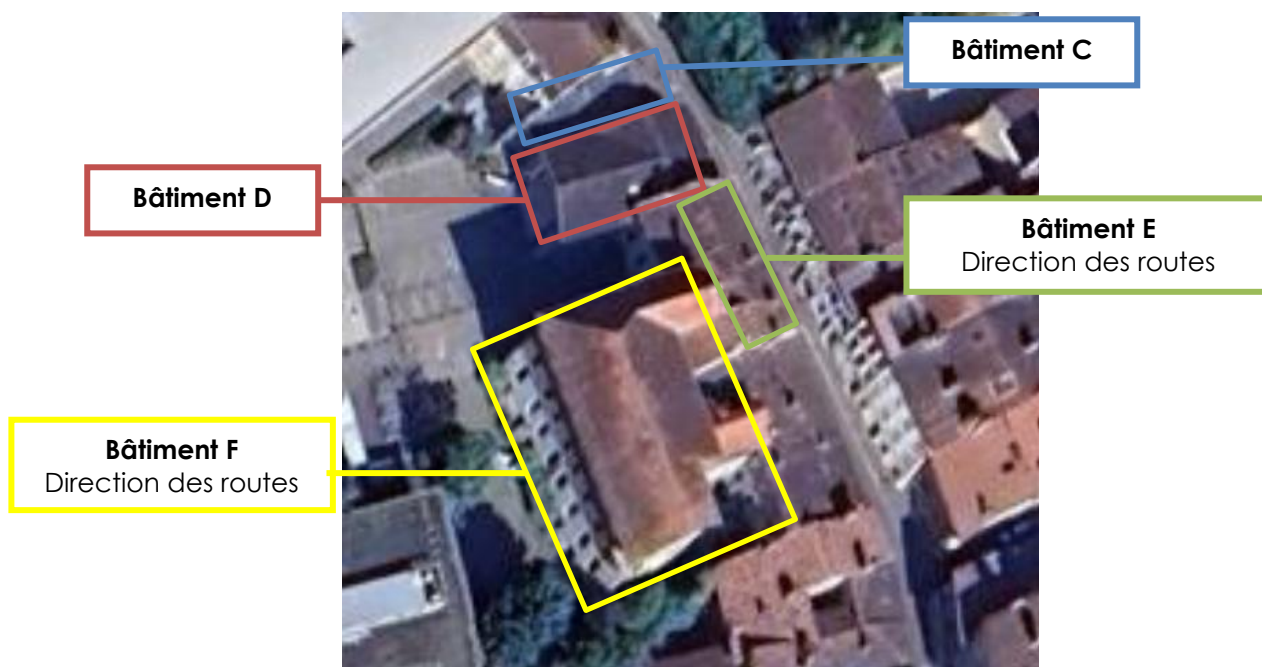
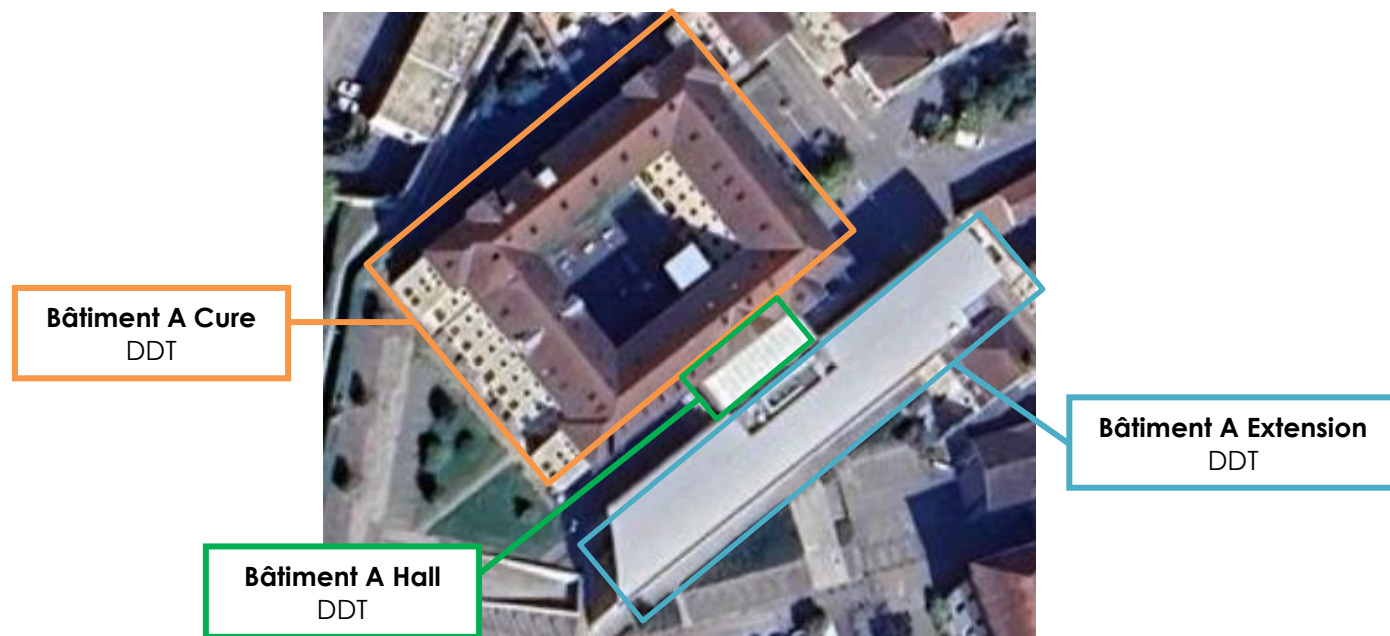
2.1 Informations générales

Bourgmayeur	
Adresse	23 Rue Bourgmayeur 01 000, Bourg-en-bresse
Année de construction	1868 et 1995
Dernière rénovation	2010 : Isolation par l'intérieur du bâtiment A partie Visitation 2020 : Raccordement au réseau de chaleur urbain et suppression des chaudières gaz 2021 : Remplacement des vitrages de la verrière hall d'accueil bâtiment A
Surface chauffée	8 882 m ²

Données générales	
	
Bourg-en-bresse <u>Site diagnostiqué</u> : Bourgmayeur 23 Rue Bourgmayeur 01 000, Bourg-en-bresse <u>Contact Préfecture de l'Ain</u> : Olivier GUICHON olivier.guichon@ain.gouv.fr <u>Mission</u> : Audit énergétique	<u>Prestataire</u> : ad'3e 20 Boulevard Eugène Deruelle 69 003 LYON Tél. 06 65 81 55 39 Site internet : www.ad3e.fr Consultant : Juliette PETIT Courriel : j.petit@ad3e.fr Date de la visite : 22/07 et 23/07

2.2 Description du site

Le site audité se compose de 5 bâtiments.



Occupation du site

L'ensemble de ces bâtiments sont composés principalement de bureaux, occupés du lundi au vendredi de 8h00 à 18h00.

Certains locaux sont vacants ou peu occupés comme par exemple : le 1^{er} étage Nord-Est du bâtiment A Cure, le bâtiment C, le bâtiment D, une partie du rez-de-chaussée du bâtiment F.

Les bâtiments accueillent environs 300 personnes, environ 230 à 250 agents dans le bâtiment A et environ 50 personnes dans les bâtiments C D E F.

De plus, une partie des bâtiments, dont principalement le bâtiment A accueille du public. L'accueil du public est réalisé du lundi au vendredi de 9h00 à 11h30 puis de 13h45 à 16h00.

Tableau des surfaces

	Surface chauffée
Bâtiment A	6 832 m ²
Bâtiment C	170 m ²
Bâtiment D	336 m ²
Bâtiment E	449 m ²
Bâtiment F	1 095 m ²
TOTAL	8 882 m ²

Données climatiques

Données climatiques	
Station météo	AMBERIEU
Département	1
Zone climatique	H1c
T°C ext de base	-11 °C
DJU période d'étude	2359
DJU trentenaire	2700

La période d'étude considérée est la période constituée des trois années 2021, 2022 et 2023. Durant cette période, la rigueur climatique a été inférieure à la moyenne des 30 dernières années.



Les DJU ou Degrés Jours Unifiés permettent de quantifier la rigueur climatique. Les DJU sont calculés pour chaque station météo à partir des températures minimales et maximales observées chaque jour.

2.3 Description du bâti

La description des parois varie en fonction des différents bâtiments. Les performances sont hétérogènes.

Le bâtiment A Cure est composé de :

- Parois en pierre principalement isolées en 2010 grâce à environ 8 cm de laine de verre.
- Plancher bas donnant principalement sur sous-sol non chauffé. Le plancher bas équipé de plancher chauffant est considéré isolé.
- Plancher haut en bois, donnant sur comble est isolé grâce à 25 cm d'isolant composé de laine de verre en rouleau et en vrac.
- Menuiseries principalement métalliques en double vitrage de 12 mm d'épaisseur. Certaines menuiseries donnant sur le patio, notamment au rez-de-chaussée sont en simple vitrage. On note la présence de store extérieurs ou de stores intérieurs sur certaines menuiseries du bâtiment A Cure.

Le bâtiment A Extension, construit en 1995 est composé de :

- Parois en béton isolées grâce à 8 cm de polystyrène.
- Plancher bas donnant sur sous-sol non chauffée, isolé grâce à 6 cm de flochage en sous-face.
- Plancher haut composé d'une toiture en bac acier et d'une toiture terrasse. L'isolation est estimée en fonction de l'année de construction du bâti, soit 10 cm de polystyrène.
- Menuiseries principalement métalliques en double vitrage de 12 mm d'épaisseur. On note la présence de store extérieurs et/ou de casquettes sur certaines menuiseries du bâtiment A Extension.

Le hall du bâtiment A est principalement composé de vitrage performant, remplacé en 2021. Cette partie est équipée de brises soleil statiques.

Les bâtiments C D E F sont composés de :

- Parois en pierre non isolées.
Seules certaines parois du bâtiment C et D sont en parpaing et sont isolées grâce à du polystyrène (travaux en cours).
- Planchers bas donnant en partie sur vide sanitaire non accessible. Les planchers bas sont considérés non isolés.
- Planchers hauts donnant sur des combles, non isolés.
Seule la toiture du bâtiment C est une toiture terrasse considérée isolée, mais vétuste.
- Menuiseries principalement en bois simple vitrage. Seulement certaines menuiseries ont été remplacées par des menuiseries métalliques en double vitrage 12 mm d'épaisseur. Les menuiseries des bâtiments E et F sont partiellement équipées de BSO.

Certaines façades du bâtiment A Extension, du bâtiment C et du bâtiment F sont mitoyennes.

Remarque : Aucun DOE n'a pu être transmis. Les éléments se basent donc sur les plans fournis et sur les informations présent sur site.



Façades - Bâtiment A



Façades du patio - Bâtiment A Cure



Façade - Bâtiment A Cure



Façades - Bâtiment A Extension



Façade – Bâtiment A Hall



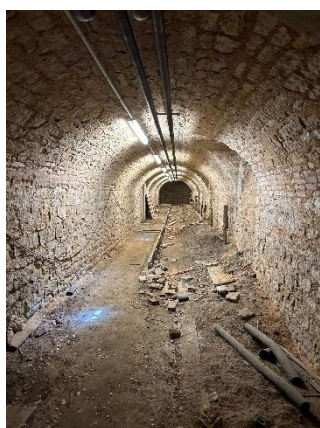
Combles – Bâtiment A Cure



Toiture – Bâtiment A Extension



Toiture – Bâtiment A Hall



Sous-sol – Bâtiment A Cure



Sous-sol – Bâtiment A Extension



Menuiserie – Bâtiment A Hall



Menuiserie – Bâtiment A Extension



Façades – Bâtiment C et D



Façade – Bâtiment C



Façade – Bâtiment D



Façade – Bâtiment E



Façades – Bâtiment E et F



Façade – Bâtiment F



Toiture terrasse – Bâtiment C



Plancher haut – Bâtiment F



Menuiserie DV12 – Bâtiment D



Menuiserie simple vitrage bois avec BSO
Bâtiment F

Récapitulatif du bâti

	Paroi	Structure	Isolation	Vétusté	Coefficient de déperditions W/m².K
Murs	<u>Mur ext Bât A Cure</u>	Pierre - 50 cm	Moyen Laine de verre - 8 cm	Etat moyen	Uparoi : 0,47 W/m².°C Uref : 0,36 W/m².°C
	<u>Mur ext non isolé Bât A Cure</u>	Pierre - 50 cm	Non isolé	-	Uparoi : 7 W/m².°C Uref : 0,36 W/m².°C
	<u>Mur ext Bât A Extension</u>	Béton cellulaire - 16 cm	Moyen Polystyrène - 8,5 cm	Etat moyen	Uparoi : 0,34 W/m².°C Uref : 0,36 W/m².°C
	<u>Mur ext non isolé Bât E et F</u>	Pierre - 60 cm	Non isolé	-	Uparoi : 7 W/m².°C Uref : 0,36 W/m².°C
	<u>Mur ext non isolé Bât C et D</u>	Pierre - 50 cm	Non isolé	-	Uparoi : 7 W/m².°C Uref : 0,36 W/m².°C
	<u>Mur ext Bât D isolé</u>	Parpaing de 25 - 25 cm	Moyen Polystyrène expansé- 8 cm	Bon état	Uparoi : 0,42 W/m².°C Uref : 0,36 W/m².°C
Ouvrants	<u>Menuiserie Métallique DV12 Bât A</u>	Métallique	Correct DV 4/12/4	Bon état	Uparoi : 2 W/m².°C Uref : 2,1 W/m².°C
	<u>Menuiserie Simple vitrage Bât A</u>	Bois	Insuffisant Simple vitrage	Etat dégradé	Uparoi : 5 W/m².°C Uref : 2,1 W/m².°C
	<u>Porte pleine isolée</u>	Métallique	Correct	Bon état	Uparoi : 1,5 W/m².°C Uref : 1,5 W/m².°C
	<u>Menuiserie Métallique DV16 Bât A</u>	Métallique	Performante DV 4/16/4	Neuf	Uparoi : 1,4 W/m².°C Uref : 2,1 W/m².°C
	<u>Menuiseries Simple vitrage Bât C D E F</u>	Bois	Insuffisant Simple vitrage	Etat dégradé	Uparoi : 5 W/m².°C Uref : 2,1 W/m².°C
	<u>Porte pleine</u>	Bois	Insuffisant	Etat dégradé	Uparoi : 3,5 W/m².°C Uref : 1,5 W/m².°C
	<u>Menuiserie Métallique DV12 Bât A</u>	Métallique	Correct DV 4/12/4	Bon état	Uparoi : 2 W/m².°C Uref : 2,1 W/m².°C
Planchers bas	<u>Plancher bat Bât A Cure</u>	Dallage	Moyen Laine de verre - 4 cm	Etat moyen	Uparoi : 0,7 W/m².°C Uref : 0,27 W/m².°C
	<u>Plancher bas Bat A Extension</u>	Béton plein - 25 cm	Moyen Flocage-6 cm	Etat moyen	Uparoi : 0,62 W/m².°C Uref : 0,27 W/m².°C
	<u>Plancher bas Bât C D E F</u>	Pierre - 20 cm	Non isolé	-	Uparoi : 10,53 W/m².°C Uref : 0,27 W/m².°C

Planchers haut	<u>Plancher haut</u> <u>Comble</u> <u>Bât A Cure</u>	Bois	Performant Laine de verre-25 cm	Neuf	Uparoi : 0,16 W/m².°C Uref : 0,2 W/m².°C
	<u>Toiture Bac acier</u> <u>Bât A Extension</u>	Bac acier	Moyen Polystyrène expansé- 10 cm	Etat moyen	Uparoi : 0,35 W/m².°C Uref : 0,2 W/m².°C
	<u>Toiture terrasse</u> <u>Bât A Extension</u>	Béton plein - 20 cm	Moyen Polystyrène expansé- 10 cm	Etat moyen	Uparoi : 0,33 W/m².°C Uref : 0,27 W/m².°C
	<u>Plancher haut</u> <u>Comble non isolé</u> <u>Bât D E F</u>	Bois	Non isolé	-	Uparoi : 3 W/m².°C Uref : 0,2 W/m².°C
	<u>Toiture terrasse</u> <u>Bât C</u>	Béton plein - 20 cm	Moyen Polystyrène expansé- 6 cm	Etat dégradé	Uparoi : 0,58 W/m².°C Uref : 0,27 W/m².°C

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : **Bonne** **Correcte** **Moyenne** **Insuffisante** **Faible**
Vétusté : **Neuf** **Bon état** **Etat moyen** **Etat dégradé** **A remplacer**

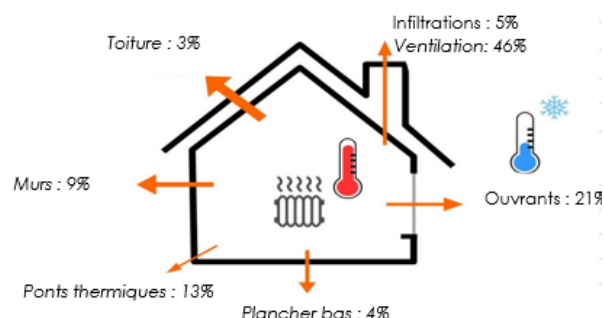
Remarque : Le tableau ci-dessous regroupe les parois et ouvrants les plus significatifs. Des éléments plus anecdotiques sont pris en compte dans la simulation mais non détaillés dans le rapport (variation de l'épaisseur de la pierre, menuiserie en carreaux de verre, ...).



Le coefficient **U** (Coefficient de transmission surfacique) représente les déperditions relatives à chaque surface déperditive du bâtiment. Le coefficient **U référence** est déterminé à partir des exigences réglementaires en matière de rénovation. Plus le coefficient est faible, plus l'isolation de la paroi est performante.

Répartition des déperditions

Déperditions de chaleur	
Température de base de -11 °C	
Toiture	15,6 kW
Murs	47,9 kW
Plancher	20,3 kW
Menuiseries	116,8 kW
Infiltrations	27,3 kW
Ventilations	253 kW
Ponts Thermiques	69,1 kW
Total	550 kW
Total + 20 %	660 kW



Les déperditions des différents bâtiments sont cohérentes avec les équipements en places. Les déperditions les plus importantes sont liées aux systèmes de ventilation et aux ouvrants.



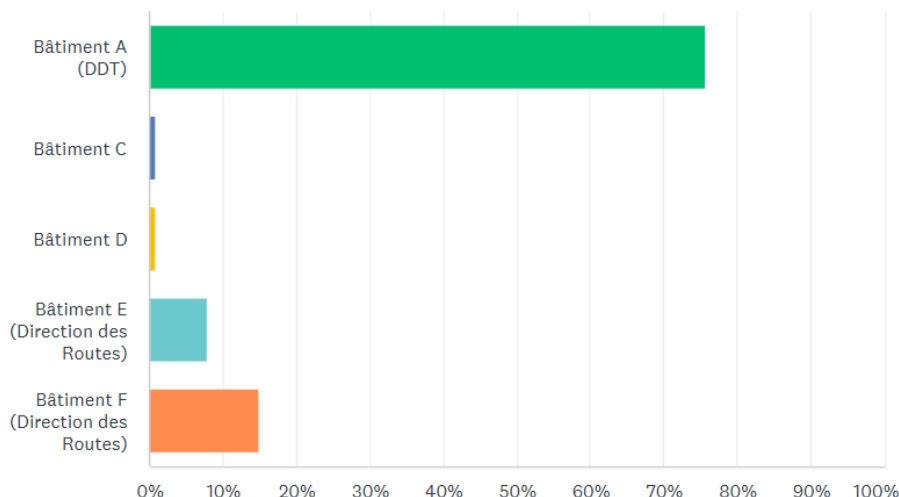
Les déperditions de chaleur calculées par la simulation indiquent la puissance thermique nécessaire pour atteindre la température intérieure de confort. Ces déperditions sont données avec une marge de +20 %.

2.4 Confort thermique du bâtiment – Ressenti des usagers

Dans le cadre de l'audit énergétique, un questionnaire a été transmis aux usagers du site de Bourgmayeur. Ce questionnaire a pour objectif de connaître l'usage et le ressenti des occupants. Au total **130 réponses** ont été collectées. Le questionnaire a été envoyé en été 2024. Les ressentis se basent donc sur l'été 2024 et l'hiver 2023.

Bâtiment concerné

Réponses obtenues : 128 Question(s) ignorée(s) : 2

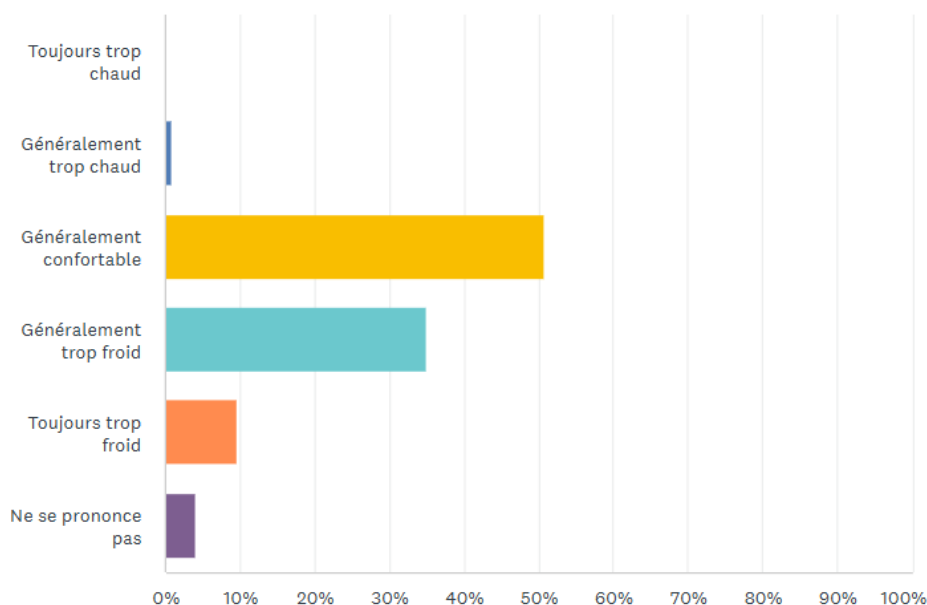


Remarque : Les réponses récoltées concernent principalement le bâtiment A, le bâtiment F puis le bâtiment E. Cela est en cohérence avec l'intensité d'usage des différents bâtiments.

Confort en hiver

Que diriez-vous de la température ressentie en hiver ?

Réponses obtenues : 126 Question(s) ignorée(s) : 4



Si vous avez froid, ressentez-vous des courants d'air au niveau des fenêtres ?

CHOIX DE RÉPONSES	RÉPONSES	
Oui	40,20 %	41
Non	59,80 %	61
TOTAL		102

En hiver, est-ce que vous ouvrez les fenêtres du bâtiment dans la journée ?

CHOIX DE RÉPONSES	RÉPONSES	
Oui, occasionnellement	21,14 %	26
Oui, quelques minutes chaque jour	52,03 %	64
Oui, dès qu'il fait trop chaud dans la pièce	1,63 %	2
Non	25,20 %	31
TOTAL		123

En hiver les volets / stores sont-ils fermés la journée ?

CHOIX DE RÉPONSES	RÉPONSES	
Oui	2,54 %	3
Occasionnellement	12,71 %	15
Non	84,75 %	100
TOTAL		118

En hiver les volets / stores sont-ils fermés la nuit ?

CHOIX DE RÉPONSES	RÉPONSES	
Oui	12,61 %	14
Occasionnellement	10,81 %	12
Non	76,58 %	85
TOTAL		111

Remarque : Dans le bâtiment A les couloirs et le hall d'entrée sont jugés particulièrement froids en hiver.

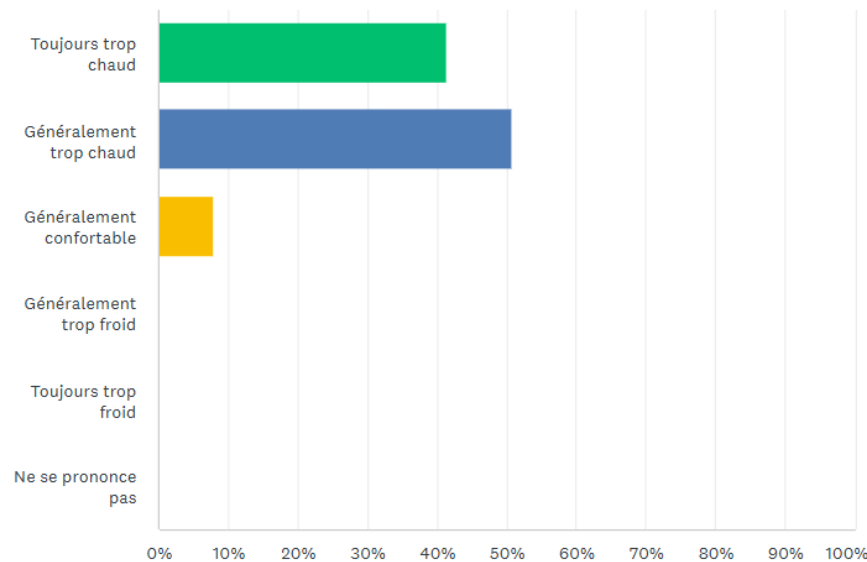
De plus , les bâtiments E et F sont davantage soumis à un inconfort hivernal. Les menuiseries sont sources de déperditions importantes et entraînent un inconfort.

Les usagers des différents sites ouvrent régulièrement leurs fenêtres afin de renouveler l'air. En l'absence de système de ventilation, cela permet d'améliorer la qualité de l'air mais au contrôle sur les déperditions est possible. Cela entraîne une surconsommation non négligeable et favorise l'inconfort des agents.

Confort en été

Que diriez-vous de la température ressentie en été ?

Réponses obtenues : 128 Question(s) ignorée(s) : 2



Si vous avez trop chaud en été, est-ce dû à l'ensoleillement ?

CHOIX DE RÉPONSES	RÉPONSES	
Oui	68,25 %	86
Non	31,75 %	40
TOTAL		126

En été les volets / stores sont-ils fermés la journée ?

CHOIX DE RÉPONSES	RÉPONSES	
Oui / occasionnellement	86,07 %	105
Non	13,93 %	17
TOTAL		122

En été, est-ce que vous ouvrez les fenêtres du bâtiment dans la journée ?

CHOIX DE RÉPONSES	RÉPONSES	
Oui, occasionnellement	25,20 %	32
Oui, quelques minutes chaque jour	36,22 %	46
Oui, dès qu'il fait trop chaud dans la pièce	13,39 %	17
Oui, uniquement la nuit	22,83 %	29
Non	2,36 %	3
TOTAL		127

Remarque : La température ressentie en été est jugée généralement trop chaude. D'après les usagers, la température est régulièrement supérieure à 32°C. Un inconfort général sur l'ensemble du bâtiment A a été indiqué.

Les stores sont utilisés par les usagers du site. Cependant, un manque important de stores ou BSO a été relevé.

L'inconfort des différentes zones a été vérifié par le calcul STD détaillé dans la suite de l'étude.

Question générales

Comment qualifieriez-vous la ventilation ?

CHOIX DE RÉPONSES	RÉPONSES	
Insuffisante (problèmes d'odeur, humidité)	25,42 %	30
Bruyante	6,78 %	8
Généralement confortable	24,58 %	29
Ne se prononce pas	43,22 %	51
TOTAL		118

Avez-vous des difficultés à fermer les fenêtres ?

CHOIX DE RÉPONSES	RÉPONSES	
Oui, parfois	33,86 %	43
Oui, occasionnellement	10,24 %	13
Non	55,12 %	70
Ne se prononce pas	0,79 %	1
TOTAL		127


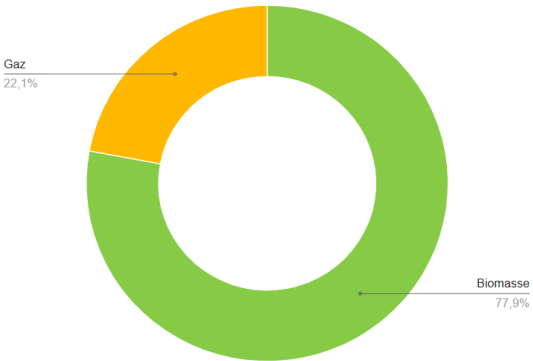
Trouvez-vous l'éclairage artificiel suffisant dans le bâtiment ?

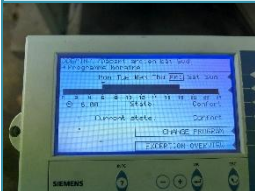
CHOIX DE RÉPONSES	RÉPONSES	
Oui, il est suffisant	71,20 %	89
Oui, il est par endroit trop important	12,00 %	15
Non, certaines zones ne sont pas suffisamment éclairées	12,00 %	15
Ne se prononce pas	4,80 %	6
TOTAL		125

Remarque : Le manque de ventilation dans les bureaux impacte l'inconfort des usagers du site. De plus d'après les usagers, les menuiseries en simple vitrage bois des bâtiments C D E F montrent des réels problématiques de vétustés. Cela a été confirmé lors de notre visite sur site.

2.5 Description des équipements

Chauffage

Réseau de chaleur urbain (RCU)			
		Mix énergétique 	
Production	Performance :	Bonne	Vétusté : Bon état
<p>Le site est relié au Réseau de Chaleur Urbain (RCU) de Bourg en Bresse, depuis 2020. Un échangeur à plaques de marque Barriquand et de puissance 660 kW est positionné dans la chaufferie.</p> <p><u>Remarque</u> : Avant 2020 la production de chauffage était assurée par des chaudières gaz. Cela concerne l'année 2019, l'année de référence du Décret Tertiaire.</p>			
Modèle		Echangeur à plaques Barriquand	
Puissance		660 kW	
Année :		2020	
Distribution	Performance du calorifuge :	Correcte	Vétusté du calorifuge : Bon état
	Performance circulateurs :	Correcte	Vétusté circulateurs : Bon état
<p>Les canalisations de chauffage sont calorifugées en chaufferie. Un calorifugeage est également présent au niveau des canalisations passant en sous-sol. Il a toutefois été constaté points singuliers ponctuels.</p> <p>La production de chauffage alimente plusieurs départs en chaufferie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Départ 1 : Bâtiment A Cure Nord régulé et équipé d'un circulateur simple à vitesse variable de marque Grundfos. - Départ 2 : Bâtiment A Cure Sud régulé et équipé d'un circulateur simple à vitesse variable de marque Grundfos. - Départ 3 : Bâtiment A Plancher chauffant régulé et équipé d'un circulateur double à débit fixe de marque Grundfos. - Départ 4 : Bâtiment A Extension Nord régulé et équipé d'un circulateur simple à vitesse variable de marque Grundfos. - Départ 5 : Bâtiment A Extension Sud régulé et équipé d'un circulateur simple à vitesse variable de marque Grundfos. - Départ 6 : Bâtiments C D E F régulé et équipé d'un circulateur double à vitesse variable de marque Grundfos. - Départ 7 : CTA constant et équipé d'un circulateur double à vitesse variable de marque Grundfos. 			

Emetteurs	Performance : Moyenne				Vétusté : Etat moyen
Les émetteurs de chauffage sont des radiateurs en acier ou en fonte et sont équipés pour certains de robinets thermostatiques. L'émission de chauffage est également assurée par un plancher chauffant hydraulique au niveau du bâtiment A (hall et circulations RDC).					
Régulation	Performance : Correcte				Vétusté : Etat moyen
	Un automate de régulation Siemens est présent en chaufferie pour piloter les vannes 3 voies des départs de chauffage. Il permet une régulation de la température des départs via une loi d'eau et un réduit de température selon une programmation horaire. La programmation est adaptée à l'occupation des locaux. Cependant, la régulation ne peut pas être réalisée à distance. La préfecture a comme projet de remplacer ce système.				
	Températures de consigne				Horaires de programmation
Bâtiment A Cure Nord	Confort :	19 °C	Réduit :	15 °C	Température de confort le lundi de 5h00 à 18h00, puis du mardi au vendredi de 6h00 à 18h00. Reste en réduit
Bâtiment A Cure Sud	Confort :	19 °C	Réduit :	15 °C	Température de confort le lundi de 5h00 à 18h00, puis du mardi au vendredi de 6h00 à 18h00. Reste en réduit
Bâtiment A Plancher chauffant	Confort :	19 °C	Réduit :	15 °C	Température de confort principalement en semaine.
Bâtiment A Extension Nord	Confort :	19 °C	Réduit :	15 °C	Température de confort le lundi de 5h00 à 18h00, puis du mardi au vendredi de 6h00 à 18h00. Reste en réduit
Bâtiment A Extension Sud	Confort :	21 °C	Réduit :	16,5 °C	Température de confort le lundi de 5h00 à 18h00, puis du mardi au vendredi de 6h00 à 18h00. Reste en réduit
Bâtiment C D E F	Confort :	19 °C	Réduit :	15 °C	Température de confort le lundi de 5h00 à 18h00, puis du mardi au vendredi de 6h00 à 18h00. Reste en réduit (Estimé)

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : Bonne Correcte Moyenne Insuffisante Faible
Vétusté : Neuf Bon état Etat moyen Etat dégradé A remplacer

Climatisation

Rafrâichissement



Les locaux sont équipés de différents systèmes de refroidissement.

Dans un premier temps, le hall du Bâtiment A est équipé d'un système à détente indirecte non réversible. L'émission est assurée par la CTA (batterie froide) pilotés par une régulation centralisée. Le système fonctionne de juin à septembre.

Puis, certaines salles du rez-de-chaussée du bâtiment A Cure (salle de réunion et salle de formation), ainsi que les salles des serveurs des bâtiments A et F sont climatisées grâce à des Pompes à Chaleur air/air. Les systèmes sont réversibles mais sont principalement utilisés pour le rafraîchissement des zones concernées.

La régulation est manuelle dans les salles du bâtiment A Cure.

La consigne est de 22°C dans les salles des serveurs.

Production	Groupe d'eau glacée	5 PAC air/air
	Bâtiment A Hall	Bâtiment A Cure - salles de réunion et de formation Bâtiment A et F – salles des serveurs
Energie	Electricité	
Puissance frigorifique	39,4 W	Estimée
Puissance absorbée	13,19 W	Estimée
Age	NC	NC
Performance	Correcte	Correcte
Emission	Batterie froide CTA	Console murale
Performance	Correcte	Correcte
Régulation	Régulation centralisée	Commandes individuelles, adaptée à l'usage
Performance	Correcte	Correcte

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : **Bonne** **Correcte** **Moyenne** **Insuffisante** **Faible**
 Vétusté : **Neuf** **Bon état** **Etat moyen** **Etat dégradé** **A remplacer**

Ventilation

Ventilation



Le renouvellement d'air dans les locaux est assuré par plusieurs systèmes :

- Le renouvellement d'air de la zone Bâtiment A Hall est assuré par une centrale de traitement d'air (CTA) avec mélange d'air neuf et d'air repris. Le taux de reprise est à 10% en hiver et 0% en été.

La CTA est relié à une batterie chaude (RCU) et une batterie froide (Groupe d'eau glacée). L'équipement est relié à l'automate de régulation Siemens.

- Les sanitaires des bâtiments A C D E F et les couloirs du bâtiment A Extension, disposent de systèmes de ventilation mécanique simple flux (VMC).

Type	CTA air neuf/air repris	VMC simple flux
Zones	Bâtiment A Hall	Bâtiment A C D E F - Sanitaires
Puissance caisson	9 000 W (CTA) 7 500 (Extraction)	Estimée (3 400 W)
Age	NC	NC
Performance	Moyenne	Moyenne
Vétusté	Bon état	Etat moyen
Régulation	Automate Siemens avec programmation	-

	Températures de consigne				Horaires de programmation
CTA Bâtiment A Hall	Température de consigne hiver :	19 °C	Température de consigne été :	24 °C	La ventilation du hall est prévue suivant la programmation horaire suivante 5h00 à 19h00

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : **Bonne** **Correcte** **Moyenne** **Insuffisante** **Faible**
Vétusté : **Neuf** **Bon état** **Etat moyen** **Etat dégradé** **A remplacer**

Mesure de débit sur site



Anémomètre à fil chaud



Cone de mesure normé

Grâce à deux instruments présentés ci-dessus, des mesures de ventilation sur site ont pu être réalisées. Les mesures ont été réalisées principalement sur les bouches de ventilation « classique » présentant un diamètre assez faible pour permettre de mesurer correctement le débit.

Le débit des bouches des couloirs du bâtiment A Extension a été mesuré entre 300 et 380 m³/h. L'une des bouches située dans l'aile « éducation nationale » a été relevée comme défectueuse.

Le débit des bouches des sanitaires du bâtiment A Extension a été mesuré entre 20 et 35 m³/h. Les débits sont cohérents avec les besoins des sanitaires.

Production d'eau chaude sanitaire

Production d'eau chaude sanitaire (ECS)

La production d'ECS des différents bâtiments est réalisée à partir de ballons électriques situés dans les sanitaires.

Le réseau de distribution d'ECS circule en volume chauffé.

Le nombre de ballons électriques est estimé à 11 dans le bâtiment A et 5 dans les bâtiments C D E F.



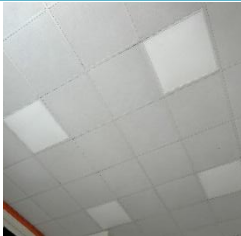


Production	Accumulation
Système	Ballon électrique : de 15 à 100 litres
Marque	Principalement Pacific
Age	NC
Performance	Correcte
Vétusté	Moyenne
Réseau	En volume chauffé

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance : Bonne Correcte Moyenne Insuffisante Faible
Vétusté : Neuf Bon état Etat moyen Etat dégradé A remplacer

Eclairage

Eclairage		
		
<p>L'éclairage des locaux est hétérogène. Le bâtiment A est équipé en grande partie de tubes fluo compact (2×36W ou 4×18W). On trouve également des spots et des ampoules LED. Les bâtiments C D E F sont également majoritairement équipés de tubes fluo compact (2×36W ou 4×18W). On trouve également des ampoules halogènes et certains pavés LED.</p> <p>La majorité des dispositifs mentionnés sont commandés au moyen d'interrupteurs manuels. Certains sanitaires sont équipés de détecteur de mouvement.</p>		
Type d'éclairage par zone		
Technologie	Zone	Performance
Tubes fluo compact (2×36W ou 4×18W)	Bâtiments A C D E F	Moyenne
Spots LED	Bâtiment A	Bonne
Dalles LED	Bâtiments F et E	Bonne

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance :	Bonne	Correcte	Moyenne	Insuffisante	Faible
Vétusté :	Neuf	Bon état	Etat moyen	Etat dégradé	A remplacer

3. Analyse des données

3.1 Consommations et émissions

Gestion et suivi énergétique

▪ Éléments de comptage

N°	Energie	Bâtiments consommateurs	Suivi des consommations
1	Electricité générale	Bâtiments A C D E F	Factures mensuelles
2	Réseau de chaleur	Bâtiments A C D E F	Factures mensuelles

Rappel sur la fin les tarifs réglementés de l'électricité et le gaz naturel

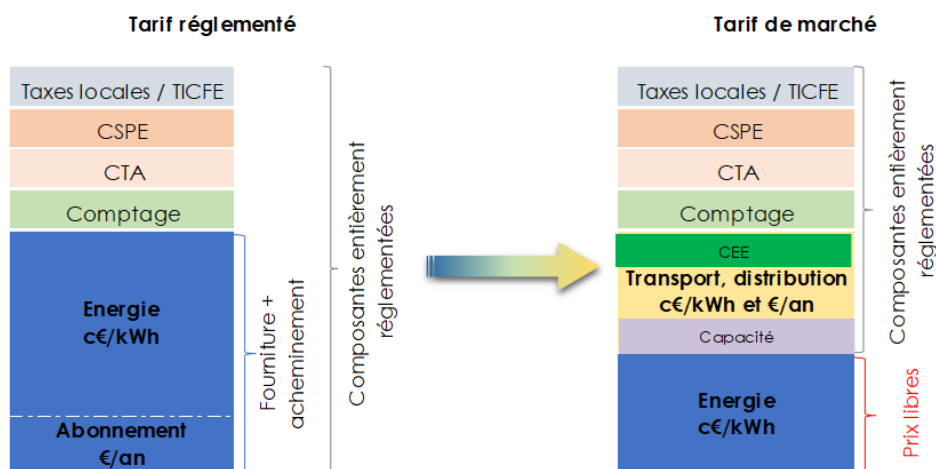
Dans le cadre de la libéralisation des marchés de l'énergie, plusieurs typologies de consommateurs ne peuvent plus bénéficier de contrat de fourniture d'énergie avec des tarifs réglementés (évolution fixée par la CRE).

Sont concernés :

- Gaz naturel : Depuis le 1^{er} janvier 2016, les sites consommant plus de 30 MWh/an et les bâtiments à usage principal d'habitation consommant plus de 150 MWh/an.
- Electricité : Depuis le 1^{er} janvier 2016, les sites dont la puissance souscrite est supérieure à 36 kVA.
- Toutes les collectivités avec 10 employés communaux et plus depuis janvier 2021.

Pour ces sites, un contrat dit à tarif de marché doit être souscrit. Il permet de négocier auprès de plusieurs fournisseurs le prix de l'énergie qui est désormais fixé librement. Les prix des composantes liées à l'acheminement de l'énergie (transport, distribution) restent réglementés tout comme les taxes et autres contributions parafiscales.

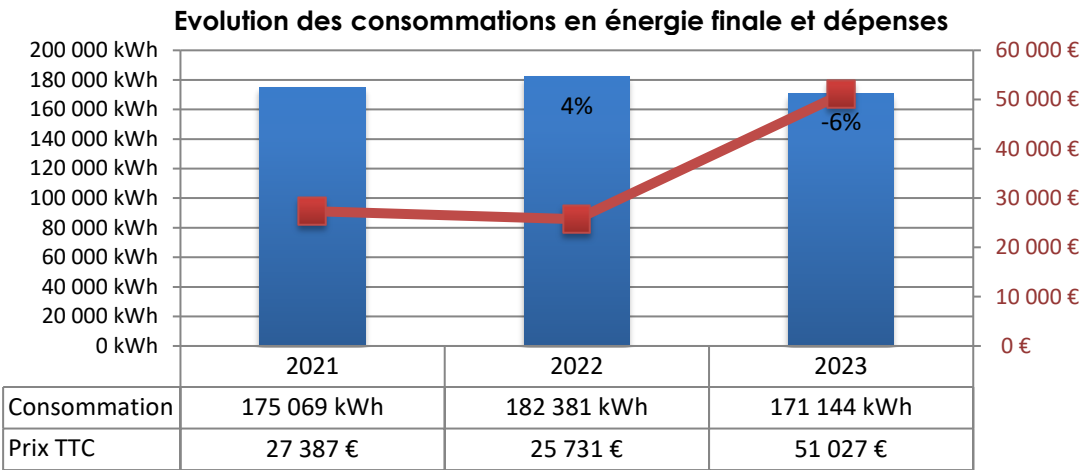
Décomposition des composantes tarifaires des tarifs réglementés et des tarifs de marché d'électricité



Pour tous les autres sites (par exemple tarifs bleus < 36 kVA) les tarifs réglementés restent en vigueur même s'il est possible de mettre en concurrence les fournisseurs d'énergie.

Consommations d'électricité

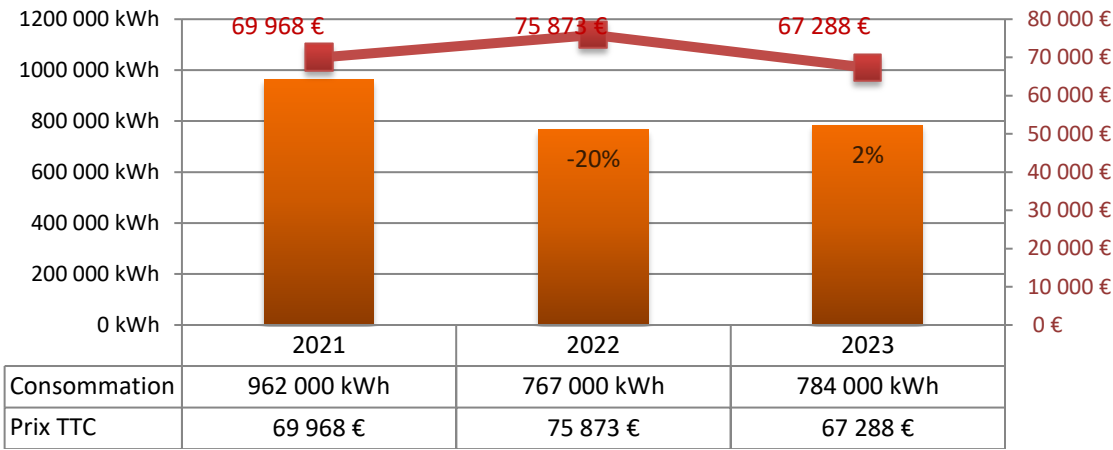
Consommations Electricité - Années 2021 - 2022 - 2023	
Consommation annuelle moyenne	176 198 kWh _{ef} , soit 405 255 kWh _{ep}
Facture annuelle moyenne	34 715€ TTC
Coût unitaire moyen	20 c€ TTC / kWh _{ef}
Emissions de GES annuelles moyennes	11 277 kgeqCO ₂ /an



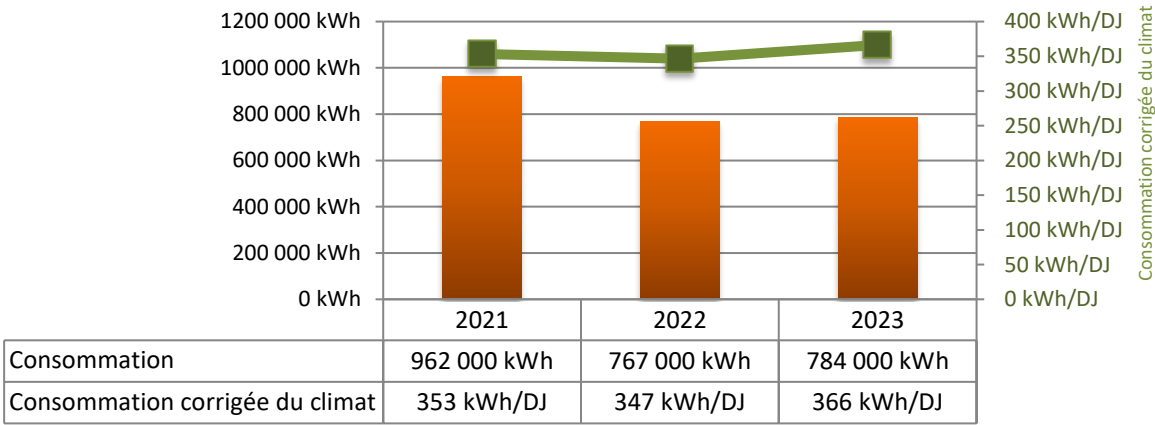
Consommations liées au Réseaux de Chaleur

Consommations Réseau de chaleur - Années 2021 - 2022 - 2023	
Consommation annuelle moyenne	837 667 kWh _{ef} , soit 837 667 kWh _{ep}
Facture annuelle moyenne	71 895€ TTC
Coût unitaire moyen	9 c€ TTC / kWh _{ef}
Emissions de GES annuelles moyennes	47 747 kg _{eq} CO ₂ /an

Evolution des consommations en énergie finale et dépenses



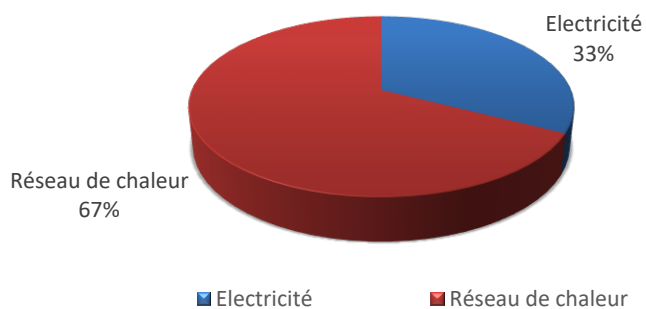
Evolution de la consommation corrigée du climat



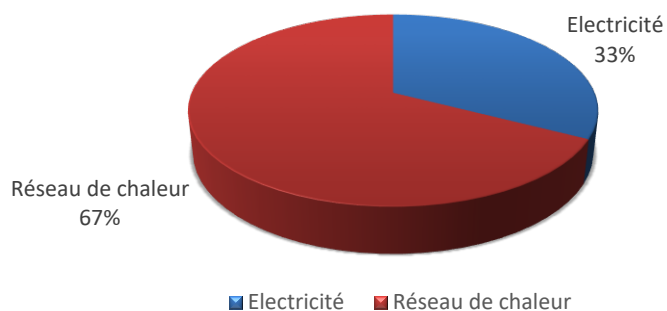
3.2 Répartition énergétique, financière et environnementale

Sur le site nous comptons deux vecteurs énergétiques : Electricité et Réseau de chaleur.

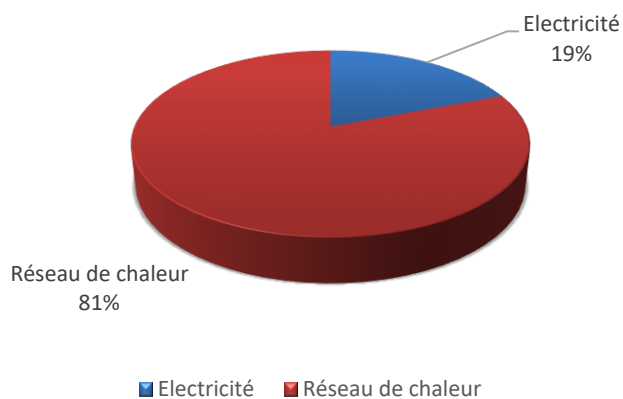
Répartition coûts énergétiques (en €)



Répartition des consommations d'énergie du site (en énergie primaire)

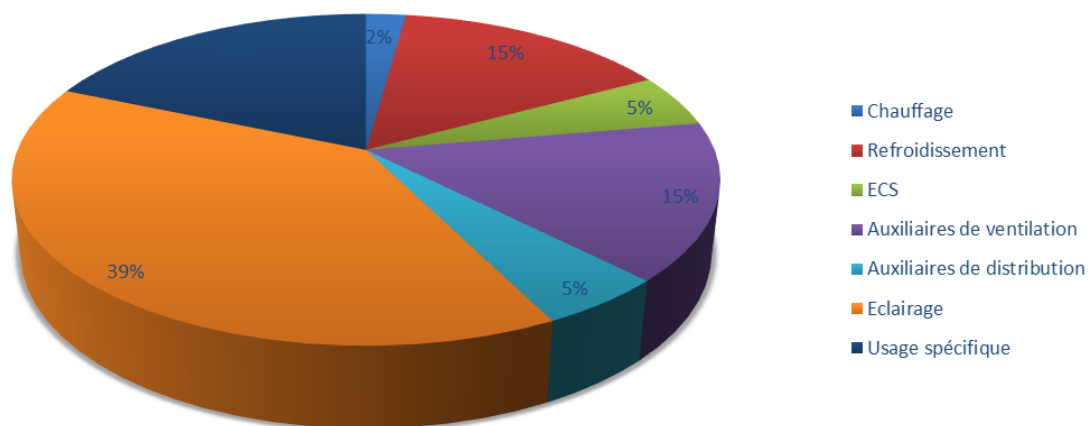


Répartition des émissions de GES (kgéq CO2)



3.3 Répartition des consommations par type d'énergie

Usages électriques :



Remarque : La partie « usage spécifique » comprend la consommation de la bureautique, de l'électroménager (salle de pause, ...), des bornes de recharge pour voiture électrique, ...



La répartition des consommations est déterminée à partir des hypothèses de fonctionnement des équipements et de leurs puissances relevées sur site.

Usages combustibles :

La consommation de gaz naturel est exclusivement utilisé pour la production principale de chauffage du bâti.

Ecart de consommations :

Les consommations réelles (cf. factures) sont différentes des consommations théoriques (estimées par le calcul). La consommation "théorique" ne peut pas prendre en compte plusieurs critères aléatoires sur l'établissement :

- Ouverture prolongée des différents ouvrants : portes d'entrée, fenêtres
- Modification de la programmation des régulateurs (chauffage, climatisation) ;
- Dégradation des isolants sur les différentes parois,
- Fonctionnement de certains équipements en dehors des périodes « théoriques ».

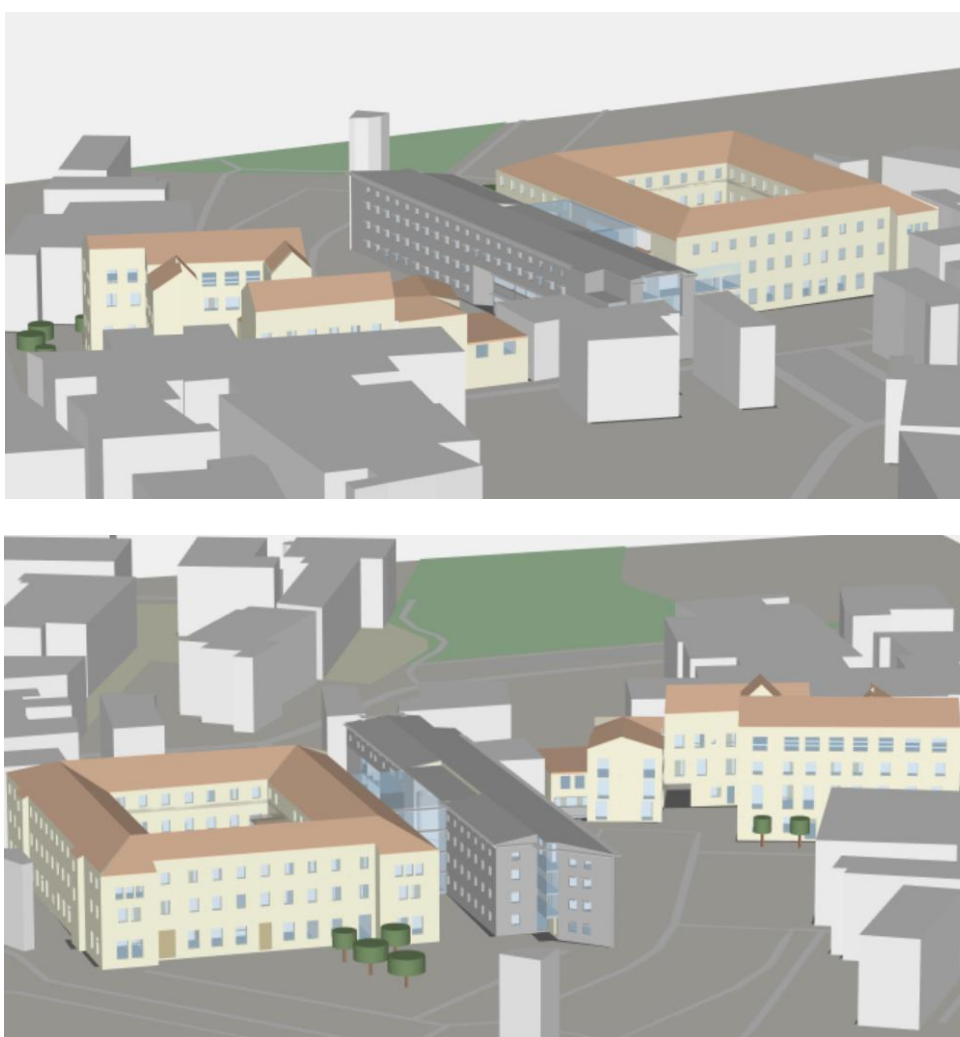
4. Simulation Energétique Dynamique (SED)

La simulation énergétique dynamique permet de modéliser avec précision l'ensemble ou une zone d'un bâtiment afin d'étudier son comportement énergétique dans le temps. Cette simulation se distingue d'un calcul réglementaire notamment par une meilleure prise en compte de l'inertie thermique du bâtiment, de son exposition, des masques solaires, et de son fonctionnement horaire (occupation, gains internes, ...). Les systèmes sont également modélisés de manière plus détaillés.

L'étude a été réalisée à l'aide du logiciel Pléiades (Izuba énergies), version 6.24.7.4.

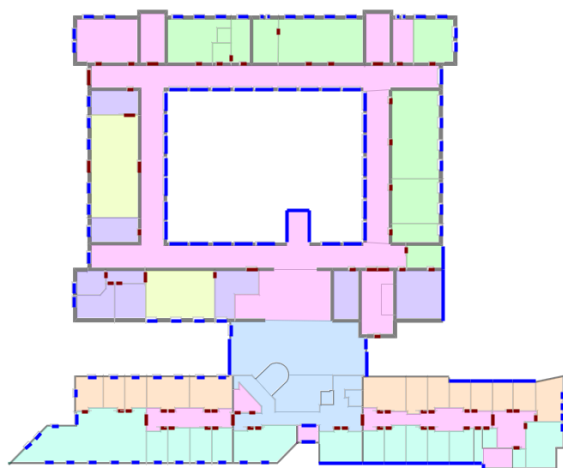
4.1 Champ de l'étude – modélisation graphique

Le site est modélisé graphiquement à partir des plans et des éléments constructifs connus :

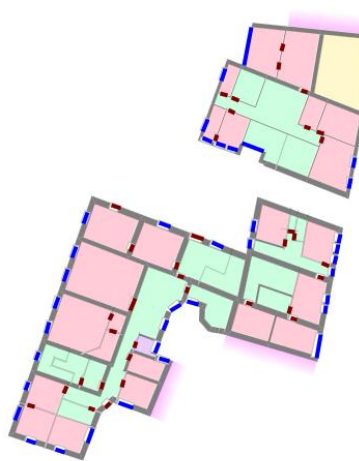


Les « masques proches » formés par la situation géographique du site, la végétation et les bâtiments voisins diminuent l'accès à l'ensoleillement direct pour les façades du site. Ces éléments sont intégrés à la simulation.

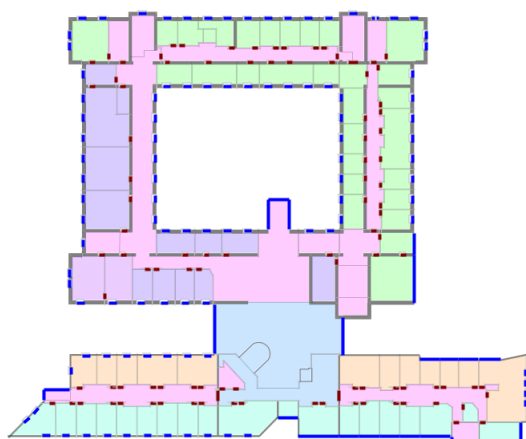
Chaque pièce étudiée est représentée par une zone thermique avec ses propres scénarios d'usage et de contrôle (chauffage, occupation, apports internes). Les zones thermiques peuvent englober plusieurs pièces aux caractéristiques d'usages identiques (fonctionnement du chauffage, occupation, orientation...).



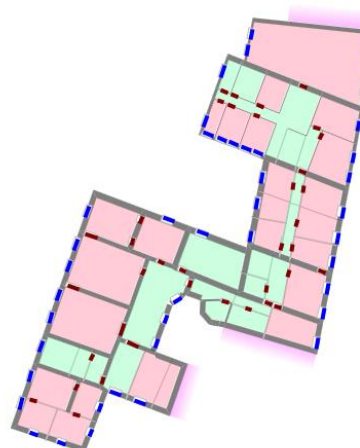
Zones thermiques – RDC



Zones thermiques – RDC



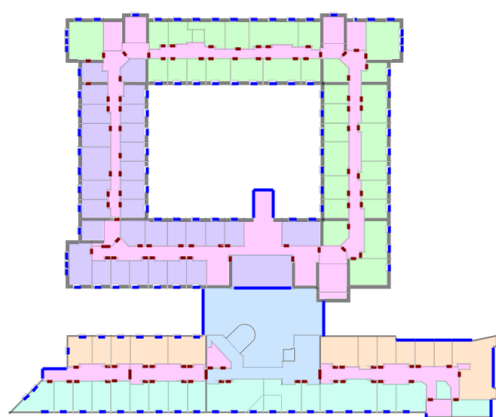
Zones thermiques – R+1



Zones thermiques – R+1

	Bât A Cure Nord Bureaux
	Bât A Cure Sud Bureaux
	Bât A Ext Nord Bureaux
	Bât A Ext Sud Bureaux
	Bât A Circulations et sanitaires
	Bât A Salle avec PAC
	Bât A Hall
	Bât C D E F Bureaux
	Bât C D E F Circulations et sanitaires
	Serveur
	LNC

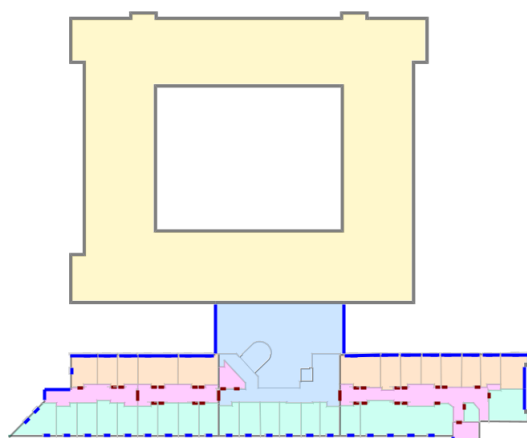
Légende



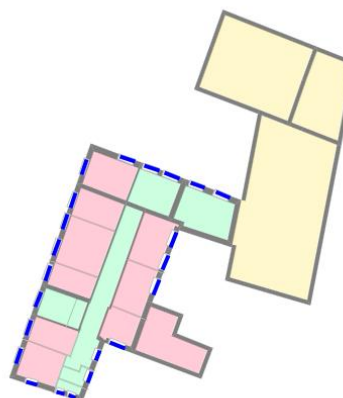
Zones thermiques – R+2



Zones thermiques – R+2



Zones thermiques – R+3



Zones thermiques – R+3

	Bât A Cure Nord Bureaux
	Bât A Cure Sud Bureaux
	Bât A Ext Nord Bureaux
	Bât A Ext Sud Bureaux
	Bât A Circulations et sanitaires
	Bât A Salle avec PAC
	Bât A Hall
	Bât C D E F Bureaux
	Bât C D E F Circulations et sanitaires
	Serveur
	LNC

Légende

Pour ce site nous avons 11 zones.

La dernière zone concerne les Locaux Non Chauffés (LNC) correspondant à des locaux non étudiés (combles, zone de stockage, ...). Cette zone est exclue des calculs.

L'ensemble des cloisons et planchers intermédiaires sont modélisés pour séparer les pièces ainsi que les zones thermiques. Les matériaux intérieurs, et notamment les parois lourdes tels que les murs de refend et planchers intermédiaires, influencent l'inertie thermique du bâtiment.



RDC



R+1



R+2

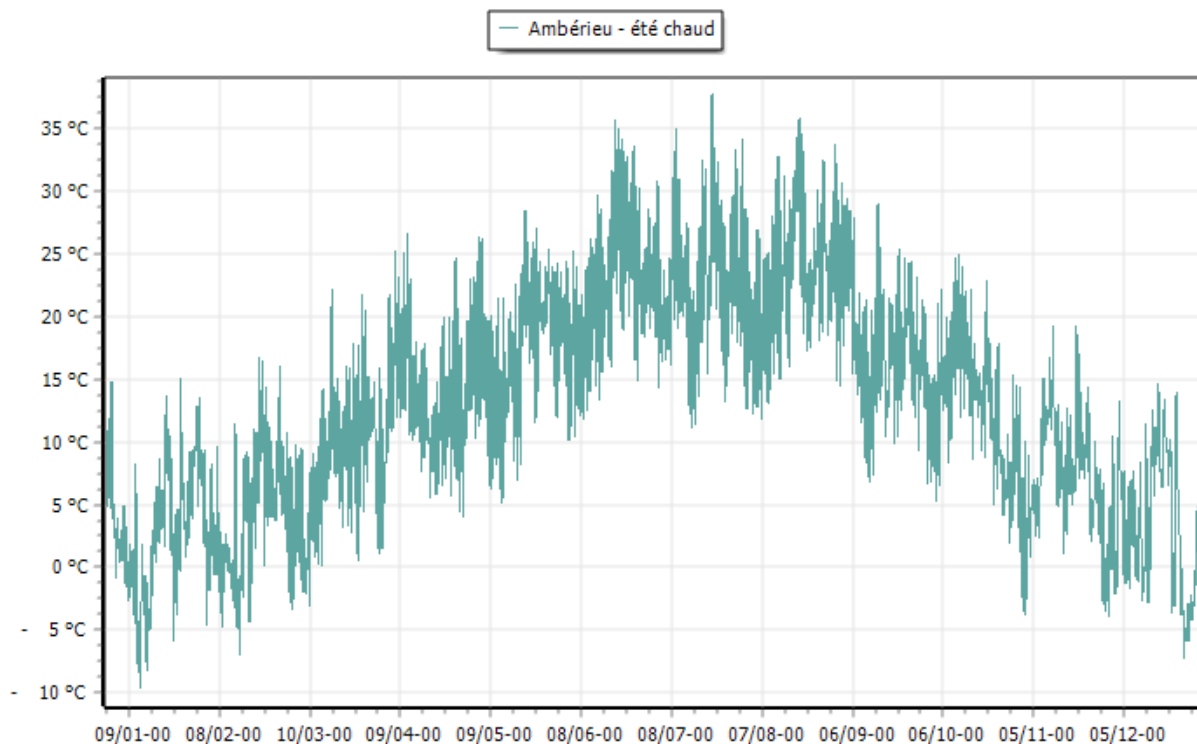


R+3

4.2 Hypothèses de fonctionnement

Données météorologiques :

Les données météorologies utilisées pour la simulation sont issues des mesures de la station Météonorm de Ambérieu (01) – été chaud.



Température extérieure annuelle

Scénario :

Pour réaliser la simulation, il est nécessaire d'établir des hypothèses de fonctionnement. Chaque zone thermique aura des scénarii de fonctionnement propre à elle. Les scénarii permettent de simuler avec des profils hebdomadaires et annuels :

- La présence d'occupant
- La gestion du chauffage
- Les apports internes (éclairage, équipements bureautiques, ...)
- La ventilation (Naturelle, Ventilation mécanique contrôlée)
- L'occultation des menuiseries

4.3 Résultats de la simulation

Consommations :

Dans le but de valider les modèles réalisés avec le logiciel de calcul, il est nécessaire de comparer les consommations réelles du site, à la somme des consommations obtenu après modélisation de tous les bâtiments du site.

Le site est chauffé et climatisé, les consommations d'électricité et de gaz naturel sont donc dépendantes de la rigueur climatique (DJU). Etant donnée que la base de la rigueur climatique n'est pas la même entre la période considérée (2022-2023) et la station météo norm, il est nécessaire d'ajuster les consommations en fonction de cette rigueur climatique. Une fois ajustées, les consommations peuvent être comparées :

Consommations d'électricité ajustées – Ensemble du site		
Factures (2021-2022-2023)	804 401 kWh _{ef}	Ecart
Simulation énergétiques dynamiques	799 251 kWh _{ef}	1 %

Consommations de gaz naturel ajustées – Ensemble du site		
Factures (2022-2023)	176 217 kWh _{ef}	Ecart
Simulation énergétiques dynamiques	170 440 kWh _{ef}	1 %

L'écart entre les modèles et la réalité est inférieur ou égal à 1%. Les modélisations sont donc validées.

Ci-dessous les températures maximales, le nombre d'heure d'inconfort, le taux d'inconfort et les degrés-heures d'inconfort (DH), calculés par la simulation thermique dynamique :

Zones	T° Max occ.	Heures > T° inconfort (26°C)	Taux d'inconfort	DH
	°C	h	%	°C.h
Bâtiment A Cure Nord Bureaux	34.48	424	13.6 %	483.9
Bâtiment A Cure Sud Bureaux	34.04	421	13.5 %	442.9
Bâtiment A Ext Nord Bureaux	34.88	391	12.5 %	469.2
Bâtiment A Ext Sud Bureaux	33.28	367	11.8 %	372.9
Bâtiment A Circulations et sanitaires	34.33	287	11.0 %	316.5
Bâtiment A Salles avec PAC	32.25	178	9.7 %	86.7
Bâtiment A Hall	30.34	25	1.4 %	0.3
Bâtiment C D E F Bureaux	33.81	353	11.3 %	461.9
Bâtiment C D E F Circulations et sanitaires	33.19	276	10.6 %	293.4

Remarque : Les zones ont été nommées suivant la nomination des réseaux de chaufferie. Cependant, aucun bureau n'est orienté plein Nord ou plein Sud. Cela explique la similarité de l'inconfort estival entre la partie nommée Nord et la partie nommée Sud.

Dans la présente étude, on considère qu'**au-dessus de 26°C** la zone est inconfortable pour les occupants.

L'ensemble des paramètres présentés dans le tableau ci-dessus permettent d'analyser au mieux l'inconfort estival de chaque zone du site :

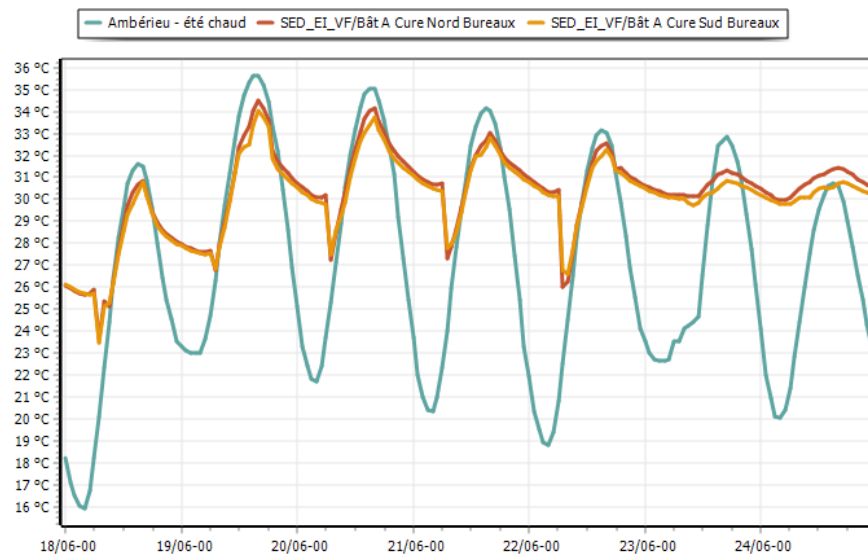
- T° Max occ. : La température maximale atteinte dans la zone durant une période d'occupation.
- Heures > T° inconfort : Le nombre d'heure, en période d'occupation, où la température intérieure dépasse la température d'inconfort.
- Taux d'inconfort : Le pourcentage d'heures d'occupation où la température intérieure est supérieure à la température d'inconfort.
- DH : Cet indicateur se base sur le modèle de la RE2020, prenant en compte la durée des périodes d'inconfort, ainsi que l'intensité. Par exemple, si la température intérieure de la zone concernée (en période d'occupation) est de 28°C pendant 1 heure cela correspond à 2°C.h, si la durée était de 2 heures, cette période correspondrait à 4°C.h.

Deux seuils permettent de définir si la zone est inconfortable. Dans le cas où l'indicateur DH est **inférieur à 350°C.h**, la zone est jugée comme confortable. Si l'indicateur DH est **supérieur à 1250°C.h**, alors la zone est considérée comme inconfortable, il sera donc primordial d'intégrer des solutions permettant de diminuer au maximum cet inconfort, et de potentiellement envisager un système de rafraîchissement. Lorsque l'indicateur DH se situe entre ces deux seuils, la zone est évaluée comme inconfortable mais reste tolérable.

Remarque : Pour l'analyse du confort estival, la zone Serveur est également exclue de l'analyse, car non pertinente.

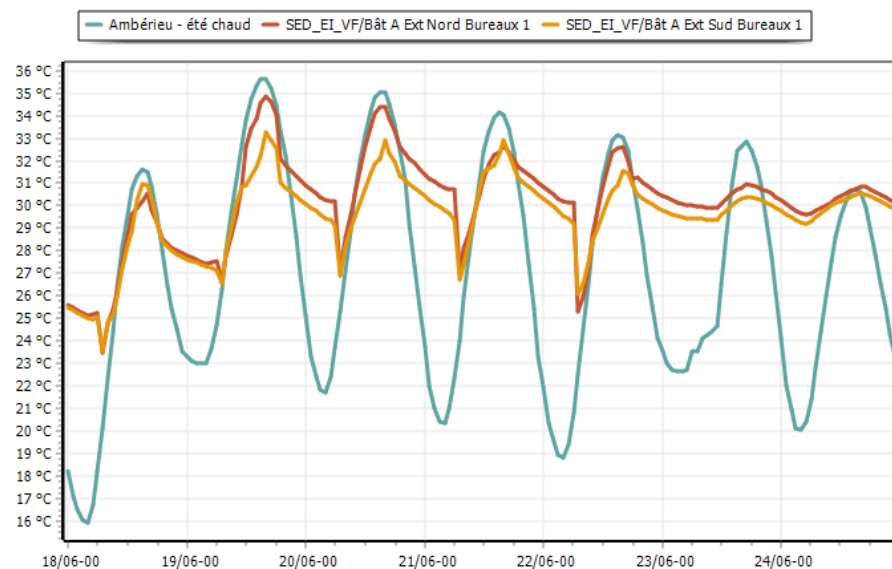
On constate que la majorité des zones de bureaux ont un taux d'inconfort supérieur ou égale à 10%. L'inconfort est plus élevé dans les zones du bâtiment A Cure, cela s'explique par la présence importante de vitrage. De plus, les bureaux n'étant pas orientés plein Nord ou plein Sud, l'inconfort est relativement similaire entre les 2 zones.

De plus, on voit que les casquettes permettent de diminuer l'inconfort dans le bâtiment A Extension, zone Sud.



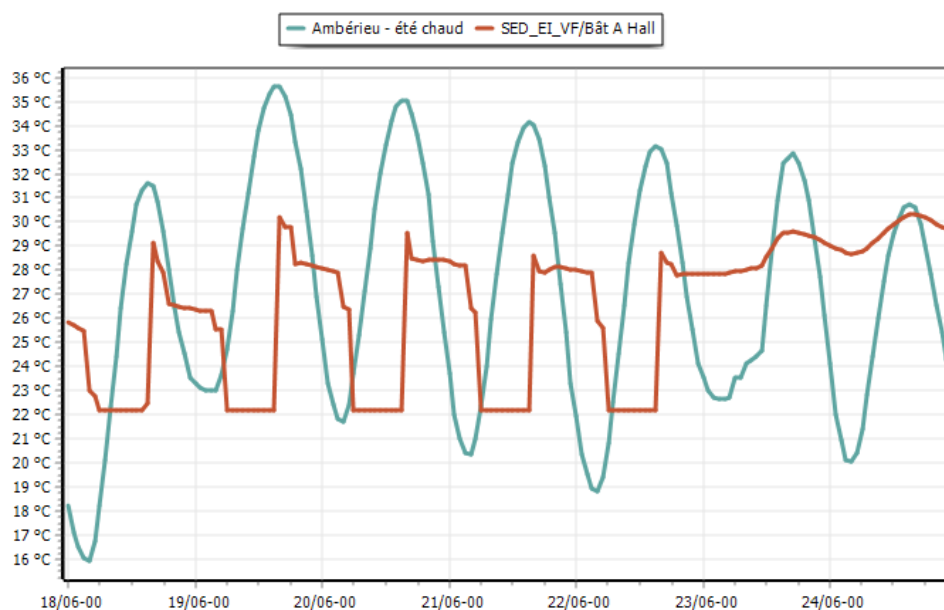
Températures intérieures des bureaux du bâtiment A Cure Nord (Rouge), des bureaux du bâtiment A Cure Sud (Orange) et représentation de la température extérieure (gris) – sur la semaine la plus chaude (fin juin)

Remarque : Les zones ont été nommées suivant la nomination des réseaux de chaufferie. Cependant, aucun bureau n'est orienté plein Nord ou plein Sud. Cela explique la similarité de l'inconfort estival entre la partie nommée Nord et la partie nommée Sud. La zone Nord est notamment impactée par les bureaux orientés Sud donnant sur le patio.



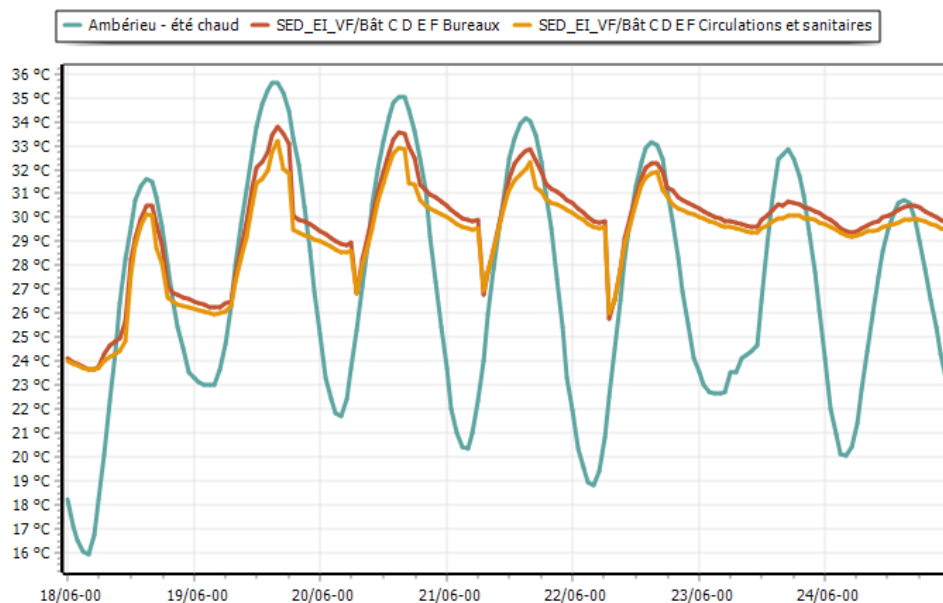
Températures intérieures des bureaux du bâtiment A Extension Nord (Rouge), des bureaux du bâtiment A Extension Sud (Orange) et représentation de la température extérieure (gris) – sur la semaine la plus chaude (fin juin)

Remarque : Les zones ont été nommées suivant la nomination des réseaux de chaufferie. Cependant, aucun bureau n'est orienté plein Nord ou plein Sud. Cela explique la similarité de l'inconfort estival entre la partie nommée Nord et la partie nommée Sud. La zone Nord est impactée par les bureaux aux extrémités particulièrement virés. De plus, les casquettes permettent de diminuer l'inconfort dans le bâtiment A Extension, zone Sud.



Températures intérieures du bâtiment A Hall (Rouge) et représentation de la température extérieure (gris) – sur la semaine la plus chaude (fin juin)

Remarque : L'inconfort estival de cette zone est limité par le système de rafraîchissement relié à la CTA.



Températures intérieures des bureaux des bâtiments C D E F (Rouge), des circulations des bâtiments C D E F (Orange) et représentation de la température extérieure (gris) – sur la semaine la plus chaude (fin juin)

Remarque : Les températures sont plus élevées dans les bureaux. Cela s'explique par la surface importante de vitrage.

5. Recommandations d'économie d'énergie

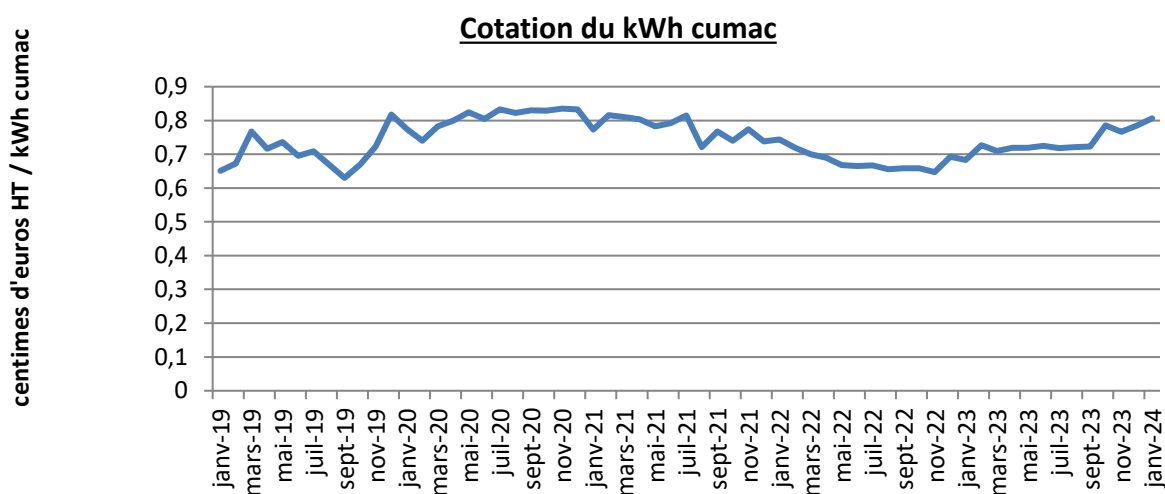
5.1 Aides à l'investissement

Certificats d'économie d'énergie (CEE)

Les certificats d'économie d'énergie sont un dispositif national qui oblige les vendeurs d'énergie (vendeurs d'électricité, de gaz, de fioul, de carburants) à réaliser des économies d'énergie. Pour cela ces opérateurs dits « obligés » peuvent réaliser des opérations pour inciter leurs clients à faire des économies ou directement acheter des certificats obtenus par d'autres opérateurs dits « non obligés ».

Pour les maîtres d'ouvrage, il est ainsi possible lors de la réalisation de travaux d'amélioration énergétique (isolation, remplacement de chaudières, etc.) de négocier (sur le marché pour les collectivités locales ou directement) avec un opérateur « obligé » la cession de certificats d'économie d'énergie.

De nombreuses actions d'améliorations favorisant les économies d'énergie peuvent être valorisées sous forme de « certificats d'économie d'énergie » (cf. fiches standardisées disponibles sur le site <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Certificats-d-economies-d-energie,188-.html>). Pour chaque action, il est défini une quantité d'énergie qui sera économisée grâce à cette action et qui est exprimée en kWhcumac (kWh cumulés et actualisés sur la durée de vie conventionnelle de l'équipement).



Source : Emmy.fr

Exemple : Pose de 100 m² d'isolation par l'intérieur dans une école située en zone climatique H1 : 366 000 kWh cumac soit 2 562 €.

Le prix de vente des certificats d'économie d'énergie est soumis à des variations. Le montant de la valorisation fixé dans cette étude est de 0,7 c€/kWhcumac.

Le dépôt de dossier des CEE doit être réalisé au plus tard un an après la réalisation des travaux. Le registre national des certificats d'économie d'énergie (accessible sur le site internet emmy.fr) est la matérialisation des certificats d'économie d'énergie délivrés par le pôle national. Le site internet permet l'accès aux listes des acheteurs et des vendeurs de certificats.

5.2 Opportunités de mise en place d'énergies renouvelables

En parallèle ou à l'issue d'une démarche de maîtrise des consommations, le recours à des énergies renouvelables doit être encouragé, celles-ci permettant de maîtriser les consommations d'énergie primaire, de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de limiter les coûts de la fourniture énergétique.

Les solutions techniques en matière d'énergies renouvelables (enR) sont multiples, chacune permettant de répondre à des besoins énergétiques spécifiques. La faible maturité technique et économique de la plupart des technologies implique des frais d'investissement conséquents même si le cadre réglementaire volontariste permet d'améliorer la rentabilité des projets. Toute implantation d'enR sur un bâtiment se doit donc de répondre à une démarche cohérente pour optimiser les gains économiques et environnementaux et préserver les capacités d'investissement du maître d'ouvrage.

En amont, la maîtrise et l'optimisation des consommations par un pilotage exemplaire et des travaux de rénovation sont des préalables indispensables à l'investissement vers les enR.



L'identification de la solution technico-économique la plus cohérente vis-à-vis du bâtiment dépend de différents critères :

- Adéquation à un besoin énergétique
- Faisabilité technique
- Productivité et disponibilité de la ressource
- Rentabilité économique

Solution EnR	Opportunité sur le site	Commentaires
Bois	Peu pertinent	Le raccordement au RCU est un moyen de production de chauffage performant. Peu d'intérêt de modifier la production du système de chauffage.
Pompes à chaleur	Peu pertinent	Le raccordement au RCU est un moyen de production de chauffage performant. Peu d'intérêt de modifier la production du système de chauffage. Favoriser les préconisations passives permettant de limiter l'inconfort estival plutôt que l'installation de la climatisation.
Solaire thermique	Peu pertinent	Besoins en eau chaude sanitaire faibles.
Solaire photovoltaïque	Adapté	Production solaire en autoconsommation étudiée (Cf préconisation n°12)
Géothermie	Peu pertinent	Le raccordement au RCU est un moyen de production de chauffage performant. Peu d'intérêt de modifier la production du système de chauffage. Favoriser les préconisations passives permettant de limiter l'inconfort estival plutôt que l'installation de la climatisation.
Réseau de chaleur	Actuellement en place	Solution technique actuellement en place pour assurer le chauffage du site.

5.3 Récapitulatif des préconisations

Propositions d'améliorations									
Actions		Investissement	CEE	Economies	Gain énergétique		Gain GES	Temps de retour	
préconisées		€ TTC	€	€ TTC /an	kWh _{ef} / m ² .an	%	kgeqCO ₂ / m ² .an	TRB	TRA
1	Isolation par l'intérieur des bâtiments C D E F	429 000	50 688	14 889	19	17%	1,1	29 ans	23 ans
2	Isolation des combles des bâtiments C D E F	45 500	8 736	1 977	3	2%	0,1	24 ans	19 ans
3	Remplacement des menuiseries en simple vitrage des bâtiments C D E F	331 200	8 904	4 582	6	5%	0,3	>50 ans	44 ans
4	Installation de BSO pour Bâtiment A Cure Ouest	47 100	-	20	0	<1%	0,0	>50 ans	>50 ans
5	Régulation de la CTA du hall Bâtiment A, avec surventilation nocturne	-	-	2 994	3	2%	0,2	Immédiat**	
6	Installation d'un système de ventilation DF dans les bureaux du bâtiment A	476 000	28 968	-2 034	-2	-2%	-0,1	Non amortissable*	
7	Installation d'un système de ventilation DF dans les bureaux des bâtiments C D E F	210 200	8 692	-1 564	-1	-1%	-0,1	Non amortissable*	
8	Calorifugeage des points singuliers	6 000	3 440	26	0	<1%	0,0	>50 ans	>50 ans
9	Reprise des température de consigne du système de chauffage et de climatisation	-	-	3 933	4	3%	0,2	Immédiat**	
10	Mise en place d'une GTB, compris sous-compteurs et têtes thermostatiques programmables	104 900	28 138	11 947	14	12%	0,8	9 ans	9 ans
11	Relamping LED	205 100	-	3 490	1	1%	0,1	>50 ans	39 ans
12	Panneaux solaires en autoconsommation	253 600	-	20 238	12	10%	0,7	13 ans	12 ans

*Préconisation ayant pour but d'améliorer la qualité de l'air du bâtiment

** Préconisation n'engendrant pas de surcoût supplémentaire

5.4 Détails des préconisations

Préconisation n°1

BATI : Isolation des murs par l'intérieur (ITI) – Bâtiments C D E F

Description :

Les murs des bâtiments C D E F ne présentent pas d'isolation thermique.



Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Renforcer l'isolation de l'enveloppe externe du bâtiment.

Afin de diminuer les consommations de chauffage, il est recommandé d'isoler les parois donnant sur l'extérieur. L'action consiste à mettre en place par l'intérieur un doublage isolant de résistance thermique $R \geq 4 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ (environ **16 cm** d'isolant de type laine minérale) protégé par un placage de plâtre.

Pour les murs en pierre, l'isolant ne devra pas faire obstacle au caractère respirant des murs (isolant de type polystyrène à proscrire).

Avantages : Etant donné la mitoyenneté des bâtiments et l'emprise des bâtiments sur la voies publique, l'isolation par l'intérieur est la seule solution possible pour renforcer la résistance thermique des murs.

Inconvénients : Cette solution implique d'importants travaux perturbant l'activité et entraîne une diminution des surfaces utiles. L'isolation par l'intérieur ne permet pas de traiter les ponts thermiques des façades (entre mur et plancher par exemple). L'isolation des murs par l'intérieur présente des risques de condensation d'eau dans la masse.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose de panneaux semi-rigides à dérouler de dimensions 1350x600 mm en laine de verre. Compris structure métallique et plaquage plâtre.

Des coûts supplémentaires (non chiffrés) doivent être pris en compte à cause des travaux induits par l'opération d'isolation par l'intérieur (déplacements de radiateurs, de prises et gaines électriques, rénovation de la décoration).

Remarque : Un isolant de type laine végétale ou laine de bois peut être utilisé. L'impact environnemental de la fabrication de ce type de produit est en règle générale plus faible tout en ayant des caractéristiques thermiques intéressantes (déphasage thermique favorable au confort d'été). Attention, selon les matériaux utilisés l'épaisseur nécessaire pour avoir une résistance thermique équivalente sera supérieure.

Résultats

Surface à isoler : 2200 m ²			Isolation	143 000 €	
			Doublage plâtre	143 000 €	
			Reprise faux-plafond et plinthes	143 000 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-EN-102	TRA
172 007 kWh _{eff} 17 %	14 889 € TTC	9 812 kgCO ₂ /an	429 000 € TTC	6 336 000 50688 €	29 ans 23 ans

Préconisation n°2

BATI : Renforcement de l'isolation des combles perdus – Bâtiments D E F**Description :**

Actuellement, les toitures des bâtiments D E F ne sont pas isolées. Un renforcement de l'isolation des combles permettrait de réaliser des économies sur le poste de chauffage.

**Objectif et conseils pour la réalisation**

Objectif : Renforcer l'isolation de l'enveloppe externe du bâtiment.

L'isolation des combles permettra de limiter les déperditions de chaleur par la toiture. Cette action apportera un gain sur le confort en hiver mais également en période estivale.

Il est recommandé de prévoir une isolation minimale de **résistance thermique $R \geq 7.5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$** (soit l'équivalent de 35 cm de laine de minérale).

Il est conseillé d'isoler l'accès aux combles (trappe, porte) afin de réduire les ponts thermiques de la toiture.

Afin de valoriser l'espace disponible en combles perdus, il est possible de réaliser un plancher bois par-dessus l'isolation (non prévu dans la préconisation).

Travaux préconisés :

Fourniture et pose d'une isolation avec rouleaux de laine de verre, revêtus sur une face d'un kraft pare-vapeur (coté chaud).

Avantages : Ce type d'isolant est peu coûteux, sa mise en œuvre est simple, elle n'impacte pas les activités intérieures du site.

Inconvénients : Pour conserver son efficacité, l'isolant ne doit pas être tassé ou mouillé, sa mise en œuvre peut nécessiter le déplacement de certains équipements et l'installation d'un plancher technique.

Remarque : Un isolant de type biosourcé (ex : laine de bois) peut être utilisé. L'impact environnemental de la fabrication de ce type de produit est en règle générale plus faible tout en ayant des caractéristiques thermiques intéressantes (déphasage thermique favorable au confort d'été). Attention, selon les matériaux utilisés l'épaisseur nécessaire pour avoir une résistance thermique équivalente sera supérieure.

Résultats					
Surface à isoler : 700 m ²			Isolation	24 500 €	
			Pose isolation	21 000 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-EN-101	TRA
22 985 kWh _{ef} 2 %	1 977 € TTC	1 310 kgCO ₂ /an	45 500 € TTC	1 092 000 8736 €	24 ans 19 ans

Préconisation n°3

BATI : Remplacement des menuiseries bois simple vitrage – Bâtiments C D E F**Description :**

Les menuiseries bois des bâtiments C D E F sont vétustes et peu performantes. En plus de créer des déperditions importantes, ces dernières engendrent des sensations d'inconfort chez les occupants du site.

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Diminuer les besoins de chauffage et améliorer le confort des occupants.

Les menuiseries génèrent d'importantes déperditions par conduction lorsque le vitrage est peu isolant et par infiltrations d'air extérieur lorsque l'étanchéité est faible.

Il est recommandé de remplacer les fenêtres bois simples vitrage par des menuiseries à châssis aluminium à rupteurs de ponts thermiques et double vitrage peu émissif 4/20/4 avec lame d'argon justifiant d'un coefficient **$U_w \leq 1,4 \text{ W/m}^2.\text{K}$ et $S_w \leq 0,45$.**

Les portes pleines vétustes seront également remplacées, par des portes justifiant d'un coefficient **$U_d \leq 1,1 \text{ W/m}^2.\text{K}$.**



Sélectionner de préférence des produits qui présentent une bonne étanchéité ouvrant/dormant (classement A*E*V). Lors de la pose, une attention particulière doit être apportée à l'étanchéité, la mise en œuvre de calfeutrement continu par mastics sur fonds de joint, mousses imprégnées ou membrane d'étanchéité doit être demandée (surtout pas de mousse expansive). L'utilisation de volets permet également de limiter les apports solaires en été et les déperditions en hiver.

Avantages : Entretien réduit, résistance importante, durabilité importante, matériau recyclable.

Inconvénients : Ces menuiseries restent plus chères que les menuiseries PVC pour des performances thermiques plus faibles.

Travaux préconisés :

Fourniture et pose de fenêtres à la française en aluminium 2 vantaux, double vitrage 4/20/4 avec lame d'air argon.

Fourniture et pose de portes pleines performantes.

Note : Lors du remplacement de menuiseries présentant des défauts d'étanchéité importants, des déséquilibres liés à un manque de renouvellement d'air sont susceptibles d'apparaître. Pour s'en prémunir, il peut être envisagé de mettre en place une ventilation mécanique contrôlée (VMC).

Résultats					
Surface d'ouvrants concernés : 133 Menuiseries, soit 350 m ² 3 Portes pleines, soit 10 m ²			Fourniture et pose Menuiseries métallique		318 500 €
			Fourniture et pose Portes pleines		5 500 €
			Dépose		7 200 €
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES		BAT-EN-104	TRA
53 124 kWh _{eff} 5 %	4 582 € TTC	3 029 kgCO ₂ /an	331 200 € TTC	1 113 000 8 904 €	>50 ans 44 ans

Préconisation n°4

BATI : Protections solaires – Brise-soleils Bâtiment A Cure OUEST

Description : L'importante surface de la paroi vitrée des différentes façades engendre une quantité d'apports solaires importantes. Celle-ci est bénéfique durant la période de chauffe mais est néfaste durant la période estivale. En effet, une quantité importante d'apports solaires entraîne une surconsommation des systèmes de rafraîchissement, ainsi qu'une potentielle augmentation de l'inconfort.

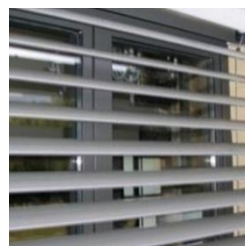
Certaines menuiseries sont équipées de BSO, ou de stores extérieurs, ou de stores intérieurs. Cependant, certaines menuiseries, comme celles de la façade Ouest du Bâtiment A Cure, ne sont équipées d'aucun système.

Objectif et conseils pour la réalisation

Les menuiseries assurent l'apport d'éclairage extérieur et l'ouverture sur l'environnement proche. Ces menuiseries sont également sources d'apports solaires directs et indirects.

Par conséquent, il est recommandé d'installer des brise-soleils orientables sur les menuiseries de la façade Ouest du Bâtiment A Cure..

Les équipements seront régulés grâce à une régulation de type suntracking sur les BSO. Ce type de commande comprend un automate, une ou plusieurs sondes de luminosité et une sonde de température. Selon la période de l'année, et les conditions climatiques une modulation de la part d'apport solaire sera réalisée. Cette régulation permettra de maximiser les apports solaires en période de chauffe, et de les minimiser en période estivale. Cette solution engendrera un surcoût non négligeable.



Avantages : Amélioration du confort thermique estival et diminution des besoin de climatisation.

Inconvénients : Contraintes d'urbanisme à vérifier. Vérifier les charges admissibles sur les façades

Travaux préconisés :

Fourniture et pose de brise-soleils horizontaux orientables ajourés avec pose en façade perpendiculaire au mur.

Zones	Etat initial			Préconisation n°4		
	T° Max occ.	Taux d'inconfort	DH	T° Max occ.	Taux d'inconfort	DH
	°C	%	°C.h	°C	%	°C.h
Bâtiment A Cure Nord Bureaux	34.48	13.6 %	483.9	34.1	12.9 %	473

Remarque : Cette préconisation se base sur le devis de Morel Services. Celle-ci peut être prolongée sur les autres menuiseries non équipées de stores.

Résultats					
Equipements concernés : BSO Bâtiment A Cure Ouest			Devis Morel Services	47 100 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	-	TRA
103 kWhcf <1 %	20 € TTC	7 kgCO2/an	47 100 € TTC	-	>50 ans >50 ans

Préconisation n°5

VENTILATION : Réglage du taux d'air neuf et surventilation nocturne

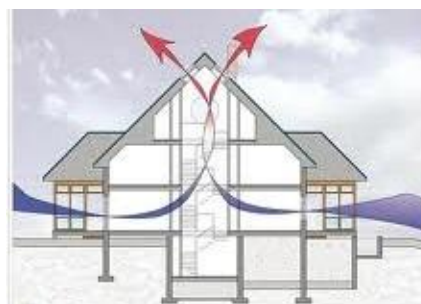
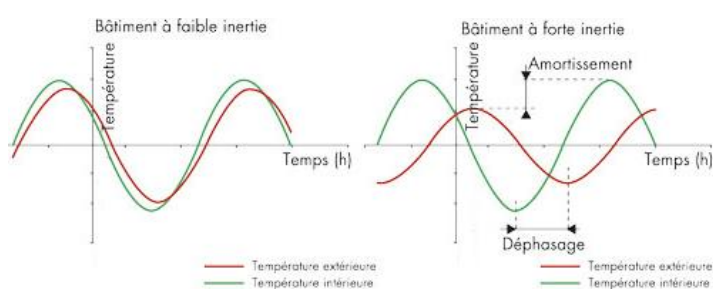
Description : L'utilisation d'une régulation correctement programmée peut permettre de diminuer la consommation de façon significative. Cette préconisation se base principalement sur le réglage du taux d'air neuf de la CTA, défini dans l'automate.

Objectif et conseils pour la réalisation

La CTA alimentant le hall du bâtiment A est équipé d'un caisson de mélange. Actuellement le taux de reprise en hiver est de 10%, celui-ci peut être augmenté à 30% afin de diminuer les déperditions liées à la ventilation.

De plus, actuellement le taux de reprise en été est de 0%, cela permet de favoriser le free-cooling. Nous conseillons de coupler ce système avec une surventilation nocturne afin de limiter les besoins de rafraîchissement en période estivale.

En été, la température de l'air extérieur est généralement plus faible que celle du bâtiment durant la nuit. La surventilation nocturne permet d'évacuer le maximum d'air intérieur pour « déstocker » les calories emmagasinées pendant la journée. La masse inertielle contenue dans l'enveloppe thermique (air, mobilier, murs, planchers...) permet ainsi de retarder et limiter l'augmentation de la température et donc les besoins de climatisation.

**Travaux préconisés :**

Cette préconisation ne nécessite pas d'investissement, mais uniquement une reprise de la programmation et du réglage de l'automate.

Cela permettra d'activer la ventilation nocturne lorsque les conditions sont favorables selon une consigne intérieure et/ou un programme hebdomadaire.

Remarque : Cette préconisation concerne principalement le hall du bâtiment A, actuellement rafraîchi. Ainsi, les résultats de cette préconisation permettent de diminuer les consommations liées à l'usage du groupe froid, mais ne permettent pas une diminution de l'inconfort (car zone rafraîchie).

Résultats					
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac -	TRB TRA
Energie	Financière	Emission de GES			
25 497 kWhcf 2 %	2 994 € TTC	1 504 kgCO ₂ /an	- € TTC	-	Immédiat**

** Préconisation n'engendrant pas de surcoût supplémentaire

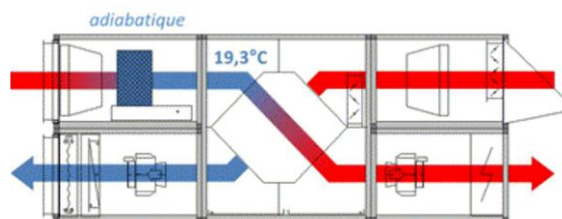
Préconisation n°6

VENTILATION : Installation centrale d'air double flux - Bureaux Bâtiment A

Description : Les bureaux du bâtiment A ne sont pas équipés de système de ventilation. Cette préconisation a pour objectif d'intégrer un système de ventilation double flux dans ces locaux.

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Apporter une solution de ventilation qui limite les consommations de chaleur du site et électriques des ventilateurs



L'utilisation d'une CTA permet un contrôle précis du débit de renouvellement d'air en fonction des températures de consigne et d'humidité des locaux. Selon l'occupation du site, la CTA permet de réaliser une modulation des débits hygiéniques de renouvellement d'air en fonction de l'occupation des locaux (par programmation ou détection).

Il est conseillé d'installer une CTA double flux à récupération de chaleur pour la ventilation des bureaux du bâtiment A. Les calories contenues dans l'air extrait sont récupérées et transmises à l'air soufflé. Les rendements de récupération de chaleur peuvent atteindre 90%. Il est recommandé d'opter pour une centrale de traitement d'air « double flux » possédant des moteurs de ventilation à vitesse variable. Ce type d'équipement permet la modulation des débits de ventilation en fonction des besoins.

La modulation des débits de ventilation en fonction des besoins sera réalisée à l'aide de sondes CO₂ installées dans chaque pièce desservie, elles seront associées à des registres proportionnels mis en place sur les gaines de soufflage et de repries. Une programmation horaire permettra également l'arrêt de la ventilation durant les plages horaires d'inoccupation.

Remarque : Cette préconisation ne prévoit pas le raccordement de la CTA au RCU. Aucune batterie hydraulique n'est prévue.

Cela peut être envisagé afin de limiter les déperditions. Cependant, dans ce cas il est conseillé de ne pas moduler les débits sur CO₂. Une programmation horaire devra être affinée en fonction de l'usage du bâti. Cette solution est avantageuse dans le cas où l'ensemble des bureaux seront utilisés, soit pour des débits supérieurs à 260 agents.

Travaux préconisés :

Fourniture, pose et raccordement d'une centrale de traitement d'air double flux (Débit 6 500 m³/h, dimensionné pour environ 260 agents) avec caisson en tôle d'acier prélaqué, panneaux doubles isolés, échangeur de chaleur, filtres, moto-ventilateur montés sur plots. Y compris fixations et supports antivibratils, by-pass. La prescription comprend également la mise en place d'un réseau de soufflage et d'extraction (compris bouches), les pressostats manque d'air au niveau des filtres et ventilateur, un thermostat anti-gel et une commande programmable de la centrale. Les sondes et registres sont également intégrés à la solution.

Le caisson pourra être positionné en sous-sol du bâtiment A Extension.

Maintenance particulière : Un entretien régulier des filtres, des moteurs et des bouches de soufflage et d'extraction est recommandé.

Remarque : D'après les réponses aux questionnaires des usagers, cette préconisation induit une diminution des ouvertures des fenêtres en période hivernale.

Résultats					
<i>Equipements concernés : 1 CTA + 520 bouches + 50 grilles + gaines aérauliques + régulation</i>			<i>Fourniture et pose caisson</i>	47 500 €	
			<i>Gainés aérauliques + bouches</i>	195 800 €	
			<i>Régulation (commande, sondes)</i>	232 700 €	
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-TH-126	TRA
-17 951 kWh _{ef} -2 %	-2 034 € TTC	-1 054 kgCO ₂ /an	476 000 € TTC	3 620 960 28 968 €	Non amortissable*

*Préconisation ayant pour but d'améliorer la qualité de l'air du bâtiment

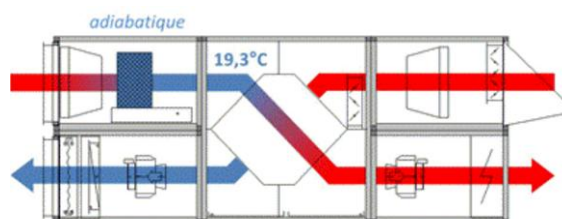
Préconisation n°7

VENTILATION : Installation centrale d'air double flux - Bureaux Bâtiment C D E F

Description : Les bureaux des bâtiments C D E F ne sont pas équipés de système de ventilation. Cette préconisation a pour objectif d'intégrer un système de ventilation double flux dans ces locaux.

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Apporter une solution de ventilation qui limite les consommations de chaleur du site et électriques des ventilateurs



L'utilisation d'une CTA permet un contrôle précis du débit de renouvellement d'air en fonction des températures de consigne et d'humidité des locaux. Selon l'occupation du site, la CTA permet de réaliser une modulation des débits hygiéniques de renouvellement d'air en fonction de l'occupation des locaux (par programmation ou détection).

Il est conseillé d'installer une CTA double flux à récupération de chaleur pour la ventilation des bureaux du bâtiment A. Les calories contenues dans l'air extrait sont récupérées et transmises à l'air soufflé. Les rendements de récupération de chaleur peuvent atteindre 90%. Il est recommandé d'opter pour une centrale de traitement d'air « double flux » possédant des moteurs de ventilation à vitesse variable. Ce type d'équipement permet la modulation des débits de ventilation en fonction des besoins.

La modulation des débits de ventilation en fonction des besoins sera réalisée à l'aide de sondes CO₂ installées dans chaque pièce desservie, elles seront associées à des registres proportionnels mis en place sur les gaines de soufflage et de reprises. Une programmation horaire permettra également l'arrêt de la ventilation durant les plages horaires d'inoccupation.

Remarque : Cette préconisation ne prévoit pas le raccordement de la CTA au RCU. Aucune batterie hydraulique n'est prévue.

Cela peut être envisagé afin de limiter les déperditions. Cependant, dans ce cas il est conseillé de ne pas moduler les débits sur CO₂. Une programmation horaire devra être affinée en fonction de l'usage du bâti. Cette solution est avantageuse dans le cas où l'ensemble des bureaux seront utilisés, soit pour des débits supérieurs à 90 agents.

Travaux préconisés :

Fourniture, pose et raccordement de 2 centrales de traitement d'air double flux (Débit global 2250 m³/h, dimensionnées pour environ 90 agents) avec caisson en tôle d'acier prélaqué, panneaux doubles isolés, échangeur de chaleur, filtres, moto-ventilateur montés sur plots. Y compris fixations et supports antivibratils, by-pass. La prescription comprend également la mise en place d'un réseau de soufflage et d'extraction (compris bouches), les pressostats manque d'air au niveau des filtres et ventilateur, un thermostat anti-gel et une commande programmable des centrales. Les sondes et registres sont également intégrés à la solution. Les caissons pourront être positionnés dans les combles ou éventuellement en faux-plafond.

Maintenance particulière : Un entretien régulier des filtres, des moteurs et des bouches de soufflage et d'extraction est recommandé.

Remarque : D'après les réponses aux questionnaires des usagers, cette préconisation induit une diminution des ouvertures des fenêtres en période hivernale.

Résultats					
Equipements concernés : 2 CTA + 180 bouches + 10 grilles + gaines aérauliques + régulation			Fourniture et pose caisson	45 000 €	
			Gainés aérauliques + bouches	72 600 €	
			Régulation (commande, sondes)	92 600 €	
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac BAT-TH-126	TRB TRA
Energie	Financière	Emission de GES			
-10 385 kWhcf -1 %	-1 564 € TTC	-634 kgCO ₂ /an	210 200 € TTC	1 086 500 8 692 €	Non amortissable*

*Préconisation ayant pour but d'améliorer la qualité de l'air du bâtiment

Préconisation n°8

CHAUFFAGE : Calorifuge du réseau de chauffage

Description : Outre la performance des équipements de production, l'efficacité globale d'une installation de chauffage dépend également de la performance des équipements de distribution de l'eau chaude produite. Le calorifugeage des canalisations peut être amélioré.

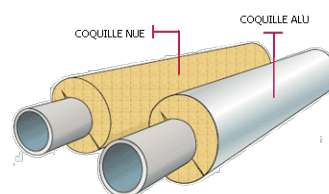
Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Limiter les pertes et optimiser le fonctionnement du réseau de distribution du chauffage

Le site présente un réseau de distribution de chauffage de longueur importante dans des locaux non chauffés. Ces réseaux sont isolés. Cependant, certains points singuliers ont été relevés, notamment en chaufferie.

La mise en place de l'isolation des canalisations permet de limiter les déperditions de chaleur à travers les conduites de chauffage.

Il est ainsi conseillé de reprendre ponctuellement le calorifuge des canalisations. Les réseaux de distribution de chaleur doivent être équipés d'une isolation de classe au minimum 4 (entre 30 et 40 mm de laine minérale et d'une coquille protectrice).

**Travaux préconisés :**

Fourniture et pose de coquilles cylindriques en fibre de verre, épaisseur 35 mm, pour calorifugeage des tuyauteries, compris fixations.

Remarque : Les coquilles surfacées sont adaptées aux lieux où les réseaux sont disposés en hauteur et à l'abri des chocs. En chaufferie ou à l'extérieur, il est préférable de réaliser un revêtement mécanique de protection.

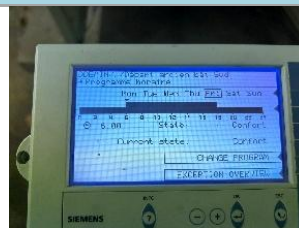
Résultats

Equipements concernés : Estimation à 100 mL			Calorifugeage des canalisations		6 000 €
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac BAT-TH-146	TRB
Energie	Financière	Emission de GES			TRA
300 kWhcf <1 %	26 € TTC	17 kgCO ₂ /an	6 000 € TTC	430 000 3440 €	>50 ans >50 ans

Préconisation n°9

CHAUFFAGE et RAFRAICHISSEMENT : Reprise des consignes de température**Description :**

L'utilisation d'une régulation correctement programmée peut permettre de diminuer la consommation de façon significative.

**Objectif et conseils pour la réalisation**

Objectif : Améliorer la régulation du chauffage et de rafraîchissement

La régulation actuellement en place est correcte. Cependant, certains points peuvent être améliorés :

- Diminution des températures de consigne de chauffage pour la partie Sud du Bâtiment A Extension (Température de confort 19°C et température de réduit 15°C).
- Diminution de la température de consigne de rafraîchissement (Température de consigne 26°C)
- Adaptation des différents programmes en fonction de l'occupation du site.

Travaux préconisés : Harmonisation et reprise des températures de consigne au niveau de l'automate.

Résultats					
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac =	TRB TRA
Energie	Financière	Emission de GES			
34 227 kWhcf 3 %	3 933 € TTC	2 014 kgCO2/an	- € TTC	-	Immédiat**

** Préconisation n'engendrant pas de surcoût supplémentaire

Préconisation n°10

CHAUFFAGE : Installation d'une GTC

Description : L'automate présent en chaufferie qui permet la gestion thermique du bâtiment est ancien. De plus, il ne permet pas une gestion à distance des équipements.

Objectif et conseils pour la réalisation

Objectif : Optimiser le pilotage du bâtiment

L'automate pilote actuellement le chauffage des locaux. Compte tenu de l'obsolescence de cet équipement, il est conseillé d'envisager son remplacement par un système aux fonctionnalités similaires optimales.



Le système doit permettre dans les différentes zones :

- La régulation et la programmation des températures
- La gestion de la ventilation
- L'abaissement des consignes en périodes d'inoccupation
- L'affichage des indicateurs de sécurité et de vigilance

Des fonctionnalités supplémentaires peuvent être prises en compte :

- Optimisation de relance auto-adaptative
- Comptage divisionnaire
- Coupe-veille et prise de force en tableaux électriques
- Gestion de l'éclairage
- Gestion de free-cooling
- Gestion des occultations

Le système doit être compatible avec les équipements en place, vérifier le mode de communication supporté par les divers équipements.

Remarque : Les gains énergétique annoncés prennent en compte les préconisations n°5 et n°9.

Cette préconisation comprend également le remplacement des têtes thermostatiques.

Les têtes thermostatiques mises en place sont des têtes thermostatiques programmables /connectées à un tableau de commande. Cette solution permet d'avoir une régulation à distance en fonction de chaque zone.

**Résultats**

Equipements concernés : GTC + Têtes thermostatiques programmables			Devis SNEF		18 100 €
			Remplacement des automates		86 800 €
			Têtes thermostatiques programmables		
Economie			Investissement	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES	ou surcoût	BAT-TH-116	TRA
121 000 kWhcf 12 %	11 947 € TTC	7 039 kgCO2/an	104 900 € TTC	3 517 272 28138 €	9 ans 9 ans

Préconisation n°11

ECLAIRAGE : Relamping LED

Description :

L'éclairage représente 39% des consommations électriques du site. L'abaissement des puissances installées grâce aux équipements LED est générateur d'économies.

Objectif et conseils pour la réalisation

Les équipements d'éclairage présents sur le site sont peu performants en comparaison du matériel LED disponible sur le marché.

Il est conseillé de remplacer les luminaires par des équipements LED d'efficacité lumineuse identique.

- Les tubes fluorescents de 4x18W, 2x36W et 2x58W sont remplacés respectivement par des dalles LED 600 x600 de 32 W (Cf devis de EEA).
- Les lampes halogènes 30/50W sont remplacées par des ampoules LED 8W

La durée de vie de ces équipements est fortement supérieure aux lampes conventionnelles, leur remplacement représente donc également un gain financier sur le plan de la maintenance.

Il est conseillé de mettre en place des détections de présence avec temporisation dans les zones de circulation et sanitaire, le gain en temps de fonctionnement lors de la mise en place de ces équipements est estimé à 20%.

Il est conseillé de mettre en place des gradateurs et/ou des cellules photosensibles dans les bureaux afin de permettre l'allumage et/ou la modulation de l'éclairage en fonction des apports naturels, les économies liées à ce type d'équipement sont estimées à 30% (non chiffré dans la préconisation).

Travaux préconisés :

Fourniture et pose de dalles LED. Compris dépose des tubes fluorescents.

Fourniture et pose d'ampoules LED en substitution des ampoules à halogènes en place.

Le remplacement peut être réalisé au rythme de la fin de vie des équipements actuels afin de lisser les frais d'investissement.

Les gains de cette action sont évalués sur la base de la substitution des puissances des luminaires concernés et la disparition des consommations liées aux ballasts.

**Résultats**

Equipements concernés : Luminaires Bâtiments A C D E F			Devis EEA Bâtiment A Pavés LED Bâtiment C D E F	150 500 € 54 600 €	
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac -	TRB TRA
Energie	Financière	Emission de GES			
9 657 kWh _{ef} 1 %	3 490 € TTC	718 kgCO ₂ /an	205 100 € TTC	-	>50 ans 39 ans

Préconisation n°12

ENERGIES RENOUVELABLES : Ombrière photovoltaïque > à 100 kWc
Autoconsommation

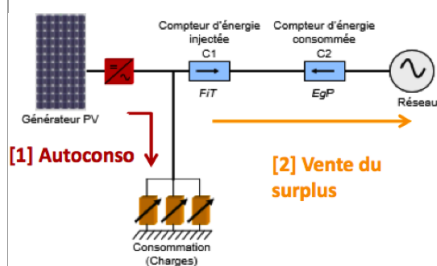
Description : Afin de respecter les exigences du Décret Tertiaire, il est possible d'installer des panneaux solaires en autoconsommation.

La toiture du site n'étant pas particulièrement adaptée (masque, fenêtre de toit, ...), il est envisageable de favoriser des ombrières photovoltaïques au niveau des parkings extérieurs.

Objectif et conseils pour la réalisation

Afin de respecter les exigences du Décret Tertiaire, la mise en place d'une production photovoltaïque en autoconsommation et revente du surplus est préconisée. Celle-ci se base sur les tarifs de rachat des données du 12/2024.

La toiture n'étant pas complètement propice à la pose de panneaux solaires, il a donc été envisagé la mise en place d'ombrières sur l'un des parkings extérieurs. Cela permet d'exploiter ces surfaces afin d'y installer une production d'électricité par panneaux photovoltaïque. Etant donné la consommation électrique du site, il est envisageable de mettre en place cette production photovoltaïque en autoconsommation.



Travaux préconisés : Cette solution comprend la fourniture et la pose d'environ 620 m² d'ombrières photovoltaïques (Orientation 0°/Sud et inclinaison 30°/horizontal), soit **113 kWc**, sur châssis fixes. Compris la fourniture et la pose des onduleurs, de l'armoire électrique de commande et de gestion. Poste de comptage et les raccordements divers intégrés à la préconisation.

L'installation assure une production **de 136 960 kWh/an dont une estimation de 102 720 kWh autoconsommé et 34 240 kWh excédent vendu** (soit environ 75% en autoconsommation, possible grâce à l'usage important du site en journée). **Le tarif de rémunération de l'énergie injectée est de 0,1052 €/kWh.**

Cette préconisation nécessite une étude de faisabilité spécifique avec mesure horaire du profil de consommation, ainsi qu'une étude structure de la toiture et un aménagement global du parking.

Note : La puissance installée a été déterminée en fonction de la surface disponible des parkings, ainsi que des besoins permettant de respecter les exigences 2050 du Décret Tertiaire (Cf scénario 3).

Résultats					
Equipements concernés : 377 panneaux			Panneaux et système intégration		247 600 €
			Raccordement et coûts annexes		6 000 €
Economie			Investissement ou surcoût	CEE kWhcumac	TRB
Energie	Financière	Emission de GES		-	TRA
102 720 kWh/an 10 %	20 238 € TTC	6 574 kgCO ₂ /an	253 600 € TTC	-	13 ans 12 ans

5.5 Décret tertiaire

Le décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019, relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire, dit décret tertiaire, est paru au Journal officiel du 25 juillet 2019.

Pris pour l'application de l'article 175 de la loi n° 2018-1021 du 23 novembre 2018 portant sur l'Evolution du Logement, de l'Aménagement et du Numérique (Loi ELAN), le décret fixe les modalités de mise en œuvre d'actions pour parvenir à une réduction de la consommation d'énergie finale d'au moins 40% en 2030, 50% en 2040 et 60% en 2050 par rapport à une année de référence (≥ 2010) pour l'ensemble des bâtiments soumis à cette obligation.

Le décret tertiaire est entré en vigueur le 1er octobre 2019 et a été complété par :

- Un arrêté fixant les modalités de mise en œuvre du décret 3 mai 2020
- La mise en œuvre de la plateforme OPERAT pour le recueil et le suivi des consommations d'énergie finale, gérée sous la responsabilité de l'ADEME
- Un guide indiquant des pistes concrètes en faveur de l'amélioration des performances d'un immeuble en termes de consommations d'énergie et d'émissions carbone

Sites concernés

Sont concernés par le décret :

- Tout bâtiment hébergeant exclusivement des activités tertiaires d'une surface supérieure ou égale à 1000m² (ne sont pas prises en compte les surfaces de plancher consacrées à des activités non tertiaires accessoires aux activités tertiaires)
- Toutes parties d'un bâtiment à usage mixte qui hébergent des activités tertiaires sur une surface de plancher cumulée supérieure ou égale à 1 000 m²
- Tout ensemble de bâtiments situés sur une même unité foncière ou sur un même site dès lors que ces bâtiments hébergent des activités tertiaires sur une surface de plancher cumulée supérieure ou égale à 1 000 m².

L'obligation porte sur les propriétaires occupants, les bailleurs et locataires selon leur responsabilité respective en fonction des dispositions contractuelles régissant leurs relations.

Le site Bourgmayer présente une surface dédiée à des activités tertiaires, supérieure à 1 000 m². La surface du site soumise au décret tertiaire est évalué à **9 742 m²** (compris parking situé en sous-sol).

Le site étudié est assujéti au décret tertiaire.

Le bâtiment étudié est concerné par le décret tertiaire, il a donc une obligation de réduction de ses consommations énergétiques **selon un objectif en valeur relative** ou **selon un objectif en valeur absolue**.

NB : Si $C_{ref} < C_{abs}$ alors le site présente déjà des consommations d'énergies suffisamment basses pour ne pas être obligé de faire des économies d'énergies.

Définition des consommations de référence

D'après les données fournies par la préfecture de l'Ain, l'année de référence définie pour le site est l'**année 2019**, avec une consommation totale **de 1 234 197 kWh_{ef}** (électricité et RCU).

Les consommations de référence à prendre en compte sur ce site (non ajustées suivant la rigueur climatique) seront donc :

- Electricité : 211 975 kWh_{ef}/an
- Gaz naturel : 1 135 802 kWhPCS/an, soit 1 022 222 kWh_{ef}/an
- **Total : 1 234 197 kWh_{ef}/an et 1 137 284 kWh_{ef}/an suivant l'ajustement à la rigueur climatique.**

$$\text{Soit } C_{ref} = 117 \text{ kWh}_{ef}/m^2$$

Le Cref est déterminé suivant en prenant en compte l'ajustement de la rigueur climatique.

Objectifs en valeur relative :

Le décret tertiaire implique une réduction des consommations en énergie finale avec des échéances en 2030 (-40%), en 2040 (-50%) et en 2050 (-60%).

Détermination de la valeur relative :

- $C_{relat\ 2030} = 0,6 \times C_{ref} = \mathbf{70 \text{ kWh}_{ef}/m^2.an}$
- $C_{relat\ 2040} = 0,5 \times C_{ref} = \mathbf{59 \text{ kWh}_{ef}/m^2.an}$
- $C_{relat\ 2050} = 0,4 \times C_{ref} = \mathbf{47 \text{ kWh}_{ef}/m^2.an}$

Objectifs en valeur absolue :

Le décret tertiaire fixe des seuils de performance énergétique à atteindre en fonction des types d'activité et de la localisation du bâtiment.

Détermination de la valeur absolue :

Catégorie	Surface m ²	CVC kWh/m ² .an	USE étalon kWh/m ² .an
Administration et bureaux (Bureaux Standards)	8 882	62	50
Stationnement	860	4,5	5

$$\text{Soit : } C_{abs} = \sum_{ss-cat} S_{sscat} * (CVC + USE) / S_{sscat}$$

$$\mathbf{C_{abs} = 103 \text{ kWh}_{ef}/m^2.an}$$

Ici, $C_{abs} > C_{relat2030}$, l'objectif le moins contraignant à atteindre sera donc celui en valeur absolue.

Scénario 1 : Valeur absolue 2030 - Actions prioritaires

Ce scénario présente un plan d'action simple et facile à mettre en place, afin de confirmer l'atteinte de la valeur absolue du décret tertiaire 2030. L'investissement est correcte et le temps de retour est intéressant.

La régulation des systèmes peut être optimisée. Pour cela une Gestion Technique Centralisée (GTC) est intégrée.

De plus, le calorifugeage des réseaux situés en chaufferie est amélioré.

L'éclairage LED est généralisé à l'ensemble des bâtiments.

Les actions présentées ci-dessus permettent une réduction des consommations en énergie finale de près de 12 % et une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 12 %.

N°	Actions préconisées	Investissement prévisionnel		Economies identifiées				Temps de retour (ans)	
		Brut € TTC	CEE €	kWh _{ef} /m ² .an	%	kgéqCO ₂ /m ² .an	€ TTC/an	TRB	TRA
8	Calorifugeage des points singuliers	6 000	3 440	0	<1%	0,0	26	> 50 ans	>50 ans
10	Mise en place d'une GTC, compris sous-compteurs et têtes thermostatiques programmables	104 900	28 138	14	12%	0,8	11 947	9 ans	9 ans
11	Relamping LED	205 100	-	1	<1%	0,1	3 490	> 50 ans	39 ans
	TOTAL	316 000	31 578	14	12%	0,8	14 253	23 ans	18 ans

Décret tertiaire

Etat initial	Objectifs décret tertiaire				Résultat Scénario
C _{ref} (kWh _{ef} /m ² /an)	C _{relat2030} (kWh _{ef} /m ² /an)	C _{relat2040} (kWh _{ef} /m ² /an)	C _{relat2050} (kWh _{ef} /m ² /an)	C _{abs} (kWh _{ef} /m ² /an)	C _{scénario 1} (kWh _{ef} /m ² /an)
117	70	59	47	103	81

Note : La part de consommation issue d'un réseau de chaleur urbain (RCU) dans les scénarios, entraîne une bonification d'un facteur de 0,77 qui facilite l'atteinte de la valeur absolue du décret tertiaire.

Source : https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000048547886

Le scénario 1 permet de respecter les exigences de 2030 du décret tertiaire grâce à l'objectif en valeur absolue.

Simulation thermique dynamique

Le scénario 1 ne permet pas d'amélioration du confort estival. La préconisation n°4 peut être réalisée en supplément et prolongée sur les autres menuiseries non équipées de stores.

Scénario 2 : Valeur relative 2040 – Gain de 30% en énergie finale

Le scénario 2 prévoit la diminution des déperditions grâce à l'isolation des bâtiments C D E F et au remplacement des menuiseries vétustes.

De plus, la qualité de l'air de l'ensemble des bureaux est améliorée grâce à des systèmes de centrale de traitement d'air double flux. Contrairement à l'état actuel, cela permet une meilleure gestion des déperditions, en limitant l'ouverture des fenêtres en période hivernale.

La régulation des systèmes est optimisée grâce à une GTC.

Le calorifugeage des réseaux situés en chaufferie est amélioré.

L'éclairage LED est généralisé à l'ensemble des bâtiments.

Les actions présentées ci-dessus permettent une réduction des consommations en énergie finale de près de 31 % et une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 30 %.

N°	Actions préconisées	Investissement prévisionnel		Economies identifiées				Temps de retour (ans)	
		Brut € TTC	CEE €	kWh _{ef} /m ² .an	%	kgéqCO ₂ /m ² .an	€ TTC/an	TRB	TRA
1	Isolation par l'intérieur des bâtiments C D E F	429 000	50 688	19,0	17%	1,1	14 889	29 ans	23 ans
2	Isolation des combles des bâtiments C D E F	45 500	8 736	3,0	2%	0,1	1 977	24 ans	19 ans
3	Remplacement des menuiseries en simple vitrage des bâtiments C D E F	331 200	8 904	6,0	5%	0,3	4 582	>50 ans	44 ans
6	Installation d'un système de ventilation DF dans les bureaux du bâtiment A	476 000	28 968	-2,0	-2%	-0,1	-2 034	Non amortissable*	
7	Installation d'un système de ventilation DF dans les bureaux des bâtiments C D E F	210 200	8 692	-1,2	-1%	-0,1	-1 564	Non amortissable*	
8	Calorifugeage des points singuliers	6 000	3 440	0,0	<1%	0,0	26	>50 ans	>50 ans
10	Mise en place d'une GTB, compris sous-compteurs et têtes thermostatiques programmables	104 900	28 138	14,0	12%	0,8	11 947	9 ans	9 ans
11	Relamping LED	205 100	-	1,0	<1%	0,1	3 490	>50 ans	39 ans
	TOTAL	1 807 900	137 566	36	31 %	2,1	30 162	> 50 ans	39 ans

*Préconisation ayant pour but d'améliorer la qualité de l'air du bâtiment

	Nouvelle préconisation
	Préconisation présente dans le scénario 1

Décret tertiaire

Etat initial	Objectifs décret tertiaire				Résultat Scénario
C_{ref} (kWh _{ef} /m ² /an)	$C_{relat2030}$ (kWh _{ef} /m ² /an)	$C_{relat2040}$ (kWh _{ef} /m ² /an)	$C_{relat2050}$ (kWh _{ef} /m ² /an)	C_{abs} (kWh _{ef} /m ² /an)	$C_{scénario\ 2}$ (kWh _{ef} /m ² /an)
117	70	59	47	103	56

Note : La part de consommation issue d'un réseau de chaleur urbain (RCU) dans les scénarios, entraîne une bonification d'un facteur de 0,77 qui facilite l'atteinte de la valeur absolue du décret tertiaire.

Source : https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000048547886

Le scénario 2 permet de respecter les exigences de 2040 du décret tertiaire grâce à l'objectif en valeur relative.

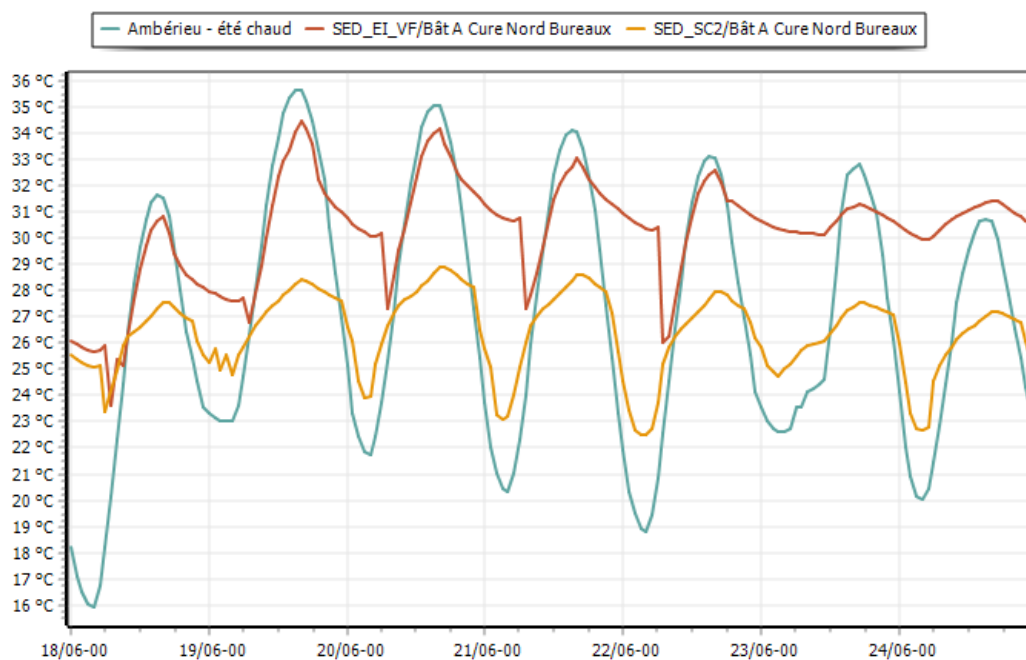
Simulation thermique dynamique

Le scénario 2 permet d'améliorer le confort estival, notamment grâce à l'intégration de ventilation dans les bureaux.

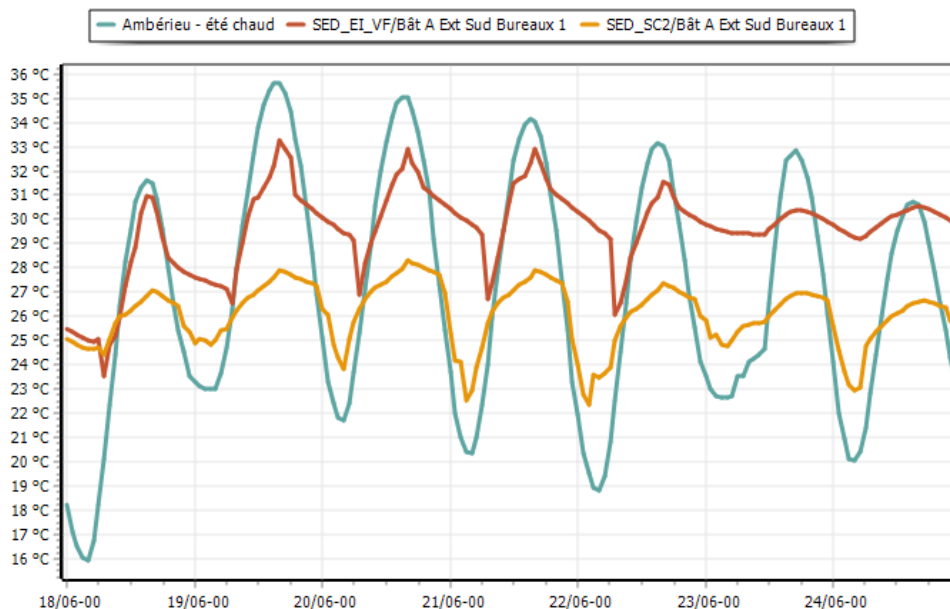
Zones	Etat initial			SC2		
	T° Max occ.	Taux d'inconfort	DH	T° Max occ.	Taux d'inconfort	DH
	°C	%	°C.h	°C	%	°C.h
Bâtiment A Cure Nord Bureaux	34.48	13.6 %	483.9	28.99	11.5 %	13.0
Bâtiment A Cure Sud Bureaux	34.04	13.5 %	442.9	28.88	10.4 %	6.4
Bâtiment A Ext Nord Bureaux	34.88	12.5 %	469.2	28.77	9.9 %	7.5
Bâtiment A Ext Sud Bureaux	33.28	11.8 %	372.9	28.66	9.0 %	3.1
Bâtiment A Circulations et sanitaires	34.33	11.0 %	316.5	28.50	7.3 %	0.9
Bâtiment A Salles avec PAC	32.25	9.7 %	86.7	28.47	9.6 %	1.3
Bâtiment A Hall	30.34	1.4 %	0.3	28.25	1.2 %	0.0
Bâtiment C D E F Bureaux	33.81	11.3 %	461.9	29.36	9.0 %	12.6
Bâtiment C D E F Circulations et sanitaires	33.19	10.6 %	293.4	28.29	4.0 %	0.4

Remarque : De plus, afin de favoriser d'avantage le confort estival, la préconisation n°4 peut être réalisée en supplément et prolongée sur les autres menuiseries non équipées de stores.

L'intégration de la ventilation et surventilation nocturne dans les bureaux permet d'évacuer la chaleur stockée, notamment pendant la nuit. Cela permet de faire baisser de façon non négligeable l'inconfort dans les différents bâtiments.



Températures intérieures des bureaux du bâtiment A Cure Nord sans ventilation (Rouge), des bureaux du bâtiment A Cure Nord avec ventilation (Orange) et représentation de la température extérieure (gris) – sur la semaine la plus chaude (fin juin)



Températures intérieures des bureaux du bâtiment A Extension Sud sans ventilation (Rouge), des bureaux du bâtiment A Extension Sud avec ventilation (Orange) et représentation de la température extérieure (gris) – sur la semaine la plus chaude (fin juin)

Scénario 3 : Valeur relative 2050 - Gain de 40% en énergie finale

Le troisième scénario est une variante du scénario 2, permettant de respecter les exigences 2050 du décret tertiaire.

Pour cela, l'ensemble des préconisations du scénario 2 seront réalisées. De plus, une production solaire photovoltaïque en autoconsommation sera intégrée au niveau du parking extérieur.

Les actions présentées ci-dessus permettent une réduction des consommations en énergie finale de près de 41 % et une réduction des émissions de gaz à effet de serre de 41 %.

N°	Actions préconisées	Investissement prévisionnel		Economies identifiées				Temps de retour (ans)	
		Brut € TTC	CEE €	kWh _{ef} /m².an	%	kgéqCO ₂ /m².an	€ TTC/an	TRB	TRA
1	Isolation par l'intérieur des bâtiments C D E F	429 000	50 688	19,0	17%	1,1	14 889	29 ans	23 ans
2	Isolation des combles des bâtiments C D E F	45 500	8 736	3,0	2%	0,1	1 977	24 ans	19 ans
3	Remplacement des menuiseries en simple vitrage des bâtiments C D E F	331 200	8 904	6,0	5%	0,3	4 582	>50 ans	44 ans
6	Installation d'un système de ventilation DF dans les bureaux du bâtiment A	476 000	28 968	-2,0	-2%	-0,1	-2 034	Non amortissable*	
7	Installation d'un système de ventilation DF dans les bureaux des bâtiments C D E F	210 200	8 692	-1,2	-1%	-0,1	-1 564	Non amortissable*	
8	Calorifugeage des points singuliers	6 000	3 440	0,0	<1%	0,0	26	>50 ans	>50 ans
10	Mise en place d'une GTB, compris sous-compteurs et têtes thermostatiques programmables	104 900	28 138	14,0	12%	0,8	11 947	9 ans	9 ans
11	Relamping LED	205 100	-	1,0	<1%	0,1	3 490	>50 ans	39 ans
12	Panneaux solaires en autoconsommation	253 600	-	12	10%	0,7	20 238	13 ans	12 ans
	TOTAL	2 061 500	137 566	48	41 %	2,8	50 401	41 ans	30 ans

*Préconisation ayant pour but d'améliorer la qualité de l'air du bâtiment

	Nouvelle préconisation
	Préconisation présente dans le scénario 2

Décret tertiaire

Etat initial	Objectifs décret tertiaire				Résultat Scénario
C_{ref} (kWh _{ef} /m ² /an)	$C_{relat2030}$ (kWh _{ef} /m ² /an)	$C_{relat2040}$ (kWh _{ef} /m ² /an)	$C_{relat2050}$ (kWh _{ef} /m ² /an)	C_{abs} (kWh _{ef} /m ² /an)	$C_{scénario\ 3}$ (kWh _{ef} /m ² /an)
117	70	59	47	103	45

Note : La part de consommation issue d'un réseau de chaleur urbain (RCU) dans les scénarios, entraîne une bonification d'un facteur de 0,77 qui facilite l'atteinte de la valeur absolue du décret tertiaire.

Source : https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000048547886

Le scénario 3 permet de respecter les exigences de 2050 du décret tertiaire grâce à l'objectif en valeur relative.

Remarque : Le scénario 3 ne permet pas d'amélioration du confort estival. La préconisation n°4 peut être réalisée en supplément et prolongée sur les autres menuiseries non équipées de stores.

Simulation thermique dynamique

Le scénario 3 permet une amélioration du confort estivale identique au scénario 2.

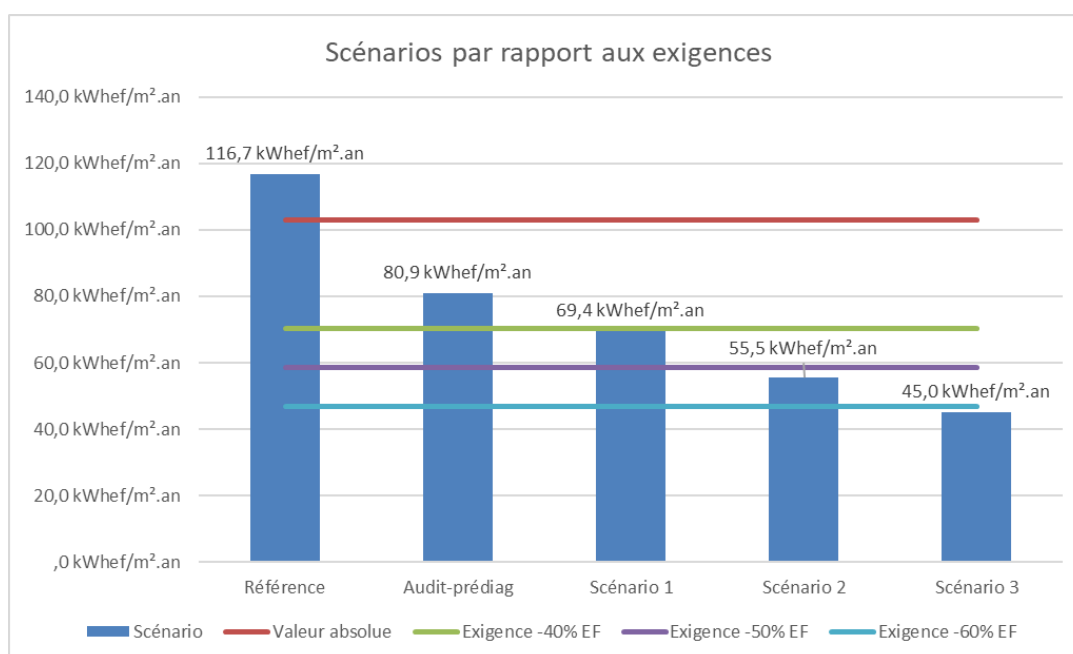
Synthèse des solutions globales

Synthèse des plans d'actions							
	Investissement		Economie identifiée			Temps de retour	
	Prix TTC	CEE €	kWh _{EF} /m ² .an	€ TTC/an	kg éq CO ₂ /m ² .an	TRB	TRA
Scénario 1	316 000	31 578	14 Gain : 12 %	14 253	0,8	23	18
Scénario 2	1 807 900	137 566	36 Gain : 31 %	30 162	2,1	>50	39
Scénario 3	2 061 500	137 566	48 Gain : 41 %	50 401	2,8	41	30

TRB = Temps de Retour Brut – TRA = Temps de Retour Actualisé

Décret tertiaire :

D'après les données fournies par la préfecture du Rhône, l'année de référence défini pour le site est l'**année 2019**. Ci-dessous les résultats des gains réalisés à l'échelle du site selon les objectifs du décret tertiaire :



Objectifs décret tertiaire			
C _{relat2030}	C _{relat2040}	C _{relat2050}	C _{abs}
(kWh _{EF} /m ² .an)	(kWh _{EF} /m ² .an)	(kWh _{EF} /m ² .an)	(kWh _{EF} /m ² .an)
70	59	47	103

Remarque : L'état initial du bâti modélisé d'après les consommations énergétiques moyennes des années 2021, 2022 et 2023, respecte l'objectif 2030 en valeur absolue.

Note : La part de consommation issue d'un réseau de chaleur urbain (RCU) dans les scénarios, entraîne une bonification d'un facteur de 0,77 qui facilite l'atteinte de la valeur absolue du décret tertiaire. Cette bonification est appliquée à l'audit-prédiag, au scénario 1, au scénario 2 et au scénario 3.

Source : https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000048547886

6. Conclusion

Le site audité de Bourgmayeur est composé de différents bâtiments non homogènes.

Le bâtiment A a été rénové grâce à différentes étapes. Contrairement aux bâtiments C D E F, qui ont des déperditions importantes dues à une enveloppe thermique peu performante.

L'ensemble du site a été raccordé en 2020 au réseau de chaleur urbain (RCU). En plus, d'être un système de production de chauffage performant, ce système permet une bonification liée au Décret Tertiaire.

Les équipements sont régulés, mais nécessitent une mise à jour et un perfectionnement des automates.

De plus, la qualité de l'air des bureaux est dégradée suite à un manque de ventilation.

Enfin, le bâtiment ayant une surface vitrée importante et une absence de ventilation, le confort estival n'est pas optimal.

L'étude propose trois scénarios permettant de respecter les objectifs du Décret Tertiaire en prenant en compte l'ensemble des paramètres mentionnés précédemment.

Le premier scénario présente un plan d'action simple et facile à mettre en place, afin de confirmer l'atteinte de la valeur absolue du décret tertiaire 2030.

Pour cela, la régulation des systèmes est optimisée grâce à une Gestion Technique Centralisée (GTC).

De plus, le calorifugeage des réseaux situés en chaufferie est amélioré.

L'éclairage LED est généralisé à l'ensemble des bâtiments.

Le deuxième scénario prévoit la diminution des déperditions grâce à l'isolation des bâtiments C D E F et au remplacement des menuiseries vétustes.

De plus, la qualité de l'air de l'ensemble des bureaux est améliorée grâce à des systèmes de centrale de traitement d'air double flux. Contrairement à l'état actuel, cela permet une meilleure gestion des déperditions, en limitant l'ouverture des fenêtres en période hivernale.

La régulation des systèmes est optimisée grâce à une GTC.

Le calorifugeage des réseaux situés en chaufferie est amélioré.

L'éclairage LED est généralisé à l'ensemble des bâtiments.

Ce scénario permet d'atteindre les objectifs de 2040 du Décret Tertiaire et améliore le confort estival du site.

Le troisième scénario est une variante du scénario 2, permettant de respecter les exigences 2050 du décret tertiaire.

Pour cela, l'ensemble des préconisations du scénario 2 seront réalisées. De plus, une production solaire photovoltaïque en autoconsommation sera intégrée au niveau du parking extérieur.

Note : Un usage responsable des équipements consommateurs reste une source d'économie d'énergie considérable.

7. Annexes

Méthodologie pour l'évaluation des consommations d'énergie du site

Bilan des consommations d'énergie

Il est réalisé à partir des consommations réelles d'énergie du site. Les factures d'électricité et de combustible sont analysées sur une période comprenant des variations climatiques représentatives.

Répartition des consommations pour chaque énergie

Elle est établie en fonction des données récoltées lors de l'état des lieux. La présence de comptages divisionnaires permet de comprendre avec plus de précision le fonctionnement des différentes zones du site. Lorsque ces informations ne sont pas disponibles, une estimation théorique (à partir des puissances des équipements, hypothèses de fonctionnement) est réalisée.

Les consommations d'énergie théoriques et réelles sont comparées pour analyser la cohérence des répartitions de consommation.

Les ratios de consommations sont comparés à des moyennes nationales. Ces données sont issues de l'étude *Chiffres Clés Bâtiment 2013* publiée par l'ADEME. Le ratio moyen des usages Chauffage+ECS tient compte de la rigueur climatique du site.

Classifications énergétiques

La classification DPE (diagnostic de performance énergétique) renseigne sur la performance énergétique d'un bâtiment, en évaluant sa consommation d'énergie et son impact en termes d'émission de gaz à effet de serre. La consommation d'énergie primaire retenue pour l'étiquette énergie correspond à la moyenne des consommations réelles sur les trois dernières années. L'étiquette GES est établie sur la même base.

Préconisations d'économies d'énergie

Les préconisations sont basées sur l'étude présentée en amont. Elles proposent :

- **l'investissement prévisionnel**, soit le coût d'acquisition et la mise en œuvre.
Les investissements prennent en compte le coût d'acquisition du matériel et de sa mise en œuvre. Les coûts induits spécifiques à la configuration du site ne sont pas intégrés au chiffrage. Les montants indiqués devront être confirmés par des devis.
- **les économies estimées**, soit le gain énergétique et économique annuel issu de la diminution des consommations ainsi que le gain d'émissions de gaz à effet de serre ;
- **le temps de retour**, soit la durée au terme de laquelle votre investissement sera remboursé par les économies d'énergie réalisées. Le temps de retour actualisé prend en compte une augmentation du coût de l'électricité à hauteur de 33% par an pour l'électricité et de 4,15% pour le gaz et 4,77% pour le fioul.

Scénario d'optimisation

Les solutions sont définies de manière indépendante sur la base des répartitions calculées précédemment. Les économies ne sont pas cumulatives mais les investissements le sont.

Méthodologie pour la définition des niveaux de qualité thermiques et énergétiques (faible, moyen, performant...)

Murs/cloisons

Faible : $U - U_{ref} \geq 2$

Insuffisant : $2 > U - U_{ref} \geq 0,5$

Moyen : $0,5 > U - U_{ref} \geq 0$

Correct : $0 > U - U_{ref} \geq -0,1$

Performant : $U - U_{ref} \leq -0,1$

Menuiseries

Faible : $U - U_{ref} \geq 2$

Insuffisant : $2 > U - U_{ref} \geq 1$

Moyen : $1 > U - U_{ref} \geq 0$

Correct : $0 > U - U_{ref} \geq -0,35$

Performant : $U - U_{ref} \leq -0,35$

Planchers hauts

Faible : $U - U_{ref} \geq 2$

Insuffisant : $2 > U - U_{ref} \geq 0,5$

Moyen : $0,5 > U - U_{ref} \geq 0$

Correct : $0 > U - U_{ref} \geq -0,1$

Performant : $U - U_{ref} \leq -0,1$

Planchers bas

Faible : $U - U_{ref} \geq 2$

Insuffisant : $2 > U - U_{ref} \geq 0,5$

Moyen : $0,5 > U - U_{ref} \geq 0$

Correct : $0 > U - U_{ref} \geq -0,1$

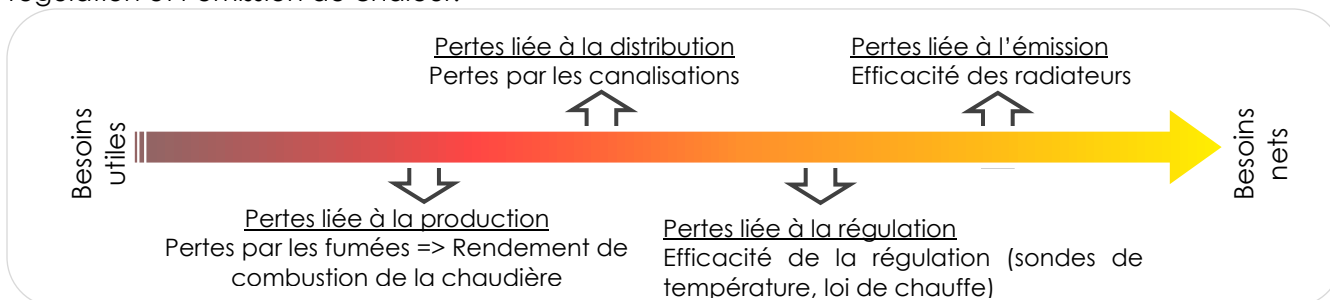
Performant : $U - U_{ref} \leq -0,1$

*Echelles des appréciations qualitatives utilisées :

Performance :	Faible	Insuffisante	Moyenne	Correcte	Bonne
Vétusté :	A remplacer	Etat dégradé	Etat moyen	Bon état	Neuf

Glossaire

B **Besoins utiles / besoins nets de chauffage** : Les besoins utiles correspondent au bilan des déperditions du bâtiment. Les besoins nets en chauffage prennent en compte en plus les apports gratuits (apports internes liés à l'activité et les apports solaires). Les consommations de chauffage se déduisent ensuite en prenant en compte les pertes liées à la production, la distribution, la régulation et l'émission de chaleur.



BSO : Brise-Soleil Orientable – dispositif de protection des façades et des ouvrants pour réduire les apports solaires.

C **CEE** : Certificat d'Économie d'Énergie – cf. explications au paragraphe 4.1

CTA : Centrale de Traitement d'Air

D **DJU** : Degré Jour Unifié – indicateur de la rigueur climatique

DV : Double vitrage

E **ECS** : Eau Chaude Sanitaire

EnR : Energies Renouvelables

Energie Finale - kWh_{ef} : Energie concrètement utilisée (correspond à l'énergie facturée).

Energie Primaire - kWh_{ep} : Energie disponible dans la nature mais qui n'est pas utilisable directement, elle doit être transformée et transportée pour alimenter l'utilisateur final. Par exemple, pour traduire la transformation de l'énergie électrique, on applique un coefficient de 2,30 pour convertir l'énergie primaire en énergie finale.

G **GES** : Gaz à Effet de Serre

H **HP/HC** : Contrat d'électricité avec différenciation temporelle Heures Pleines /Heures Creuses

H1, H2, H3 : Zones climatiques

I **ITE** : Isolation Thermique par l'Extérieur

ITI : Isolation Thermique par l'Intérieur

K **kWh cumac** : Kilowattheures cumulés et actualisés. Unité utilisée dans le dispositif des CEE qui représentent l'énergie économisée par une action d'amélioration exprimée sur toute la durée de vie de l'équipement

P **PAC** : Pompe à Chaleur

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur - quantité de chaleur dégagée par la combustion. Dans le cas du PCI, la vapeur d'eau est supposée non condensée et donc la chaleur non récupérée.

PCS : Pouvoir Calorifique Supérieur - quantité de chaleur dégagée par la combustion. Dans le cas du PCS, la vapeur d'eau est supposée condensée et la chaleur est récupérée.

PV : Photovoltaïque

R **R** : Résistance thermique : exprime la résistance d'un matériau au passage d'un flux de chaleur

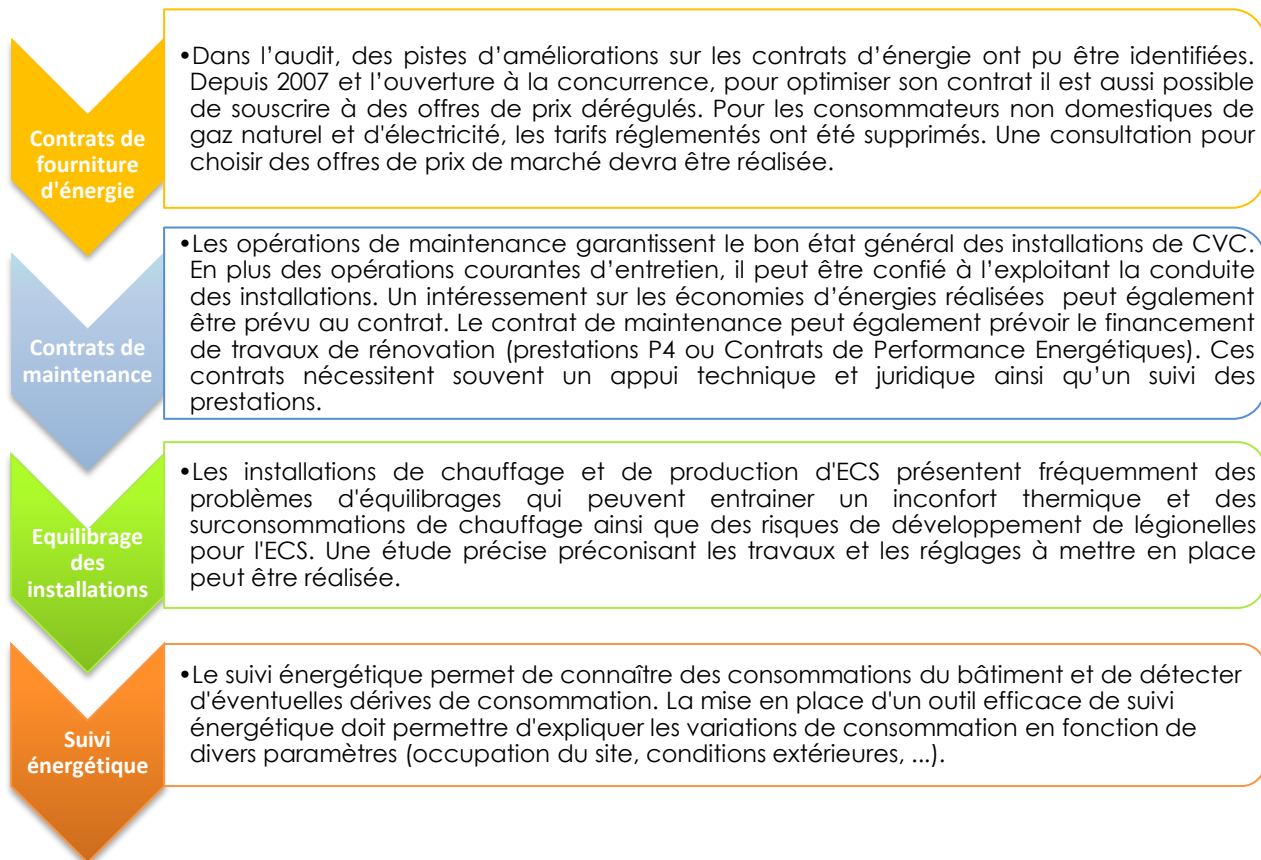
RT : Réglementation Thermique, RT2012 pour les bâtiments neufs et RT existants pour les autres

U **U** : Coefficient de transmission thermique surfacique: exprime la quantité de chaleur traversant cette paroi (plus U est faible, plus l'isolation de la paroi est performante)

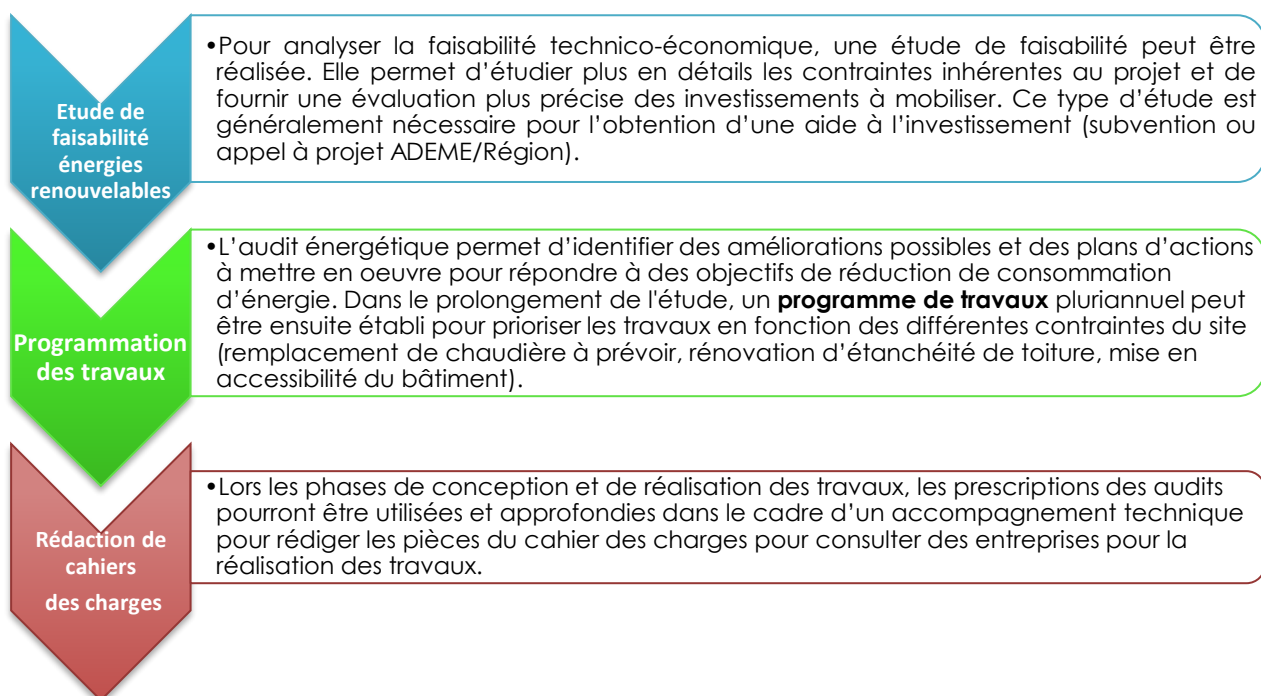
V **VMC** : Ventilation Mécanique Contrôlée

Quelles suites à donner à un audit énergétique ?

Optimiser l'exploitation des bâtiments



Réaliser des travaux



Pour tout renseignement (exemple de cahier des charges, ...) concernant l'ensemble de ces thématiques n'hésitez pas à vous adresser à votre interlocuteur AD3E.