

Des compétences qualifiées



CAF
Vannes

***Etude énergétique et de confort d'été
avec simulation thermique dynamique***

Mission d'audit énergétique selon le cahier des charges ADEME



Objet du document	Mission d'audit énergétique selon le cahier des charges ADEME
Mission	Rapport d'étude énergétique ADEME - CAF - Vannes
Rédacteur(s)	Vincent GLORET
Validation	Quentin BAUDON
Version	V2 du 29/10/2024

Révision	Date	Modifications
V2	29/10/2024	Seconde édition après restitution
V1	24/10/2024	Première édition pour relecture

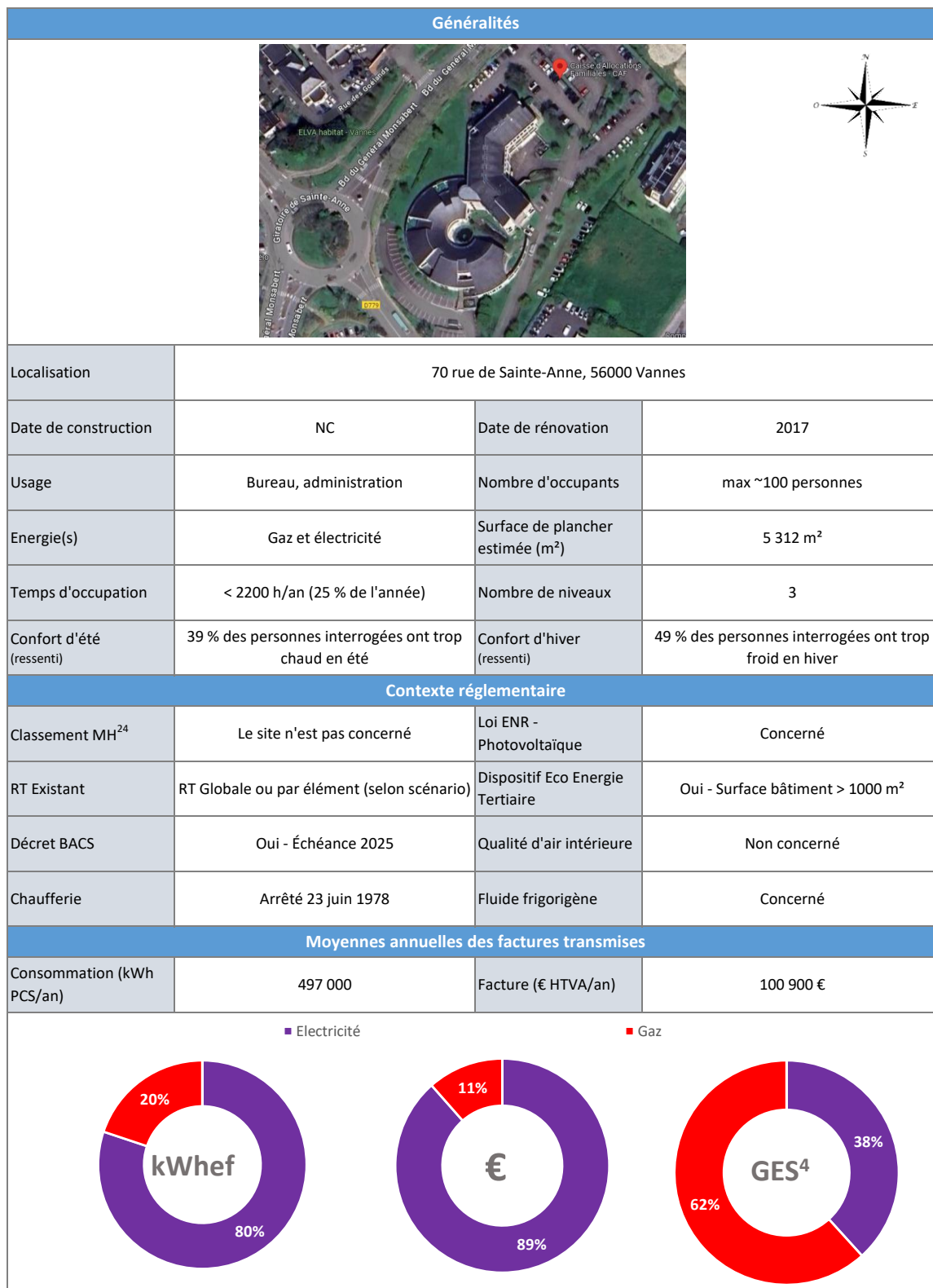
A. SOMMAIRE

A. SOMMAIRE	2
B. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE	4
B.1. Présentation du site	4
B.2. Synthèse des déperditions et consommations	6
B.3. Synthèse des préconisations	7
B.4. Synthèse des scénarios	8
B.5. Synthèse par énergie	9
B.6. Récapitulatif	9
B.7. Bilan financier	10
B.8. Synthèse dispositif Eco-Energie Tertiaire	10
C. INTRODUCTION	11
C.1. Contexte de la mission	11
C.2. Contexte réglementaire	12
C.2.1. Réglementaire thermique - RT Existant	12
C.2.2. Dispositif Eco-Energie Tertiaire	13
C.2.3. Décret BACS	13
C.2.4. Installation photovoltaïque sur parking	13
C.2.5. Qualité d'air intérieure	14
C.2.6. Chauffage	15
C.2.7. Fluide frigorigène	15
C.3. Déroulement de l'étude	16
C.3.1. Interlocuteurs	16
C.3.2. Visite du site	16
C.3.3. Ressource documentaire	16
C.4. Aides financières considérées	16
D. ÉTAT DES LIEUX	17
D.1. Généralités	17
D.1.1. Description du site	17
D.1.2. Situation géographique et données administratives	17
D.1.3. Occupation	17
D.1.4. Plan et orientation	18
D.2. Description du bâti	20
D.2.1. Planchers bas	20
D.2.2. Murs	21
D.2.3. Planchers hauts	22
D.2.4. Menuiseries extérieures / Protection solaire	23
D.3. Chauffage	24
D.3.1. Principes de fonctionnement	24
D.3.2. Liste des équipements	24
D.3.3. Régulation	27
D.4. Climatisation	28
D.4.1. Principes de fonctionnement	28
D.4.2. Liste des équipements	28
D.5. Eau chaude sanitaire	31
D.5.1. Liste des équipements	31
D.5.2. Régulation	31
D.6. Ventilation - Traitement d'air	32
D.6.1. Principes de fonctionnement	32
D.6.2. Liste des équipements	32
D.6.3. Régulation	33
D.7. Éclairage	34
D.7.1. Liste des luminaires	34
D.7.2. Liste des zones	34
D.8. Usages spécifiques	35
D.9. Analyse des mesures	35
D.9.1. Information	35
D.9.2. Débit d'air	35
D.10. Problèmes d'inconfort	36
E. ANALYSE DES CONSOMMATIONS DES FACTURES	37
E.1. Points de comptage	37
E.2. Consommations détaillées	37
E.2.1. Compteur électricité	37
E.2.2. Compteur gaz	38
E.3. Synthèse des consommations	38

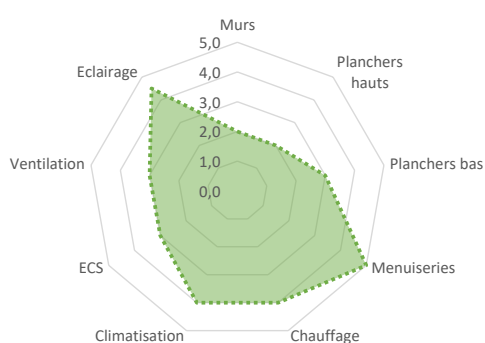
E.4. Sensibilité de la consommation de chauffage au climat	40
E.5. Coûts moyens des énergies	40
E.6. Dispositif Eco Energie Tertiaire - Définition de l'année de référence	41
E.6.1. Méthode relative	41
E.6.2. Définition de la méthode	42
F. RESULTATS DE SIMULATION DE L'ETAT EXISTANT	43
F.1. Données météorologiques	43
F.2. Vues 3D de la modélisation thermique	43
F.3. Déperditions thermiques - Site	44
F.4. Consommations énergétiques	45
F.4.1. Répartition mensuelle des consommations par énergie	45
F.4.2. Répartition des consommations par usage	46
F.4.3. Comparaison simulation / réel	47
F.4.4. Etiquette Energie/Climat simulée avant travaux	47
F.5. Analyse du confort d'été	48
F.5.1. Méthodologie	48
F.5.2. Analyse de l'état existant	48
G. PRECONISATIONS DE TRAVAUX	49
G.1. Orientations avant préconisation	49
G.1.1. Enveloppe	49
G.1.2. Chauffage	49
G.1.3. Equipements	50
G.1.4. Production d'électricité renouvelable	50
G.1.5. Confort d'été	50
G.2. Préambule aux préconisations	51
G.3. Bonnes pratiques	52
G.3.1. Management de l'énergie	52
G.3.2. Sensibilisation des occupants	52
G.4. Préconisations : enveloppe	53
G.4.1. Remplacement de l'isolation des murs	53
G.4.2. Remplacement de l'isolation des combles	54
G.5. Préconisations : équipements	55
G.5.1. Vérification et ajustement des CTA et des réseaux de l'ADM	55
G.5.2. Eclairage LED	56
G.5.3. Panneaux photovoltaïques en ombrière	57
G.6. Préconisations : Usages spécifiques, régulation et suivi énergétique	58
G.6.1. GTB	58
H. BILANS ENERGETIQUES ET FINANCIERS	59
H.1. Définition des bouquets de travaux	59
H.2. Analyse des scénarios proposés	60
H.3. Projection financière	61
H.3.1. Part de gros entretien	61
H.3.2. Hypothèses générales	61
H.3.3. Analyse financière	61
H.4. Projection dispositif Eco Energie Tertiaire	63
H.4.1. Modulation des objectifs - Temps de retour disproportionné	63
H.4.2. Modulation des objectifs - Autres contraintes	63
H.4.3. Vérification des objectifs	64
I. BILAN CONFORT ESTIVAL	65
I.1. Récapitulatif des préconisations	65
I.1.1. Récapitulatif scénario	65
J. CONCLUSION	67
K. ANNEXES	68
K.1. Détails des consommations et factures par usage	68
K.2. Méthodologie notation énergie	69
K.3. Méthodologie	70
L. GLOSSAIRE	72

B. SYNTHESE DE L'ETUDE

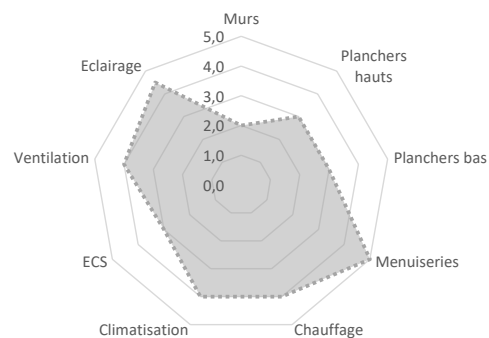
B.1. Présentation du site



Bâti			
Poste	Descriptif	Performance (sur 5)	Vétusté (sur 5)
Murs	Murs béton isolés par l'extérieur.	2	2
Planchers hauts	Isolation sur plancher des combles vétustes. Isolation intérieure sur rampants apparents de bonne qualité.	2	3
Planchers bas	Dalle béton sur terre plein supposée non isolée. Dalle béton donnant sur sous-sol isolée en sous-face.	3	3
Menuiseries et protections solaires	Menuiseries double vitrage sur châssis aluminium avec brise-soleils fixes ou amovibles sur 90 % du site.	5	5
Synthèse	Les performances thermiques du bâti sont moyennes.	3	3
Equipements			
Poste	Descriptif	Performance (sur 5)	Vétusté (sur 5)
Chauffage	Pompes à chaleur air/eau via batteries chaudes CTA, gaines intérieures de soufflage et ventilo-convecteurs. Chaudière gaz pour appoint et réseau hydraulique des circulations et des sanitaires.	4	4
Climatisation	Les pompes à chaleur sont réversibles et permettent également de fournir du froid dans les mêmes zones que pour le mode chauffage. Le local informatique est climatisé par un groupe froid.	4	4
ECS	L'eau chaude sanitaire est produite dans des cumulus électriques et dans des chauffe-eaux instantanés.	3	3
Ventilation	Système de ventilation double flux dans les bureaux, salles de réunion, open space et la cafétéria. Système de ventilation simple flux dans les sanitaires.	3	4
Eclairage	Eclairage de type fluorescent, LED et fluocompacte avec détection de présence dans les bureaux.	5	5
Usages spécifiques	Equipements de type bureautique.		
Synthèse	Les performances des équipements sont bonnes.	4	4
Légende - performance		Equivalent performance énergétique	Equivalent vétusté
5 - Très bon		RE2020 et après	Très bon état - < 7 ans
4 - Bon		Niveau R2012	Bon état - < 12 ans
3 - Moyen		Niveau RT2000/RTExistant	Etat convenable - < 25 ans
2 - Mauvais		Année 1990	Ancien - > 25 ans
1 - Critique		Avant 1990	Hors service - > 30 ans ou remplacement immédiat



PERFORMANCE



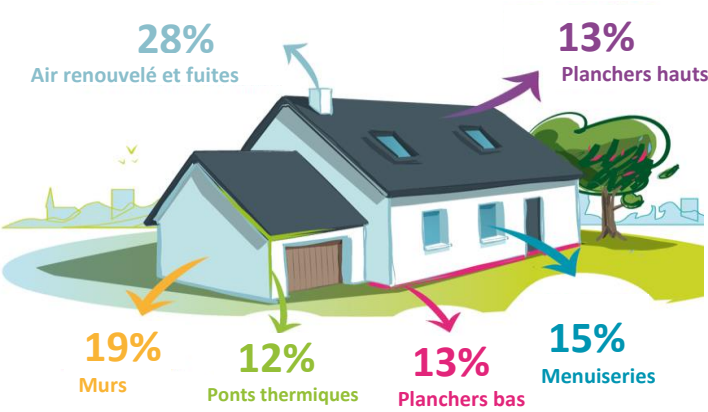
VETUSTE

B.2. Synthèse des déperditions et consommations

La répartition des déperditions est résumée dans le schéma simplifié ci-dessous :

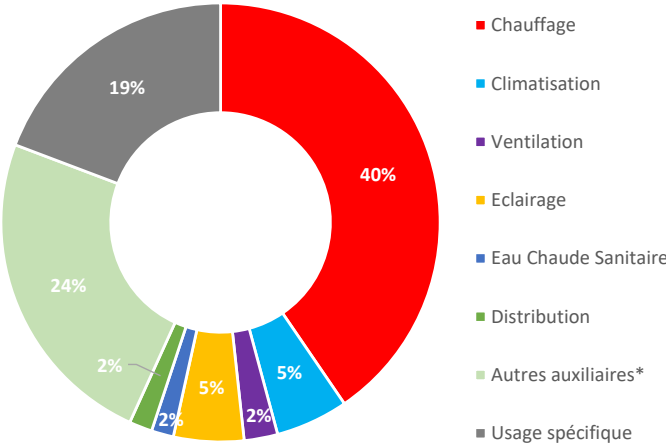
Déperditions thermiques (hors surpuissance équipements)	
226 kW	
Soit	43,1 W/m²

En règle générale, les déperditions sont comprises entre 100 W/m² (peu performant) et 20 W/m² (très performant).



La répartition des consommations énergétiques simulées est la suivante :

Usages	Conso énergie finale (kWh PCS)	Energie finale kWh/m²SHON
Chauffage	188 400	35
Climatisation	24 900	5
Ventilation	11 500	2
Eclairage	24 100	5
Eau Chaude Sanitaire	7 600	1
Distribution	7 900	1
Autres auxiliaires*	111 600	21
Usage spécifique	89 600	17



* ventilateurs locaux des émetteurs, consommations d'auxiliaire des PAC sur air, etc.

	Total	Surfacique (/m².SHON)
Conso (kWh/eq PCS) (hors usage spe.)	375 900	71
Conso (kWh/eq PCS) (avec usage spe.)	465 500	88
Facture (€ HTVA)	92 600	17
Emission GES (kg CO2 éq.)	49 900	9

Les étiquettes ci-dessous sont établies en fonction des consommations théoriques d'énergie primaire à partir des besoins pour les postes chauffage, ECS, ventilation, éclairage et auxiliaires (hors habitations). Les étiquettes présentées ici ne sont pas des étiquettes DPE au sens de la réglementation et ne sont pas utilisables en tant que telles.

Type de bâtiment :		Bureau ou Enseignement	
Consommation	192	Emission de GES	10
kWhEPPCI/m².an		kg éq. CO ₂ /m².an	
BATIMENT ECONOME		FAIBLE EMISSION DE GES	
≤ 50	A	≤ 5	A
51 à 110	B	6 à 15	B
111 à 210	C	16 à 30	C
211 à 350	D	31 à 60	D
351 à 540	E	61 à 100	E
541 à 750	F	101 à 145	F
≥ 751	G	≥ 146	G
BATIMENT ENERGIVORE		FORTE EMISSION DE GES	

B.3. Synthèse des préconisations

Le tableau ci-dessous présente, pour chaque préconisation, les gains sur les trois postes (facture, consommation en énergie finale kWhEF¹ émission de gaz à effet de serre kg éq. CO₂⁴).

La colonne priorité permet d'identifier les actions soit avec un TRB faible, soit nécessitant une intervention pour assurer un bon fonctionnement du site (1 = prioritaire, 3 = non prioritaire).

Priorité	Préconisations	Investissement (€ HTVA)	Gains annuels				TRB
			€ HTVA	kWhef PCS	% (EF)	kg éq. CO ₂	
ENVELOPPE							
1	Remplacement de l'isolation des murs	Conv. : 583 100 € Bios. : 659 300 €	3 700 €	21 900	5%	4 300	> 50 années
2	Remplacement de l'isolation des combles	Conv. : 61 600 € Bios. : 68 500 €	3 000 €	16 600	4%	3 200	21 années
3	Abaissement du plafond à l'accueil	Conv. : 8 200 € Bios. : 8 200 €	-100 €	-200	0	0	-
3	Film solaire menuiseries accueil	Conv. : 3 900 € Bios. : 3 900 €	-200 €	-800	0	-100	-
EQUIPEMENTS							
1	Vérification et ajustement des CTA et des réseaux de l'ADM	1 000 €	-2 200 €	-11 200	-2%	-1 000	-
2	Eclairage LED	52 500 €	400 €	1 600	0%	0	> 50 années
3	Panneaux photovoltaïques en ombrière	1 214 300 €	47 500 €	151 700	33%	6 100	26 années
USAGES SPÉCIFIQUES, RÉGULATION ET SUIVI ÉNERGÉTIQUE							
1	GTB	55 000 €	500 €	4 400	1%	900	> 50 années

Tableau de synthèse des préconisations (Conv = conventionnel / Bios = Biosourcé)

B.4. Synthèse des scénarios

Priorité	Préconisations	Investissement (€ HTVA)	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
ENVELOPPE							
1	Remplacement de l'isolation des murs	Conv. : 583 100 € Bios. : 659 300 €		Conv.	Conv.		
2	Remplacement de l'isolation des combles	Conv. : 61 600 € Bios. : 68 500 €		Conv.	Conv.		
3	Abaissement du plafond à l'accueil	Conv. : 8 200 € Bios. : 8 200 €					
3	Film solaire menuiseries accueil	Conv. : 3 900 € Bios. : 3 900 €					
EQUIPEMENTS							
1	Vérification et ajustement des CTA et des réseaux de l'ADM	1 000 €	✓	✓	✓		
2	Eclairage LED	52 500 €	✓	✓	✓		
3	Panneaux photovoltaïques en ombrière	1 214 300 €			✓		
USAGES SPÉCIFIQUES, RÉGULATION ET SUIVI ÉNERGÉTIQUE							
1	GTB	55 000 €	✓	✓	✓		
Investissement travaux et MOE (12%) (€ HTVA)			121 500 €	843 500 €	2 203 400 €		
Surcoût annuel de la maintenance (€ HTVA)			0 €	0 €	400 €		
CEE (€)			0 €	0 €	0 €		
Aides et subventions			0 €	0 €	0 €		
Reste à charge (€ HTVA)			121 500 €	843 500 €	2 203 400 €		
Temps de retour dynamique ¹⁹ avec aides (années)			> 21 ans	> 21 ans	> 21 ans		
Gains	Energie finale (kWhef)		-2%	7%	7%		
	Energie primaire (kWhep)		-2%	5%	5%		
	Emissions de GES ⁴ (kg éq. CO ₂)		-2%	13%	13%		
	Facture (€ HTVA)		-2%	6%	6%		
Etiquette Energie (kWhep/m ² /an)			C - 195	C - 182	C - 182		
Etiquette Climat (kg éq. CO ₂ /m ² /an)			B - 10	B - 9	B - 9		

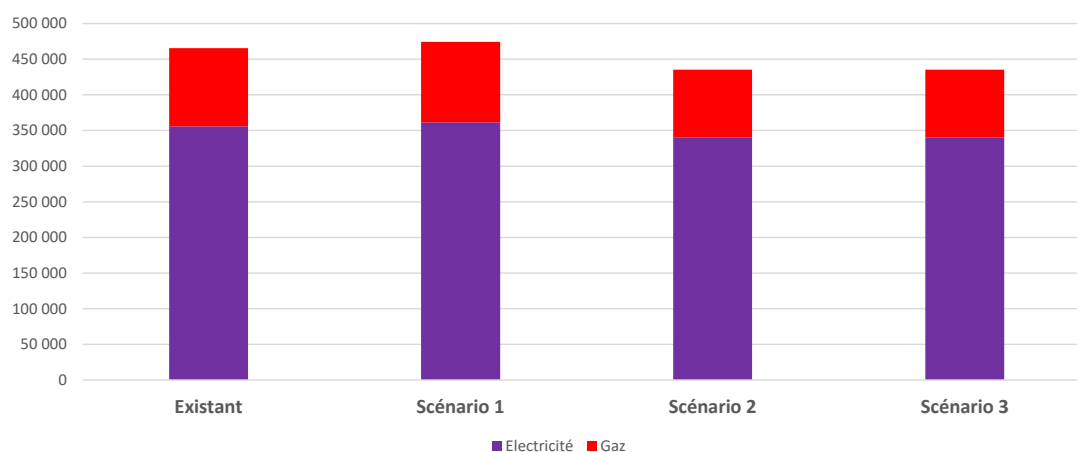
Préconisations proposées pour chaque scénario (Conv = conventionnel / Bios = Biosourcé)

B.5. Synthèse par énergie

Le tableau ci-dessous synthétise les consommations après travaux du site par type d'énergie.

SYNTHESE PAR ENERGIE	Existant	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
Electricité						
Energie finale (kWh PCS)	355 900	361 600	340 400	340 400		
Energie primaire (kWh PCS)	918 200	932 800	878 100	878 100		
Emissions de GES (kg éq. CO ₂)	26 900	27 100	23 400	23 400		
Facture(€ HTVA)	79 800 €	81 000 €	76 300 €	76 300 €		
Gaz						
Energie finale (kWh PCS)	109 600	112 700	94 800	94 800		
Energie primaire (kWh PCS)	109 600	112 700	94 800	94 800		
Emissions de GES (kg éq. CO ₂)	23 100	23 700	20 000	20 000		
Facture(€ HTVA)	12 900 €	13 200 €	11 100 €	11 100 €		

Consommation annuelle en kWhEF



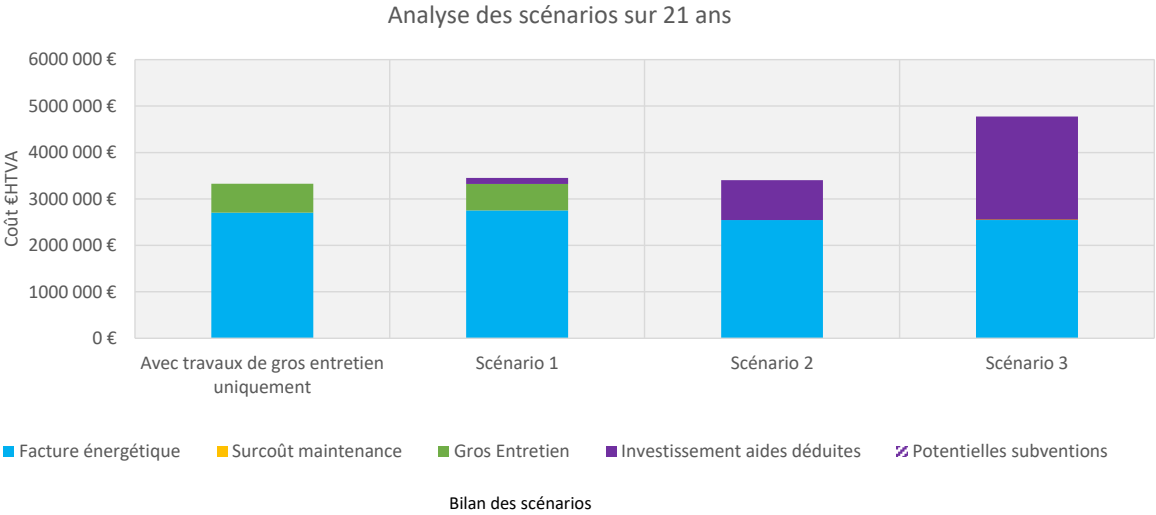
B.6. Récapitulatif

Le tableau ci-dessous synthétise les consommations après travaux du site par type d'énergie.

		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
Investissement travaux et MOE (€ HTVA)		121 500 €	843 500 €	2 203 400 €		
Surcoût annuel de la maintenance (€ HTVA)		0 €	0 €	400 €		
Gains	Energie finale (kWh _{ef})	-8 800	30 400	30 400		
	Energie finale (%)	-2%	7%	7%		
	Facture (€ HTVA)	-1 700	5 200	5 200		
	Facture (%)	-2%	6%	6%		
Amélioration	Enveloppe	✗	✓	✓		
	Chauffage / Climatisation	✗	✗	✗		
	Qualité d'air	✓	✓	✓		
	Confort visuel	✓	✓	✓		
	Apparence extérieure	✗	✓	✓		
Impact sur le confort	Saison estivale	➡	➡	➡		
	Saison hivernale	➡	⬆	⬆		

B.7. Bilan financier

Le diagramme ci-dessous montre un bilan financier des différents scénarios de travaux par rapport à celui du bâtiment existant pour lequel uniquement les travaux de gros entretiens sont réalisés.



B.8. Synthèse dispositif Eco-Energie Tertiaire

La méthode retenue pour définir la référence et les objectifs du DEET est :

Relative

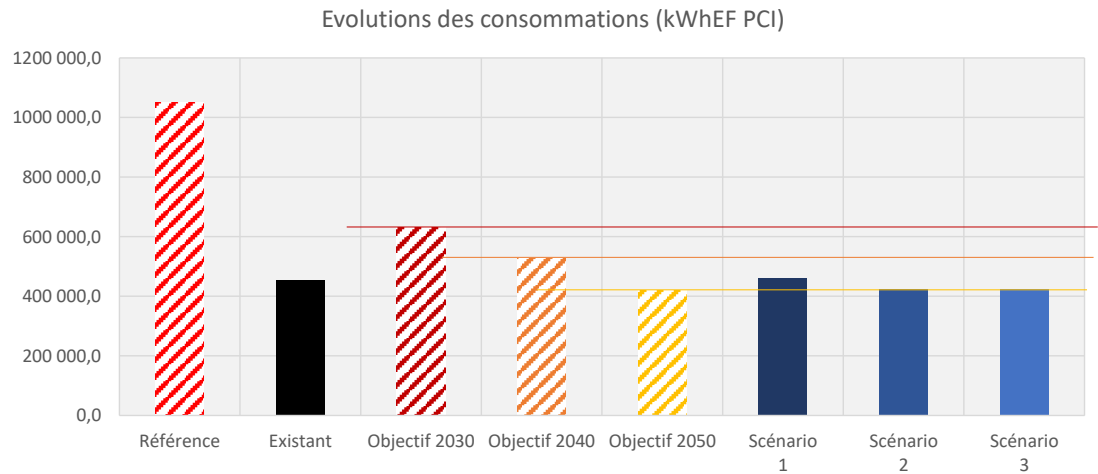
Avec la méthode relative, les objectifs sont [consommation existante] < consommation ref x -40% en 2030, -50% en 2040 et -60% en 2050. L'année de référence retenue est : 01/2010 -> 12/2010

Avec la méthode absolue, les objectifs sont [consommation existante] < Cabs2030 , Cabs2040 (non connu), Cabs2050 (non connu), Cabs étant un ratio de consommation /m² défini par arrêté selon l'usage du bâtiment.

Le tableau ci-dessous synthétise l'atteinte des objectifs en fonction des scénarios :

Consommation (kWhPCI)	Référence	Existant	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
Consommation	1 050 855,0	454 600,0	463 000,0	425 600,0	425 600,0		
Réduction		-57%	-56%	-59%	-59%		
2030 : Objectif initial	630 513	✓	✓	✓	✓		
2030 : Objectif modulé	630 513	✓	✓	✓	✓		
2040 : Objectif initial	525 428	✓	✓	✓	✓		
2040 : Objectif modulé	525 428	✓	✓	✓	✓		
2050 : Objectif initial	420 342	✗	✗	✗	✗		
2050 : Objectif modulé	420 342	✗	✗	✗	✗		

Le graphique suivant présente l'évolution des consommations selon les scénarios de travaux :



C. INTRODUCTION

C.1. Contexte de la mission

Le Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 et l'Arrêté « Méthode » du 10 avril 2020 relatifs aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire s'inscrivent dans le cadre du Grenelle II et de l'article 175 de la loi ELAN qui impose une réduction des consommations d'énergie aux bâtiments tertiaires de 40% d'ici 2030, -50% à 2040 et -60% avant 2050.

Afin de répondre à ces objectifs de gains énergétiques, les Caf de la Région Bretagne et l'UIOSS de Rennes souhaitent mettre en place une stratégie d'efficacité énergétique de leurs activités et répondre à l'obligation de mettre en oeuvre des actions d'amélioration énergétiques de façon à atteindre les objectifs de gains énergétiques réglementaires.

Aussi, les Caf de la Région et l'UIOSS ont souhaité réaliser la passation d'un marché commun sous la forme d'un groupement de commande, la Caf du Finistère étant la Caf coordonnatrice du groupement. Chaque membre du groupement pilotera directement la mission et sera l'interlocuteur du "prestataire" pour son propre patrimoine. Le maître d'ouvrage souhaite mettre en place une stratégie d'efficacité énergétique de ses activités et répondre à l'obligation de mettre en oeuvre des actions d'amélioration énergétiques de façon à atteindre les objectifs de gains énergétiques réglementaires des sites concernés par l'application du Décret tertiaire.

Les objectifs de l'étude sont multiples :

- **Réduire les besoins** en énergie du bâtiment et améliorer le confort des occupants (été/hiver) ;
- Proposer **des solutions techniques adaptées** au contexte et aux possibilités qu'offre le site ;
- **Comparer les différentes solutions** en termes de coût d'investissement et de coût d'exploitation ;
- Rechercher des solutions visant à **assurer la pérennité de l'approvisionnement et favorisant une logique de développement local** ;
- Faire ressortir **les qualités environnementales des différents scénarios énergétiques**, notamment en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'économies d'énergies fossiles.

Les préconisations et les scénarios seront adaptés au contexte et aux possibilités qu'offre le site. Un scénario de travaux regroupe différentes préconisations que ce soit sur l'enveloppe ou les équipements pour atteindre les objectifs définis par le maître d'ouvrage.

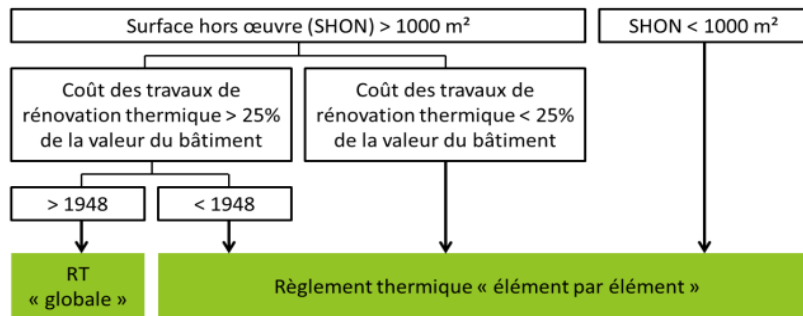
La démarche associée à chaque scénario est la suivante :

- Sobriété énergétique, qui consiste à supprimer les gaspillages et les besoins superflus. Exemple : correction de la régulation, correction d'un défaut d'isolation
- L'efficacité énergétique, qui permet de réduire les consommations d'énergie pour un besoin donné. Exemple : Renforcement de l'isolation, amélioration des équipements.
- Les énergies renouvelables, qui répondent à nos besoins énergétiques avec un faible impact environnemental et une gestion décentralisée. Exemple : Installation de panneaux photovoltaïques.

C.2. Contexte réglementaire

C.2.1. Réglementaire thermique - RT Existant

La réglementation RT Bâtiment Existant (mise en place en 2007) s'applique dès lors que des travaux de rénovations concernant l'enveloppe, le CVC, l'ECS, l'éclairage ou la mise en place d'ENR sont prévus sur un bâtiment existant. Selon l'importance des travaux prévus, deux cadres réglementaires sont possibles. La figure suivante schématise le cadre réglementaire des travaux de rénovation :



Au 1er janvier 2022, la valeur de construction française (définie par arrêté) était de 1 718 € €/m² SDP pour les bâtiments résidentiels et 1 466 € €/m² pour les bâtiments non résidentiels.

Dans le cas de l'audit :

- La surface de plancher est de 5 312 m²
- La valeur du bâtiment est de 7 787 436 €HT, le seuil des 25% est donc fixé à 1 946 859 €HT
- La date de construction du bâtiment est NC



La réglementation qui s'applique est donc la RT dite "Elément par Elément" pour les scénarios 1 et 2.
La réglementation qui s'applique est donc la RT globale pour le scénario 3.

La RT Globale impose au projet de respecter différentes exigences relatives à la performance thermique du bâtiment rénové. La vérification de respect des exigences est justifiée par un calcul réglementaire à l'aide d'un logiciel équipé du moteur Th-CE ex. Ce logiciel ressort les valeurs suivantes :

- Cepini, Cepapt, Cepref : Consommation en énergie primaire du bâtiment pour son état initial, après-travaux et de référence (consommation qu'aurait le même bâtiment avec une performance standard).
- Ubatini, Ubatapt, Ubatref : Coefficient de déperditions de chaleur global du bâtiment pour son état initial, après-travaux et de référence
- TICini, TICapt, TICref : Température intérieure du bâtiment pour son état initial, après-travaux et de référence, permettant de 'quantifier' le confort d'été

Les exigences à respecter sont les suivantes :

- Cepapt < Cepref
- TICapt < TICref
- Respect des gardes fous : Des performances minimales sont requises pour une série de composants (isolation, ventilation, système de chauffage...), lorsque ceux-ci sont modifiés par les travaux de rénovation.

La RT Elément par Elément impose d'installer des produits de performance supérieure aux caractéristiques minimales mentionnées dans l'arrêté du 3 mai 2007 (modifié à compter du 1er janvier 2018).

Les exigences concernent :


- L'enveloppe : murs, toitures, planchers, menuiseries

C.2.2. Dispositif Eco-Energie Tertiaire

La loi 2010-788 du 12 juillet 2010, dite loi « Grenelle II » a fixé les orientations et les engagements environnementaux de la France. En 2018, l'article 175 de la loi ELAN précise les objectifs de réduction de consommation pour les bâtiments tertiaires. Le Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019, dit « décret tertiaire » ou « Dispositif éco énergie tertiaire », précise les modalités d'application. Ce décret est complété par plusieurs arrêtés, publiés ou en cours de publication.

Il en ressort les éléments suivants :

- sont concernés tous les bâtiments, parties de bâtiments ou ensemble de bâtiments hébergeant des activités tertiaires du secteur public et du secteur privé, quelle que soit leur année de mise en service, dans les configurations suivantes (Cf. II de l'article R. 174-22 du code de la construction et de l'habitation), dès lors que la surface de plancher cumulée des activités tertiaires (SP) $\geq 1\,000\text{ m}^2$
- dans le cas d'un ensemble de bâtiments, il faut entendre les établissements qui regroupent plusieurs bâtiments sur une même unité foncière (un ou plusieurs parcelle formant un îlot d'un seul tenant appartenant à un même propriétaire) ou à défaut sur un même site (lien fonctionnel entre bâtiment ou un seul gestionnaire)
- les obligations sont portées à l'échelle de chaque 'Entité fonctionnelle' du site (notion assez proche du SIREN)

	Le site est assujéti.
---	-----------------------

Les objectifs d'économies sont déclinées sur 3 échéances : 2030, 2040 et 2050, selon deux méthodes possibles :

> Relative : Réduction des consommations par rapport à une année de référence (entre 2010 et 2020) - par entité fonctionnelle- de - 40% d'ici 2030, -50% à 2040 et - 60% avant 2050

> Absolue : Atteinte d'une consommation inférieure à un seuil en 2030, 2040 et 2050, calculé en fonction de l'usage et de la typologie du bâtiment selon des valeurs normatives publiées ou en cours de publication


Le suivi des consommations se fait via la plateforme OPERAT (ADEME), une saisie annuelle est à réaliser.

C.2.3. Décret BACS

A la suite du décret tertiaire, est paru au JO le 21 juillet 2020 le décret BACS (Building Automation & Control Systems). Il a été ensuite modifié par l'**arrêté du 7 avril 2023**. Ce décret impose la mise en place d'une GTB (gestion technique du bâtiment) pour les bâtiments tertiaires, neufs et existants, d'un système d'automatisation et de contrôle des bâtiments selon un critère de puissance chauffage+climatisation installée.

L'objectif est de voir tous les bâtiments existants concernés de s'équiper de systèmes d'automatisation et de contrôle :

- **D'ici le 1er janvier 2025** pour les sites équipés de systèmes d'une **puissance supérieure à 290 kW**
- **D'ici le 1er janvier 2027** dans le cas où leur **puissance est comprise entre 70 kW et 290 kW**.

	Le bâtiment est donc soumis au décret BACS avec une échéance au 1er janvier 2025.
---	---

La GTB doit être au minimum de Classe B (NF EN15232-1 = EN ISO 52120-1) et permettra au minimum les fonctions suivantes :

- Pilotage des équipements chauffage/ventilation/ECS/climatisation en fonction des conditions intérieures et extérieures
- Suivi et historisation des mesures (température, hygrométrie, puissance, état, ...) et compteurs (chaud, électricité)
- Présenter des indicateurs de performance par rapport à des valeurs de références
- Protocole de communication ouverts

C.2.4. Installation photovoltaïque sur parking

L'article 11 de la loi ENR qui est relative à l'accélération de la production d'énergie renouvelable introduit le fait que 50% de la surface totale des parkings extérieurs devra être couverte par des ombrières photovoltaïques, et ce, à l'horizon 2026. Cette exigence s'applique principalement aux parkings nouvellement construits ou rénovés dont la surface totale dépasse le seuil de 1500 m².

Des dérogations sont possibles pour les parkings :

- concernés « des contraintes techniques, de sécurité, architecturales, patrimoniales et environnementales ou alors relatives aux sites et aux paysages »
- dont 50% de leur superficie sont déjà ombragées par des arbres
- soumis à modification ou suppression future.

	Le site est concerné.
---	-----------------------

C.2.5. Qualité d'air intérieure

L'obligation de mesure de la qualité de l'air intérieur (QAI) dans les établissements publics a été instaurée par la loi Grenelle 2 et appliquée par le décret 2015-1926 du 30 décembre 2015 et modifiée par le décret 2022-1689 du 27 décembre 2022. Elle s'applique sur les établissements recevant du public, sont exclus les locaux à pollution spécifique mentionnés à l'article R. 4222-3 du code du travail (type piscines).

Le périmètre d'action et d'échéance est le suivant :

Etablissements accueillant du publics concernés :	
Accueil collectif d'enfants de moins de six ans	1 ^{er} janvier 2018
Accueil de loisirs	1 ^{er} janvier 2020
Enseignement ou de formation professionnelle du premier et du second degré	1 ^{er} janvier 2023
Structures sociales et médico-sociales rattachées aux établissements de santé, structures de soins longue durée Etablissements ou services d'aide sociale à l'enfance Etablissements ou services, y compris foyers d'accueil médicalisé, qui accueillent les personnes handicapées Etablissements ou services à caractère expérimental	1 ^{er} janvier 2023
Etablissements pénitenciers pour mineurs	1 ^{er} janvier 2025



Le bâtiment n'est donc pas concerné.

C.2.6. Chaufferie

Pour les bâtiments équipés d'un ou plusieurs locaux de production de chaleur pour le chauffage et/ou l'eau chaude sanitaire est soumis à une réglementation en fonction de sa puissance. La puissance de production est calculée en kW pour l'ensemble des équipements à l'échelle de chaque local. Tous les équipements sont concernés (chaudière combustible ou électrique, échangeur sur réseau, pompe à chaleur, chauffe-eau électrique).

Les conditions de puissance sont les suivantes, avec P_{totale} = somme des puissances chauffage/ECS :

- $P_{totale} \geq 30$ kW ET bâtiment ERP : Articles CH de l'arrêté du 25 juin 1980
- $P_{totale} \geq 70$ kW : Arrêté du 23 juin 1978
- $P_{totale} \geq 400$ kW : Arrêté du 23 juin 1978
- $P_{totale} \geq 1$ MW : Arrêté du 3 août 2018 (classement ICPE)



La réglementation qui s'applique est donc celle du 23 juin 1978.

C.2.7. Fluide frigorigène

Le règlement européen F-Gas met en place un calendrier d'interdiction qui élimine au fur et à mesure les fluides dotés d'un fort GWP (Global Warming Potential) ou PRG (Potentiel de Réchauffement Global). Le potentiel de réchauffement global est un indice représentant l'action des composés chimique sur le réchauffement de la planète (effet de serre). Les interdictions sont réalisés en fonction de cette valeur.

Les propriétaires et détenteurs d'installations de climatisation et réfrigération utilisant tous types de fluides frigorigènes sont tenues de respecter la réglementation en vigueur.

La chronologie ci-dessous résume la mise en place de réglementation :

- 2015 : limitation du PRG à 150 pour la réfrigération domestique. Il est interdit de stocker du R22, ainsi que de réparer ou entretenir les installations contenant du R22.
- 2020 : interdiction des fluides avec $PRG > 2500$ pour la réfrigération commerciale neuve et la climatisation. Il est interdit de recharger ces installations avec du fluide neuf. Seuls les fluides recyclés ou régénérés pourront être utilisés jusqu'à 2030. Fluide concerné : R404A, R422D, R422A, R507.
- 2022 : interdiction des fluides avec $PRG > 150$ pour la réfrigération commerciale neuve et la climatisation si $P > 40$ kW. Fluide concerné : R32, R134A, R407A, R407F, R448A, R449A, R452A.
- 2025 : limitation du PRG à 750 pour les climatisations résidentielles inférieures à 3 kg.
- 2030 : il sera interdit de réparer ou d'entretenir toute installation avec un Potentiel de réchauffement Global supérieur à 2500, même avec du fluide régénéré



Le site est donc concerné.

C.3. Déroulement de l'étude

C.3.1. Interlocuteurs

Nom	Prénom	Entreprise/entité	Fonction	Courriel	Téléphone
GLORET	Vincent	Energio	Chargé d'étude	vgloret@energio.fr	02 47 88 02 02
LE STRAT	Mickael	CAF Morbihan	Responsable immobilier	mickale.le-strat@caf56.caf.fr	06 14 56 43 30

C.3.2. Visite du site

Le relevé sur site a été effectué le 26/08/2024. Ce relevé a permis de visiter et de caractériser le bâti, les équipements et les scénarios d'occupation.

C.3.3. Ressource documentaire

Les documents suivants ont été mis à disposition d'Energio :

- Factures énergies (de 2021 à 2023)
- Plans
- Déclaration OPERAT

C.4. Aides financières considérées

Certificats d'Economies d'Energie (CEE) : Les opérations standardisées d'économies d'énergie correspondent à des opérations couramment réalisées pour lesquelles une valeur forfaitaire de certificats d'économies d'énergie (CEE) a été définie.

Élaborées par la Direction générale de l'énergie et du climat, l'ADEME et l'Association Technique Énergie et Environnement (ATEE), elles font l'objet de fiches publiées, par arrêté ministériel, au Journal Officiel après consultation du Conseil supérieur de l'énergie. (source : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/operations-standardisees-deconomies-denergie>)

La valorisation calculée dans le cadre de notre étude est susceptible de connaître des modifications à la hausse comme à la baisse en fonction de l'évolution des calculs issus des fiches standardisées et de l'évolution du cours du kWhcumac.

D. ETAT DES LIEUX

D.1. Généralités

D.1.1. Description du site

Le bâtiment étudié est la CAF du Morbihan à Vannes.

Il s'agit principalement de bureaux avec un accueil réservé au public. En 2017, des travaux de réhabilitation ont eu lieu avec le réaménagement de la partie rotonde en bureaux.

Le chauffage est produit avec deux pompes à chaleur et une chaudière gaz.

Le tableau ci-dessous présente l'historique des travaux réalisés sur le site :

Période	Travaux réalisés	Commentaire
2010/2011	Nouveau système chauffage	Pompes à chaleur
2010/2011	Mise en place de brise-soleil fixe et amovible	Environ 90 % du bâtiment
2018	Réaménagement de la partie rotonde	-
2018	Rénovation des menuiseries	4/20/4 sur châssis aluminium avec rupteurs de pont thermiques
2018	Remplacement de la chaudière gaz	Condensation
2020	Réaménagement de la cuisine	Plus de préparation sur place ; uniquement micro-ondes

D.1.2. Situation géographique et données administratives

SITUATION GEOGRAPHIQUE ET URBANISME	
Département	56 Morbihan
Zone climatique	H2a
Adresse	70 rue de Sainte-Anne
Code Postal / Commune	56000 Vannes
Classement MH / ABF	Non
Zone bruyante	Non

DONNEES ADMINISTRATIVES	
Usage	Bureau, administration
Année construction	NC
Année de réhabilitation	2017
Nombre d'occupants	max ~100 personnes
Catégorie DPE ¹⁴	Bureau ou Enseignement
Catégorie d'ERP	4
Type d'ERP	W
Propriétaire	CAF

TABLEAU DES SURFACES ²¹	
Surface de plancher (m²)	5 312 m²
Surface chauffée (m²)	5 245 m²

*Les surfaces sont estimées sur la base de notre modélisation.
Pour une valeur réelle, nous vous conseillons de faire appel à un géomètre.*



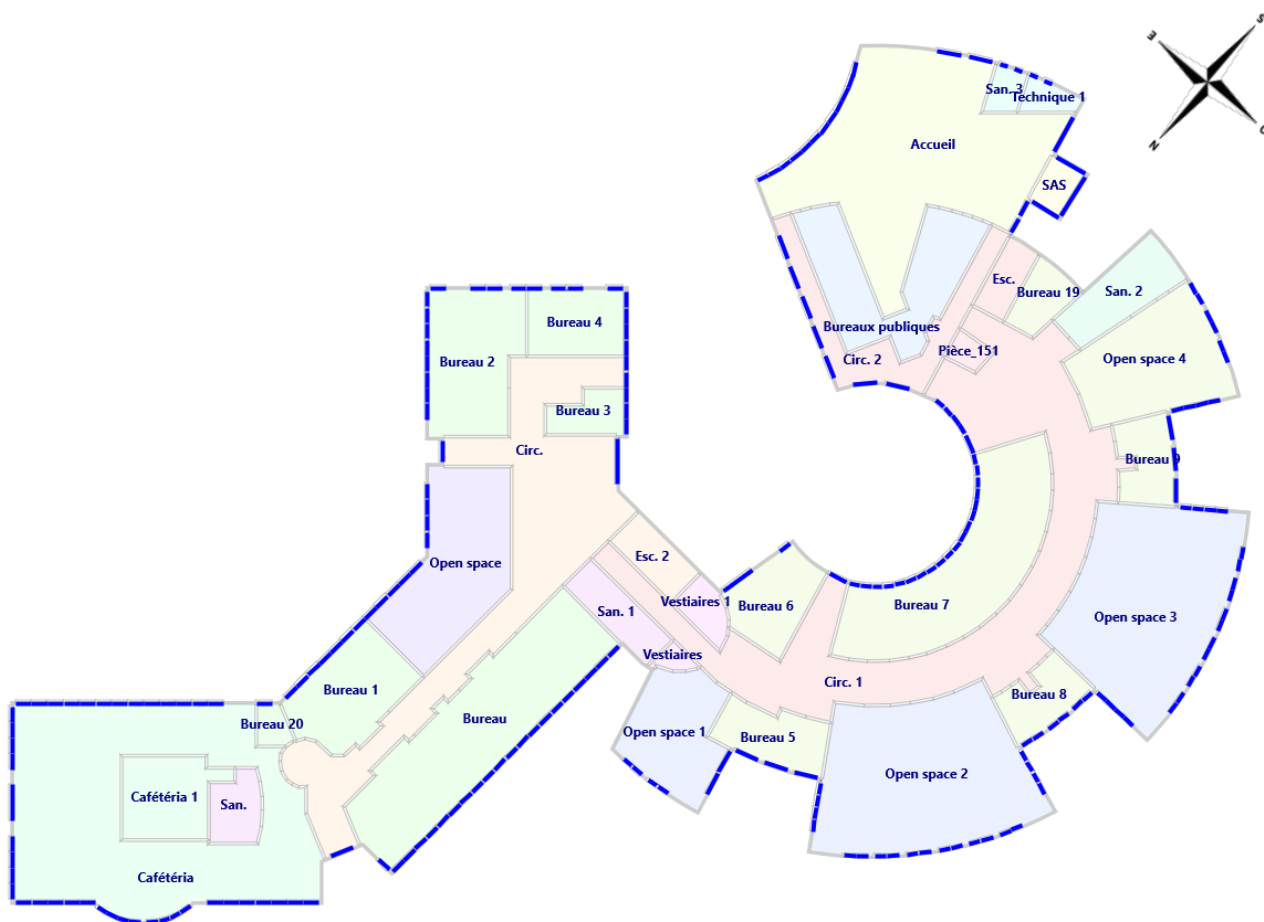
Vue d'ensemble du site - Source : Energio

D.1.3. Occupation

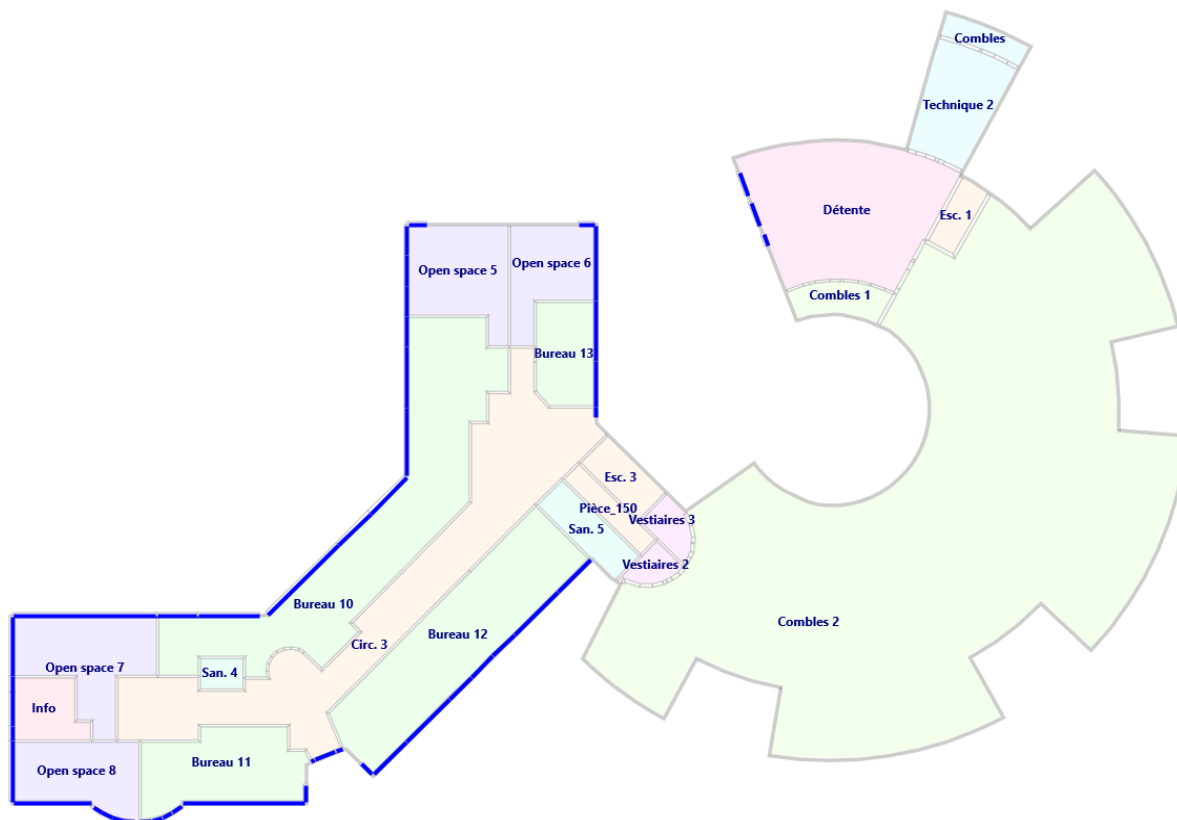
Les horaires d'ouverture du site en semaine sont présentés ci-dessous, il s'agit des amplitudes d'occupation moyenne.

Jour	Bureaux
Semaine	8h - 18h
Week-end	Fermés

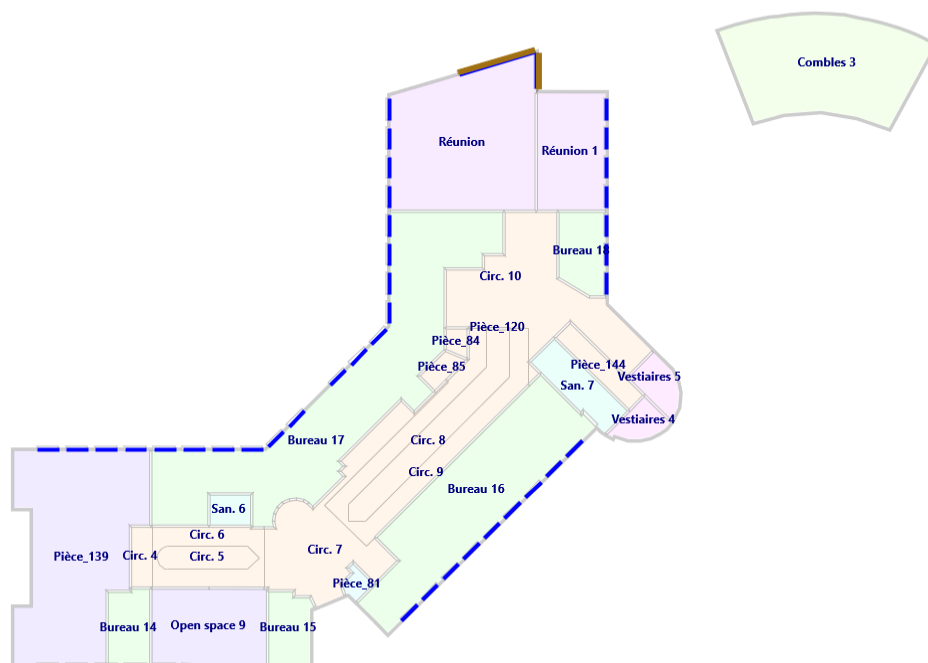
D.1.4. Plan et orientation



RDC



R+1



R+2

D.2. Description du bâti

Légende - performance	Equivalent performance énergétique	Equivalent vétusté
5 - Très bon	RE2020 et après	Très bon état - < 7 ans
4 - Bon	Niveau R2012	Bon état - < 12 ans
3 - Moyen	Niveau RT2000/RTExistant	Etat convenable - < 25 ans
2 - Mauvais	Année 1990	Ancien - > 25 ans
1 - Critique	Avant 1990	Hors service - > 30 ans ou remplacement immédiat

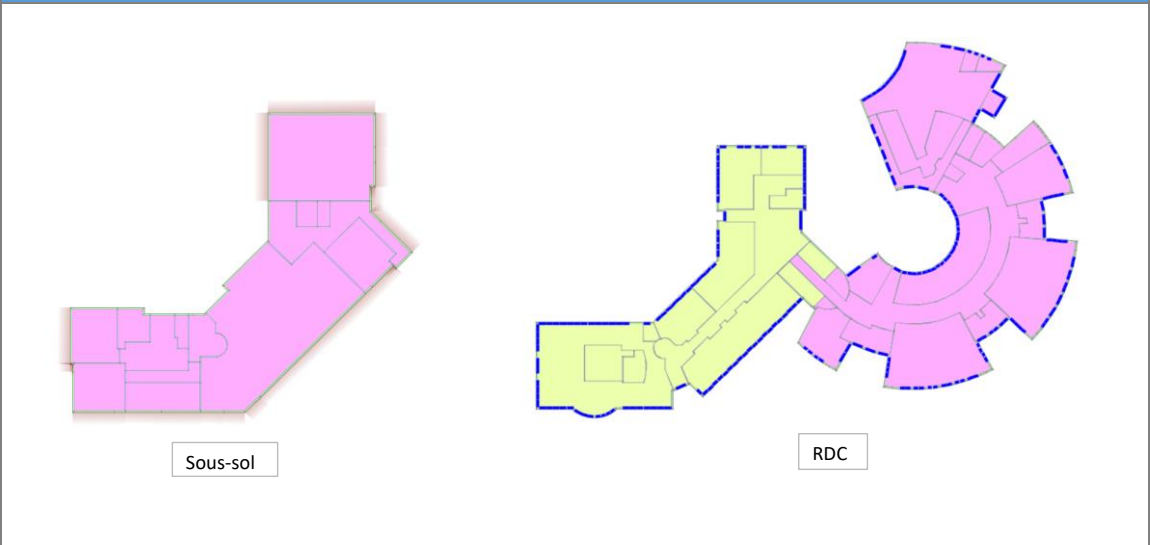
D.2.1. Planchers bas

Détails réglementaires	L'arrêté du 22 mars 2017 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (RT existant élément par élément) impose une résistance thermique minimale $R = 2,70 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ pour les planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif.
------------------------	---

Synthèse

Dalle béton sur terre plein supposée non isolée.
Dalle béton donnant sur sous-sol isolée en sous-face.

Plan de repérage



Descriptif

ID	Couleur plan	Gros œuvre / Principe constructif	Isolation	Contact	Surface	R estimé (K.m²/W)	Vétusté
1		Dalle béton	Supposée non isolée	Sol	2 135 m²	0,2	3
2		Dalle béton	Calorifugeage en sous-face (~5 cm)	Sous-sol	624 m²	1,4	4

1



Reportage photographique

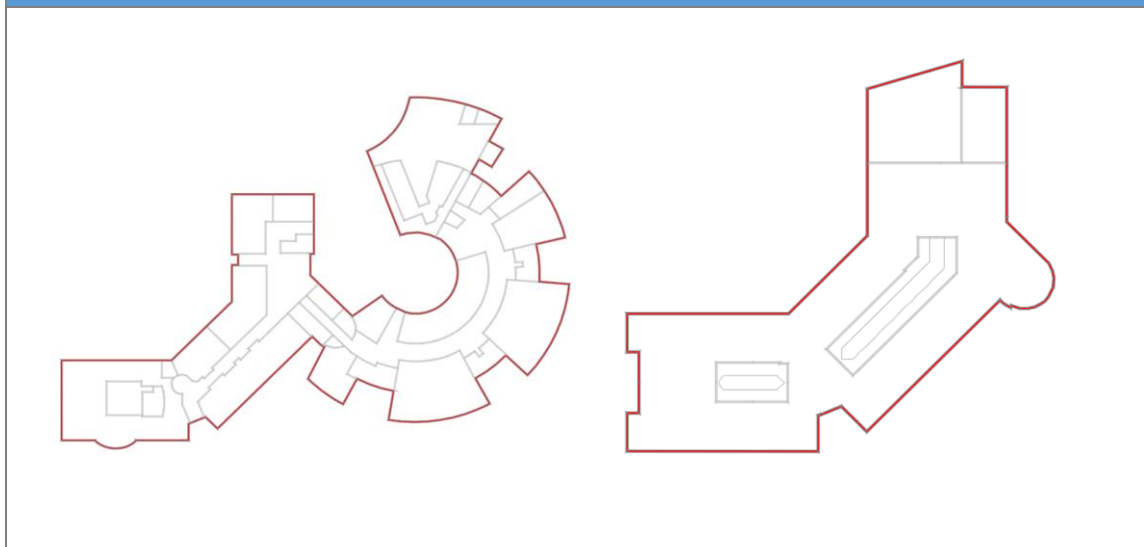
D.2.2. Murs

Détails réglementaires	L'arrêté du 22 mars 2017 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (RT existant élément par élément) impose une résistance thermique minimale $R = 2,90 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ pour les murs donnant sur l'extérieur.
------------------------	--

Synthèse

Murs béton isolés par l'extérieur.

Plan de repérage



Descriptif

ID	Couleur plan	Gros œuvre / Principe constructif	Isolation	Contact	Surface	R estimé (K.m²/W)	Vétusté
1		Béton	Extérieure : laine de verre vétuste (eq. 6cm)	Extérieur	1 495 m²	1,5	2



Lors de la visite, il a été indiqué par l'équipe technique que l'isolation était vétuste.

1

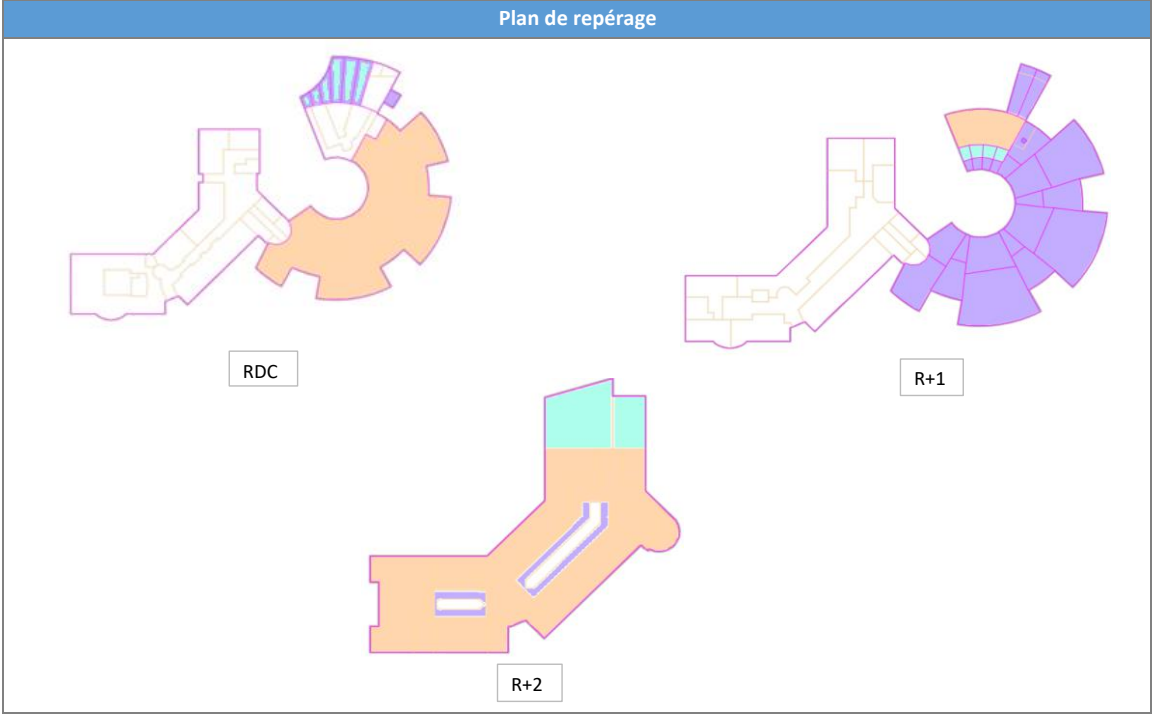


Reportage photographique

D.2.3. Planchers hauts

Détails réglementaires	L'arrêté du 22 mars 2017 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (RT existant élément par élément) impose une résistance thermique minimale $R = 4.4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ pour les rampants de toiture de pente inférieure à 60° , $R = 4.8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ pour les planchers de combles perdus, $R = 3,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ pour les toitures terrasses.
------------------------	---

Synthèse
Isolation sur plancher des combles vêtustes. Isolation intérieure sur rampants apparents de bonne qualité.



Descriptif							
ID	Couleur plan	Gros œuvre / Principe constructif	Isolation	Contact	Surface	R estimé ($\text{K} \cdot \text{m}^2 / \text{W}$)	Vétusté
1		Dalle béton sur combles non aménagés	Laine de verre dégradée et vétuste sur plancher (eq 2 cm)	Combles	921 m^2	2,0	2
2		Rampants	Laine de verre : 9 cm	Extérieur	310 m^2	3,7	4

1



2



Reportage photographique

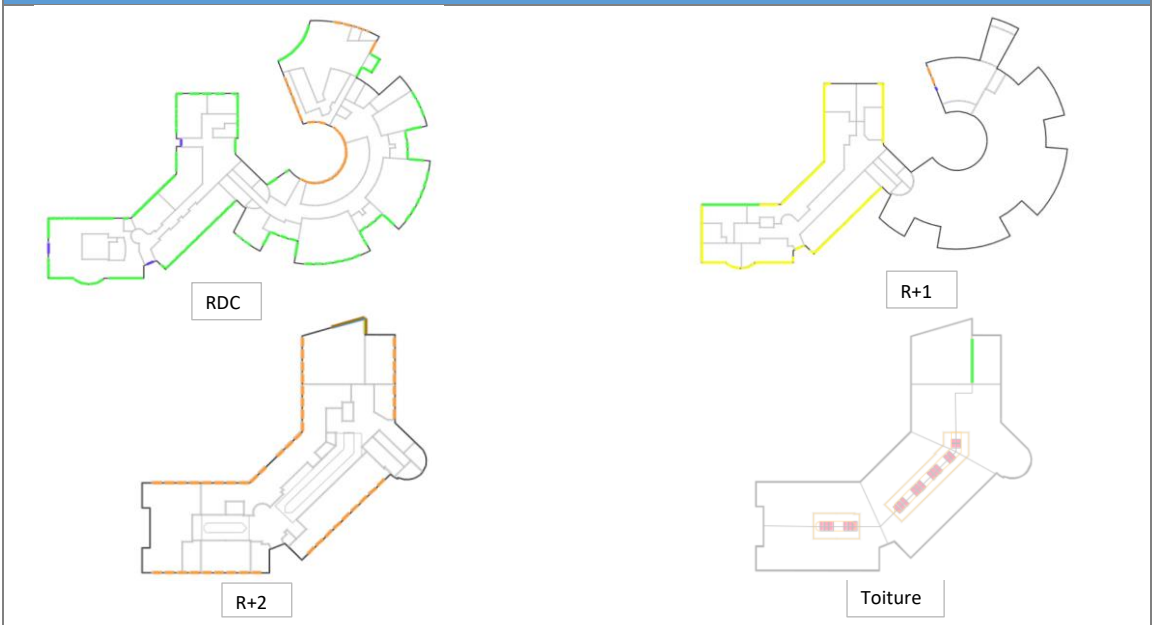
D.2.4. Menuiseries extérieures / Protection solaire

Détails réglementaires	L'arrêté du 22 mars 2017 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (RT existant élément par élément) impose des menuiseries avec un coefficient de transmission $U_w \leq 1,3 \text{ W/m}^2.K$ et un facteur solaire $Sw \leq 0,35$ et un $U_d \leq 1,7 \text{ W/m}^2.K$ pour les portes pleines.
------------------------	---








Synthèse

Menuiseries double vitrage sur châssis aluminium avec brise-soleils fixes ou amovibles sur 90 % du site.

Plan de repérage



Descriptif

ID	Couleur plan	Châssis	Vitrage	Type d'ouvrant	Protection solaire	Sw ²³	Surface	U estimé (W/K.m²)	Vétusté
1		Aluminium	4/20/4	Oscillo-battant	Brise-soleil amovible	0,35	438 m²	1,3	5
2		Aluminium	4/20/4	Oscillo-battant	Brise-soleil amovible	0,35	18 m²	1,3	5
3		Aluminium	4/20/4	Oscillo-battant	Brise-soleil amovible	0,35	231 m²	1,3	5
4		Aluminium	4/20/4	Oscillo-battant	Brise-soleil amovible	0,35	212 m²	1,5	5
5		Aluminium	4/16/4	Oscillo-battant	Brise-soleil fixe	0,35	18 m²	2,1	3
6		Aluminium	4/16/4	Oscillo-battant	Brise-soleil fixe	0,35	30 m²	1,9	3
7		Aluminium	4/6/4	Oscillo-battant	-	0,6	40 m²	3,3	3



L'étanchéité des menuiseries est correcte.
Au R+1 et dans les salles de réunions du R+2, l'allège des menuiseries est composée d'un vitrage avec une plaque occultante et isolante.

1



2



3



5&6



D.3. Chauffage

Synthèse

Pompes à chaleur air/eau via batteries chaudes CTA, gaines intérieures de soufflage et ventilo-convecteurs.
Chaudière gaz pour appoint et réseau hydraulique des circulations et des sanitaires.

D.3.1. Principes de fonctionnement

Deux pompes à chaleur gèrent principalement la production de chauffage.

La première gère la partie administration en envoyant de l'eau chaude dans des cassettes plafonniers dans chaque bureau, salle de réunion et open space.

La deuxième gère la partie rotonde et accueil. Elle produit de l'eau chaude à destination de :

- 2 CTAs : la première envoie de l'air chaud dans l'accueil, la deuxième dans les bureaux, les open space et les salles de réunion de la parties rotonde,
- des gaines intérieures pour chauffage par soufflage dans les bureaux, les open space et les salles de réunion de la parties rotonde,

L'accueil n'est chauffé que par renouvellement d'air via la CTA. Les bureaux de la partie rotonde sont chauffés par renouvellement d'air via la CTA et recyclage d'air via les gaines intérieures.

Lors de la visite, les consignes de température ont été indiquées comme étant les suivantes : 21/18 °C de 7h30 à 18h30 en hiver.

L'émission se fait principalement par soufflage sauf pour les circulations et les sanitaires qui utilisent l'ancien réseau hydraulique.

D.3.2. Liste des équipements

Ensemble 1	Pompe à chaleur air/eau
------------	-------------------------

Production									
ID	Type de système	Qté	Marque Modèle	Année	Puissance chaud (kW)	COP	Régulation	Perf.	Vétusté
1	Pompe à chaleur air/eau	1	CIAT/ILD 600v	2011	49,1	3,09	Interne	4	4

1



Reportage photographique

Distribution									
ID	Départ	Loi d'eau	Type de pompe	Marque Modèle	Année	Puissance moteur (W)	Débit (m3/h)	Perf.	Vétusté
1	Partie rotonde	NC	Pompe variable (hyp)	NC	2011	100 (hyp)	NC	4	4

Calorifuge						
ID	Descriptif	Année	Epaisseur (cm)	Classe	Perf.	Vétusté
1	Calorifugeage présent	2011	5 (hyp)	4 (hyp)	4	4

Emission									
ID	Type de système	Qté	Zone desservie	Année	Puissance chaud (kW)	Puissance moteur (W)	Régulation terminale	Perf.	Vétusté
1	CTA double flux (accueil)	1	Accueil	2018	13	Cf ventilation	Intégrée	4	4
2	CTA double flux (rotonde)	1	Rotonde	2018	13	Cf ventilation	Intégrée	4	4
3	Gainable	1	Salle détente	2018	11,8	NC	Intégrée	4	4
4	Gainable	9	Bureau public	2018	0,728	NC	Intégrée	4	4
5	Gainable	6	Open space	2019	5,14	NC	Intégrée	4	4
6	Gainable	12	Bureau rotonde	2020	1,79	NC	Intégrée	4	4
7	Gainable	1	Bureau rotonde	2021	3,91	NC	Intégrée	4	4

1



2



Reportage photographique

Ensemble 2	Pompe à chaleur air/eau
-------------------	--------------------------------

Production									
ID	Type de système	Qté	Marque Modèle	Année	Puissance chaud (kW)	COP	Régulation	Perf.	Vétusté
1	Pompe à chaleur air/eau	1	CIAT/ILD 600v	2011	20,7	3,05	Interne	4	4

1



Reportage photographique

Distribution									
ID	Départ	Loi d'eau	Type de pompe	Marque Modèle	Année	Puissance moteur (W)	Débit (m3/h)	Perf.	Vétusté
1	Partie administration	NC	Pompe variable (hyp)	NC	2011	100 (hyp)	NC	4	4

Calorifuge						
ID	Descriptif	Année	Epaisseur (cm)	Classe	Perf.	Vétusté
1	Calorifugeage présent	2011	5 (hyp)	4 (hyp)	4	4

Emission									
ID	Type de système	Qté	Zone desservie	Année	Puissance chaud (kW)	Puissance moteur (W)	Régulation terminale	Perf.	Vétusté
1	Cassette plafonnrière	74	Partie administration (bureaux, salle de réunion, open space)	2011	NC	90 (hyp)	Intégrée	4	4

1



Reportage photographique

Ensemble 3	Chaudière gaz
-------------------	----------------------

Production									
ID	Type de système	Qté	Marque Modèle	Année	Puissance chaud (kW)	Rendement	Régulation	Perf.	Vétusté
1	Chaudière gaz	1	ATLANTIC Varmax	2018	381	108,9	Intégrée	4	4

1



Reportage photographique

Distribution									
ID	Départ	Loi d'eau	Type de pompe	Marque Modèle	Année	Puissance moteur (W)	Débit (m3/h)	Perf.	Vétusté
1	Radiateur administration	NC	Pompes double variable	WILO	NC	360	NC	3	3
2	Radiateur rotonde	NC	Pompes double variable	WILO	NC	360	NC	3	3

Calorifuge						
ID	Descriptif	Année	Epaisseur (cm)	Classe	Perf.	Vétusté
1	Calorifugeage présent	NC	6	4	4	4

1



Reportage photographique

Emission									
ID	Type de système	Qté	Zone desservie	Année	Puissance chaud (kW)	Puissance moteur (W)	Régulation terminale	Perf.	Vétusté
1	Radiateur à eau	30	Partie administration	NC	-	-	Tête thermostatique	3	3
2	Radiateur à eau	8	Partie rotonde	NC	-	-	Tête thermostatique	3	3

D.3.3. Régulation

Les paramètres de températures intérieures et les horaires de programmation sont les suivants :

Zone										T° Confort					T° Réduit					T° Hors-Gel				
Tout le site										21°C					18°C					-				
Heure	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Lundi																								
Mardi																								
Mercredi																								
Jeudi																								
Vendredi																								
Samedi																								
Dimanche																								

D.4. Climatisation

Synthèse

Les pompes à chaleur sont réversibles et permettent également de fournir du froid dans les mêmes zones que pour le mode chauffage.
Le local informatique est climatisé par un groupe froid.

D.4.1. Principes de fonctionnement

Le principe de fonctionnement du mode froid des pompes à chaleur est exactement le même que pour le mode chauffage.

D.4.2. Liste des équipements

Ensemble 1	Pompe à chaleur air/eau
------------	-------------------------

Production									
ID	Type de système	Qté	Marque Modèle	Année	Puissance froid (kW)	EER	Régulation	Perform ance	Vétusté
1	Pompe à chaleur air/eau	1	CIAT/ILD 600v	2011	49,1	2,96	Interne	4	4

1



Reportage photographique

Distribution									
ID	Départ	Loi d'eau	Type de pompe	Marque Modèle	Année	Puissance moteur (W)	Débit (m3/h)	Perform ance	Vétusté
1	Partie rotonde	NC	Pompe variable (hyp)	NC	2011	100 (hyp)	NC	4	4

Calorifuge									
ID	Descriptif				Année	Epaisseur (cm)	Classe	Perform ance	Vétusté
1	Calorifugeage présent				2011	5 (hyp)	4 (hyp)	4	4

Emission									
ID	Type de système	Qté	Zone desservie	Année	Puissance froid (kW)	Puissance moteur (W)	Régulation terminale	Perform ance	Vétusté
1	CTA double flux (accueil)	1	Accueil	2018	13	Cf ventilation	Intégrée	4	4
2	CTA double flux (rotonde)	1	Rotonde	2018	13	Cf ventilation	Intégrée	4	4
3	Gainable	1	Salle détente	2018	11,8	NC	Intégrée	4	4
4	Gainable	9	Bureau public	2018	0,728	NC	Intégrée	4	4
5	Gainable	6	Open space	2019	5,14	NC	Intégrée	4	4
6	Gainable	12	Bureau rotonde	2020	1,79	NC	Intégrée	4	4
7	Gainable	1	Bureau rotonde	2021	3,91	NC	Intégrée	4	4

1



2



Reportage photographique



Le fluide frigorigène utilisé est le R410a.

Ensemble 2

Pompe à chaleur air/eau

Production									
ID	Type de système	Qté	Marque Modèle	Année	Puissance froid (kW)	Rendement ou EER	Régulation	Perform ance	Vétusté
1	Pompe à chaleur air/eau	1	CIAT/ILD 600v	2011	20,7	3,05	Interne	4	4

1



Reportage photographique

Distribution									
ID	Départ	Loi d'eau	Type de pompe	Marque Modèle	Année	Puissance moteur (W)	Débit (m3/h)	Perform ance	Vétusté
1	Partie administration	NC	Pompe variable (hyp)	NC	2011	100 (hyp)	NC	4	4

Calorifuge									
ID	Descriptif				Année	Epaisseur (cm)	Classe	Perform ance	Vétusté
1	Calorifugeage présent				2011	5 (hyp)	4 (hyp)	4	4

Emission									
ID	Type de système	Qté	Zone desservie	Année	Puissance froid (kW)	Puissance moteur (W)	Régulation terminale	Perform ance	Vétusté
1	Cassette plafonnrière	74	Partie administration (bureaux, salle de réunion, open space)	2011	NC	NC	Intégrée	4	4

1



Reportage photographique



Le fluide frigorigène utilisé est le R410a.

Ensemble 3	Groupe froid serveur
-------------------	-----------------------------

Production									
ID	Type de système	Qté	Marque Modèle	Année	Puissance froid (kW)	EER	Régulation	Perform ance	Vétusté
1	Groupe froid	1	NC	NC	13,5	2,7	Permanente	4	4

1



Reportage photographique

Emission									
ID	Type de système	Qté	Zone desservie	Année	Puissance froid (kW)	Puissance moteur (W)	Régulation terminale	Perform ance	Vétusté
1	Ventilo-convecteur	1	Salle serveur	NC	-	90	Télécommande	4	4

Les paramètres de températures intérieures et les horaires de programmation sont les suivants :

Zone										T° Confort					T° Réduit					T° Arrêt				
Bureaux										26°C					30°C					-				
Heure	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Lundi																								
Mardi																								
Mercredi																								
Jeudi																								
Vendredi																								
Samedi																								
Dimanche																								

Zone										T° Confort					T° Réduit					T° Arrêt				
Serveur										22°C					-					-				
Heure	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Lundi																								
Mardi																								
Mercredi																								
Jeudi																								
Vendredi																								
Samedi																								
Dimanche																								

D.5. Eau chaude sanitaire

Synthèse

L'eau chaude sanitaire est produite dans des cumulus électriques et dans des chauffe-eaux instantanés.

D.5.1. Liste des équipements

Ensemble 1

Cumulus électrique

Production ECS (cumulus électrique)										
ID	Type de système	Qté	Marque Modèle	Année	Vol. (l)	Puissance (kW)	Zone	Régulation	Perform ance	Vétusté
1	Cumulus électrique	3	NC	NC	100	1,2	Sanitaires	Permanent	3	3
2	Cumulus électrique	1	NC	NC	200	2	Sanitaires	Permanent	3	3
3	Chauffe-eau électrique instantané	6	NC	NC	-	3	Sanitaires	Permanent	3	3



Les ballons étant proches des points de puisage, le risque de légionnelle est nul.

D.5.2. Régulation

Régulation des productions ECS				
ID	Equipement / Zone	Horaire de fonctionnement	Température de consigne	Condition spécifique
1	ECS	Permanent	55 °C	-

D.6. Ventilation - Traitement d'air

Synthèse


Système de ventilation double flux dans les bureaux, salles de réunion, open space et la cafétéria.
 Système de ventilation simple flux dans les sanitaires.

D.6.1. Principes de fonctionnement

Les principes de fonctionnement des CTA sont les mêmes que pour le chauffage.

Un système de ventilation simple flux est présent dans les sanitaires.

D.6.2. Liste des équipements

	<p>Locaux régis par le code du travail : Article R232-5-3 remplacé par Art. R4222-6 du Code de Travail. Les débits minimums par zone à respecter sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bureaux : 25 m³/h.occupant • Salle de repos : 18 m³/h.occupant • Salle de réunion : 30 m³/h.occupant • Cafétéria : 18 m³/h.occupant • Restauration : 30 m³/h.occupant • Sanitaire : 30 m³/h.pièce • Vestiaire : 45 m³/h.pièce
---	--

Ventilation simple flux - reprise

ID	Zone	Type	Marque Modèle	Année	Puissance moteur (W)	Débit (m3/h)	Régulation	Perform ance	Vétusté
1	Sanitaires	Extraction	NC	NC	300 (supposés)	600 (estimés)	Permanente	3	3

Ventilation simple flux - soufflage (si caissons séparés)

ID	Zone	Marque Modèle	Année	Puissance moteur (W)	Débit (m3/h)	Batterie ch/fr	Régulation	Perform ance	Vétusté
1	Cafétéria	VIM	NC	584 (sup)	1167 (indiqués)	Oui	Selon occupation	3	3

1



Reportage photographique

Ventilation double flux (ligne 1 soufflage, ligne 2 reprise)										
ID	Zone	Marque Modèle	Année	Puissance moteur (W)	Débit (m3/h)	Batterie ch/fr	Récupération	Régulation	Performance	Vétusté
1	ADM	CIAT	NC	1 800 (hyp) 1 800 (hyp)	3 600 (hyp) 3 600 (hyp)	non	Oui	Selon occupation	4	4
2	ADM - salles de réunion R+2	CIAT	NC	150 (hyp) 150 (hyp)	300 (hyp) 300 (hyp)	non	Oui	Selon occupation	4	4
3	Bureaux rotonde	CIAT	2017	1200 1200	2000 2000	ch/fr	Oui	Selon occupation	5	5
4	Accueil	CIAT	2017	2400 2400	4000 4000	ch/fr	Oui	Selon occupation	5	5

1

2

3

4



Reportage photographique



Lors de la visite, il a été indiqué que les CTA pour les salles de réunion et les bureaux de l'ADM étaient bruyantes et faisaient vibrer le sol à pleine vitesse. Il est pertinent de vérifier l'état des plots anti-vibratiles, voire même leur présence.

D.6.3. Régulation

Régulation des ventilations simple flux (extraction uniquement)			
ID	Equipement / Zone	Horaire de fonctionnement	Autres paramètres
1	Sanitaires	Permanent	-

Régulation des ventilations simple flux (soufflage uniquement)				
ID	Equipement / Zone	Horaire de fonctionnement	Température de consigne	Autres paramètres
1	Cafétéria	Selon occupation	21	-

Régulation des ventilations double flux				
ID	Equipement / Zone	Horaire de fonctionnement	Température de consigne	Autres paramètres
1	Bureaux, réunions, open space	Selon occupation	21	Petite vitesse uniquement
2	Accueil	Selon occupation	21	Petite vitesse uniquement

D.7. Eclairage

Synthèse
Eclairage de type fluorescent, LED et fluocompacte avec détection de présence dans les bureaux.

D.7.1. Liste des luminaires

Type de luminaire	Puissance unitaire (W)	Quantité	Puissance Total (W)	Performance	Vétusté	% quantité	% Puissance
Tube fluorescent 4xT8 18W	72	12	864	3	3	1%	3%
Tube fluorescent 1xT8 36W	36	9	324	3	3	1%	1%
Tube fluorescent 1xT8 58W	58	75	4 350	3	3	8%	13%
Tube fluorescent 4xT5 14W	56	256	14 336	4	4	28%	43%
Pavé LED 45 W	45	241	10 845	5	5	27%	33%
Luminaire LED 6W	6	277	1 662	5	5	31%	5%
Ampoule fluocompacte 24W	24	32	768	4	4	4%	2%
Total		902	33 149				

D.7.2. Liste des zones

Zone	Description	Gestion	Puissance (W/m²)	Puissance (kW)	Performance	Vétusté
Bureaux	Tube fluorescent 4xT5 14W : 207 Pavé LED 45 W : 21 Luminaire LED 6W : 7	Détection de présence	8,2	10,1	3	4
Open space	Tube fluorescent 1xT8 36W : 9 Tube fluorescent 4xT5 14W : 49 Pavé LED 45 W : 53	Manuelle	9	4,9	3	4
Circ.	Luminaire LED 6W : 192	Manuelle	1,4	1,2	5	5
Vestiaires	Tube fluorescent 4xT8 18W : 12	Manuelle	14,7	1,0	1	3
Accueil	Pavé LED 45 W : 7 Luminaire LED 6W : 6	Manuelle	1,6	0,4	5	5
Bureaux public	Pavé LED 45 W : 16	Manuelle	8,8	0,7	5	5
Cafétéria	Luminaire LED 6W : 72	Manuelle	1,4	0,4	5	5
Réunion	Tube fluorescent 1xT8 58W : 75	Manuelle	24,7	4,8	1	3
Détente	Pavé LED 45 W : 16	Manuelle	5,3	0,7	5	5

D.8. Usages spécifiques

Synthèse
Equipements de type bureautique.

D.9. Analyse des mesures

D.9.1. Information

Les mesures de ventilation ont été réalisées lors de la visite le 26/08/2024. Elles ont été faites dans plusieurs pièces afin d'avoir une vue d'ensemble sur la qualité de la ventilation et de son équilibrage.

D.9.2. Débit d'air

Les débits d'air mesurés pendant la visite sont les suivants :

Zone	Débit 1 (m3/h) mesuré / attendu		Débit 2 (m3/h) mesuré / attendu		Débit 3 (m3/h) mesuré / attendu		Débit 4 (m3/h) mesuré / attendu		Total (m3/h) mesuré / attendu	
S - R34b, R35b, R37	0	25	0	25	0	25			0	75
E - R34b, R35b, R37	21	25	0	25	25,6	25			46,6	75
S - R38	4	25	58,3	25	7,1	25			69,4	75
E - R38	12,9	25	29,4	25	23,9	25			66,2	75
S - R40, R42	1	25	14,6	25	0	25			15,6	75
E - R40, R42	1	25	3,8	25	0	25			4,8	75
S - R39, R43, R43b	0	25	0	25	1,6	25	1,6	25	3,2	100
E - R39, R43, R43b	24	25	1	25	5,1	25	10,6	25	40,7	100
S - 08	38,1	50							38,1	50
E - 08	18,2	50							18,2	50
S - R27b, R24	35	25	15,5	25					50,5	50
E - R27b, R24	19,5	25	4	25					23,5	50
S - 03	40	75							40	75
E - 03	23	75							23	75
S - R23	26,6	350							26,6	350
E - R23	27,3	350							27,3	350
S - Espace numérique	45,8	240							45,8	240
E - Espace numérique	25	240							25	240
E - Sanitaires rotondes	38	60	22,7	30	19	30	19	30	98,7	150
S - 102	0	240	0	240	0	240			0	720
E - 102	5	240	1,6	240	1,6	240			8,2	720
S - 103	0	240	0	240	0	240			0	720
E - 103	0	240	0	240	0	240			0	720
S - 110, 109	5,2	25	5,4	25	0	25	0	25	10,6	100
E - 110, 109	0	25	0	25	0	25	0	25	0	100
S - 118, 120	4,7	25	2,6	25	4,5	25			11,8	75
E - 118, 120	0	25	0	25	-2,6	25			-2,6	75
S - 125, 122	0	200	0	200					0	400
E - 125, 122	0	200	0	200					0	400
E - Sanitaires R+1	97,8	150							97,8	150
E - Sanitaires R+1	0	60							0	60
S - 206, 212	0	25	0	25	5,2	25			5,2	75
E - 206, 212	0	25	0	25	0	25			0	75
S - 222	0	125							0	125

E - 222	15	125					15	125
S - 207, 209, 217	0	25	30	25	0	25	30	75
E - 207, 209, 217	15,3	25	24	25	0	25	39,3	75
E - Sanitaires R+2	23	30	30	30			53	60



Au niveau du bâtiment administration, de nombreuses bouches n'extraient ou ne soufflent que très peu. Une intervention de maintenance corrective est à prévoir.

D.10. Problèmes d'inconfort

Un questionnaire a été transmis aux utilisateurs de la CAF du Morbihan. Voici une synthèse des retours

Saison estivale :

61 % des personnes interrogées trouvent que la température est correcte.

35 % des personnes interrogées trouvent que la température est chaude.

4 % des personnes interrogées trouvent que la température est extrêmement chaude.

1 % des personnes interrogées n'ouvre pas la fenêtre en été.

Mi-saison :

15 % des personnes interrogées trouvent que la température est trop froide.

82 % des personnes interrogées trouvent que la température est correcte.

3 % des personnes interrogées trouvent que la température est trop chaude.

Saison hivernale :

49 % des personnes interrogées trouvent que la température est trop froide.

44 % des personnes interrogées trouvent que la température est correcte.

7 % des personnes interrogées trouvent que la température est trop chaude.

13 % des personnes interrogées n'ouvrent pas la fenêtre en hiver.

Ventilation :

53 % des personnes interrogées trouvent la ventilation bruyante ou insuffisante.

18 % des personnes interrogées ressentent des courants d'air au niveau des fenêtres.

6 % des personnes interrogées ressentent de l'humidité.

E. ANALYSE DES CONSOMMATIONS DES FACTURES

E.1. Points de comptage

Le site dispose actuellement des points de comptages suivants :

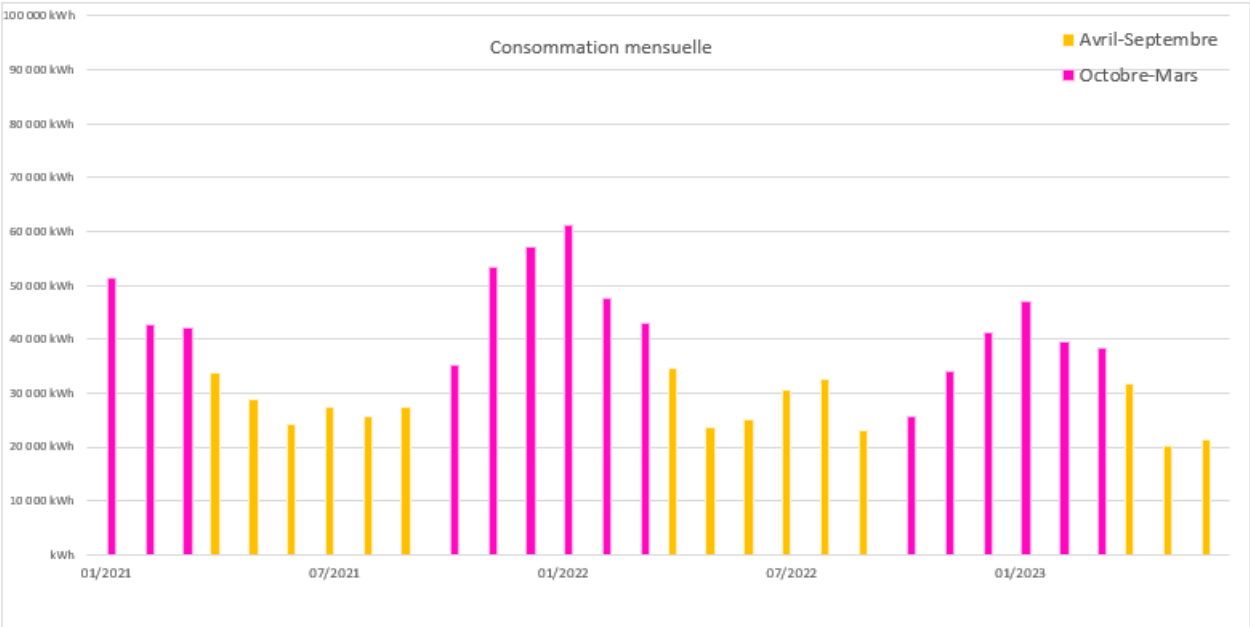
N°	Energie	RAE/PDL	Puissance	Poste(s) raccordé(s)	Commentaire
1	Electricité	30001480515590	NC	Chauffage, refroidissement, ECS, ventilation, éclairage	-
2	Gaz	75052286	NC	Chauffage	Circulation et sanitaires

E.2. Consommations détaillées

Les informations proviennent des factures transmises par la CAF du Morbihan.

E.2.1. Compteur électricité

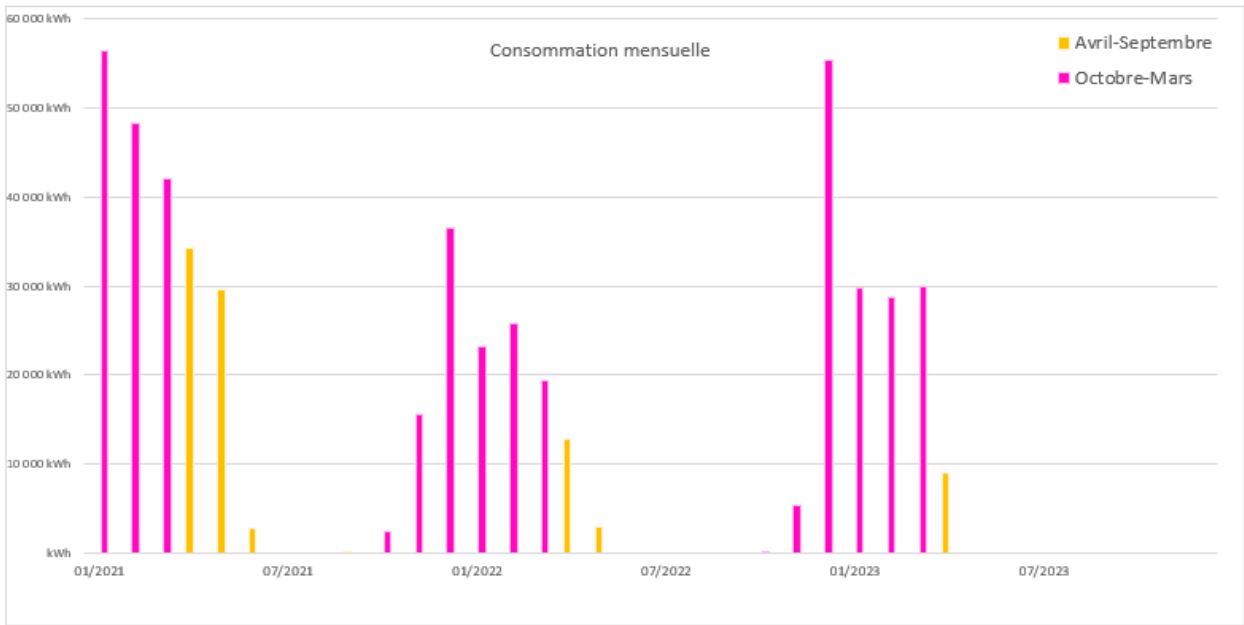
Le profil des consommations est le suivant



Les consommations hivernales sont logiquement plus importantes.
Les consommations estivales comportent les consommations d'ECS, de ventilation et de climatisation.

E.2.2. Compteur gaz

Le profil des consommations est le suivant



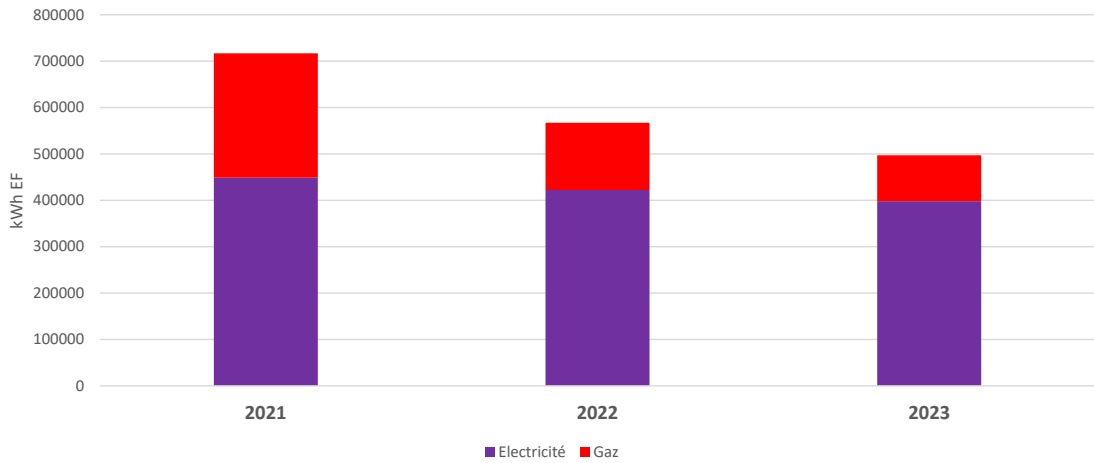
Durant l'été, les consommations de gaz sont nulles comme le besoin de chauffage est inexistant.

E.3. Synthèse des consommations

Le tableau ci-dessous récapitule les données transmises. Les consommations ne sont pas corrigées des DJU, la correction est apportée au paragraphe F.5. pour la comparaison avec la simulation.

Année	Electricité	Gaz	Fioul	Bois	Réseau de chaleur	Réseau de froid
2011						
2012						
2013						
2014						
2015						
2016						
2017						
2018						
2019						
2020		!				
2021	!	!				
2022	!	!				
2023	✓	✓				

Légende :
✓ Retenue ! Fournie mais non retenue Vide Non fournie
Années de facturation retenues comme référence pour chaque énergie



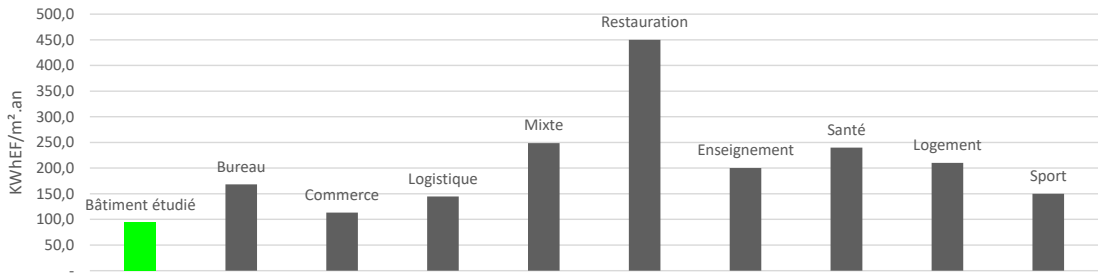
Evolution de la consommation en énergie finale PCS

Depuis 2021, les consommations de gaz ont nettement diminué. Comme constaté dans la partie mesures de ventilation, celles-ci ne sont pas aux valeurs réglementaires. Cela provoque ainsi moins de déperditions et moins de consommation de chauffage. L'année 2022 est peut-être l'année pendant laquelle la ventilation a connu ses premiers soucis.

	Electricité	Gaz	Fioul	Bois	Réseau de chaleur	Réseau de froid	Total
Energie finale (kWhEF PCS)	398 200	98 800					497 000
Energie primaire (kWhEP)	1 027 356	98 800					1 126 156
Emissions de GES (kg éq. CO2)	15 928	25 688					41 616

Moyenne des consommations et émissions de GES pour les années retenues

Le bâtiment n'étant pas équipé de sous-comptage, à ce stade nous ne pouvons pas déterminer la part de consommation de chaque usage (chauffage, climatisation, ventilation...).



Comparaison du bâtiment aux standards français (OID/ADEME)

Les consommations du site sont inférieures à celles moyennes d'un bâtiment du même type (bureau).

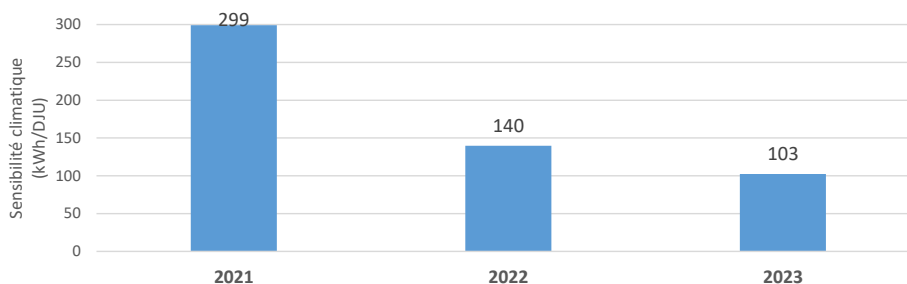
E.4. Sensibilité de la consommation de chauffage au climat

Dans cette partie, nous rapportons la consommation de Electricité à la rigueur climatique, exprimée en Degrés Jours Unifiés (DJU). Plus les DJU pour une année sont élevés, plus l'année a été froide. Un bâtiment avec une sensibilité très variable peut montrer une faiblesse d'isolation ou de régulation du système de chauffage.


Les DJU ci-dessous sont ceux relevés pour la station VANNES sur des années complètes et non uniquement sur la période de chauffe.

	2021	2022	2023
Consommation de chauffage (kWh PCS)	396 573	265 555	212 734
DJU	1 326	1 899	2 075
Sensibilité climatique (kWh/DJU)	299	140	103

Sensibilité du chauffage à la température extérieure



Evolution de la sensibilité du chauffage à la température extérieure



Les consommations de chauffage ramenées au climat diminuent depuis 2021.

E.5. Coûts moyens des énergies

Nous rappelons ici les hypothèses des coûts de l'énergie issues des factures énergétiques quand celles-ci sont disponibles, ou à défaut un prix moyen constaté par Energio :

Energie	Coût fourniture (€ HTVA/kWhPCS)	Coût Abonnement (€ HTVA/an)	Source
Electricité	0,2242	Inclus dans fourniture	Factures 2023
Gaz	0,1175	Inclus dans fourniture	Factures 2023

Tableau: Coût des énergies

E.6. Dispositif Eco Energie Tertiaire - Définition de l'année de référence

Deux méthodes sont possibles pour définir les objectifs de réduction des consommations du dispositif Eco-Energie Tertiaire :

- Méthode relative : Réduction des consommations par rapport à une année réelle de référence entre 2010 et 2019;
- Méthode absolue : Calcul des consommations cibles selon des ratios définis par usage (arrêté du 24 novembre 2020 et suivant).

E.6.1. Méthode relative

Dans le cadre de la méthode relative, l'année de référence est définie sur la base des consommations factures du site après correction climatique. La somme de l'ensemble des factures du site, incluant les données privatives, sont prises en compte. Le tableau ci-dessous synthétise les données de consommations reçues :

Compteur ou sous-compteur	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Compteur1	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Compteur2	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Dans le cas où cette étude porte sur une partie d'un site/unité foncière et que les données de consommation transmises correspondent à l'ensemble et non au périmètre de l'étude (chaufferie commune sans sous-comptage par exemple), alors un ajustement surfacique est nécessaire.

En effet, si le périmètre de l'étude ne concerne qu'une partie des consommations, l'assujetti (si l'étude est mono-assujetti) doit porter les objectifs d'économie sur la part de consommation qui le concerne. La répartition des consommations se fait selon les conditions du bail. Dans la majorité des cas, l'ajustement est au prorata de la surface du site sur le total.

Si des sous-compteurs sont installés, il n'est pas nécessaire de faire ce calcul, à condition d'avoir des données clairement définies.

Compteur ou sous-compteur	Besoin d'un ajustement de périmètre ?	Surface totale concernée (m²)	Surface EF (m²)	Commentaire
Compteur1	Non	-	-	-
Compteur2	Non	-	-	-

La correction climatique est appliquée aux consommations de chaque compteur si l'usage inclut soit le chauffage soit la climatisation. Deux options de correction sont possibles :

- Soit la part liée au chauffage et à la climatisation est connue (totalité du compteur [exemple : compteur réseau de chaleur] ou présence sous-compteur [exemple : compteur gaz avec sous-compteur chaufferie]) , dans ce cas les consommations globales sont corrigées aux DJU moyen 2000-2019 pour la station météo la plus proche - Correction dite Globale
- Soit la part liée au chauffage et à la climatisation n'est pas connue (exemple : compteur électrique global), dans ce cas une valeur moyenne de correction est calculée sur la base de la surface du site et des DJU moyens - Correction dite Partielle

Les autres compteurs ne sont pas corrigés aux DJU. Le tableau ci-dessous précise pour chaque compteur les données de consommation et de correction - attention : il s'agit possiblement des données de consommation APRES modulation de la surface.

Compteur ou sous-compteur	Consommation brute ajustée surface (kWhPCI)	Période de référence	Type correction climat	Si oui Chauff.	Si oui Clim.	Consommation corrigée climat ajustée surface - référence (kWhPCI)
Compteur1	615 193,00	01/2010 - 12/2010	Partielle	Oui	Oui	615 193,00
Compteur2	435 662,00	01/2010 - 12/2010	Globale	Oui	Non	435 662,00
Total	1 050 855	-	-	-	-	1 050 855

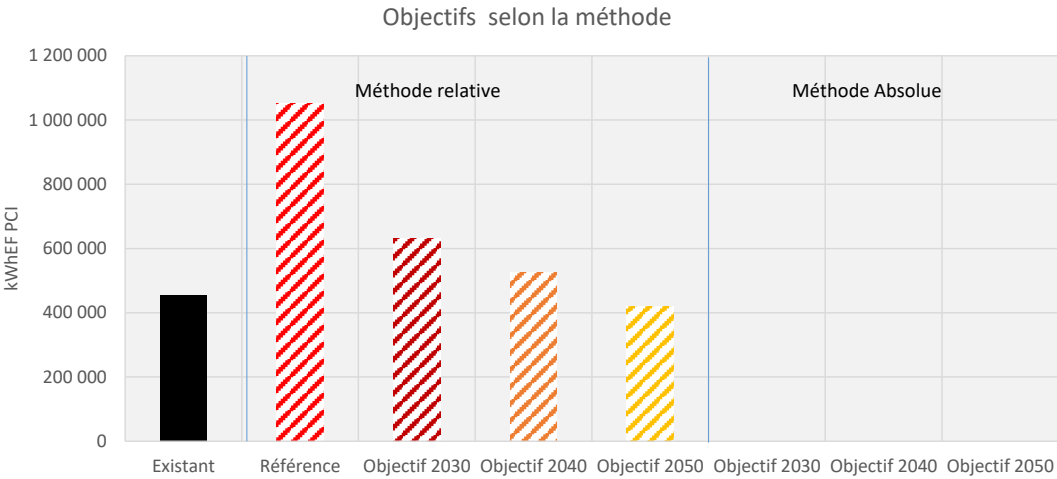
Avec cette méthode, les consommations de référence et les objectifs sont de :

	Année de référence	Objectif 2030 (-40%)	Objectif 2040 (-50%)	Objectif 2050 (-60%)
Consommation kWhEF PCI	1 050 855	630 513	525 428	420 342

E.6.2. Définition de la méthode

Le tableau ci-dessous vous synthétise les objectifs de consommations pour 2030, ainsi que la méthode retenue.

Consommation (kWh EF PCI)	Méthode relative	Méthode absolue
Consommation actuelle	454 600	
Consommation de référence	1 050 855	Valeurs déjà définies en méthode relative
Objectif 2030	630 513	
Objectif 2040	525 428	
Objectif 2050	420 342	



La méthode retenue est donc la méthode :

Relative

F. RESULTATS DE SIMULATION DE L'ETAT EXISTANT

F.1. Données météorologiques

Les tableaux suivants décrivent le site et la station dont les données météorologiques sont issues :

Site			
Nom	Vannes_CAF	Altitude	26 m

Station météorologique			
Nom	Vannes - Eté chaud fichier Vannestchaud_V2.try	Altitude	11 m
Longitude	2° 45' 0"O	Latitude	47° 37' 48"N
Températures	Minimale	Maximale	Moyenne
	-4.00°C	31.40°C	12.89°C

Degrés Jours Unifiés base 18°C (moyenne 10 ans de 2010 à 2019, corrigés de l'altitude)												
Annuels	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
2 138	361	327	304	184	103	42	5	10	36	153	270	343

F.2. Vues 3D de la modélisation thermique

Les vues 3D ci-dessous sont issues de la modélisation 3D à l'aide du module de saisie graphique Pléiade. **Les couleurs de surfaces ne sont en aucun cas représentatives des matériaux et compositions de parois utilisés lors de la simulation.**



Vue Nord



Vue Sud

F.3. Déperditions thermiques - Site

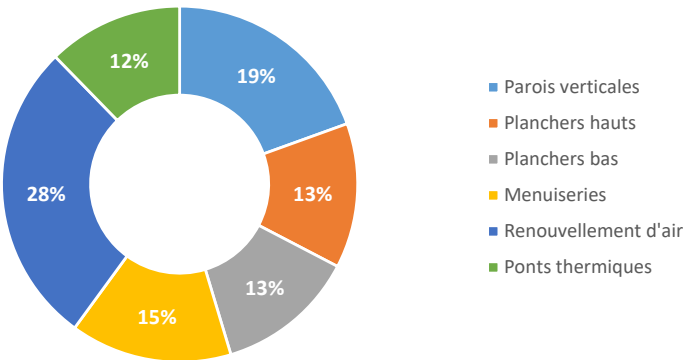
Pour une température extérieure constante de -4°C, les déperditions à l'échelle du site sont estimées à 226,2 kW.

Le tableau suivant montre un bilan des déperditions par poste :

	Quantité (m2 ou ml)	U moyen (W/m2.K)	Déperdition (W)	Répartition (%)
Parois verticales	2 212	0,77	44 070	19%
Planchers hauts	1 231	0,93	29 760	13%
Planchers bas	2 759	0,40	28 730	13%
Menuiseries	986	1,30	33 230	15%
Renouvellement d'air	-	-	62 550	28%
Ponts thermiques	-	-	27 820	12%
TOTAL :			226 160	100%

Répartitions des déperditions

Répartition des déperditions par poste



Répartitions des déperditions



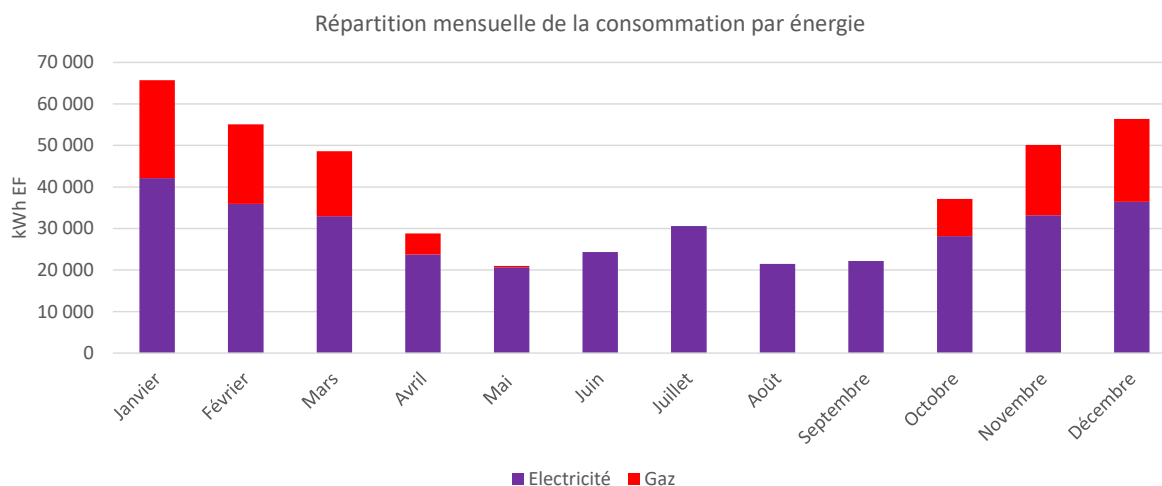
Le renouvellement d'air est le poste le plus déperditif.

F.4. Consommations énergétiques

Cette partie présente les consommations de chaque poste du site. Ceci permet, dans un premier temps, d'évaluer le « poids » des différents postes dans la facture globale puis dans un second temps de dégager les points faibles, pour y apporter des améliorations.

F.4.1. Répartition mensuelle des consommations par énergie

La simulation permet de reconstruire la répartition mensuelle des consommations en énergie finale par type d'énergie sans usage spécifique.



Répartition mensuelle de la consommation en énergie finale par énergie (en kWhEF PCS)


F.4.2. Répartition des consommations par usage

La simulation permet de reconstruire la répartition des consommations par poste, présentée dans le tableau suivant. Les détails des consommations et factures par poste sont disponibles en annexe.

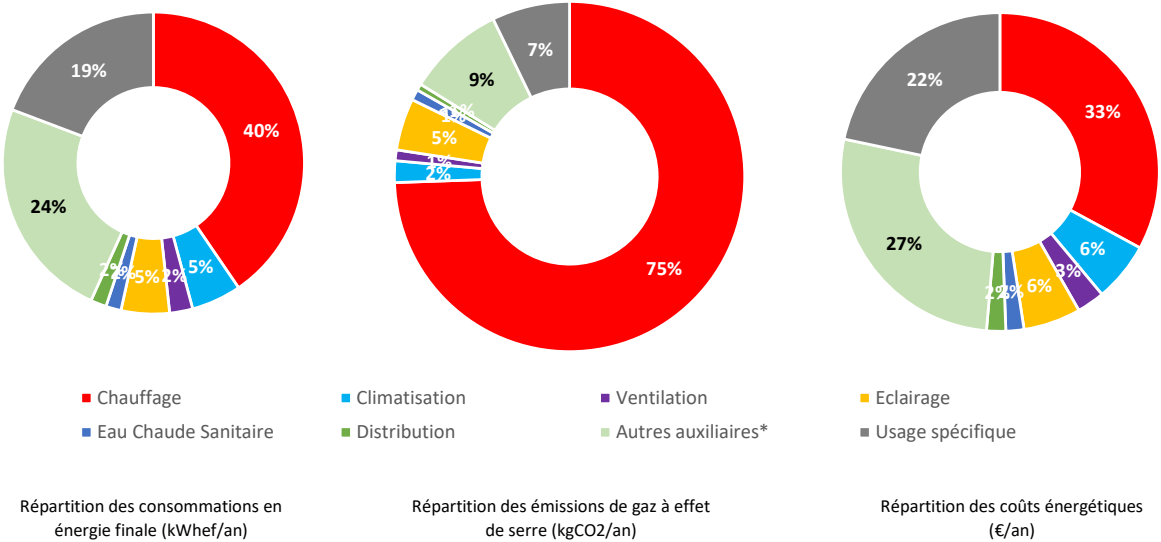
Nota : La consommation de chauffage peut différer de la consommation des factures car celle-ci est calculée sur la base d'une année type, avec des conditions climatiques différentes.

Usages	Conso énergie finale (kWh PCS)	Part (%)	Conso énergie primaire (kWh PCS)	Emissions de GES (kg éq. CO ₂)	Facture (€ HTVA)	Energie primaire kWh/m ² SHON	Emissions de GES kg éq. CO ₂ / m ² SHON
Chauffage	188 400	40%	312 900	37 300	30 500 €	59	7
Climatisation	24 900	5%	64 300	1 000	5 600 €	12	0
Ventilation	11 500	2%	29 600	500	2 600 €	6	0
Eclairage	24 100	5%	62 100	2 400	5 400 €	12	0
Eau Chaude Sanitaire	7 600	2%	19 600	500	1 700 €	4	0
Distribution	7 900	2%	20 400	300	1 800 €	4	0
Autres auxiliaires*	111 600	24%	287 800	4 500	25 000 €	54	1
Usage spécifique	89 600	19%	231 200	3 600	20 100 €	44	1
TOTAL (hors usages spé.)	375 900	81%	796 600	46 400	72 600 €	150	9
TOTAL	465 500	100%	1 027 800	49 900	92 600 €	193	9

* ventilateurs locaux des émetteurs (type ventilo-convecteur, aérotherme,...), consommations d'auxiliaire des PAC sur air, etc.
Bilan des consommations théoriques



Le chauffage est le poste le plus consommateur.



F.4.3. Comparaison simulation / réel

Afin de valider le modèle initial du bâtiment, nous le comparons aux données de factures réelles. Afin de d'analyser convenablement les consommations de chauffage et de climatisation, nous corrigeons les données factures en fonction de leur Degrés Jours Unifiés (DJU, pour le chauffage et refroidissement) afin d'obtenir les mêmes conditions climatiques entre la simulation et les données réelles.

Electricité	DJU chaud	Consommation réelle (kWhPCS)	Consommation corrigée (kWhPCS)
2023	2 075	398 200	401 659
Moyenne		398 200	401 659
STD			355 885

Correction DJU annuelle - Electricité

Gaz	DJU chaud	Consommation réelle (kWhPCS)	Consommation corrigée (kWhPCS)
2023	2 075	98 800	101 800
Moyenne		98 800	101 800
STD			109 631

Correction DJU annuelle - Gaz

Correction DJU annuelle -

Les valeurs de la colonne de gauche dans le tableau ci-dessous sont issues des factures mais sont corrigées des Degrés Jours Unifiés (DJU) pour être comparables à celle de la simulation. Elles sont donc différentes des valeurs des factures mais elles sont utilisées uniquement pour les comparer à la simulation.

Type d'énergie (kWhPCS)	Données factures brutes	Données factures corrigées des DJU	Simulation	Ecart (%)
Electricité	398 200	401 659	355 885	-11%
Gaz	98 800	101 800	109 631	8%
TOTAL	497 000	503 459	465 516	-8%

Comparaison des consommations simulées / réelles en kWhPCS



L'écart entre la facture réelle et la simulation est inférieure à 10% pour le gaz mais pas pour l'électricité. Cependant, les mesures de ventilation indiquent des valeurs très faibles. Il est probable qu'un soucis au niveau des caissons ou des réseaux aérauliques existe et ce depuis cette année.
Si la ventilation fonctionnait correctement, les consommations électriques simulées seraient plus élevées et correspondraient aux factures. Ces dernières s'arrêtent à 2023, tandis que la simulation (avec les débits de ventilation mesurées) se base sur 2024.

F.4.4. Etiquette Energie/Climat simulée avant travaux

Les étiquettes sont établies en fonction des consommations théoriques d'énergie primaire à partir des besoins pour les postes chauffage, ECS, ventilation, éclairage et auxiliaires (hors habitations). **Les étiquettes présentées ici ne sont pas des étiquettes DPE au sens de la réglementation et ne sont pas utilisables en tant que telles.**

Type de bâtiment :		Bureau ou Enseignement	
Consommation	192	Emission de GES	10
kWhEPPCI/m².an		kg éq. CO ₂ /m².an	
BATIMENT ECONOME		FAIBLE EMISSION DE GES	
≤ 50	A	≤ 5	A
51 à 110	B	6 à 15	B
111 à 210	C	16 à 30	C
211 à 350	D	31 à 60	D
351 à 540	E	61 à 100	E
541 à 750	F	101 à 145	F
≥ 751	G	≥ 146	G
BATIMENT ENERGIVORE		FORTE EMISSION DE GES	

Etiquette Energie/Climat avant travaux

F.5. Analyse du confort d'été

F.5.1. Méthodologie

Deux méthodes sont possibles pour quantifier les problèmes de confort d'été :

- Nombre d'heures au-delà d'une limite de température opérative de 26°C (voir encadré).
- Diagramme de Brager : nombre d'heures au-delà d'une limite de température opérative variable selon la température extérieure.

Pour plus de lisibilité, nous avons retenu la première méthode, qui permet d'utiliser des indicateurs numériques simples, pour comparer le confort entre zones et l'impact de préconisations et scénarios de travaux par rapport à l'état existant.

Même si l'objectif est d'abaisser le plus possible la température en deçà de la température opérative, il est conseillé de garder une différence de température entre la zone étudiée et l'extérieur de 8 °C maximum afin d'éviter les risques de choc thermique.

Les indicateurs retenus sont :

- le nombre d'heures d'inconfort en occupation sur la période d'étude, c'est à dire le nombre d'heures pendant lesquelles la température opérative (voir encart) est supérieure à 26 °C ;
- le pourcentage d'heures inconfortables par rapport aux heures d'occupation sur la période d'étude.
- le taux d'inconfort acceptable maximum a été fixé à 10 %.
- le scénario météo utilisé est : Moyen.

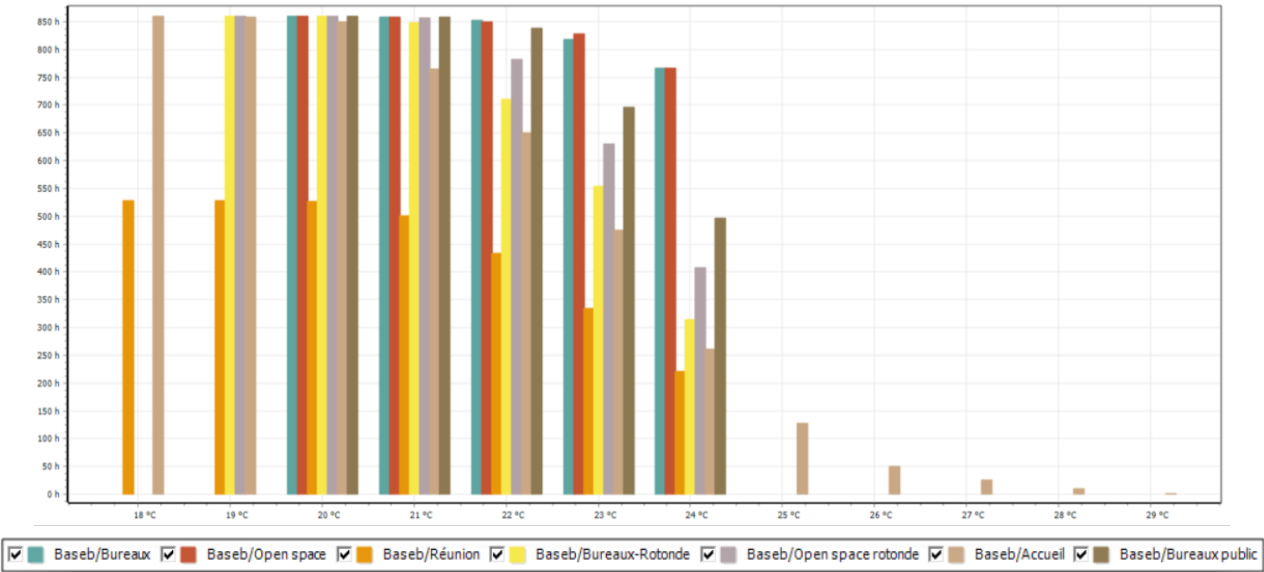
La température opérative est un indicateur simple du confort thermique, qui prend en compte l'effet de la convection (déplacement d'air) et du rayonnement (par exemple effet de paroi chaude). Elle est proche de la température ambiante lorsque les effets de convection et de rayonnement sont faibles. Elle peut s'apparenter à la température ressentie.

F.5.2. Analyse de l'état existant

Le tableau ci-dessous montre ces indicateurs pour les zones étudiées, sur la période de juin à septembre :

Zone	Heures d'inconfort (>26°C)	Taux d'inconfort	Température extérieure Min (°C)	Température extérieure Max (°C)
Bureaux - ADM	0	0%	8,5°C	33,1°C
Open-space - ADM	0	0%		
Réunion - ADM	0	0%		
Bureaux - rotonde	0	0%		
Open-space - rotonde	0	0%		
Accueil	50	6%		
Bureaux public	0	0%		

Indicateurs de confort d'été pour l'état existant



Les zones étudiées disposent toutes d'un système de refroidissement. D'un point de vue théorique, seul l'accueil dispose d'un inconfort estival, même si celui-ci est faible (moins de 10 %). Contrairement aux ressentis exprimés dans les questionnaires, les autres zones ne devraient pas faire apparaître d'inconfort estival en prenant en compte les performances relevées des équipements. L'inconfort ressenti vient possiblement d'un défaut de réglage de la partie production ou d'émission, ce qui n'a pas pu être étudié lors de la visite. Il convient de faire intervenir un technicien afin de vérifier les réseaux de climatisation.

G. PRECONISATIONS DE TRAVAUX

G.1. Orientations avant préconisation

Les tableaux ci-après parcourent les grandes orientations possibles [liste non exhaustive] afin d'améliorer votre bâtiment (enveloppe, équipements, production électricité renouvelable, confort thermique). Les commentaires et l'indicateur de mise en œuvre permettent de comprendre les préconisations qui sont envisageables.

Opportunité de mise en place	●	Ce type de travaux est approprié pour le site.
	●	Ce type de travaux est envisageable mais comporte des contraintes importantes.
	●	Ce type de travaux n'est pas approprié pour le site.

G.1.1. Enveloppe

Types de parois	Type Méthode	Commentaires	Opportunité de mise en place
Mur	Isolation par l'intérieur	Les murs sont isolés par l'extérieur.	●
Mur	Isolation par l'extérieur	L'isolation extérieure des murs est vétuste et peut être remplacée par une plus performante.	●
Plafond	Isolation sur plancher des combles	L'isolation sur planchers des combles est vétuste et peut être remplacée par une plus performante.	●
Plafond	Isolation des rampants par l'intérieur	Il n'est pas pertinent de remplacer l'isolation des rampants.	●
Plancher	Isolation sous dalle	Les planchers bas sont déjà isolés en sous dalle.	●
Plancher	Isolation après décaissage	Cette solution n'est pas pertinente.	●
Menuiserie	Double vitrage	Les menuiseries sont déjà performantes et n'ont pas besoin d'être remplacées.	●

G.1.2. Chauffage

Types d'énergies	Types d'appareils	Commentaires	Opportunité de changement de système de chauffage
Gaz	Chaudière à condensation	Le système de chauffage est performant et récent et n'a pas besoin d'être remplacé.	●
Bois	Chaudière à condensation		●
Réseau de chaleur urbain	Sous-station		●
Géothermie	Pompe à chaleur Eau/Eau		●
Electrique	Pompe à chaleur Air/Eau		●
Electrique	Pompe à chaleur Air/Air		●
Electrique	Panneaux rayonnants		●

G.1.3. Equipements

Equipement	Types d'appareils	Commentaires	Opportunité de mise en place
Ventilation Simple Flux	A débit modulé	Il est pertinent de vérifier l'état du caisson de ventilation et/ou des réseaux aérauliques. Il convient ensuite de faire les réparations nécessaires afin d'obtenir les débits d'extraction et de soufflage réglementaires.	●
Ventilation Double Flux	A débit modulé		●
Climatisation	Pompe à chaleur type split	Aucun besoin supplémentaire de climatisation n'a été constaté ou indiqué lors de la visite.	●
ECS	Chauffe eau électrique	Cette solution est déjà présente.	●
ECS	Solaire thermique	Les besoins en eau chaude sanitaire sont trop faibles.	●
Eclairage	LED	Il est pertinent de remplacer les équipement non LED en LED.	●
Gestion Régulation	GTC	Une GTC permettrait un meilleur contrôle des équipements et permettrait également de repérer plus rapidement et plus facilement les défauts.	●

G.1.4. Production d'électricité renouvelable

Equipement	Types de marché	Commentaires	Opportunité de mise en place
Solaire photovoltaïque	Autoconsommation	Une solution photovoltaïque en ombrière est obligatoire sur le parking.	●
Solaire photovoltaïque	Revente		●

G.1.5. Confort d'été

Eléments	Solutions	Commentaires	Opportunité de mise en place
Façade	Store extérieure	Cette solution est déjà présente.	●
Façade	Brise-soleil / Ombrière	Cette solution est déjà présente.	●
Menuiseries	Film solaire	La présence de brise-soleil rend cette solution peu intéressante et peu efficace.	●
Ventilation	Sur ventilation nocturne	Cette solution permettrait d'abaisser la température accumulée en journée mais n'aurait d'effet que sur 1 ou 2h le matin.	●

G.2. Préambule aux préconisations

Ce chapitre liste, décrit et quantifie chacune des préconisations que propose le thermicien. Elles sont le fruit des orientations proposées par le thermicien dans la partie précédente.

Il est important de noter ici deux points fondamentaux :

- Les chiffrages restent des évaluations : il faudra affiner en s'appuyant sur des devis d'entreprises qualifiées (RGE);
- Le montant de la subvention est indicatif car il dépend du scénario confirmé par la maîtrise d'ouvrage.



Reconnu Garant de l'Environnement - Trouvez le votre pour la réalisation de vos travaux sur :
<http://www.renovation-info-service.gouv.fr/trouvez-un-professionnel>

Pour chaque action, les contraintes liées à sa mise en œuvre sont qualifiées. La difficulté de mise en œuvre et de suivi des travaux est définie comme suit :

Légère : Les travaux peuvent être conduits en interne (employé communal, service technique) selon disponibilité. Les corps de métier n'ont pas ou peu d'interactions entre eux. Un planning simple est suffisant pour coordonner les travaux. La technicité des travaux est faible.

Moyenne : Les travaux peuvent être suivis par un conducteur de travaux interne, les modifications concernant la sécurité du bâtiment sont mineurs et relèvent uniquement de la mise en conformité.

Elevée : les travaux sont conséquents et complexes, ils nécessitent la sollicitation d'un maître d'œuvre. Les travaux font intervenir plusieurs corps de métiers différentes. Des modifications importantes sont à prévoir (structurelles, accessibilités, impact sur l'usage, ...).

Pour chaque action, la part liée au gros entretien est également précisée (je remplace un équipement pour maintenir mon bâtiment en bonne santé). Cette valeur est estimée selon l'âge des éléments, leur entretien et les défauts identifiés. Le gros entretien permet d'identifier si une action est plutôt "maintien en fonctionnement / pérennisation de l'usage" ou "performance / surperformance énergétique".

Enfin, les détails des consommations et factures par poste et par type d'énergie pour chaque préconisation sont disponibles en annexe.



La tension sur les matières premières semble être amenée à durer. Elle se conjugue à un manque de main d'œuvre chez les artisans et à une difficulté d'approvisionnement. Aussi, il existe un risque réel d'inflation modérée à forte. Nos chiffrages pourraient, en conséquence, être minorés par rapport à la réalité de vos futurs chantiers.

G.3. Bonnes pratiques

G.3.1. Management de l'énergie

Pour assurer un pilotage efficient, nous recommandons la mise en place d'un contrat d'Energy Management, qui peut se décliner sous la forme d'un contrat de performance énergétique. Avec ce type de contrat, le prestataire s'engage sur un niveau de consommation annuel et également sur des économies envisageables qu'il garantit. La rémunération des parties sera à contractualiser.

Une consultation de plusieurs prestataires peut être lancée avec un critère de sélection des offres sur les économies d'Energie annoncées et garanties. Le cout de cette solution va dépendre du type de contrat retenu.

Les missions d'un Energy Manager sont multiples :

- Surveillance du bon fonctionnement du bâtiment (confort, consommation) ;
- Assistance quotidienne du mainteneur pour l'exploitation du bâtiment (alerte et analyse détaillée des problèmes) ;
- Animation régulière de comité de pilotage réunissant le propriétaire, le représentant des occupants et le mainteneur. Ces comités permettent de suivre la vie du bâtiment, établir les économies, définir les plans d'actions ;
- Mise en place et pérennisations des actions d'économie d'énergie ;
- Proposition d'amélioration et de travaux ciblés.

Il est possible d'assurer entre 5 et 7% d'économie d'énergie, selon le profil du bâtiment.

G.3.2. Sensibilisation des occupants

La sensibilisation des usagers est un point essentiel pour pérenniser et valoriser les actions matérielles mises en place.

Nous proposons ici une démarche à suivre afin de sensibiliser durablement les usagers :

1) Reprendre la démarche en l'officialisant.

- Exprimer clairement et à tous, l'engagement de la direction.

2) La faire correspondre avec les éventuelles décisions d'investissements.

- Associer les usagers à la réflexion sur les investissements envisagés.

3) Donner à tous les agents des explications rationnelles sur les enjeux énergétiques et les impacts environnementaux liés

4) Impliquer les agents dans une réflexion sur ce qu'il est possible et nécessaire de faire

- Faire s'exprimer les ressentis et obtenir un engagement individuel et collectif.
- Mettre en route les idées concernant l'énergie de la démarche « Chasse aux gaspi ».

5) Démontrer par l'exemple de ce qui se fait ailleurs, que modifier ses comportements est possible, efficace et gratifiant

6) Définir le cadre pratique de la démarche

Objectifs.

Critères et moyens de mesure des résultats.

Devenir des économies réalisées.

Calendrier.

Accompagnement ou non par un tiers extérieur neutre.

Communiquer en permanence.

Sur les actions, les résultats, les bonnes pratiques.

Pour rappeler les bons gestes, là où ils peuvent être réalisés.

7) Faire vivre la démarche

Bilans réguliers

Événements de mobilisation (semaine de l'énergie...)

G.4. Préconisations : enveloppe

G.4.1. Remplacement de l'isolation des murs

L'isolation extérieure a été présentée et constatée vétuste dans son ensemble. Son remplacement est donc pertinent. L'isolant sera de type laine de verre en deux couches sur ossatures avec système callé-chevillé pour limiter les ponts thermiques, avec une résistance thermique minimale extérieure de 4,8 m².K/W pour supprimer le risque de condensation. Cette solution nécessite la dépose des éléments muraux (luminaires, brises soleils).

VARIANTE BIOSOURCEE : En remplacement d'isolant manufacturé (laine de verre, polystyrène), des isolants biosourcés (laine de bois, chanvre, textile recyclé) peuvent être utilisés. Une validation du bureau de contrôle par rapport à la réglementation incendie est nécessaire. Ces isolations possèdent un bilan carbone faible et augmentent l'inertie des murs, offrant un meilleur confort. Compter une augmentation d'environ 20 % par rapport au chiffrage classique. L'isolation biosourcée est recommandée pour l'isolation du bâti ancien ; elle résiste à l'humidité et ne bloque pas les déplacements de vapeur d'eau dans les parois. Une mise en oeuvre avec frein-vapeur est nécessaire.

Quantité :	1495 m²	Contrainte de réalisation :	moyenne
Fiche(s) CEE :	Aucune		
Contraintes :	Dépose de l'ensemble des éléments muraux		
	Modification de l'apparence du bâtiment		
	Evacuation des eaux pluviales à vérifier		
Exigences CEE et caractéristiques :	R ≥ 3,7 m².K/W		
	Label : ACERMI / CSTB / Européen		

DETAILS DU CHIFFRAGE*	
Echafaudage de la façade	
Dépose des éléments muraux (réseaux EP/Electricité, mobilier)	
Lavage de la façade	
Fourniture et pose d'une ossature bois avec isolation laine isolante, pare pluie souple, finition bardage	
Forfait traitement des points singuliers, repose des éléments muraux	

* Chiffrage réalisé à partir de ratios par m².

BILAN ECONOMIQUE	Conventionnelle	Biosourcée
Investissement (€ HTVA) :	583 100 €	659 300 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	523 300 €	
CEE potentiels (kWhcumac)** :	(prime 0 €)**	

** Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0831€/kWhCumac 45536. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN ENERGETIQUE		
Gain sur la facture (€ HTVA/an)	3 700 €	4%
Gain sur la consommation d'énergie (kWhcf PCS/an)	21 900	5%
Emissions de Gaz à effet de serre évitées (kg éq CO2/an)	4 300	9%

CONFORT D'ÉTÉ					
Zone	Etat initial		Etat après préconisation		Réduction des heures d'inconfort
	Heures d'inconfort (>26°C)	Taux d'inconfort	Heures d'inconfort (>26°C)	Taux d'inconfort	
Bureaux - ADM	0	0%	0	0%	0%
Open-space - ADM	0	0%	0	0%	0%
Réunion - ADM	0	0%	0	0%	0%
Bureaux - rotonde	0	0%	0	0%	0%
Open-space - rotonde	0	0%	0	0%	0%
Accueil	50	6%	50	6%	0%
Bureaux public	0	0%	0	0%	0%



L'inconfort estival n'est pas impacté par cette préconisation.

G.4.2. Remplacement de l'isolation des combles

Lors de la visite des combles pour les CTA, il a été constaté une isolation sur plancher vétuste voire presque inexistante. Il convient de la remplacer. L'isolation sera de type laine minérale déroulée en deux couches croisées, avec une résistance thermique de $7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Le remplacement des luminaires peut se faire en parallèle, ainsi que la rénovation de la ventilation.

VARIANTE BIOSOURCEE : En remplacement d'isolant manufacturé (laine de verre, polystyrène), des isolants biosourcés (laine de bois, chanvre, textile recyclé) peuvent être utilisés. Une validation du bureau de contrôle par rapport à la réglementation incendie est nécessaire. Ces isolations possèdent un bilan carbone faible et augmentent l'inertie des murs, offrant un meilleur confort. Compter une augmentation d'environ 20 % par rapport au chiffrage classique. L'isolation biosourcée est recommandée pour l'isolation du bâti ancien ; elle résiste à l'humidité et ne bloque pas les déplacements de vapeur d'eau dans les parois. Une mise en oeuvre avec frein-vapeur est nécessaire.

Quantité :	921 m ²	Contrainte de réalisation :	moyenne
Fiche(s) CEE :	Aucune		
Contraintes :	Aucun accès possible après isolation		
Exigences CEE et caractéristiques :	R $\geq 7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$		
	Label : ACERMI / CSTB / Européen		

DETAILS DU CHIFFRAGE*
Evacuation des débris et nettoyage du sol
Insufflation isolant
Fourniture et pose d'une trappe d'accès comprenant chevêtre dans le solivage, trape coupe feu 1/2 heures isolant type styrodure

* Chiffrage réalisé à partir de ratios par m².

BILAN ECONOMIQUE	Conventionnelle	Biosourcée
Investissement (€ HTVA) :	61 600 €	68 500 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	46 100 €	
CEE potentiels (kWhCumac)** :	(prime 0 €)**	

** Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0831€/kWhCumac 45536. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN ENERGETIQUE		
Gain sur la facture (€ HTVA/an)	3 000 €	3%
Gain sur la consommation d'énergie (kWhcf PCS/an)	16 600	4%
Emissions de Gaz à effet de serre évitées (kg éq CO2/an)	3 200	6%

CONFORT D'ÉTÉ					
Zone	Etat initial		Etat après préconisation		Réduction des heures d'inconfort
	Heures d'inconfort (>26°C)	Taux d'inconfort	Heures d'inconfort (>26°C)	Taux d'inconfort	
Bureaux - ADM	0	0%	0	0%	0%
Open-space - ADM	0	0%	0	0%	0%
Réunion - ADM	0	0%	0	0%	0%
Bureaux - rotonde	0	0%	0	0%	0%
Open-space - rotonde	0	0%	0	0%	0%
Accueil	50	6%	49	6%	2%
Bureaux public	0	0%	0	0%	0%



L'inconfort estival n'est que très peu impacté par cette préconisation.

G.4.3. Abaissement du plafond à l'accueil

L'accueil est une zone avec un important volume. Il est possible d'abaisser le plafond à une hauteur de 2,82m. Ainsi, les besoins de chauffage hivernaux également.

Il faudra étendre les réseaux aérauliques et réajuster l'éclairage.

Quantité :	136	Contrainte de réalisation :	légère
Fiche(s) CEE :	Aucune		

DETAILS DU CHIFFRAGE*
Fourniture et pose d'un plancher bois

* Chiffrage réalisé à partir de ratios par m².

BILAN ECONOMIQUE	Conventionnelle	Biosourcée
Investissement (€ HTVA) :	8 200 €	8 200 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	0 €	
CEE potentiels (kWhcumac)** :	(prime 0 €)**	

** Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0831€/kWhCumac 45536. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN ENERGETIQUE		
Gain sur la facture (€ HTVA/an)	-100 €	0%
Gain sur la consommation d'énergie (kWhcf PCS/an)	-200	0%
Emissions de Gaz à effet de serre évitées (kg éq CO2/an)	0	0%

CONFORT D'ÉTÉ					
Zone	Etat initial		Etat après préconisation		Réduction des heures d'inconfort
	Heures d'inconfort (>26°C)	Taux d'inconfort	Heures d'inconfort (>26°C)	Taux d'inconfort	
Accueil	50	6%	50	6%	0%



L'inconfort estival dans l'accueil ne change pas.

G.4.4. Film solaire menuiseries accueil

La mise en place de films solaires dans l'accueil est une autre solution pour diminuer l'inconfort estival.

Quantité :	57	Contrainte de réalisation :	légère
Fiche(s) CEE :	Aucune		
Contraintes :	Modification de l'apparence du bâtiment		
Exigences CEE et caractéristiques :	Sw < 0,25		

DETAILS DU CHIFFRAGE*
Location échafaudage mobile ou nacelle selon les besoins
Nettoyage des vitres
Pose d'un film solaire extérieur

* Chiffrage réalisé à partir de ratios par m².

BILAN ECONOMIQUE	Conventionnelle	Biosourcée
Investissement (€ HTVA) :	3 900 €	3 900 €
Investissement par logement (€ HTVA) :	#VALEUR!	#VALEUR!
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	0 €	
CEE potentiels (kWhCumac)** :	(prime 0 €)**	

** Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0831€/kWhCumac 45536. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN ENERGETIQUE		
Gain sur la facture (€ HTVA/an)	-200 €	0%
Gain sur la consommation d'énergie (kWh PCS/an)	-800	0%
Emissions de Gaz à effet de serre évitées (kg éq CO2/an)	-100	0%

CONFORT D'ÉTÉ					
Zone	Etat initial		Etat après préconisation		Réduction des heures d'inconfort
	Heures d'inconfort (>26°C)	Taux d'inconfort	Heures d'inconfort (>26°C)	Taux d'inconfort	
Accueil	50	6%	46	5%	8%



L'inconfort estival diminue légèrement grâce aux films solaires.

G.5. Préconisations : équipements

G.5.1. Vérification et ajustement des CTA et des réseaux de l'ADM

Les mesures réalisées montrent que certains débits d'extraction et de soufflage ont des valeurs inférieures à celles réglementaires.

Il est primordial de faire intervenir une entreprise afin de vérifier l'état des réseaux et des caissons et ainsi d'effectuer les réparations et /ou modifications nécessaires au bon fonctionnement des équipements.

A la suite de cette inspection, il est possible qu'un clapet soit fermé, que les réseaux soient bouchés ou que les caissons ne fonctionnent pas correctement. En fonction des résultats, l'investissement peut varier et il n'est pas possible de le déterminer en avance.

Quantité :	1 ens.	Contrainte de réalisation :	légère
Fiche(s) CEE :	Aucune		
Contraintes :	Etude de faisabilité à réaliser (non chiffrée)		
	Localisation du ou des caissons		
	Passage d'un double réseau de gaines aérauliques		
Exigences CEE et caractéristiques :	Puissance électrique absorbée $\leq 0,35 \text{ Wh/m}^3$ par ventilateur		
	Rendement de l'échangeur $\geq 80\%$		

DETAILS DU CHIFFRAGE*

Vérification et inspection des réseaux aérauliques et des caissons de ventilation

* Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

BILAN ECONOMIQUE

Investissement (€ HTVA) :	1 000 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	1 000 €
Surcoût de maintenance annuel (€ HTVA)	0 €
CEE potentiels (kWhcumac)** :	(prime 0 €)**

** Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0831€/kWhCumac 45536. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN ENERGETIQUE

Gain sur la facture (€ HTVA/an)	-2 200 €	-2%
Gain sur la consommation d'énergie (kWhcf PCS/an)	-11 200	-2%
Emissions de Gaz à effet de serre évitées (kg éq CO2/an)	-1 000	-2%

CONFORT D'ÉTÉ

Zone	Etat initial		Etat après préconisation		Réduction des heures d'inconfort
	Heures d'inconfort (>26°C)	Taux d' inconfort	Heures d'inconfort (>26°C)	Taux d' inconfort	
Bureaux - ADM	0	0%	0	0%	0%
Open-space - ADM	0	0%	0	0%	0%
Réunion - ADM	0	0%	0	0%	0%
Bureaux - rotonde	0	0%	0	0%	0%
Open-space - rotonde	0	0%	0	0%	0%
Accueil	50	6%	50	6%	0%
Bureaux public	0	0%	0	0%	0%



L'inconfort estival n'est pas impacté par cette préconisation.

G.5.2. Eclairage LED

Cette action propose la mise en place d'un éclairage LED dans les locaux après étude d'éclairage pour choisir les meilleurs équipements selon les zones, avec détection de présence dans les locaux à occupation passagère (stock, circulation et sanitaire). Le remplacement peut se faire au fur et à mesure de leur fin de vie ou lors des travaux sur les faux-plafonds.

Quantité :	384 points lumineux	Contrainte de réalisation :	légère
Fiche(s) CEE :	Aucune		
Contraintes :	Etude d'éclairage à réaliser par la MOE		
Exigences CEE et caractéristiques :	Efficacité lumineuse ≥ 120 lumens par watt		
	Durée de vie calculée à 25°C $\geq 50\,000$ heures pour les secteurs Bureaux, Santé, Enseignement et Commerces de surface supérieure à 400 m ²		

DETAILS DU CHIFFRAGE*	
Etude d'éclairage	
Dépose des équipements existants	
Fourniture et pose de :	
- pavés LED	
- ampoules LED	
Mise en place d'un système de régulation par zone :	
- Zone à occupation intermittente : détection de présence+minuterie	
- Zone de travail : détection de lumière naturelle	

* Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

BILAN ECONOMIQUE	
Investissement (€ HTVA) :	52 500 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	0 €
Surcoût de maintenance annuel (€ HTVA)	0 €
CEE potentiels (kWhCumac)** :	(prime 0 €)**

** Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0831€/kWhCumac 45536. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN ENERGETIQUE		
Gain sur la facture (€ HTVA/an)	400 €	0%
Gain sur la consommation d'énergie (kWh PCS/an)	1 600	0%
Emissions de Gaz à effet de serre évitées (kg éq CO2/an)	0	0%

CONFORT D'ÉTÉ					
Zone	Etat initial		Etat après préconisation		Réduction des heures d'inconfort
	Heures d'inconfort (>26°C)	Taux d' inconfort	Heures d'inconfort (>26°C)	Taux d' inconfort	
Bureaux - ADM	0	0%	0	0%	0%
Open-space - ADM	0	0%	0	0%	0%
Réunion - ADM	0	0%	0	0%	0%
Bureaux - rotonde	0	0%	0	0%	0%
Open-space - rotonde	0	0%	0	0%	0%
Accueil	50	6%	50	6%	0%
Bureaux public	0	0%	0	0%	0%



L'inconfort estival n'est pas impacté par cette préconisation.

G.5.3. Panneaux photovoltaïques en ombrière

Le parking du site fait plus de 1 500 m² de surface. Il est donc obligatoire d'installer des panneaux solaires photovoltaïques en ombrière en cas de rénovation du parking. Cette étude ne remplace pas une étude de faisabilité photovoltaïque qui est obligatoire avant tous travaux.

Il est proposé une installation photovoltaïque en ombrière d'une surface totale de 1 167 m² (orientés NE, SE et SO), pour une puissance crête de 275 kWc. Le taux d'autoproduction est de 43 % et le taux d'autoconsommation est de 55 %. Au vu des taux actuels et de la consommation d'électricité en été, une solution d'autoconsommation avec revente du surplus sera choisie.

Quantité :	1 167 m ²	Contrainte de réalisation :	élevée
Fiche(s) CEE :	Aucune		
Contraintes :	Etude structure pour vérifier la tenue de la charpente à la surcharge (entre 25 et 50 kg/m ²)		
	Dimensionnement précis à réaliser		
	Emplacement des onduleurs à définir		

DETAILS DU CHIFFRAGE *
Etude de faisabilité complète
Fourniture et pose de panneaux photovoltaïques en autoconsommation
Fourniture et pose de panneaux photovoltaïques en revente totale
Fourniture et pose d'onduleur, raccordement au réseau électrique
Production annuelle estimée à 275 599 kWh (dont 151 739 kWh en autocommation)

* Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

BILAN ECONOMIQUE	
Investissement (€ HTVA) :	1 214 300 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	0 €
Surcoût de maintenance annuel (€ HTVA)	400 €
CEE potentiels (kWhcumac)** :	(prime 0 €)**

** Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0831€/kWhCumac 45536. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN ENERGETIQUE		
Gain sur la facture (€ HTVA/an)	47 500 €	51%
Gain sur la consommation d'énergie (kWhcf PCS/an)	151 700	33%
Emissions de Gaz à effet de serre évitées (kg éq CO2/an)	6 100	12%

G.6. Préconisations : Usages spécifiques, régulation et suivi énergétique

G.6.1. GTB

Le site est soumis au décret BACS. Il convient donc de mettre en place une GTB fonctionnelle. Celle-ci permettrait de surveiller et de piloter tous les équipements qui y seraient raccordés.

Quantité :	1 ens.	Contrainte de réalisation :	légère
Fiche(s) CEE :	Aucune		
Contraintes :	Etude préalable		
	Réseau informatique à installer dans le bâtiment		
	Vérification des protocoles de communication des éléments existants		
Exigences CEE et caractéristiques :	Classe A ou B selon NF EN 52120-1		

DETAILS DU CHIFFRAGE*	
Etude préalable	
Fourniture et pose d'un poste de supervision avec licence	
Création d'un réseau de communication (BUS, Bacnet, KNX, etc.)	
Fourniture et pose d'automate pour le pilotage des équipements (si non disponible)	
Raccordement au automate existant (si disponible et ouvert)	
Intégration des équipements et compteurs sur le poste de supervision	
Test et mise en service	
Formation du personnel, intégration de réglage adapté	

* Chiffrage réalisé à partir d'enveloppes budgétaires à partir de prix publics fournis par les constructeurs.

BILAN ECONOMIQUE	
Investissement (€ HTVA) :	55 000 €
Dont part du gros entretien (€ HTVA) :	55 000 €
Surcoût de maintenance annuel (€ HTVA)	0 €
CEE potentiels (kWhcumac)** :	(prime 0 €)**

** Prime CEE calculée à partir d'un coût du kWhCumac estimé à 0,0831€/kWhCumac 45536. Le cours du kWhCumac est variable.

BILAN ENERGETIQUE		
Gain sur la facture (€ HTVA/an)	500 €	1%
Gain sur la consommation d'énergie (kWhcf PCS/an)	4 400	1%
Emissions de Gaz à effet de serre évitées (kg éq CO2/an)	900	2%

H. BILANS ENERGETIQUES ET FINANCIERS

H.1. Définition des bouquets de travaux

Le scénario 1 propose les solutions peu coûteuses ou de maintenance.

Le scénario 2 propose en plus de rénover l'isolation du bâti.

Enfin, le scénario 3 répond à l'obligation de créer des ombrières photovoltaïques.

Priorité	Préconisations	Investissement (€ HTVA)	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
ENVELOPPE							
1	Remplacement de l'isolation des murs	Conv. : 583 100 € Bios. : 659 300 €		Conv.	Conv.		
2	Remplacement de l'isolation des combles	Conv. : 61 600 € Bios. : 68 500 €		Conv.	Conv.		
3	Abaissment du plafond à l'accueil	Conv. : 8 200 € Bios. : 8 200 €					
3	Film solaire menuiseries accueil	Conv. : 3 900 € Bios. : 3 900 €					
EQUIPEMENTS							
1	Vérification et ajustement des CTA et des réseaux de l'ADM	1 000 €	✓	✓	✓		
2	Eclairage LED	52 500 €	✓	✓	✓		
3	Panneaux photovoltaïques en ombrière	1 214 300 €			✓		
USAGES SPÉCIFIQUES, RÉGULATION ET SUIVI ÉNERGÉTIQUE							
1	GTB	55 000 €	✓	✓	✓		

Préconisations proposées pour chaque scénario (Conv = conventionnel / Bios = Biosourcé)

H.2. Analyse des scénarios proposés

Le tableau suivant présente une grille de résultats synthétiques pour les scénarios de travaux proposés. Les détails des consommations et factures par poste sont disponibles en annexe. Les comparaisons sont faites par rapport à l'état existant, il ne s'agit pas des objectifs du dispositif Eco Energie Tertiaire.

		Existant	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
BILAN ECONOMIQUE							
Investissement travaux (€ HTVA)		-	108 500 €	753 100 €	1 967 300 €		
Investissement travaux au m²(€ HTVA/m²)		-	20 €	140 €	370 €		
Surcoût annuel de la maintenance (€ HTVA)		-	0 €	0 €	400 €		
Coût de la maîtrise d'œuvre (€ HTVA)		-	13 000 €	90 400 €	236 100 €		
Investissement avec MOE (€ HTVA)		-	121 500 €	843 500 €	2 203 400 €		
Potentiel CEE (€)		-	0 €	0 €	0 €		
Reste à charge (€ HTVA)		-	121 500 €	843 500 €	2 203 400 €		
Intérêts bancaires (Prêt sur 20 ans à 1,0%)		-	12 600 €	87 500 €	228 600 €		
BILAN ENERGETIQUE							
Consommation PCS	Energie finale (kWhef)	465 500	474 300	435 100	435 100		
	Energie primaire (kWhep)	1 027 800	1 045 500	972 900	972 900		
	Gaz à effet de serre (kgCO ₂)	49 900	50 800	43 300	43 300		
	Facture (€ HTVA)	92 600 €	94 300 €	87 400 €	87 400 €		
Gains (valeurs)	Energie finale (kWhef)	-	-8 800	30 400	30 400		
	Energie primaire (kWhep)	-	-17 700	54 900	54 900		
	Gaz à effet de serre (kgCO ₂)	-	-900	6 600	6 600		
	Facture (€ HTVA)	-	-1 700 €	5 200 €	5 200 €		
Gains (%)	Energie finale (kWhef)	-	-2%	7%	7%		
	Energie primaire (kWhep)	-	-2%	5%	5%		
	Gaz à effet de serre (kgCO ₂)	-	-2%	13%	13%		
	Facture (€ HTVA)	-	-2%	6%	6%		
Etiquette Energie ¹⁵		C - 192	C - 195	C - 182	C - 182		
Etiquette Climat ¹⁵		B - 10	B - 10	B - 9	B - 9		

* Coût estimé par rapport à 12,0% de l'investissement total

H.3. Projection financière


H.3.1. Part de gros entretien

Dans le cadre de la rénovation thermique d'un bâtiment, il est important de prendre en compte ce qui tient de l'entretien du bâtiment (je remplace un équipement pour maintenir mon bâtiment en bonne santé) et qui se distingue des travaux réalisés pour la performance énergétique.

Afin de considérer des temps de retour sur investissement relatif aux économies d'énergie, il est primordial de réaliser la part de gros entretien pour chaque scénario. Cette part correspond aux investissements nécessaires à l'entretien du bâtiment ainsi qu'au maintien d'un confort nécessaire aux occupants.

Lors des calculs économiques des différents scénarios, les différents postes du gros entretien sont retranchés en fonction des bouquets de travaux réalisés. Dans chaque fiche préconisation, vous trouverez la valeur liée au gros entretien. D'autres travaux peuvent être envisagés sur le bâtiment sur le long terme, l'investissement présenté ci-dessous ne constitue pas un chiffrage exhaustif.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
Part du gros entretien par scénario (€ HTVA)	56 000 €	625 300 €	625 300 €		

	Le gros entretien comprend la rénovation du bâti et des CTAs.
---	---

H.3.2. Hypothèses générales

Afin de calculer des temps de retour sur investissement dynamique et se rapprochant au plus près de la réalité économique, nous avons utilisé les hypothèses suivantes :

Energie	Inflation annuelle (Source : ADEME)
Electricité	3,0%
Gaz	4,1%

Données	Valeur
Inflation maintenance	1,0%
Taux d'emprunt annuel	1,0%
Durée de l'emprunt	20 ans
CEE 45536	0,083
Part d'emprunt	100,0%

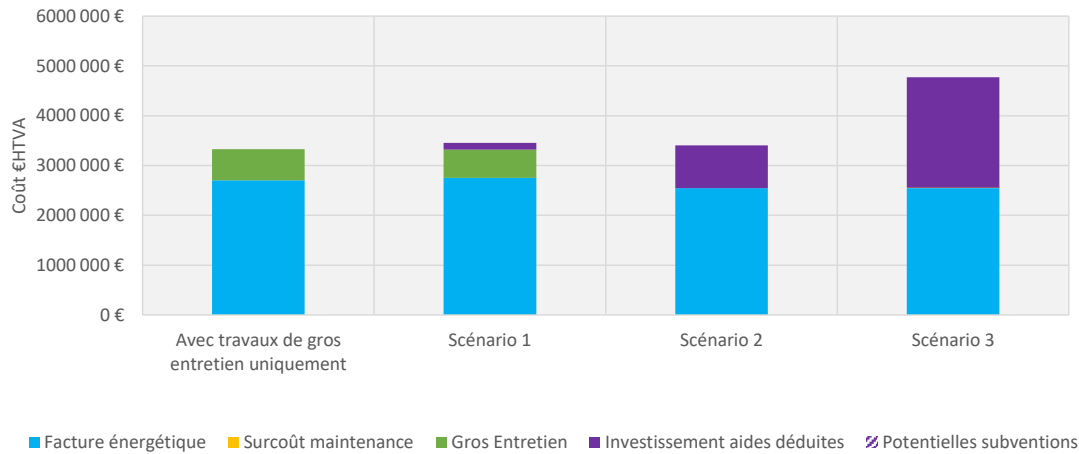
H.3.3. Analyse financière

Le bilan est établi sur 21 ans, la première année étant celle des travaux pendant laquelle aucune économie sur la facture énergétique n'est encore réalisée.

Bilan sur 21 ans (€ HTVA)	Avec travaux de gros entretien uniquement	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
Potentielles subventions	-	0 €	0 €	0 €		
Investissement aides déduites	-	134 100 €	856 100 €	2 216 000 €		
Gros Entretien	625 300 €	569 300 €	0 €	0 €		
Surcoût maintenance	0 €	0 €	0 €	9 300 €		
Facture énergétique	2 703 800 €	2 752 000 €	2 547 500 €	2 547 500 €		
Total	3 329 100 €	3 455 400 €	3 403 600 €	4 772 800 €		
dont intérêts bancaires	-	12 600 €	12 600 €	12 600 €		
Surcoût annuel moyen ²²	-	6 000 €	3 500 €	68 700 €		
Temps de retour dynamique ¹⁹	-	> 21 ans	> 21 ans	> 21 ans		

Bilan sur 21 ans des scénarios par rapport à l'état existant avec gros entretien uniquement

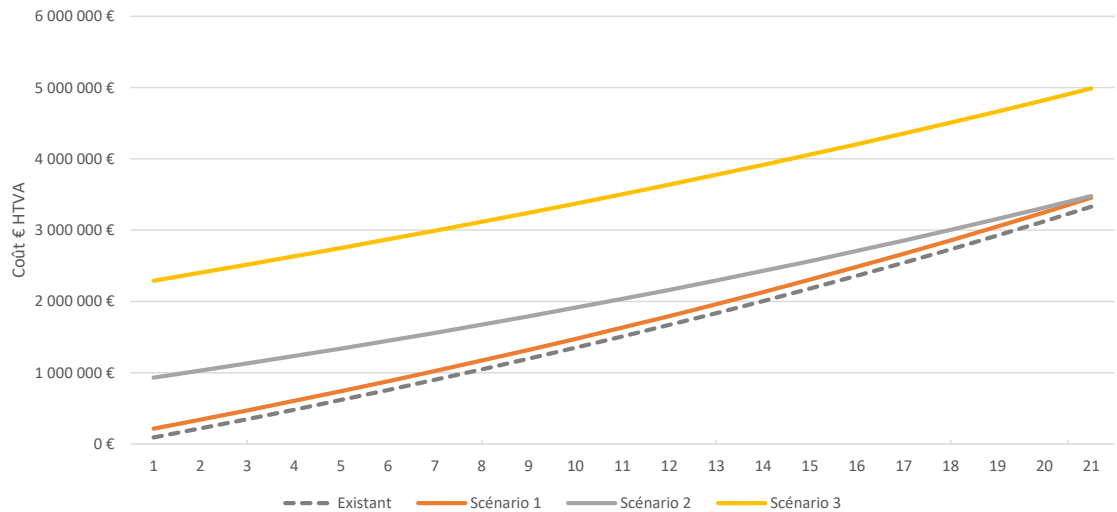
Analyse des scénarios sur 21 ans




Bilan des scénarios

Le graphique suivant montre le cumul annuel des coûts pour l'état existant avec gros entretien uniquement et les différents scénarios. L'investissement a été lissé sur 21 ans (**l'année avant les travaux correspondant à l'état initial et 20 années après les travaux**) afin d'apprécier la rentabilité économique et énergétique de la réalisation des travaux de performance énergétique. Pour les scénarios, les investissements sont réalisés en année 1 et les économies commencent en année 2.

Prospective financière



Prospective financière



Aucun des scénarios n'est rentable en moins de 21 ans.

H.4. Projection dispositif Eco Energie Tertiaire


Comme précisé en introduction, les objectifs du dispositif Eco Energie Tertiaire sont modulables en fonction de contraintes techniques, patrimoniales et architecturales liées aux bâtiments, d'un changement de l'activité exercée dans les bâtiments, ou de son volume, des temps de retour des actions.

H.4.1. Modulation des objectifs - Temps de retour disproportionné

Le tableau ci-dessous présente pour chaque action le gain énergétique et financier par rapport aux dernières années de fonctionnement (2018-2019), le Temps de Retour Brut de l'action et du critère de modulation, et enfin si l'action permet de moduler les objectifs d'économie.

Préconisations	Investissement (€ HTVA)	Gains		TRB	TRB max modulation	Modulation ?
		€ HTVA	% kWhcf			
ENVELOPPE						
Remplacement de l'isolation des murs	583 050 €	3 700 €	4,7%	> 50 années	30 ans	OUI
Remplacement de l'isolation des combles	61 586 €	3 000 €	3,6%	21 années	30 ans	NON
Abaissement du plafond à l'accueil	8 160 €	-100 €	0,0%	-	30 ans	NON
Film solaire menuiseries accueil	3 933 €	-200 €	-0,2%	-	30 ans	NON
EQUIPEMENTS						
Vérification et ajustement des CTA et des réseaux de l'ADM	1 000 €	-2 200 €	-2,4%	-	15 ans	OUI
Eclairage LED	52 456 €	400 €	0,3%	> 50 années	15 ans	OUI
Panneaux photovoltaïques en ombrière	1 214 250 €	47 500 €	32,6%	26 années	15 ans	OUI
USAGES SPÉCIFIQUES, RÉGULATION ET SUIVI ÉNERGÉTIQUE						
GTB	55 000 €	500 €	0,9%	> 50 années	6 ans	OUI


Tableau de synthèse des préconisations

	La quasi-totalité des actions permet de moduler les objectifs. Les valeurs de modulation ne sont pas encore connues.
---	--

H.4.2. Modulation des objectifs - Autres contraintes

Le tableau ci-dessous présente l'impact des contraintes techniques, patrimoniales et architectures du bâtiment.

Condition	Impact	Conclusion
Bâtiment classé	Non	Pas de modulation
Bâtiment dans périmètre protégé	Non	Pas de modulation
Bâtiment remarquable	Non	Pas de modulation
Process particulier	Non	Pas de modulation

	<p>Pour les justifications de contraintes architecturales ou patrimoniales les assujettis doivent solliciter l'avis circonstancié :</p> <ul style="list-style-type: none"> – d'un architecte en chef des monuments historiques ou d'un architecte titulaire du diplôme de spécialisation et d'approfondissement en architecture mention «architecture et patrimoine» pour les monuments historiques classés; – d'un architecte pour les monuments historiques inscrits, les immeubles situés en site patrimonial remarquable ou en abords de monuments historiques, les immeubles ayant reçu le label mentionné à l'article du code du 3 mai 2020 patrimoine et les immeubles protégés en application de l'article L. 151-19 du code de l'urbanisme ou soumis à prescription architecturale en application de l'article L. 151-18 du code de l'urbanisme.
	<p>Les travaux sur les immeubles protégés au titre des monuments historiques, de leurs abords ou des sites patrimoniaux remarquable et sur les immeubles ayant reçu le label mentionné à l'article L. 650-1 du code du patrimoine sont envisagés dans le programme d'action sans préjudice des dispositions du livre VI du code du patrimoine, relatives au contrôle scientifique et technique et aux déclarations et autorisations de travaux. La modulation tient compte, le cas échéant, des prescriptions émises à ce titre.</p>

H.4.3. Vérification des objectifs

La méthode retenue pour définir la référence et les objectifs du DEET est :

Relative

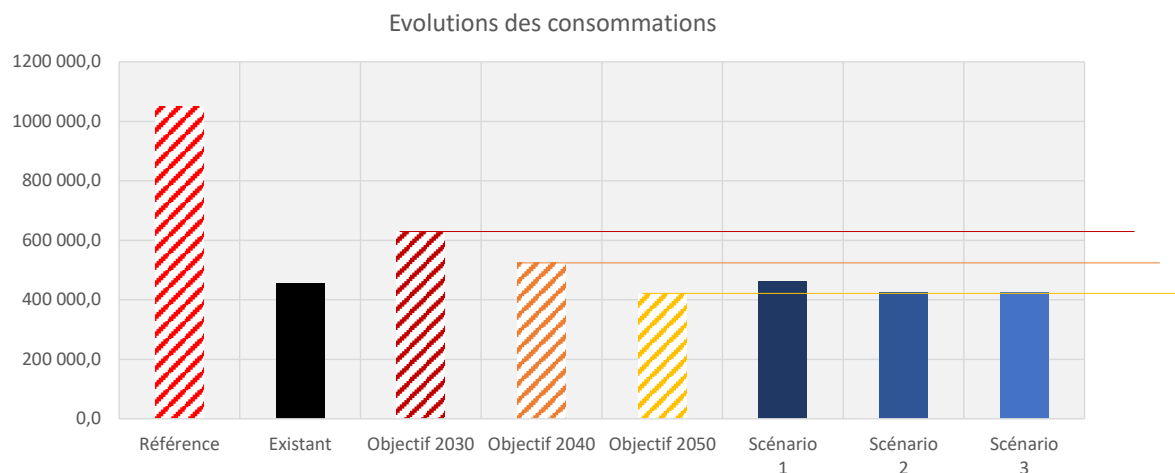
Avec la méthode relative, les objectifs sont [consommation existante] < consommation ref x -40% en 2030, -50% en 2040 et -60% en 2050. L'année de référence retenue est : 01/2010 -> 12/2010

Avec la méthode absolue, les objectifs sont [consommation existante] < Cabs2030 , Cabs2040 (non connu), Cabs2050 (non connu), Cabs étant un ratio de consommation /m² défini par arrêté selon l'usage du bâtiment.

Le tableau ci-dessous synthétise l'atteinte des objectifs en fonction des scénarios :

Consommation (kWhPCI)	Référence	Existant	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
Consommation	1 050 855	454 600	463 000	425 600	425 600		
Réduction		-57%	-56%	-59%	-59%		
2030 : Objectif initial	630 513	✓	✓	✓	✓		
2030 : Objectif modulé	630 513	✓	✓	✓	✓		
2040 : Objectif initial	525 428	✓	✓	✓	✓		
2040 : Objectif modulé	525 428	✓	✓	✓	✓		
2050 : Objectif initial	420 342	✗	✗	✗	✗		
2050 : Objectif modulé	420 342	✗	✗	✗	✗		

Le graphique suivant présente l'évolution des consommations selon les scénarios de travaux :



Grâce à des rénovations récentes comparées à l'année de référence (2010), les objectifs de 2040 sont facilement atteints.


I. BILAN CONFORT ESTIVAL

I.1. Récapitulatif des préconisations

Le tableau ci-dessous résume pour chaque action son impact sur le confort estival.

Préconisations	Impact	Commentaire
ENVELOPPE		
Remplacement de l'isolation des murs	Neutre	Ces résultats sont théoriques et ne prennent pas en compte le ressenti des utilisateurs. Une meilleure isolation du bâti peut avoir tendance à augmenter l'inconfort estival.
Remplacement de l'isolation des combles	Neutre	
Abaissement du plafond à l'accueil	Neutre	-
Film solaire menuiseries accueil	Positif	-
EQUIPEMENTS		
Vérification et ajustement des CTA et des réseaux de l'ADM	Neutre	-
Eclairage LED	Neutre	-
Panneaux photovoltaïques en ombrière	Neutre	-
USAGES SPÉCIFIQUES, RÉGULATION ET SUIVI ÉNERGÉTIQUE		
GTB	Neutre	-

Tableau de synthèse des préconisations

	Théoriquement, avec la présence de la climatisation, les préconisations faites ne détériorent pas le confort estival.
---	---


I.1.1. Récapitulatif scénario

Le tableau ci-dessous présente les indicateurs de confort d'été pour les scénarios de travaux envisagés et les compare à l'état existant.

	Etat existant	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5
Bureaux - ADM						
Heures d'inconfort (>26°C)	0	0	0	0		
Pourcentage d'heures d'inconfort	0%	0%	0%	0%		
Réduction des heures d'inconfort (%)	-	0%	0%	0%		
Open-space - ADM						
Heures d'inconfort (>26°C)	0	0	0	0		
Pourcentage d'heures d'inconfort	0%	0%	0%	0%		
Réduction des heures d'inconfort (%)	-	0%	0%	0%		
Réunion - ADM						
Heures d'inconfort (>26°C)	0	0	0	0		
Pourcentage d'heures d'inconfort	0%	0%	0%	0%		
Réduction des heures d'inconfort (%)	-	0%	0%	0%		
Bureaux - rotonde						
Heures d'inconfort (>26°C)	0	0	0	0		
Pourcentage d'heures d'inconfort	0%	0%	0%	0%		
Réduction des heures d'inconfort (%)	-	0%	0%	0%		
Open-space - rotonde						
Heures d'inconfort (>26°C)	0	0	0	0		
Pourcentage d'heures d'inconfort	0%	0%	0%	0%		
Réduction des heures d'inconfort (%)	-	0%	0%	0%		

Accueil						
Heures d'inconfort (>26°C)	50	0	0	0		
Pourcentage d'heures d'inconfort	6%	0%	0%	0%		
Réduction des heures d'inconfort (%)	-	100%	100%	100%		
Bureaux public						
Heures d'inconfort (>26°C)	0	0	0	0		
Pourcentage d'heures d'inconfort	0%	0%	0%	0%		
Réduction des heures d'inconfort (%)	-	0%	0%	0%		

Indicateurs numériques de confort d'été pour les scénarios

	<p>Afin d'améliorer le ressenti des utilisateurs, il convient mieux de travailler à améliorer le système de climatisation présent sur site plutôt que d'explorer d'autres solutions coûteuses et qui n'auraient pas beaucoup d'impact.</p>
---	--

J. CONCLUSION

Le site étudié est la CAF du Morbihan à Vannes.

**Les performances thermiques du bâti sont moyennes et celles des équipements sont bonnes.
Théoriquement, l'inconfort estival est inexistant mais le ressenti des utilisateurs sur ce point est négatif.**

**Le scénario 1 propose les solutions peu coûteuses ou de maintenance.
Le scénario 2 propose en plus de rénover l'isolation du bâti.
Enfin, le scénario 3 répond à l'obligation de créer des ombrières photovoltaïques.**

Aucun des scénarios n'est rentable en moins de 21 ans car l'état de base est assez performant. La classe énergétique ne change pas (C) mais la performance énergétique est améliorée dans cette catégorie.

Les objectifs de 2040 pour le décret tertiaire sont respectés par tous les scénarios et par l'état existant.

Afin d'améliorer le ressenti des utilisateurs quant au confort d'été, il convient mieux de travailler à améliorer le système de climatisation présent sur site plutôt que d'explorer d'autres solutions coûteuses et qui n'auraient pas beaucoup d'impact.

K. ANNEXES

K.1. Détails des consommations et factures par usage

Energie Finale (kWh PCS)	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total
Etat existant	188 400	24 900	11 500	24 100	7 600	119 500	89 600	465 600

Préconisations bâti	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Remplacement de l'isolation des murs	166 100	26 200	11 400	24 100	7 600	118 700	89 600	443 700	-5%
Remplacement de l'isolation des combles	172 100	25 200	11 500	24 100	7 600	118 900	89 600	449 000	-4%

Préconisations équipements	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Vérification et ajustement des CTA et des réseaux de l'ADM	191 600	24 500	19 700	24 100	7 600	119 600	89 600	476 700	2%
Eclairage LED	190 200	24 700	11 500	20 700	7 600	119 500	89 600	463 800	0%
Panneaux photovoltaïques en ombrière	188 400	24 900	11 500	24 100	7 600	119 500	89 600	465 600	0%

Scénarios	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Scénario 1	192 800	24 600	19 700	20 400	7 600	119 600	89 600	474 300	2%
Scénario 2	154 700	24 900	19 700	20 400	7 600	118 200	89 600	435 100	-7%
Scénario 3	154 700	24 900	19 700	20 400	7 600	118 200	89 600	435 100	-7%

Energie Primaire (kWh/ep PCS)	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total
Etat existant	312 900	64 300	29 600	62 100	19 600	308 200	231 200	1 027 900

Préconisations bâti	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Remplacement de l'isolation des murs	272 900	67 600	29 500	62 100	19 600	306 200	231 200	989 100	-4%
Remplacement de l'isolation des combles	281 900	64 900	29 600	62 100	19 600	306 800	231 200	996 100	-3%

Préconisations équipements	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Vérification et ajustement des CTA et des réseaux de l'ADM	317 400	63 300	50 800	62 100	19 600	308 400	231 200	1 052 800	2%
Eclairage LED	316 700	63 800	29 600	53 500	19 600	308 400	231 200	1 022 800	0%
Panneaux photovoltaïques en ombrière	312 900	64 300	29 600	62 100	19 600	308 200	231 200	1 027 900	0%

Scénarios	Chauffage	Climatisation	Ventilation	Eclairage	ECS	Tous auxiliaires	Usages spécifiques	Total	Gain
Scénario 1	319 300	63 400	50 800	52 700	19 600	308 500	231 200	1 045 500	2%
Scénario 2	249 300	64 300	50 700	52 700	19 600	305 000	231 200	972 800	-5%
Scénario 3	249 300	64 300	50 700	52 700	19 600	305 000	231 200	972 800	-5%

K.2. Méthodologie notation énergie

Récapitulatif des notes Energie - Enveloppe

Note	Plancher bas	Plancher haut	Mur	Menuiserie
1	0,25 > R Pas d'isolant	1 > R Pas d'isolant	1 > R Pas d'isolant	Uw > 5 Simple vitrage
2	0,5 > R > 0,25 Isolation ancienne / contact LNC	3 > R > 1 Isolation ancienne	2 > R > 1 Faible épaisseur	5 > Uw > 3 Double vitrage 6-8 mm
3	1 > R > 0,5 Isolation faible / contact LNC	5 > R > 3 Isolation correcte	2 > R > 3 Epaisseur moyenne	3 > Uw > 2 Double vitrage 12 mm
4	2,9 > R > 1 Bonne isolation / contact TP	6 > R > 5 Bonne isolation	3,9 > R > 3 Epaisseur correcte	2 > Uw > 1,5 Double vitrage 16 mm
5	R > 2,9 Bonne isolation + Contact TP	R > 6 Très bonne isolation	R > 3,9 Bonne isolation	1,5 > Uw Argon / VIR > 16mm

Récapitulatif des notes Energie - Chauffage

Note	Chauffage gaz	Chauffage fioul	Chauffage bois
1	Chaudière classique année 1990	Chaudière fioul année 90	Poêle a buche < 20 ans
2	Chaudière classique année 2000	Chaudière fioul année 2000	Poêle a buche < 10 ans
3	Chaudière gaz classique année 2010, chaudière gaz à condensation année 2000	Chaudière fioul à condensation année < 10 ans	Chaudière granulé haute température
4	Chaudière gaz à condensation < 10 ans	Chaudière fioul à condensation < 5 ans	Chaudière à condensation < 10 ans
5	Chaudière gaz à condensation < 5 ans		Chaudière à condensation < 5 ans RCU Biomasse

Récapitulatif des notes Energie - Chauffage / ECS

Note	Emission eau chaude	Chauffage électrique	Eau chaude Sanitaire
1	Tube à ailettes, aérotherme ancien, plancher sans régulation	Aérotherme/Convecteur très ancien (grille pain) régulation M/A	Chaudière peu performante
2	Radiateur sans robinet, aérotherme avec vanne terminale	Aérotherme./Convecteur/Radiant ancien avec régulation local M/A, consigne 1-5	Chaudière moyenne, cumulus électrique < 10 ans ou trop grand
3	Radiateur avec robinet droit, aérotherme récent, plancher avec régulation globale	Convecteur/Radiant électrique récent, régulation locale	Chaudière moyenne, cumulus électrique classique
4	Radiateur avec robinet thermostatique < 10 ans, plafond avec régulation globale	Aérotherme/Convecteur/Radiant électrique récent, régulation centrale	Chaudière à condensation, cumulus électrique < 5 ans (résistance stéatite)
5	Radiateur avec robinet thermostatique récent, plancher ou plafond avec	Production type thermodynamique/ENR	Solaire (fonctionnel) , chaudière très performante, PAC

Récapitulatif des notes Energie - Ventilation, PAC, éclairage

Note	Ventilation	Pompes à chaleur	Eclairage
1	Pas de ventilation/ Ventilation naturelle	PAC très ancienne	Puissance importante (> 12 W/m²)
2	Ventilation mécanique SF ancienne	PAC année 90	Puissance moyenne (8 à 12 W/m²)
3	Ventilation DF sans échangeur, ventilation mécanique année 2000	PAC année 2000	Puissance standard (4 à 8 W/m²)
4	Ventilation SF Régulée (hygro A ou B)	PAC année 2010	Eclairage fluocompacte généralisé sans zonage
5	Ventilation DF avec échangeur Ventilation SF régulée sur CO2/HR	Géothermie, freechilling, PAC VRV	Eclairage LED généralisé avec zonage

Récapitulatif des notes Energie - Distribution/Régulation

Note	Régulation	Distribution	Calorifuge
1	Pas de régulation	Pompe à débit constant surdimensionné	Aucune
2	1 consigne M/A	Pompe à débit constant > 10 ans	Coque plâtre, tissus dégradé
3	Consigne jour/nuite avec planning semaine	Pompe à débit constant < 10 ans	Isolant < 8 cm
4	Loi d'eau + thermostat d'ambiance par zone	Pompe à débit variable sans arrêt	Isolant > 8 cm + > 5 ans
5	GTB	Pompe à débit variable avec arrêt	Isolant > 8 cm + < 5 ans

K.3. Méthodologie

L'analyse et la simulation du bâtiment sont effectuées sur le logiciel de calcul thermique dynamique Pléiades+COMFIE. La numérisation du bâtiment permet d'affecter à chaque élément de l'enveloppe une composition détaillant les types de matériaux actuellement en place.

La simulation donne la possibilité de simuler le comportement du bâtiment dans son contexte géographique, au sein de sa zone thermique (zone qui varie selon les régions de France métropolitaine) et de son environnement (orientation, masques solaires naturels ou architecturaux...).

Une fois le bâtiment modélisé numériquement, nous pouvons calculer ses déperditions de chaleur et donc sa consommation énergétique. Cette modélisation nous permet de faire ressortir les points faibles du bâti et de simuler les améliorations énergétiques éventuelles.

Une fois l'enveloppe générale du bâtiment modélisée numériquement, nous pouvons y ajouter des scénarios de fonctionnement (consigne de température, occupation, chaleur dissipée, ventilation...) afin de faire « vivre » le bâtiment sur une année complète. Les conditions extérieures (température, rayonnement...) utilisées lors de la simulation sont reproduites à partir d'une moyenne récoltée sur 10 ans (2010 à 2019) par le logiciel de données météorologiques METEONORM. Un résumé des données météo est disponible en annexe. Une variante "été chaud" peut également être utilisée pour les études de confort d'été, pour prendre en compte le réchauffement climatique.

Les données fournies dans l'étude sont directement issues de cette simulation et sont donc purement théoriques. Le logiciel de simulation thermique nous permet de calculer les consommations de chacun des postes.

Chauffage :

La consommation est calculée selon deux facteurs :

- Les besoins thermiques nets (chapitre précédent) ;
- Le rendement global du chauffage comprenant (génération, régulation, distribution, émission).

Eau Chaude Sanitaire :

Les consommations d'eau chaude sanitaire dépendent :

- Des types de puisages ;
- Des usages du bâtiment ;
- Du rendement global de production d'eau chaude sanitaire.

Auxiliaires :

Les consommations des auxiliaires correspondent aux consommations des moteurs de ventilation ainsi que de l'ensemble des équipements permettant le bon fonctionnement des autres équipements (circulateur, pompes, ...). Ces consommations sont calculées suivant :

- Les équipements répertoriés sur place ;
- Les modes de fonctionnements de ces appareils.

Eclairage :

La consommation électrique des éclairages a été estimée à partir :

- De l'inventaire réalisé sur le site nous donnant la quantité, le type et les puissances moyennes des équipements ;
- Les temps de fonctionnement sont estimés suivant l'activité actuelle du bâtiment.

Usages spécifiques :

- Bureautique et électroménager
- Equipements industriels électriques

A partir de l'inventaire des équipements réalisé pendant la visite des locaux, un bilan des consommations électriques a été établi. Ces consommations ne sont pas utilisées dans le calcul des étiquettes énergétiques.

Le calcul de déperdition pièce par pièce, pour obtenir les déperditions par zones, donne des résultats différents du calcul global. Ceci est dû à la prise en compte plus importante de la partie renouvellement d'air ainsi que de contact différent. Pour conserver des résultats cohérents, nous avons pris le parti de ventiler les déperditions globales au prorata des résultats de chaque zone.

L. GLOSSAIRE

¹**Energie finale (kWh_{ef})** : L'énergie finale, ou disponible, est l'énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au domicile, etc.).

²**Energie primaire (kWh_{ep})** : L'énergie primaire prend en compte les pertes associées à la production et à la distribution de l'énergie. Pour l'électricité le facteur de conversion d'usage en France est de 2,58, c'est-à-dire que 2,58 kWh d'énergie sont en réalité consommés pour une consommation électrique de 1 kWh chez le consommateur final. Ceci s'explique en grande partie par les pertes thermiques liées à la production de l'électricité. Pour les énergies fossiles le facteur de conversion est 1.

³**PCI/PCS** : Le pouvoir calorifique d'un matériau combustible est l'enthalpie de réaction de combustion par unité de masse. C'est l'énergie dégagée sous forme de chaleur par la réaction de combustion par l'oxygène (autrement dit la quantité de chaleur).

On distingue 2 pouvoirs calorifiques :

- *pouvoir calorifique supérieur (PCS)* : C'est l'énergie thermique libérée par la réaction de combustion d'un kilogramme de combustible. Cette énergie comprend la chaleur sensible, mais aussi la chaleur latente de vaporisation de l'eau, généralement produite par la combustion. Cette énergie peut être entièrement récupérée si la vapeur d'eau émise est condensée, c'est-à-dire si toute l'eau vaporisée se retrouve finalement sous forme liquide.
- *pouvoir calorifique inférieur (PCI)* : C'est l'énergie thermique libérée par la réaction de combustion d'un kilogramme de combustible sous forme de chaleur sensible, à l'exclusion de l'énergie de vaporisation (chaleur latente) de l'eau présente en fin de réaction.

⁴**Gaz à effet de serre** : Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux qui contribuent par leurs propriétés physiques à l'effet de serre. L'augmentation de leurs concentrations dans l'atmosphère terrestre est à l'origine du réchauffement climatique.

Rappel des différentes émissions de gaz à effet de serre par type d'énergie en kilogrammes de CO₂ par kWh_{EP}PCI :

Fioul	0,3	Electricité-Chauffage	0,18
Gaz naturel	0,234	Electricité-Eclairage	0,1
Gaz propane	0,274	Electricité-Usages intermittents	0,06
Bois	0,013	Electricité-Usages en base	0,04
Réseau chaleur	0,1014	Réseau froid	0,1014

Le bilan environnemental calcule les émissions de CO₂ selon les 4 catégories suivantes :

Etape de production : Emission générée de l'extraction des matières premières jusqu'à la sortie du site de fabrication du produit

Etape processus de construction (incluant transport) : Emission générée de la sortie du site de fabrication à l'arrivée sur le chantier de construction, et la mise en œuvre et de l'arrivée du chantier de construction à la réception de l'ouvrage

Etape de vie en œuvre ou utilisant : Emission générée de l'occupation du bâtiment, avec son entretien, ses réparations et sa maintenance, jusqu'au départ des occupants ;

Etape de fin de vie : Emission générée de la déconstruction de l'ouvrage au traitement de fin de vie du produit

⁵**Coefficient de transmission thermique U** : Le coefficient de transmission thermique d'une paroi est noté "U" (anciennement "k") et caractérise la quantité de chaleur traversant une paroi en régime permanent, par unité de temps, par unité de surface et par unité de différence de température entre les ambiances situées de part et d'autre de ladite paroi. Le coefficient de transmission thermique s'exprime en W/m².K et est l'inverse de la résistance thermique de la paroi. Plus sa valeur est faible, plus la paroi est isolante.

⁶**Résistance thermique R** : La résistance traduit la capacité d'un matériau à résister au transfert thermique. Elle est exprimée en m².k/W. Plus sa valeur est élevée, plus le matériau est isolant.

⁷**Certificats d'économies d'énergie (CEE)** : Le principe des certificats d'économie d'énergie repose sur une obligation de réalisation d'économies d'énergie imposée par les pouvoirs publics aux vendeurs d'énergie comme EDF, Gaz de France, les réseaux de chaleur tels CPCU pour une période donnée.

⁸**DJU** : Les Degrés Jour Unifiés ou DJU permettent de réaliser des estimations de consommation d'énergie thermique en proportion de la rigueur de l'hiver.

Pour chaque période de 24 heures, le nombre de degrés jours unifiés (DJU) est déterminé en faisant la différence entre la température de référence, 18 °C, et la moyenne de la température minimale et la température maximale de ce jour, c'est-à-dire 18 °C moins la moitié de la somme de la température maximale et de la température minimale.

⁹**RT2012** : La réglementation thermique française a pour but de fixer une limite maximale à la consommation énergétique des bâtiments neufs pour le chauffage, la ventilation, la climatisation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage. L'actuelle réglementation en vigueur est la réglementation thermique 2012 (RT 2012). Elle succède à plusieurs versions antérieures, aux exigences et aux champs d'application croissants, réglementation thermique 2005 (RT 2005), réglementation thermique 2000 (RT 2000), réglementation thermique 1988 (RT 1988 ou RT88) et réglementation thermique 1974 (RT 1974 ou RT74).

¹⁰**RT Existant** : La réglementation thermique des bâtiments existants s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires existants, à l'occasion de travaux de rénovation prévus par le maître d'ouvrage.

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

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

- Pour **les rénovations très lourdes de bâtiment de plus de 1 000 m²**, achevés après 1948, la réglementation définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové. Ces bâtiments doivent aussi faire l'objet d'une étude de faisabilité des approvisionnements en énergie préalablement au dépôt de la demande de permis de construire.
- Pour **tous les autres cas de rénovation**, la réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé.

¹¹**Matériaux biosourcés** : Les matériaux biosourcés sont des matériaux issus de la biomasse d'origine végétale ou animale.

La filière des matériaux biosourcés a été identifiée, par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, comme l'une des filières vertes ayant un potentiel de développement économique élevé pour l'avenir, notamment en raison de son rôle pour diminuer notre consommation de matières premières d'origine fossile, limiter les émissions de gaz à effet de serre et créer de nouvelles filières économiques.

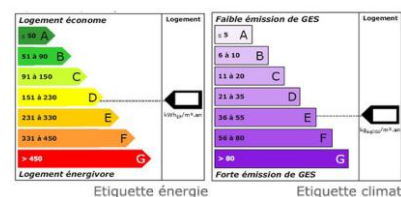
¹²**Contrat d'exploitation** : Le contrat d'exploitation a pour vocation de permettre à travers les prestations de l'exploitant une bonne gestion des installations de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire.

- **Fourniture d'énergie (P1)** : Cette prestation est relative à la fourniture d'énergie ou de combustible par l'exploitant.
- **Maintenance (P2)** : Cette prestation assure la conduite, l'entretien et les dépannages des installations. Cette prestation s'engage à maintenir des paramètres de fonctionnement en termes de températures de consignes et de réduits notamment.
- **Gros entretien (P3)** : Cette prestation couvre les réparations et le remplacement de tous les matériels défectueux afin de maintenir l'installation en bon état de marche.

¹³**Entreprise RGE** : Trouvez votre entreprise RGE sur :
<http://www.renovation-info-service.gouv.fr/trouvez-un-professionnel>

¹⁴**Catégorie DPE** : La catégorie de Diagnostic de Performance Energétique ou DPE est un classement des différentes typologies de bâtiment qui sert à déterminer l'étiquette énergétique associée au bâtiment (Administratif, salle des fêtes, école, logement...). La classe énergétique d'un bâtiment dépend de sa catégorie DPE.

¹⁵**Etiquette Energie-Climat** : Représentation visuelle de la consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre d'un bâtiment. L'étiquette énergie donne la consommation en énergie primaire d'un bâtiment rapporté au m² et la classe énergétique du bâtiment de A à G. Chaque classe a une couleur différente. L'étiquette climat fait de même pour les émissions de gaz à effet de serre. La définition des classes dépend de la catégorie DPE14 du bâtiment.



¹⁶**Puissance souscrite (kVA)** : La puissance souscrite en Kilo Voltampère ou kVA correspond à la puissance maximum simultanée pouvant être appelée sur votre compteur. (1 kVA = 1kW)

¹⁷ **Déperdition** : Une déperdition est une perte de chaleur que subit un bâtiment par ses parois et ses échanges de fluide avec l'extérieur. Celle-ci tient compte des caractéristiques thermiques des parois et de la différence entre la température de consigne et la température extérieure à la paroi.

¹⁸ **TRB** : Temps de retour sur investissement brut, qui correspond au rapport entre investissement et gain sur facture. Il ne prend pas en compte l'évolution du coup de l'énergie et de la maintenance.

¹⁹ **TRD** : Temps de retour sur investissement dynamique, prenant en compte l'évolution du coup de l'énergie et de la maintenance et le remboursement d'un prêt.

²⁰ **Surface chauffée** : Surface de plancher, chauffée, du bâtiment mesurée au nu intérieur des murs de façades, excluant notamment les vides et trémies.

²¹ **Surface de plancher (SDP)** : Unité de calcul des surfaces des constructions servant à la délivrance des autorisations d'urbanisme de la construction correspond à la somme des surfaces closes et couvertes, sous une hauteur de plafond supérieure à 1,80 m, calculée à partir du nu intérieur des façades du bâtiment. La surface de plancher se calcule différemment entre la maison et l'immeuble collectif dans les déductions à réaliser.

<https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F2868>

<https://www.inc-conso.fr/content/logement/urbanisme-la-definition-et-le-calcul-de-la-surface-de-plancher>

²² **Surcoût annuel moyen**: Le surcoût annuel est défini par l'écart du coût d'exploitation et d'investissement entre le scénario de travaux et l'état existant, lissé sur la période du bilan financier. Le coût d'exploitation englobe, la facture énergétique ainsi que la partie maintenance et gros entretien des équipements (Chauffage, Climatisation, ECS, Ventilation).

Si le surcoût annuel est négatif sur la période du bilan financier, le scénario de travaux est rentable sur cette période. Dans le cas contraire, le scénario coûte plus d'argent qu'il n'en économise.

²³ **Sw / Facteur solaire**: Le facteur solaire Sw s'exprime en % et caractérise la quantité totale d'énergie que laisse passer un vitrage par rapport à l'énergie solaire incidente. Il mesure donc la contribution d'un vitrage à l'échauffement de la pièce. Plus le facteur solaire est petit, plus les apports solaires sont faibles.

²⁴ **Classement MH / ABF: Monument Historique** / Architecte des bâtiments de France. Les bâtiments sur la liste des monuments historiques (inscrit ou classé) ou situés dans un périmètre d'un bâtiment classé sont contraints de respecter l'avis des ABF pour la réalisation des travaux (exemple : obligation de fenêtre bois, interdiction d'équipement visible en toiture, etc.). L'architecte des Bâtiments de France conseille et promeut une architecture et une urbanisation de qualité en tenant compte du contexte dans lequel les constructions doivent s'intégrer harmonieusement.