



## Agence Nationale de Sécurité du Médicament

---

635 RUE DE LA GARENNE, 34740 VENDARGUES



V1 - Date de diffusion 16/09/2022

Audit énergétique et technique

**ALTEREA**   
INGÉNIERIE

## MAITRISE D'OUVRAGE :

---



**ANSM**  
Site de Saint-Denis  
143 Bd Anatole France  
93200 – Saint-Denis

Didier LEURIDAN  
Chef du département des Services  
@ [dier.leuridan@ansm.sante.fr](mailto:dier.leuridan@ansm.sante.fr)

## ASSISTANT MOA :

---



**ALTEREA AGENCE PARIS - IDF**  
23 avenue d'Italie  
75013 Paris  
T 01 46 28 31 89

Davy BILLAUDEAU  
Chef de projets  
T 07 77 23 07 39  
@ [dbillaudeau@alterea.fr](mailto:dbillaudeau@alterea.fr)

### Visite du site

Date	Intervenant ALTEREA	Accompagnateur
28/06/2022	Pascal STEVANCE Blanche BARBOT	Didier LEURIDAN Chef du département des Services Généraux et de l'immobilier

## SUIVI DU DOCUMENT :

---

Indice	Date	Modifications	Rédaction	Vérification	Validation
1	16/09/2022	Rapport d'audit : 1ère version	BBAR	PSTE	DABI

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>SYNTHESE DU RAPPORT</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>PRESENTATION DU SITE</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>OBJECTIF DECRET TERTIAIRE ET DEFINITION DE L'ANNEE DE REFERENCE</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>ÉNERGIES</b>	<b>16</b>
4.1	PLAN DE COMPTAGE DES ENERGIES	16
4.2	GAZ NATUREL	17
4.3	ÉLECTRICITE	18
4.4	DECOMPOSITION ENERGETIQUE ET FINANCIERE PAR POSTE	21
	<b>ANALYSE TECHNIQUE</b>	<b>22</b>
4.5	BATI	22
4.6	CHAUFFAGE BATIMENT ADMINISTRATIF	27
4.7	CHAUFFAGE BATIMENT LABORATOIRE	29
4.8	VENTILATION BATIMENT ADMINISTRATIF	32
4.9	VENTILATION BATIMENT LABORATOIRE	33
4.10	CLIMATISATION BATIMENT ADMINISTRATIF	36
4.11	CLIMATISATION BATIMENT LABORATOIRE	38
4.12	EAU CHAUDE SANITAIRE BATIMENT ADMINISTRATIF	40
4.13	EAU CHAUDE SANITAIRE BATIMENT LABORATOIRE	41
4.14	ÉCLAIRAGE BATIMENT ADMINISTRATIF	42
4.15	ÉCLAIRAGE BATIMENT LABORATOIRE	43
4.16	AUTRES SYSTEMES ELECTRIQUES BATIMENT ADMINISTRATIF	44
4.17	AUTRES SYSTEMES ELECTRIQUES BATIMENT LABORATOIRE	46
<b>5</b>	<b>POTENTIELS D'INTEGRATION D'ENERGIE RENOUVELABLE OU DE RECUPERATION</b>	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>CONTRAINTES ET MODULATION RELATIVES AU DECRET TERTIAIRE</b>	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>PRECONISATIONS</b>	<b>50</b>
7.1	SYNTHESE DES PRECONISATIONS	50
7.2	DETAILS DES INTERVENTIONS	51
<b>8</b>	<b>SCENARIOS D'AMELIORATION DES PERFORMANCES ENERGETIQUES</b>	<b>54</b>
8.1	SYNTHESE DES SCENARIOS	54
8.2	SCENARIO 1 : « SYSTEMES »	57
8.3	SCENARIO 2 : « BATI »	59



## **OBJECTIFS, LIMITES ET HYPOTHESE DE LA MISSION**

### **Objectifs de la mission**

L'audit énergétique consiste à réaliser un état des lieux du site (sur le bâti et les systèmes) dans le but d'identifier les gisements d'économies d'énergies possibles et de proposer des solutions d'amélioration efficaces à court, moyen et long termes (investissements, gains énergétiques, confort, etc.). L'audit justifie ces propositions alternatives en chiffrant l'investissement nécessaire et en présentant les gains énergétiques auxquels il est possible de prétendre. Par conséquent, il est possible de présenter les marges de progrès du site avec une analyse multicritère (investissements, gains énergétiques, gains carbone, etc.).

Les principaux objectifs auxquels devra répondre la mission d'audit énergétique sont les suivants :

- Le traitement de l'air intérieur
- Une amélioration de l'isolation du bâtiment,
- Une diminution des consommations à travers la mise en place de systèmes performants,
- Une proposition à recourir aux énergies renouvelables valorisant le site.

Les hypothèses faites sur les performances du bâti, des équipements et les réglages des systèmes de gestions non disponibles sont précisées dans le descriptif élément par élément.

### **Coût et actualisation**

Le coût de l'énergie retenu est de 17,36 c € TTC/kWh pour l'électricité (tarif réglementé janvier 2022) et 8,80 c € TTC/kWh pour le gaz naturel (tarif réglementé janvier 2022)).

Il est considéré une actualisation du coût de l'énergie de 4 %/an.

Dans l'étude, il sera considéré la valeur des CEE à 7,74 € M/Whcumac

Dans l'étude, il sera considéré la valeur d'actualisation annuelle des coûts d'investissement de travaux 5 %/an, au regard des historiques.

Les taxes (TVA) appliquées sur les coûts de travaux sont considérées à 20 % du coût hors taxes.

Les estimations de coût de travaux représentent l'estimation des coûts de fourniture et de mise en œuvre avec les installations/équipements de chantier nécessaires à la mise en œuvre en fonction des interventions. Ces estimations sont présentées sans frais annexes, frais annexes comprenant notamment (sans que cette liste soit exhaustive) les installations des chantiers générales, le coefficient d'entreprise générale, les honoraires de maîtrise d'œuvre/bureaux de contrôle/SPS, les coûts de dépollutions, les aléas de chantiers...

En ANNEXE, sont présentés pour information des ordres de grandeur de chiffrages de ces frais annexes.

### **Coefficients de conversions et facteurs d'émission**

Les éléments sont présentés en ANNEXE

**Hypothèses prises pour la réalisation de l'étude :**

HYPOTHÈSES	DESTINATION	RÉSULTATS
Isolation des planchers hauts	Toiture-terrasse	L'hypothèse prise est d'intégrer une épaisseur d'isolation de 6 cm de polyuréthane ( $\lambda = 0,03 \text{ W/m. K}$ ) telle que la performance soit de $U = 0,21 \text{ W/m}^2. \text{ K}$
Isolation des murs extérieurs	Murs extérieurs Administration	L'hypothèse prise est d'intégrer une épaisseur d'isolation de 5 cm de laine de verre ( $\lambda = 0,041 \text{ W/m. K}$ ) telle que la performance soit de $U = 0,56 \text{ W/m}^2. \text{ K}$
Isolation des murs extérieurs	Murs extérieurs laboratoires	L'hypothèse prise est d'intégrer une épaisseur d'isolation de 8 cm de laine de verre ( $\lambda = 0,041 \text{ W/m. K}$ ) telle que la performance soit de $U = 0,39 \text{ W/m}^2. \text{ K}$
Menuiseries	Menuiseries Administration	L'hypothèse prise en compte pour la performance des menuiseries est $U_w = 4,06 \text{ W/m}^2. \text{ K}$
Menuiseries	Menuiseries Laboratoires	L'hypothèse prise en compte pour la performance des menuiseries est $U_w = 1,35 \text{ W/m}^2. \text{ K}$

**Documentation remise par le maître d'ouvrage avant la visite**

DOCUMENTS		FORMAT
Consommation	- Consommations d'électricité et dépenses sur les années 2010 à 2021	EXCEL

**Documentation récupérer au cours de la visite**

DOCUMENTS		FORMAT
Plans	- Plans de niveaux	DWG
Exploitation	- Contrat d'exploitation (CCTP)	WORD
Inventaire	- Listing équipements CVC	EXCEL
Autres	- Historique des travaux	WORD

# 1 SYNTHESE DU RAPPORT

Identité du site	Année de construction	1985						
	Date de rénovation lourde	1996 : Extension Laboratoire.						
	Type	Restauration/Administratif/laboratoires/ - <i>Catégorie DPE : 6,1</i>						
	Surface SHON	8 016 m <sup>2</sup> mesurés sur plan						
	Nombre de niveaux	3 niveaux						
	Mode constructif	Structure béton armée Enveloppe isolée						
	Système thermique & ECS	Groupes froids réversibles Chaudière à gaz Ballons ECS thermique et solaire						
	Système de ventilation	Ventilation mécanique simple Flux en extraction Ventilation mécanique double flux						
Effectif du site	Occupation	Nb personnes (valeur 2022) 3 personne/20 m <sup>2</sup> dans les bureaux						
Horaires ouverture		Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
	Matin	7 h 30	7 h 30	7 h 30	7 h 30	7 h 30	-	-
	Après-midi	18 h 30	18 h 30	18 h 30	18 h 30	18 h 30	-	-
Fermeture annuelle	-							

## Performance du site

	Consommation énergétique (En Energie finale/m².an)	Bilan des consommations sur la période de référence	Emission de CO2 (en kgéqCO2/m².an)
	<p><b>Bâtiment économe</b></p> <p>&lt;51</p> <p>51 à 110</p> <p>111 à 210</p> <p>211 à 350</p> <p>351 à 540</p> <p>541 à 749</p> <p>&gt;750</p> <p><b>Bâtiment énergivore</b></p>	<p><b>FACTURE D'ÉNERGIE</b></p> <p>62 564 €TTC/an</p> <p>271 810 kgéqCO2/an</p> <p>2 264 548 kWhEF/an</p>	<p><b>Faible émission de GES</b></p> <p>&lt;6</p> <p>6 à 15</p> <p>16 à 30</p> <p>31 à 60</p> <p>61 à 100</p> <p>101 à 144</p> <p>&gt;145</p> <p><b>Forte émission de GES</b></p>
	283 kWhEF/m²SDP.an		34 kgéqCO2/m²SDP.an
Performance	<p><b>Consommations réelles</b> 2 264 548 kWhEF/an</p>	<p><b>Emission GES</b> 272 tonnes CO2/an</p>	<p><b>Facture énergétique</b> 62 564 €TTC/an</p>
Indicateurs	Production d'énergie annuelle de 13321 m² de panneaux photovoltaïques	Soit l'équivalent de 217448 m² de reforestation	Soit 5,21 €/citoyen de votre collectivité

<sup>1</sup> – un arbre capte en moyenne 25 kg de CO2/an sur l'ensemble de sa vie et un principe de 500 arbres/hectare en forêt

– km² de forêt capte 1.25T de CO2/an

<sup>2</sup> – pour une production potentielle de 170 kWh/m²/an

## Contexte et synthèse

Forces	Faiblesses
Enveloppe isolée, Présence de double vitrage performant.	Équipements de chauffage, climatisation et de ventilation énergivore, Production de chauffage électrique, Présence de double vitrage peu performant, Présence d'infiltration en toiture.
Opportunités	Menaces
Possibilité d'installation de photovoltaïque en toiture, Possibilité de faire de la récupération de chaleur sur groupe froid pour la production d'eau chaude sanitaire, Possibilité de géothermie, Possibilité d'utilisation du Cool Roof.	Site très étendu, faible compacité, grandes surfaces déperditives.



### Objectif des scénarios proposés :

Les scénarios sont basés sur une approche technique mêlant besoins énergétiques et fonctionnels. L'ensemble des postes de consommation est considéré.

- Scénario 0 « **Actions techniques** » : Ce scénario regroupe toutes les actions techniques à ne pas intégrer à un scénario de lourds travaux
- Scénario 1 « **Systèmes** » : Ce scénario correspond à des interventions seulement sur les systèmes du site : chauffage, ventilation, ECS. N'est pas compris dans le scénario, les lourds travaux impliquant de la rénovation intérieure (amélioration de l'éclairage, mise en place de double flux). Ce scénario permet d'assurer des programmes de travaux cohérents et facilite l'intégration au Schéma directeur Énergie.
- Scénario 2 « **Bâti** » : Ce scénario correspond à des interventions seulement sur l'enveloppe du bâtiment : murs extérieurs, menuiseries, planchers. Ce scénario permet d'assurer des programmes de travaux cohérents et facilite l'intégration au Schéma directeur Énergie.
- Scénario 3 « **Potentiel maximum** » : Ce dernier scénario correspond à des interventions qui permettent de satisfaire aux exigences du décret tertiaire avec une réduction de 60 % des consommations sur l'énergie finale et, dans la mesure du possible, de 75 % les émissions de CO<sub>2</sub> (GES). C'est un scénario avec une rénovation lourde du bâtiment et des systèmes en y rajoutant des énergies renouvelables si possible.

### Synthèse des scénarios

	Gains par rapport à l'année de référence (EF)	GES en %	Investissements En k€ TTC	Cout global 30 ans En k€ TTC	Objectif Décret Tertiaire atteint
<b>Scénario 1</b>	33%	39%	340	3 604	<b>X</b>
<b>Scénario 2</b>	42%	58%	3 900	6 350	<b>2030</b>
<b>Scénario 3</b>	43%	65%	4 920	6 062	<b>2030</b>

### Conclusion Décret Tertiaire

Ces résultats se fondent sur un état initial basé sur une moyenne des trois années, 2017 à 2019. Après la modélisation de l'état initial du bâtiment, nous avons simulé plusieurs actions énergétiques, regroupés selon trois scénarios :

Le premier scénario permet d'économiser 33 % d'énergie finale et représente un faible coût travaux. Sa mise en place est possible à court terme. En effet, ce scénario regroupe des actions urgentes, et des actions nécessaires pour augmenter la performance du site. Elle y intègre la mise en place de la production de l'ECS par des panneaux solaires. Ce scénario est possible d'être mis en place lors de la période d'occupation du site. Le confort d'été est amélioré grâce à la modification des paramètres de climatisation.

Le deuxième scénario permet d'atteindre les objectifs du décret tertiaire pour 2030 en faisant une économie de 42 % d'énergie finale. Le remplacement des menuiseries et de l'isolation par l'extérieur représente un fort potentiel d'économie d'énergie. Son coût travaux reste tout de même élevé par rapport au premier scénario. Il sera possible de réaliser ce scénario pendant que le site est non occupé par une mise en place d'une campagne de travaux.

Le troisième scénario intègre des énergies renouvelables. La récupération de chaleur sur le groupe froid, l'installation de panneaux photovoltaïques et le remplacement des chaudières par de la géothermie y sont proposés. Le site présente un grand intérêt pour ces dernières mises en œuvre. Ce scénario permet d'atteindre les objectifs du décret tertiaire pour 2030, avec une économie de 43 % d'énergie finale. Il sera possible de réaliser ce scénario pendant que le site est non occupé par une mise en place d'une campagne de travaux.

Conseil sur le scénario préférentiel :

Le premier scénario intègre des actions urgentes, ainsi que nécessaires afin d'améliorer la performance du site. Il est facilement réalisable et son temps de retour d'investissement est faible. Il est prioritaire sur les deux autres scénarios.

Afin d'atteindre les objectifs du décret tertiaire, le troisième scénario pourra être mis en œuvre, car il y intègre des actions sur les systèmes, sur le pilotage, sur le bâti du site tout en proposant l'exploitation des énergies renouvelables.

	Désignation	Unité	État initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Données économiques	Investissements	€	-	340 000	3 900 000	4 920 000
	CEE Mobilisables	kWh CUMAC	-	0	9 356 003	11 155 031
	Valorisation CEE	€	-	0	72 415	86 340
	Dépenses annuelles énergétiques (sans actualisation)	€	63 818	41 702	27 969	-836
	Dépenses annuelles de maintenance	€	11 168	11 168	11 168	16 835
	Dépenses de renouvellement annuel (provision équipements CVC P3)	€	26 800	26 800	26 800	26 800

Coût global	Dépenses énergétiques sur 30 ans (Actualisation des coûts d'énergie de 4 %)	€	3 786 244	2 474 111	1 659 349	-49 625
	Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	€	790 257	790 257	790 257	1 191 258
	Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans	€	2 384 164	0	0	0
	Coût global (avec investissements)	€	6 960 665	3 604 368	6 349 606	6 061 633

Performance énergétique et environnementale	Consommation d'énergie primaire annuelle	kWhEP	4 612 677	4 275 655	4 084 902	4 212 711
	Économie annuelle d'énergie primaire	%	/	7%	11%	9%
	Consommation d'énergie finale annuelle	kWh EF/PCI	2 264 548	1 886 393	1 657 627	1 632 834
	Économie annuelle d'énergie finale	%	/	17%	27%	28%
	Émissions de CO2 annuelles	Teq CO2	272	182	126	105
	Émissions de CO2 évitées	%	/	33%	54%	61%

Performance économique	Coût du kWh économisé	€ TTC investi /kWhEF	/	1	6	8
	Coût de la tonne de CO2 évité	€ TTC investi /tCO2	/	3 776	26 729	29 510

## 2 PRESENTATION DU SITE

### Organisation des volumes, bâtiments et surfaces



Détails sur le site – avis global		
Le site présente une faible compacité.		
De la surface extérieure sur les toitures-terrasses est disponible pour la mise en place de solutions innovantes.		
Les abords du site sont principalement végétalisés, ce qui minimise l'îlot de chaleur en période estivale...		

#### Travaux antérieurs ou programmés :

Intervention	Localisation	Date
Étanchéité toiture	Toiture Cube technique	2015
Rénovation toiture	Ensemble du site	2002

### 3 OBJECTIF DECRET TERTIAIRE ET DEFINITION DE L'ANNEE DE REFERENCE

Issue de la Loi ELAN, le Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 dit « Décret Tertiaire » et entré en vigueur au 1er octobre 2019, impose aux propriétaires de réaliser des réductions de la consommation d'énergie finale dans les bâtiments à usage tertiaire, à la fois par des travaux de rénovation énergétique et par le comportement des occupants.

Les obligations concernent :

- L'énergie finale et tous usages énergétiques (bâti, qualité et exploitation des équipements, comportement des usagers, etc.).
- Les bâtiments existants, récents et neufs dans le périmètre de l'étude,
- Les surfaces de plus de 1 000 m<sup>2</sup> (surface de plancher) cumulées sur un bâtiment à usage principal tertiaire ou sur un site (regroupement de bâtiments sur une emprise foncière pouvant aller au-delà de la surface cadastrale, ci-après dénommé « Site »),
- Toute catégorie d'activité tertiaire concernée, public comme privé avec de très rares exemptions

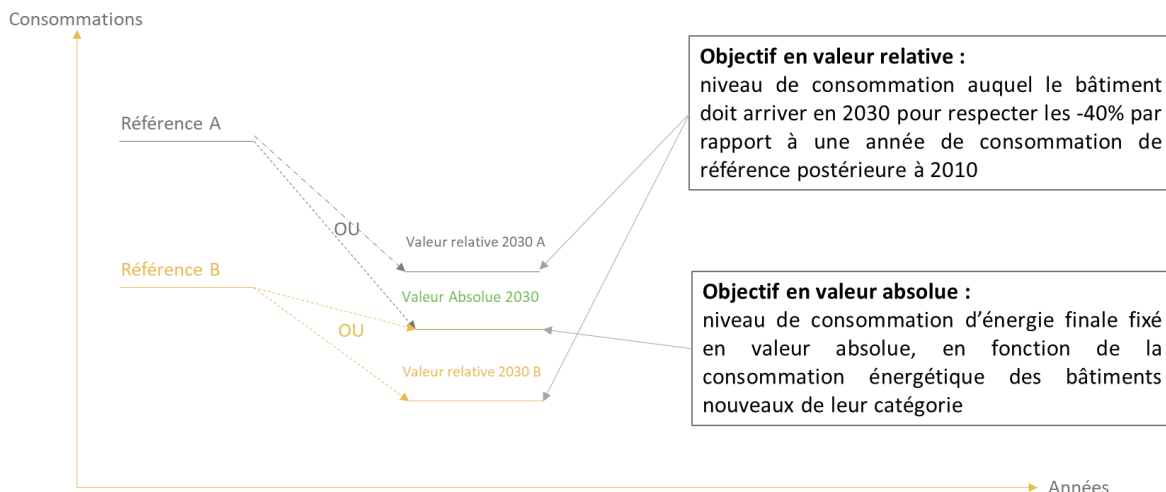
Le Décret Tertiaire impose la remontée annuelle des consommations par les assujettis (bailleurs et/ou preneurs) via la plateforme OPERAT.

#### Modalités du Décret Tertiaire :

Le décret tertiaire fixe, pour les bâtiments assujettis, deux types d'objectifs de réduction de la consommation énergétique :

- **Objectif en valeur relative** : réduire les consommations de 40 % en 2030, 50 % en 2040 et 60 % en 2050 basées sur une consommation annuelle de référence à sélectionner entre 2010 à 2019 ;
- **Objectif en valeur absolue** : un seuil de consommation maximal à ne pas dépasser. (seuil modulé en fonction de la rigueur climatique et du taux d'occupation.). Les objectifs 2040 et 2050 ne sont pas encore disponibles.

La première valeur atteinte par la consommation d'énergie valide l'atteinte de l'objectif 2030.



L'objectif de réduction des consommations s'applique :

- Au Site de manière individuel,
- À l'ensemble du patrimoine de l'assujetti.

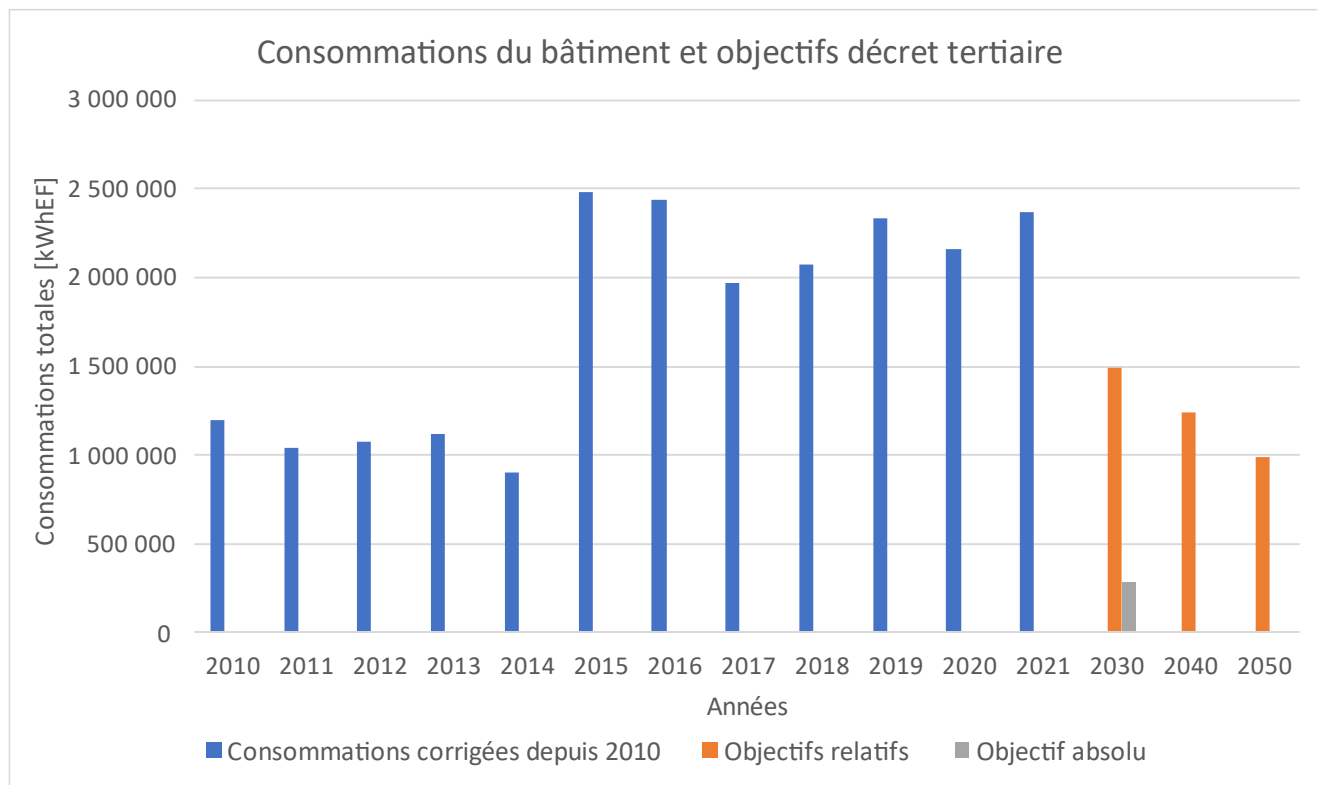
Ainsi, une mutualisation des gains énergétiques pourra être appréhendée à l'échelle de tout ou partie d'un patrimoine immobilier afin d'atteindre les objectifs patrimoniaux.



## Détermination de l'année de référence et des objectifs du Site

Afin de choisir l'année appropriée, il est préférable d'étudier les consommations disponibles entre 2010 et 2019, pour sélectionner l'année la plus favorable pour l'assujetti pour fixer les objectifs en valeur relative. Les consommations sont ajustées en fonction d'une rigueur climatique, soit les besoins de chauffage en hiver et de refroidissement en été (moyenne DJU décennaux de la station météo la plus proche : Montpellier).

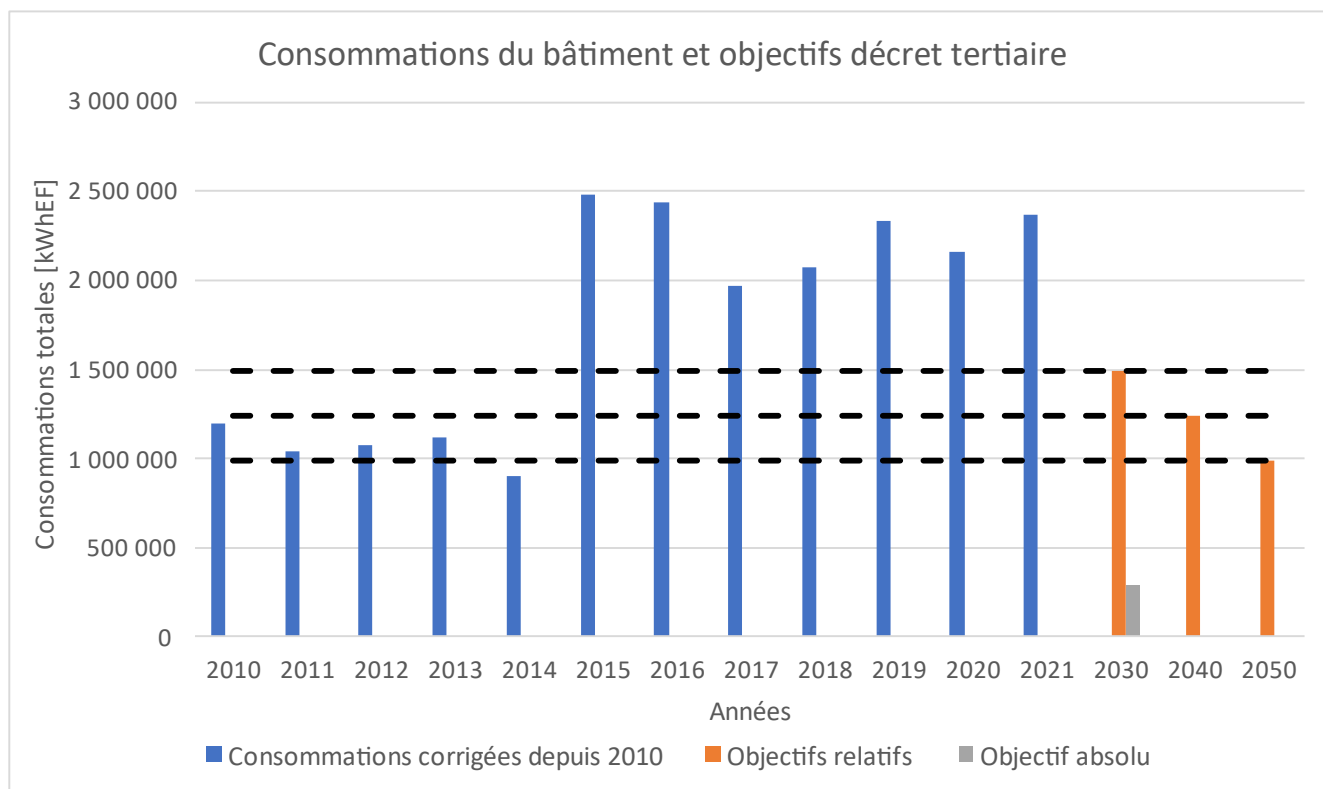
L'année de référence la plus adaptée aux obligations du Décret Tertiaire est mise en évidence dans le tableau ci-dessous :



### Analyses

- > Le client nous a fourni les consommations de 2010 à 2021 sur le site de Vendargues. Les consommations sont complètes à partir de 2015.
- > Les années 2020 et 2021 ne sont pas considérées comme une année de référence dans le cadre du décret tertiaire.
- > Le choix de se baser sur l'année d'étude 2019 est fait. Voir 4.2.1 pour plus d'informations.
- > L'année de référence choisie est l'année complète avec les plus fortes consommations, soit l'année 2015.

## Situation du Site



### Analyses

- > L'année de référence Décret Tertiaire choisie est 2015, la consommation à l'année de référence est de 547 kWhEF/m<sup>2</sup>, ce qui semble important pour un bâtiment de bureaux.
- > Cela peut s'expliquer par la présence d'équipements spécifiques dans les laboratoires.
- > Le chemin déjà parcouru entre l'année de référence et l'année la plus récente (2019) est de 9 %. Bien comprendre que les consommations des années d'études 2015-2019 diffèrent de l'année la plus récente, c'est pourquoi on trouve un écart.
- > L'objectif en valeur absolue pour un bâtiment de bureaux en zone H3 est de 90 kWhEF/m<sup>2</sup>. La valeur dépend de la zone climatique, de la surface et du taux d'occupation (plus faible sur le site Vendargues que celui de Saint-Denis).
- > **À l'horizon 2030, il sera plus facile d'atteindre l'objectif Relatif, c'est-à-dire un gain de 36 % par rapport à l'année d'étude.**
- > **À l'horizon 2050, il sera plus facile d'atteindre l'objectif Relatif, c'est-à-dire un gain de 57 % par rapport à l'année d'étude, étant donné que l'objectif Absolu 2050 n'est pas encore connu.**

## 4 ÉNERGIES

### 4.1 Plan de comptage des énergies

<b>Chauffage</b>	Production de chauffage principal par des chaudières et par des unités frigorifiques réversibles.
<b>ECS</b>	Production ECS par des ballons d'eau chaude
<b>Climatisation</b>	Production de froid par des unités frigorifiques réversibles.

Énergie	PDL/PCE	Localisation	Nom du circuit	Type de sous compteur	État
Gaz naturel	<b>PDL:</b> <i>Comptage fournisseur</i>	Chaufferie	Chauffage	Thermique	<b>À créer</b>
		Chaufferie	ECS	Thermique	<b>À créer</b>
Électricité	<b>PDL:</b> <i>Comptage fournisseur</i>	TGBT	Éclairage	Électrique	<b>À créer</b>
		TGBT	ECS	Électrique	<b>À créer</b>
		TGBT	Ventilation	Électrique	<b>À créer</b>
		TGBT	Cuisine	Électrique	<b>À créer</b>
		TGBT	Climatisation	Électrique	<b>À créer</b>
		TGBT	Photovoltaïque	Électrique	<b>À créer</b>

Commentaires
<p>Électricité : Le site dispose d'un compteur pour l'électricité. Le plan de comptage actuel ne permet pas non plus de distinguer les consommations d'électricité par usage (éclairage, ventilation, climatisation, cuisine). Il est envisagé <b>la mise en place d'un compteur unique par usage</b>. La mise en place d'un système de mesure non intrusive, type Smart Impulse est préconisée dans cette étude, étant donné le grand nombre de sous compteurs nécessaire. Cette solution permet, à partir d'un unique compteur et d'algorithmes basés sur les harmoniques du signal électrique, d'identifier les consommations d'un bâtiment par usage.</p> <p>Gaz naturel : <b>La mise en place de sous compteurs thermiques</b> est préconisée afin de vérifier les éventuelles dérives.</p>



## 4.2 Gaz naturel

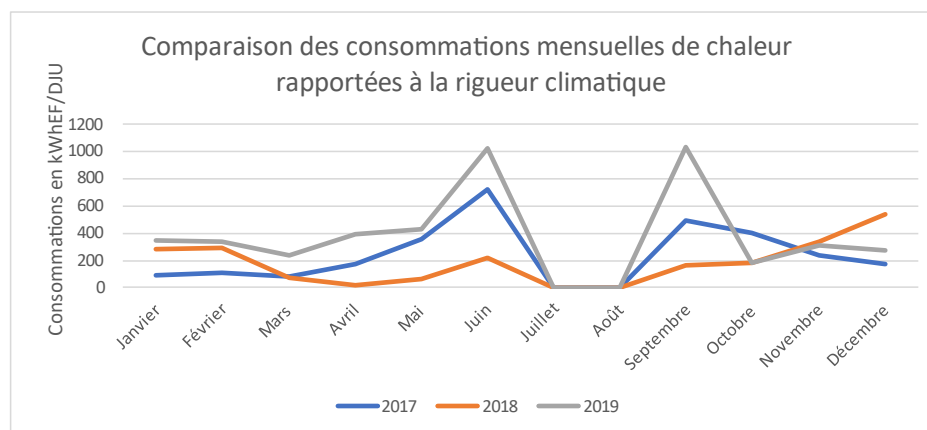
Les consommations ci-dessous sont issues des données fournies par la Maîtrise d'Ouvrage.

Consommations énergétiques réelles		2017	2018	2019	Moyenne 2017-2019 Corrigée DJU	Ratio kWhEF/m <sup>2</sup> sdp
Gaz naturel	Consommations (kWh EF <sub>PCI</sub> )	446 208	565 092	875 052	629 415	79
	Émissions de CO2 (kg <sub>éq-CO2</sub> )	104 413	132 232	204 762	147 135	
	Dépenses (€ TTC)	40 159	50 858	78 755	56 647	
	Coût unitaire (c € TTC/kWh)	5.5	4.9	4.9	5.1	

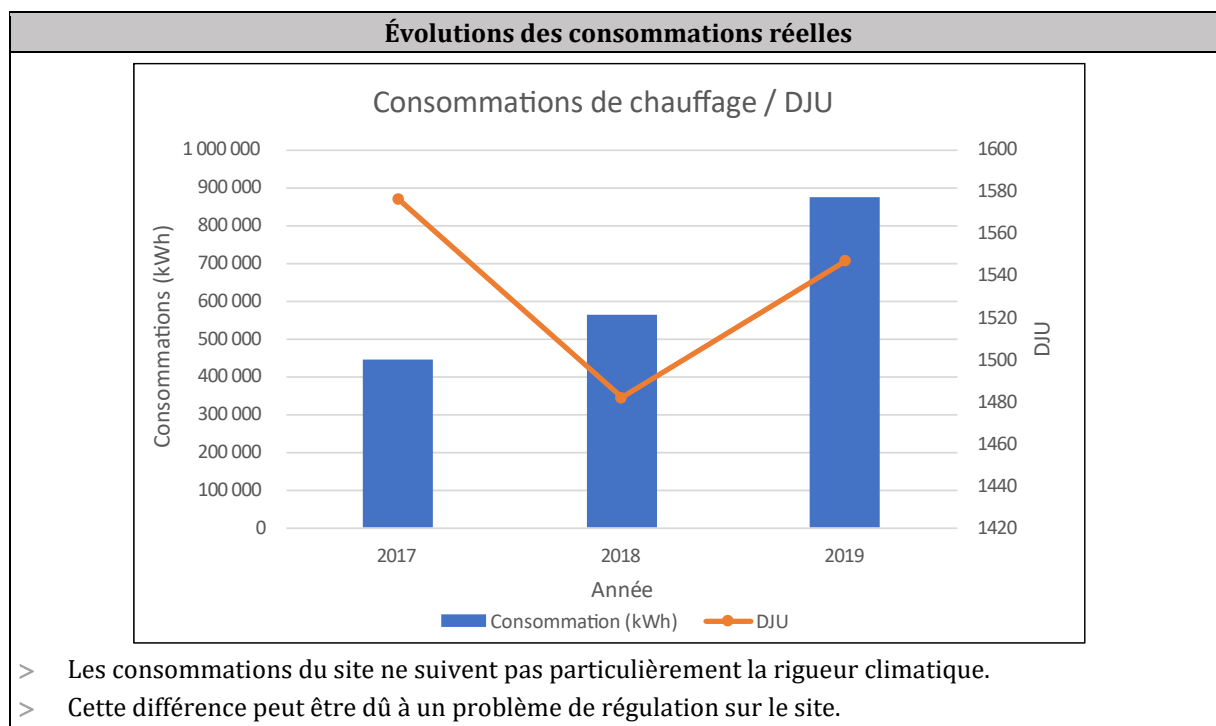
### Évolutions des consommations réelles

> Nous pouvons remarquer :

- 2019 le niveau de consommation : environ 400 kWh
- 2018 le niveau de consommation : environ 100 kWh
- 2017 le niveau de consommation : environ 150 kWh



- > L'analyse de l'évolution des consommations permet de faire remonter beaucoup d'anomalies dans les consommations.
- > Pour les années 2017 à 2019, des consommations estivales très importantes sont relevées, alors que le gaz alimente seulement le chauffage sur ce site. Ces consommations laissent penser que de fortes refacturations ont eu lieu sur les mois hors saison de chauffe, cela ne permet pas d'analyser correctement les consommations. **La mise en place de sous compteurs supplémentaires permettrait de faire remonter ces anomalies.**



## 4.3 Électricité

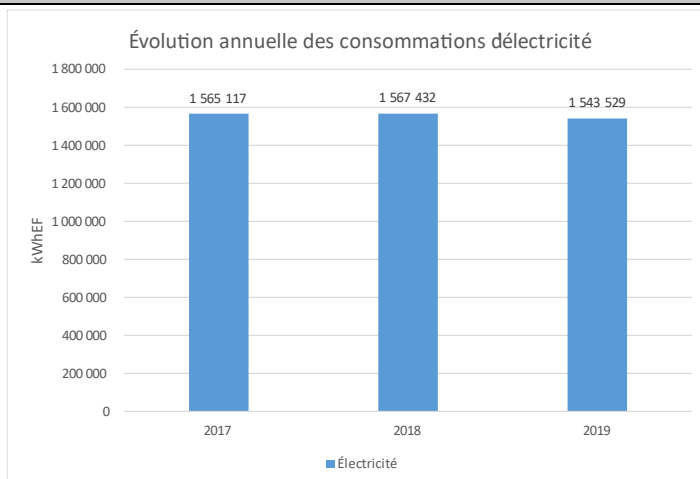
### 4.3.1 Évolution des consommations réelles

Les consommations ci-dessous sont issues des données fournies par la Maîtrise d'Ouvrage.

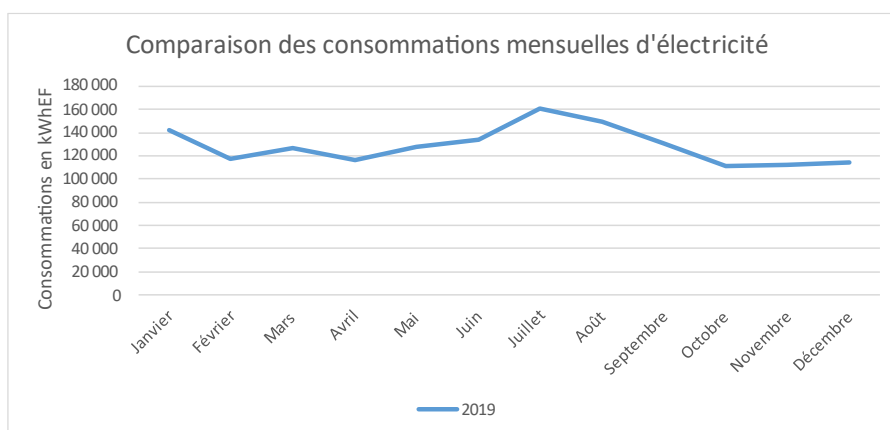
Consommations énergétiques réelles		2017	2018	2019	Moyenne 2017-2019	Ratio kWh <sub>EF</sub> /m <sup>2</sup> <sub>sp</sub>
Électricité	Consommations (kWh <sub>EF</sub> )	1 565 117	1 567 432	1 543 529	1 558 693	194,4
	Émissions de CO <sub>2</sub> (kg <sub>éq-CO2</sub> ) <sup>1</sup>	131 470	131 664	129 656	130 930	
	Dépenses (€ <sup>TTC</sup> )	250 419	250 789	246 965	249 391	
	Coût unitaire (c € <sup>TTC</sup> /kWh)	10,2	10,9	11,2	11	

<sup>1</sup> Le taux d'émission de CO<sub>2</sub> pour l'énergie électrique est précisé dans les Annexes : Émissions de CO<sub>2</sub>.

## Évolutions des consommations réelles



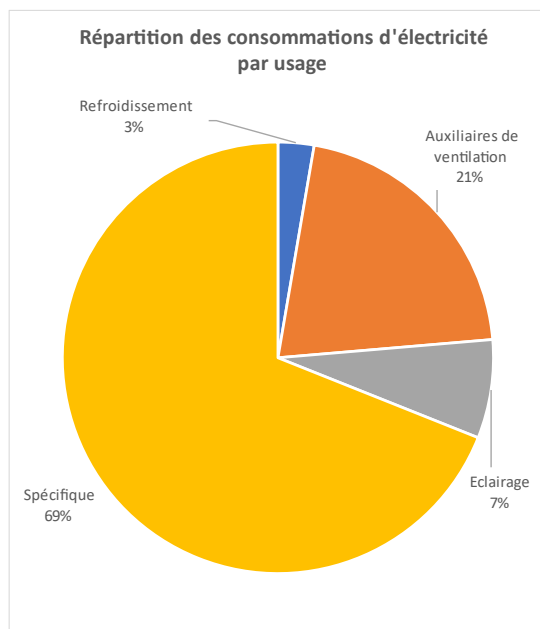
- > Les consommations électriques semblent constantes sur les 3 années d'études.



- > L'évolution moyenne des consommations mensuelles ne présente pas d'anomalies particulières, la consommation mensuelle estivale est élevée pour la climatisation de nombreuses zones (salles serveur, laboratoires et bureaux) et prend en compte les consommations liées aux usages spécifiques (bureautique et équipements spécifiques).
- > Concernant l'évolution des dépenses, le coût unitaire de l'énergie semble constant et suit l'évolution nationale.
- > **Le modèle se basera sur l'année 2019.**
- > Les informations remontées au sujet de la puissance souscrite et la puissance atteinte sont nulles et ne permettent donc pas de réaliser une analyse.

### 4.3.2 Répartition de la consommation d'électricité

Lors de la simulation de l'existant, le calcul de consommation d'un équipement est le produit d'une puissance par un temps de fonctionnement en tenant compte du taux de charge (souvent appelé foisonnement) de cet équipement. L'ensemble des consommations par poste est alors comparé aux consommations présentes sur les factures pour éventuellement ajuster les hypothèses prises – hypothèses présentées dans le chapitre Analyse technique 0. La répartition des consommations d'électricité (énergie finale) par poste est présentée dans le diagramme ci-dessous :



#### Analyse

Nous pouvons voir dans l'analyse de consommations que ces consommations restent constantes sur l'année étude.

**La part la plus importante de consommations représente les usages spécifiques, ces consommations sont incompressibles.** Seule, une utilisation plus sobre des usagers permettra de réduire ces postes de consommation. Pour cela, une campagne de sensibilisation énergétique peut être menée auprès des usagers.

Ensuite, un effort pourra être entrepris en priorité sur les auxiliaires de ventilation et sur le bon usage de l'éclairage afin de réduire la part de consommation électrique.

#### 4.4 Décomposition énergétique et financière par poste

Ce tableau de décomposition des consommations par poste correspond aux résultats de la **méthode PLEIADES**. Les consommations présentées ici sont issues d'une simulation se rapprochant au plus près des consommations réelles du site. Le tableau distingue les consommations électriques des consommations de chaleur.

Répartition des consommations		kWh	kWh	kWh	TéqCO2	€ TTC
Usage	Énergie	EF/PCI	EF/PCI/m <sup>2</sup>	EP/PCI		
Chauffage	Gaz naturel	657 929	82	657 929	149	36 552
ECS	Gaz naturel	120 461	15	120 461	27	6 692
Refroidissement	Électricité	39 922	5	103 000	3	519
ECS	Électricité	474	0	1 222	0	6
Auxiliaires de ventilation	Électricité	310 279	39	800 520	20	4 034
Auxiliaires de distribution	Électricité	4 792	1	12 364	0	62
Éclairage	Électricité	109 472	14	282 438	7	1 423
Spécifique	Électricité	1 021 155	127	2 634 579	65	13 275
<b>TOTAL</b>		<b>2 264 548</b>	<b>283</b>	<b>4 612 677</b>	<b>272</b>	<b>62 564</b>
			<b>Entretien</b>	Maintenance P2	11 168	
				Renouvellement P3	26 800	
			<b>Total P2 + P3</b>		<b>37 968</b>	
			<b>Total € TTC</b>		<b>100 532</b>	

##### Analyse :

Le bilan financier est calculé toutes taxes comprises. La maintenance des installations de chauffage est soumise à la TVA de 20 %. Le coût associé englobe les prestations liées à l'ensemble du site. L'ensemble des postes tient compte d'un tarif de l'énergie en € TTC.

Le montant global des dépenses énergétiques est d'environ 100 500 € soit 12,5 €/m<sup>2</sup> SDP.

## ANALYSE TECHNIQUE

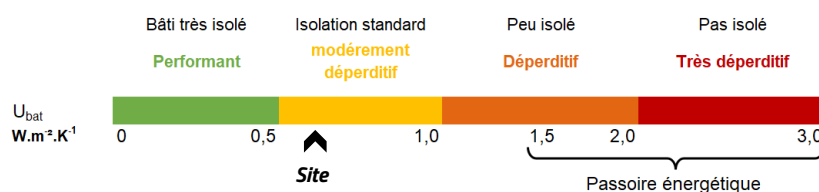
### 4.5 Bâti

#### 4.5.1 Synthèse

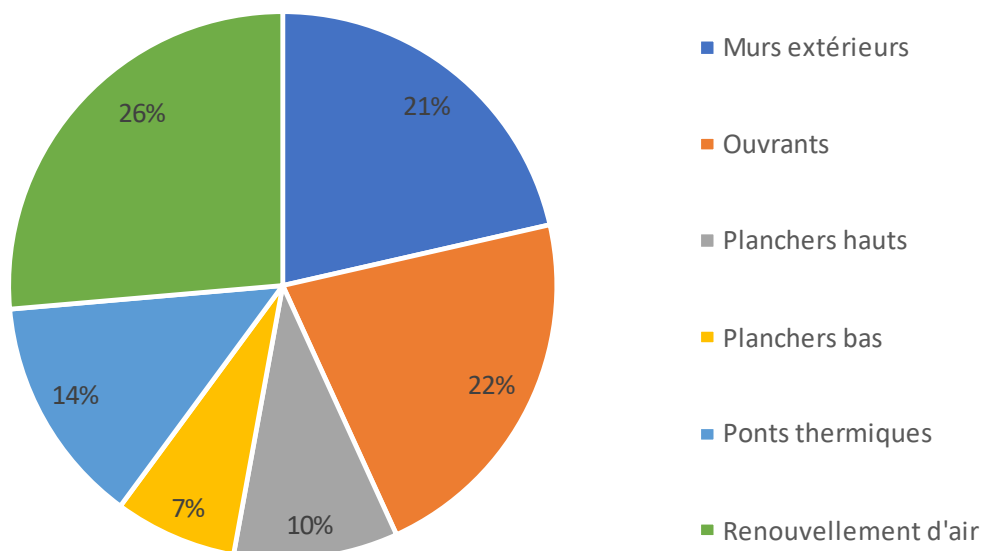
À partir des relevés effectués sur le bâti, une étude des déperditions a été réalisée à partir de Pléiade, aboutissant aux résultats suivants :

<b><i>U<sub>bat</sub> (W. m<sup>-2</sup>. K<sup>-1</sup>)</i></b>	0,57	Le bâti est moyennement isolé.
<b><i>S<sub>vitrage</sub>/S<sub>façade</sub></i></b>	21 %	Le bâtiment est correctement vitré
<b><i>Inertie</i></b>	Moyenne	Les murs en béton apportent une inertie moyenne.
<b><i>Étanchéité à l'air</i></b>	Faible	Infiltrations d'air présentes par les menuiseries, peu d'aération naturelle sur le site.
<b><i>Compacité/architecture</i></b>	1,07	La conception architecturale est à l'origine d'une grande surface de façades déperditives et de points singuliers difficiles à isoler.

Le  $U_{bat}$  correspond au coefficient moyen de déperdition du bâtiment. Il caractérise l'ensemble des déperditions par transmission (parois, baies & ponts thermiques). L'échelle ci-dessous indique le niveau de performance de l'enveloppe en fonction de ce coefficient :



#### Répartition des déperditions du Bâtiment





Répartition des déperditions issue du modèle numérique Pléiades.


#### 4.5.2 Composition des parois Bâtiment Administratif

Performance	
0	Très Énergivore
1	Énergivore
2	Performant
3	Très Performant

Vétusté	
0	À remplacer
1	État d'usage
2	Bon état
3	Neuf

Paroi opaque					
Murs béton sur extérieurs		Surface	U	P	V
	Type :	Béton plein	697 m <sup>2</sup>	0,56	1
	Épaisseur :	20 cm			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur			
	Isolant :	Laine de verre			
	Épaisseur d'isolation :	5 cm			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
Garde-fou RTex 2018 (R) :		2,9			

Menuiserie					
Fenêtre DV Alu 4/6/4		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Aluminium/Double vitrage lame d'air 6 mm	371 m <sup>2</sup>	4,06	1
	Étanchéité :	Moyenne			
	Position :	Nu extérieur			
	Fermeture :	Oscillo-battante			
	Pathologies :	Présence de défaut d'étanchéité à l'air au niveau des ouvrants ; Vétustes			
	Garde-fou RTex 2018 (Uw) :	1,9			

Plancher haut					
Toiture-terrasse		Surface	U	P	V
	Type :	Charpente métallique	1 315 m <sup>2</sup>	0,21	2
	Épaisseur :	10 cm			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus			
	Isolant :	Laine de verre			
	Épaisseur d'isolation :	6 cm			
	Étanchéité :	Membrane PVC			
	Pathologies :	Présence de défaut d'étanchéité, Mauvaise évacuation des eaux de pluie			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3,3			

Plancher bas					
Plancher bas sur terre-plein		Surface	U	P	V
-	Type :	Dalle béton	695 m <sup>2</sup>	0,16	1
	Épaisseur :	20 cm			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Aucune isolation			
	Isolant :	Aucun			



Analyses et conséquences	
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Les murs du site sont faiblement isolés. Les murs constituent une source importante de déperditions. <b>La mise en place d'une isolation par l'extérieur</b> permettrait de réduire les consommations, cette optimisation semble faisable au regard de l'aspect architectural du site.</li> <li>&gt; Les menuiseries sont vétustes et présentent de lourds défauts d'étanchéité au niveau des ouvrants, <b>le remplacement des fenêtres, ainsi que des portes</b> permettra de limiter les infiltrations d'air.</li> <li>&gt; Les planchers hauts sont moyennement isolés et présentent des défauts d'étanchéité, ainsi qu'une mauvaise évacuation des eaux. L'étude préconise <b>la reprise de l'isolation sur les toitures-terrasses dans un scénario ambitieux.</b></li> </ul>	

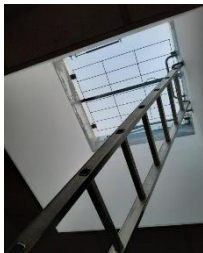




#### 4.5.3 Composition des parois Bâtiment Laboratoire


Performance	
0	Très Énergivore
1	Énergivore
2	Performant
3	Très Performant

Vétusté	
0	À remplacer
1	État d'usage
2	Bon état
3	Neuf

Paroi opaque					
Murs béton sur extérieurs		Surface	U	P	V
	Type :	Béton plein	1 776 m²	0,56	1
	Épaisseur :	20 cm			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur			
	Isolant :	Laine de verre			
	Épaisseur d'isolation :	5 cm			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	2,9			
Murs béton sur extérieurs extension		Surface	U	P	V
	Type :	Béton plein	315 m²	0,39	2
	Épaisseur :	20 cm			
	Année :	1996			
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par l'intérieur			
	Isolant :	Laine de verre			
	Épaisseur d'isolation :	8 cm			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
Garde-fou RTex 2018 (R) :	2,9				

Menuiserie					
Skydome		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Aluminium/Polycarbonate simple-peau	5 m <sup>2</sup>	3,3	1
	Étanchéité :	Faible			
	Occultation :	Aucune			
	Type :	Lanterneau			
	Inclinaison :	Horizontale			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Garde-fou RTex 2018 (Uw) :	1,9			
Fenêtre DV Alu 4/16/4		Surface	Uw	P	V
	Matériau et vitrage :	Alu/Double vitrage lame d'air 16 mm	362 m <sup>2</sup>	1,8	2
	Étanchéité :	Moyenne			
	Position :	Nu extérieur			
	Fermeture :	Oscillo-battante			
	Pathologies :	Absence de pathologie			
	Garde-fou RTex 2018 (Uw) :	1,9			
Fenêtre DV Alu 4/6/4		Surface	Uw	P	V

	Matériau et vitrage :	Aluminium/Double vitrage lame d'air 6 mm	350 m <sup>2</sup>	4,06	1	2
	Étanchéité :	Moyenne				
	Position :	Nu extérieur				
	Fermeture :	Oscillo-battante				
	Pathologies :	Présence de défaut d'étanchéité à l'air au niveau des ouvrants ; Vétustes				
	Garde-fou RTex 2018 (Uw) :	1,9				

Plancher haut						
Toiture-terrasse			Surface	U	P	V
	Type :	Charpente métallique	3 350 m²	0,21	2	1
	Épaisseur :	10 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Isolation par-dessus				
	Isolant :	Laine de verre				
	Épaisseur d'isolation :	6 cm				
	Étanchéité :	Membrane PVC				
	Pathologies :	Présence de défaut d'étanchéité, Mauvaise évacuation des eaux de pluie				
	Garde-fou RTex 2018 (R) :	3,3				

Plancher bas						
Plancher bas sur terre-plein			Surface	U	P	V
-	Type :	Dalle béton	1 775 m²	0,16	1	2
	Épaisseur :	20 cm				
	Mise en œuvre de l'isolation :	Aucune isolation				
	Isolant :	Aucun				




Analyses et conséquences	
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Les murs du site sont faiblement isolés. Les murs constituent une source importante de déperditions. <b>La mise en place d'une isolation par l'extérieur</b> permettrait de réduire les consommations énergétiques.</li> <li>&gt; Les menuiseries sont vétustes et présentent de lourds défauts d'étanchéité au niveau des ouvrants, <b>le remplacement des fenêtres, ainsi que des portes</b> permettra de limiter les infiltrations d'air.</li> <li>&gt; Les planchers hauts sont moyennement isolés et présentent des défauts d'étanchéité, ainsi qu'une mauvaise évacuation des eaux. L'étude préconise <b>la reprise de l'isolation sur les toitures-terrasses dans un scénario ambitieux.</b></li> </ul>	


#### 4.6 Chauffage Bâtiment Administratif

Performance	
0	Très Énergivore
1	Énergivore
2	Performant
3	Très Performant


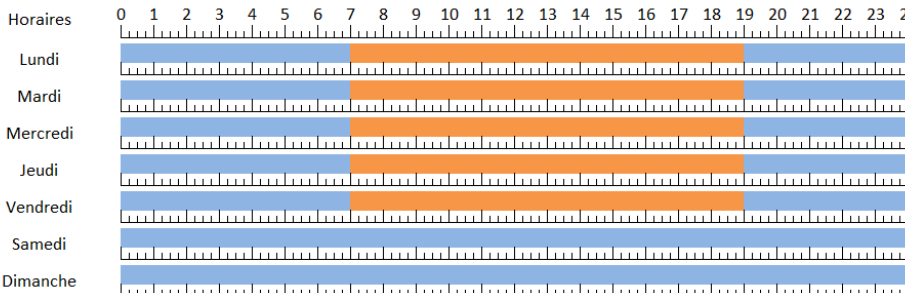
Vétusté	
0	À remplacer
1	État d'usage
2	Bon état
3	Neuf

La production de chauffage est commune sur les deux bâtiments.

Émission de chaleur				
Radiateurs			P	V
	Énergie :	Hydraulique	2	2
	Technologie :	Radiateur		
	Matériau :	Acier		
	Pathologies :	Absence de pathologie		
Soufflage depuis une CTA			P	V
	Locaux desservis :	Ensemble du site	2	2
	Position :	Bouche de soufflage plafonnier		
	Pathologies :	Absence de pathologie		
Ventilo-convecteurs chauds			P	V
	Locaux desservis :	Ensemble du bâtiment	2	2
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)		
	Position :	En faux plafond		
	Pathologies :	Absence de pathologie		
	Marque :	AERMEC		
	Nombre :	29		

Régulation terminale chauffage			
Robinet Thermostatique		P	V
	Technologie :	Robinets thermostatiques anciens	1

Analyses et conséquences	
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Les ventilo-convecteurs sont en bon état et performants.</li> <li>&gt; Les robinets thermostatiques sont anciens. <b>Il est préconisé de les remplacer par des robinets thermostatique plus récent</b> afin d'améliorer la régulation de chauffage et diminuer les consommation de chauffage.</li> </ul>	



Régulation horaire centrale – Réseaux chauffage		P	V
	Technologie : GTC centralisée	2	2
	Programmation : Hebdomadaire		
	Nombre de départs régulés : 1		
	Température de confort : 23		
	Température de réduit : 20		
	Performance régulation : Bonne		
	Locaux desservis : Ensemble du site		
	Nombre : 1		
Localisation : Local technique			
<p>Horaires</p>  <p>Consignes : <span style="color: orange;">■</span> Confort : 23.0 °C <span style="color: blue;">■</span> Réduit : 20.0 °C</p> <p>Réseaux de chauffage</p>			



Analyses et conséquences
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Les programmations et régulations de chaufferie ne sont pas adaptées à l'usage du bâtiment.</li> <li>&gt; Il est opportun d'adapter la programmation de chauffage avec de bonnes température. Pour rappel, ces températures sont comprises selon <b>le CCTP Lot 2 de la maintenance multitechnique</b> entre 19 °C à 23 °C du lundi au vendredi, ce qui laisse une trop grande amplitude de température.</li> <li>&gt; La GTC centralisée permet de faire remonter les alarmes et d'assurer les actions à distance.</li> </ul>


#### 4.7 Chauffage Bâtiment Laboratoire



Performance	
0	Très Énergivore
1	Énergivore
2	Performant
3	Très Performant


Vétusté	
0	À remplacer
1	État d'usage
2	Bon état
3	Neuf

Production de chaleur			
Chaudière Gaz condensation		P	V
	Énergie :	Gaz naturel	
	Puissance thermique :	450 kW	
	Technologie :	Condensation	
	Fonction :	Chaudière principale	
	Cascade :	Non	
	Nombre :	1	
	Brûleur intégré :	Non	
		2	2
Chaudières Gaz de secours		P	V
	Énergie :	Gaz naturel	
	Puissance thermique :	350 kW	
	Technologie :	Condensation	
	Fonction :	Chaudière de secours	
	Cascade :	Non	
	Nombre :	2	
	Brûleur intégré :	Non	
		1	1


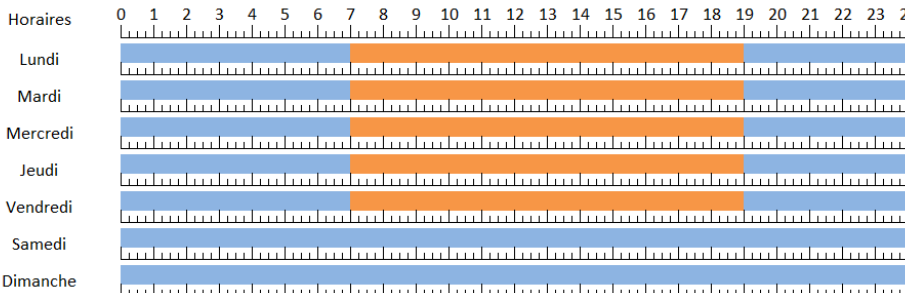
Auxiliaire de chauffage			
Pompe chauffage débit constant		P	V
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Marque :	SALMSON	
	Modèle :	NO 65- 200	
	Nombre :	2	
	Puissance :	2,2 kW	
		1	1
Pompe chauffage en sous-station		P	V
	Technologie :	Pompe à débit constant	
	Type :	Pompe simple	
	Marque :	GRUNDFOS	
	Modèle :	MAGNA 3	
	Nombre :	3	
	Puissance :	1,5 kW	
		1	1

Émission de chaleur			
Radiateurs		P	V
	Énergie :	Hydraulique	
	Technologie :	Radiateur	
	Matériau :	Acier	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
		2	2

Soufflage depuis une CTA			P	V
	Locaux desservis :	Ensemble du site	2	2
	Position :	Bouche de soufflage plafonnier		
	Pathologies :	Absence de pathologie		
Ventilo-convecteurs chauds			P	V
	Locaux desservis :	Ensemble du bâtiment	2	2
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)		
	Position :	En faux plafond		
	Pathologies :	Absence de pathologie		
	Marque :	AERMEC		
	Nombre :	78		

Régulation terminale chauffage			
Robinet Thermostatique			
	P	V	
	Technologie :	Robinets thermostatiques anciens	
	2	1	

Analyses et conséquences
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Deux des chaudières situées dans la chaufferie sont vétustes, bien qu'elles servent de chaudières de secours. Une chaudière principale alimente en chauffage le site, ainsi que l'ECS. <b>La mise en place d'un système de production plus vertueux serait envisageable.</b></li> <li>&gt; Les robinets thermostatiques sont anciens. <b>Il est préconisé de les remplacer par des robinets thermostatique plus récents</b> afin d'améliorer la régulation de chauffage et diminuer les consommation de chauffage.</li> <li>&gt; Les réseaux de distribution sont bien calorifugés et les circulateurs fonctionnent à débit constant. <b>La mise en place de pompes à débit variables est préconisée.</b></li> <li>&gt; Lors de notre visite, il a été constaté que la chaufferie et la sous-station étaient encombrées de divers objets, matériaux et de cartons. <b>Il est recommandé de retirer ces encombrants hors de la chaufferie et de la sous-station pour des raisons d'accessibilités et de sécurité des intervenants.</b></li> </ul>


Régulation horaire centrale – Réseaux chauffage		P	V
	Technologie : GTC centralisée	2	2
	Programmation : Hebdomadaire		
	Nombre de départs régulés : 1		
	Température de confort : 23		
	Température de réduit : 20		
	Performance régulation : Bonne		
	Locaux desservis : Ensemble du site		
	Nombre : 1		
Localisation : Local technique			
<p>Horaires</p>  <p>Consignes : <span style="color: orange;">■</span> Confort : 23.0 °C <span style="color: blue;">■</span> Réduit : 20.0 °C</p> <p>Réseaux de chauffage</p>			

Analyses et conséquences
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Les programmations et régulations de chaufferie ne sont pas adaptées à l'usage du bâtiment.</li> <li>&gt; Il est opportun d'adapter la programmation de chauffage avec de bonnes température. Pour rappel, ces température sont comprises entre 19 °C à 23 °C du lundi au vendredi, ce qui laisse un trop grande amplitude de température.</li> <li>&gt; La GTC centralisée permet de faire remonter les alarmes et d'assurer les actions à distance.</li> </ul>

#### 4.8 Ventilation Bâtiment Administratif

Performance	
0	Très Énergivore
1	Énergivore
2	Performant
3	Très Performant

Vétusté	
0	À remplacer
1	État d'usage
2	Bon état
3	Neuf

Équipement de ventilation			
Ventilation double flux Amphithéâtre		P	V
	Technologie :	CTA DF sans récupération d'énergie et avec caisson de mélange	
	Échangeur :	Sans objet	
	Débit d'air soufflé :	4 000 m3/h	
	Débit d'air repris :	4 000 m3/h	
	Batterie froide :	Hydraulique	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Année :	1985	
	Marque :	VIM	
	Locaux desservis :	Amphithéâtre	
	Nombre :	1	
Ventilation double flux Administration		P	V
-	Technologie :	CTA DF sans récupération d'énergie et avec caisson de mélange	
	Échangeur :	Sans objet	
	Débit d'air soufflé :	35 000 m3/h	
	Débit d'air repris :	35 000 m3/h	
	Batterie froide :	Hydraulique	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Année :	1985	
	Marque :	VIM	
	Nombre :	1	




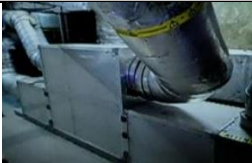
Analyses et conséquences
Les locaux sont majoritairement ventilés par des centrales de traitement d'air double flux. Les sanitaires sont ventilés de manière mécanique grâce à de la ventilation simple flux. <b>Afin de faire des économies, il est recommandé de mettre en place une ventilation double flux avec récupération de chaleur.</b>



#### 4.9 Ventilation Bâtiment Laboratoire

Performance	
0	Très Énergivore
1	Énergivore
2	Performant
3	Très Performant

Vétusté	
0	À remplacer
1	État d'usage
2	Bon état
3	Neuf

Équipement de ventilation			
Ventilation Double Flux Toxicologie		P	V
	Technologie :	CTA DF avec récupération d'énergie et avec caisson de mélange	
	Échangeur :	Échangeur à plaques	
	Débit d'air soufflé :	7 100 m3/h	
	Débit d'air repris :	7 100 m3/h	
	Batterie froide :	Hydraulique	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Marque :	WESPER	
	Modèle :	CDC 71	
	Nombre :	1	
	Année :	2010	
Ventilation Double Flux Physico-Chimie		P	V
	Technologie :	CTA DF avec récupération d'énergie et avec caisson de mélange	
	Échangeur :	Échangeur à plaques	
	Rendement échangeur :	85 %	
	Débit d'air soufflé :	6 165 m3/h	
	Débit d'air repris :	6 165 m3/h	
	Batterie froide :	Hydraulique	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Marque :	WESPER	
	Modèle :	CDC 56	
	Nombre :	1	
	Année :	2010	
Ventilation Double Flux Pharmacologie		P	V
	Technologie :	CTA DF avec récupération d'énergie et avec caisson de mélange	
	Échangeur :	Échangeur à plaques	
	Rendement échangeur :	85 %	
	Débit d'air soufflé :	4 200 m3/h	
	Débit d'air repris :	4 200 m3/h	
	Batterie froide :	Hydraulique	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Marque :	WESPER	
	Modèle :	CDC 35	
	Nombre :	1	
	Année :	2016	
Ventilation Double Flux Microbiologie		P	V
	Technologie :	CTA DF avec récupération d'énergie et avec caisson de mélange	
	Échangeur :	Échangeur à plaques	
	Rendement échangeur :	85 %	

	Débit d'air soufflé : 2 900 m3/h Débit d'air repris : 2 900 m3/h Batterie froide : Hydraulique Pathologies : Absence de pathologie Marque : WESPER Modèle : CDC 35 Nombre : 1 Année : 2010		
<b>Ventilation double flux Grand Volume</b>		<b>P</b>	<b>V</b>
-	Technologie : CTA DF avec récupération d'énergie et avec caisson de mélange Échangeur : Échangeur à plaques Débit d'air soufflé : 8 000 m3/h Débit d'air repris : 8 000 m3/h Batterie froide : Hydraulique Pathologies : Absence de pathologie Marque : WESPER Nombre : 1	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Ventilation double flux Couloir TOX</b>		<b>P</b>	<b>V</b>
-	Technologie : CTA DF avec récupération d'énergie et avec caisson de mélange Échangeur : Échangeur à plaques Débit d'air soufflé : 7 100 m3/h Débit d'air repris : 7 100 m3/h Batterie froide : Hydraulique Pathologies : Absence de pathologie Marque : WESPER Nombre : 1	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Ventilation double flux Box stériles</b>		<b>P</b>	<b>V</b>
-	Technologie : CTA DF avec récupération d'énergie et avec caisson de mélange Échangeur : Échangeur à plaques Débit d'air soufflé : 2 560 m3/h Débit d'air repris : 2 560 m3/h Batterie froide : Hydraulique Pathologies : Absence de pathologie Marque : GEA Nombre : 2	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Ventilation double flux CMR</b>		<b>P</b>	<b>V</b>
-	Technologie : CTA DF avec récupération d'énergie et avec caisson de mélange Échangeur : Échangeur à plaques Débit d'air soufflé : 1 000 m3/h Débit d'air repris : 1 000 m3/h Batterie froide : Hydraulique Pathologies : Absence de pathologie Marque : GEA Nombre : 1 Année : 2005	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Ventilation double flux GENOTOX</b>		<b>P</b>	<b>V</b>

-	Technologie : CTA DF avec récupération d'énergie et avec caisson de mélange		2	2
	Échangeur : Échangeur à plaques			
	Débit d'air soufflé : 2 450 m3/h			
	Débit d'air repris : 2 700 m3/h			
	Batterie froide : Hydraulique			
	Pathologies : Absence de pathologie			
	Marque : CIAT			
	Nombre : 1			
Ventilation double flux L3			P	V
-	Technologie : CTA DF avec récupération d'énergie et avec caisson de mélange		2	2
	Échangeur : Échangeur à plaques			
	Débit d'air soufflé : 5 500 m3/h			
	Débit d'air repris : 6 000 m3/h			
	Batterie froide : Hydraulique			
	Pathologies : Absence de pathologie			
	Marque : ROBATHERM			
	Nombre : 1			
	Année :	2008		
Caisson extraction Sorbonnes			P	V
-	Technologie : Autoréglable		2	2
	Type : Sur conduit			
	Extracteur : Classique			
	Pathologies : Absence de pathologie			
	Marque : PPH			
	Modèle : vsbt 25 plastifer			
	Locaux desservis : Laboratoires			
	Nombre : 7			


### Analyses et conséquences



Les locaux sont majoritairement ventilés par des centrales de traitement d'air double flux. Les sanitaires sont ventilés de manière mécanique grâce à de la ventilation simple flux. Aucune préconisation n'est envisagée sur ce poste.

#### 4.10 Climatisation Bâtiment Administratif

Performance	
0	Très Énergivore
1	Énergivore
2	Performant
3	Très Performant


Vétusté	
0	À remplacer
1	État d'usage
2	Bon état
3	Neuf

Production de froid			
Clim bureaux		P	V
-	Type :	Multisplit	
	Puissance froide :	6 kW	
	Technologie :	EER >= 3,5	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Terrasse	
	Année :	2010	
	Marque :	Daikin	
	Modèle :	RKS60F3V1B	
	Nombre :	1	
Clim salle serveurs		P	V
	Type :	Multisplit	
	Puissance froide :	4.2 kW	
	Puissance électrique :	1.7 kW	
	Technologie :	EER >= 3,5	
	EER :	3.23	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Terrasse	
	Année :	2019	
	Marque :	Daikin	
	Modèle :	RXS50L2V1B	
	Nombre :	1	

Émission de froid			
Soufflage froid		P	V
	Locaux desservis :	Ensemble du bâtiment	
	Position :	Bouche de soufflage plafonnière	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Technologie :	Soufflage depuis une CTA	
Ventilo-convecteurs froids		P	V
	Année :	2019	
	Locaux desservis :	Ensemble du bâtiment	
	Énergie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)	
	Position :	En faux plafond	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Marque :	Daikin	

### Commentaire :

Les groupes froids et la plupart des unités à détente directe sont récents. Aucune préconisation concernant les équipements de climatisation ne sera faite.

Régulation centrale froid		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance simple	
	Programmation :	Hebdomadaire	
	Nombre de départs régulés :	1	
	Température de confort :	25	
	Température de réduit :	Non climatisée	
	Performance régulation :	Optimisable	
	Marque :	Honeywell	
	Locaux desservis :	Ensemble du site	
		2	2


### Analyses et conséquences



- > Une grande majorité du site dispose de systèmes à **détentes directes réversibles assurant chauffage et refroidissement**. La climatisation est utilisée en été pour rafraîchir les locaux exposés au sud.
- > Les équipements sont globalement performants et en état d'usage.
- > Les programmations et régulations de la climatisation ne sont pas adaptées à l'usage du site. Il est opportun d'adapter la température de climatisation. Les températures de consigne sont également à ajuster avec 26 °C en mode confort. **Ces préconisations sont déjà demandées dans le CCTP Lot 2 de la maintenance multitechnique.**
- > La climatisation représente une faible part des consommations (3 % du total). Afin de les réduire, il est nécessaire de mener une étude de confort estival pour mesurer l'incidence des solutions de confort passives (occultation des menuiseries, brise-soleils, casquettes, ventilation nocturne, etc...).

#### 4.11 Climatisation Bâtiment Laboratoire


Performance	
0	Très Énergivore
1	Énergivore
2	Performant
3	Très Performant

Vétusté	
0	À remplacer
1	État d'usage
2	Bon état
3	Neuf

Production de froid			
Clim laboratoires		P	V
	Type :	Multisplit	
	Puissance froide :	6 kW	
	Technologie :	EER >= 3,5	
	Fluide frigorigène :	R410A	
	Position :	Terrasse	
	Année :	2010	
	Marque :	Daikin	
	Modèle :	RKS60F3V1B	
	Nombre :	1	
		3	2

Émission de froid			
Soufflage froid		P	V
	Locaux desservis :	Ensemble du bâtiment	
	Position :	Bouche de soufflage plafonnrière	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Technologie :	Soufflage depuis une CTA	
		2	2
Ventilo-convecteurs froids		P	V
	Année :	2019	
	Locaux desservis :	Ensemble du bâtiment	
	Énergie :	Hydraulique	
	Technologie :	2 tubes réversibles (chauffage et refroidissement)	
	Position :	En faux plafond	
	Pathologies :	Absence de pathologie	
	Marque :	Daikin	
		2	2

Commentaire :
Les groupes froids et la plupart des unités à détente directe sont récents. Aucune préconisation concernant les équipements de climatisation ne sera faite.


Régulation centrale froid		P	V
	Technologie :	Thermostat d'ambiance simple	
	Programmation :	Hebdomadaire	
	Nombre de départs régulés :	1	
	Température de confort :	25	
	Température de réduit :	Non climatisée	
	Performance régulation :	Optimisable	
	Marque :	Honeywell	
	Locaux desservis :	Ensemble du site	
		2	2



Analyses et conséquences
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Une grande majorité du site dispose de systèmes à <b>détentes directes réversibles assurant chauffage et refroidissement</b>. La climatisation est utilisée en été pour rafraichir les locaux exposés au sud.</li> <li>&gt; Les équipements sont globalement performants et en état d'usage.</li> <li>&gt; Les programmations et régulations de la climatisation ne sont pas adaptées à l'usage du site. Il est opportun d'adapter la température de climatisation Les températures de consigne sont également à ajuster avec 26 °C en mode confort. <b>Ces préconisations sont déjà demandées dans le CCTP Lot 2 de la maintenance multitechnique.</b></li> <li>&gt; La climatisation représente une faible part des consommations (3 % du total). Afin de les réduire, il est nécessaire de mener une étude de confort estival pour mesurer l'incidence des solutions de confort passives (occultation des menuiseries, brise-soleils, casquettes, ventilation nocturne, etc...).</li> </ul>

#### 4.12 Eau Chaude Sanitaire Bâtiment Administratif

Performance	
0	Très Énergivore
1	Énergivore
2	Performant
3	Très Performant

Vétusté	
0	À remplacer
1	État d'usage
2	Bon état
3	Neuf

Production ECS			
Capteurs solaires thermiques		P	V
	Nombre de modules :	2	
	Technologie :	Capteurs sous vide	
	Inclinaison :	45°	
	Orientation :	Sud-Ouest	
	Masques solaires :	Nuls	
	Marque :	VISSEMAN	
	Modèle :	VITOSOL 300	
	Année	2018	
		3	3

Stockage ECS			
Ballon 1500 L		P	V
	Volume :	1500 L	
	Technologie :	Ballon correctement isolé	
	Marque :	CHARROT	
	Nombre :	1	
		2	2
Ballon solaire 750 L		P	V
	Type :	Ballon d'accumulation avec échangeur intégré	
	Volume :	750 L	
	Technologie :	Ballon correctement isolé	
	Marque :	Visseman	
	Modèle :	VITOCCELL 100-V	
	Nombre :	1	
		3	2



Analyses et conséquences	
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; La production d'eau chaude sanitaire est adaptée aux besoins du site.</li> <li>&gt; L'ECS dans le bâtiment Administration se fait par un réseau bouclé. <b>La mise en place d'une installation solaire thermique pour la production d'ECS sur l'ensemble des ballons du bâtiment Administratif est recommandé.</b></li> </ul>	





#### 4.13 Eau Chaude Sanitaire Bâtiment Laboratoire

Performance	
0	Très Énergivore
1	Énergivore
2	Performant
3	Très Performant

Vétusté	
0	À remplacer
1	État d'usage
2	Bon état
3	Neuf

Production ECS			
Ballon électrique_150 L		P	V
	Puissance électrique :	1.8 kW	
	Volume :	150 L	
	Technologie :	Adaptée à l'usage	
		2	2
Capteurs solaires thermiques		P	V
	Nombre de modules :	2	
	Technologie :	Capteurs sous vide	
	Inclinaison :	45°	
	Orientation :	Sud-Ouest	
	Masques solaires :	Nuls	
	Marque :	VISSEMAN	
	Modèle :	VITOSOL 300	
	Année	2018	
		3	3



Stockage ECS			
Ballon 1500 L		P	V
	Volume :	1500 L	
	Technologie :	Ballon correctement isolé	
	Marque :	CHARROT	
	Nombre :	1	
		2	2
Ballon solaire 750 L		P	V
	Type :	Ballon d'accumulation avec échangeur intégré	
	Volume :	750 L	
	Technologie :	Ballon correctement isolé	
	Marque :	Visseman	
	Modèle :	VITOCCELL 100-V	
	Nombre :	1	
		3	2



Analyses et conséquences
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; La production d'eau chaude sanitaire est adaptée aux besoins du site.</li> <li>&gt; L'ECS dans le bâtiment Laboratoire se fait par un réseau non bouclé et les points de puisage sont éloignés, ce qui entraîne une perte de puissance et d'eau.</li> <li>&gt; L'ECS dans le bâtiment Administration se fait par un réseau bouclé. <b>La mise en place d'une installation solaire thermique pour la production d'ECS sur l'ensemble des ballons du bâtiment Administratif est recommandé.</b></li> </ul>

#### 4.14 Éclairage Bâtiment Administratif

Performance	
0	Très Énergivore
1	Énergivore
2	Performant
3	Très Performant

Vétusté	
0	À remplacer
1	État d'usage
2	Bon état
3	Neuf

Source d'éclairage			
Luminaires T5		P	V
	Technologie :	Tube fluorescent T5	
	Type de luminaire :	Tube	
	Nombre de lampes par luminaire :	1	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Éclairage direct	
	Ballast :	Ferromagnétique	
		2	1
LED récents		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Dalle	
	Nombre de lampes par luminaire :	1	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Éclairage direct	
	Ballast :	Électronique	
		3	2


Pilotage terminal éclairage			
Interrupteur		P	V
	Technologie :	Interrupteur manuel	
		1	1
Détecteur présence		P	V
	Technologie :	Détection de présence	
		3	2



Analyses et conséquences	
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Le site est éclairé à 10 % par des tubes fluorescents non performants et 90 % par des Pavés LED récents. Afin de diminuer les consommations d'éclairage, il est conseillé de généraliser <b>les luminaires LED</b>.</li> <li>&gt; Le pilotage pourrait également être optimisé par la <b>mise en place de détection de présence dans les locaux nécessitant un changement de luminaires de type Eco2</b>.</li> </ul>	

#### 4.15 Éclairage Bâtiment Laboratoire

Performance	
0	Très Énergivore
1	Énergivore
2	Performant
3	Très Performant

Vétusté	
0	À remplacer
1	État d'usage
2	Bon état
3	Neuf

Source d'éclairage			
LED récents		P	V
	Technologie :	Luminaires LED	
	Type de luminaire :	Dalle	
	Nombre de lampes par luminaire :	1	
	Position :	Encastrée	
	Type d'éclairage :	Éclairage direct	
	Ballast :	Électronique	
		3	2





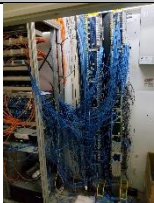

Pilotage terminal éclairage			
Interrupteur		P	V
	Technologie :	Interrupteur manuel	
		1	1
Détecteur présence		P	V
	Technologie :	Détection de présence	
		3	2




Analyses et conséquences	
<p>&gt; Le site est éclairé à 100 % par des Pavés LED récents. Aucune préconisation concernant les équipements d'éclairage ne sera faite.</p>	

#### 4.16 Autres systèmes électriques Bâtiment Administratif

Performance	
0	Très Énergivore
1	Énergivore
2	Performant
3	Très Performant

Vétusté	
0	À remplacer
1	État d'usage
2	Bon état
3	Neuf

Autres usages			
Ordinateurs fixes		P	V
	Puissance électrique :	0.3 kW	
	Durée de fonctionnement quotidien :	8 h	
	Type :	PC fixe	
	Extinction hors utilisation :	Partielle	
		1	2
Photocopieurs		P	V
	Type :	Imprimante	
	Extinction hors utilisation :	Partielle	
		1	2
Micro-ondes		P	V
	Type d'équipement :	Micro-ondes	
		2	2
Réfrigérateurs		P	V
	Puissance électrique :	0.25 kW	
	Durée de fonctionnement quotidien :	24 h	
	Type d'équipement :	Réfrigérateur	
		2	1
Salles serveur		P	V
	Durée de fonctionnement quotidien :	24 h	
	Nombre :	2	
	Type :	Serveur informatique	
	Extinction hors utilisation :	Inexistante	
		1	1
Lave-vaisselle		P	V
	Nombre :	1	
	Énergie :	Électricité	
	Type d'équipement :	Lave-vaisselle	
		2	2
Four		P	V






	Nombre :	2	2	2
	Énergie :	Électricité		
	Type d'équipement :	Four		
<b>Plaque de cuisson</b>			<b>P</b>	<b>V</b>
	Nombre :	2	2	2
	Énergie :	Électricité		
	Type d'équipement :	Plaque de cuisson		
<b>Réfrigérateur</b>			<b>P</b>	<b>V</b>
	Nombre :	3	2	2
	Énergie :	Électricité		
	Type d'équipement :	Réfrigérateur		

Analyses et conséquences	
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Les usages spécifiques représentent les plus grandes consommations électriques du site. Ces consommations proviennent du nombre important d'ordinateurs et autres équipements de bureautique présents sur le site.</li> <li>&gt; Seule, une utilisation plus sobre des usagers permettra de réduire ces postes de consommation. Pour cela, une campagne de sensibilisation énergétique peut être menée auprès des usagers.</li> </ul>	

#### 4.17 Autres systèmes électriques Bâtiment Laboratoire

Performance	
0	Très Énergivore
1	Énergivore
2	Performant
3	Très Performant

Vétusté	
0	À remplacer
1	État d'usage
2	Bon état
3	Neuf


Autres usages			
Ordinateurs fixes		P	V
	Puissance électrique :	0.3 kW	
	Durée de fonctionnement quotidien :	8 h	
	Type :	PC fixe	
	Extinction hors utilisation :	Partielle	
		1	2
Photocopieurs		P	V
	Type :	Imprimante	
	Extinction hors utilisation :	Partielle	
		1	2
Salles serveur		P	V
	Durée de fonctionnement quotidien :	24 h	
	Nombre :	2	
	Type :	Serveur informatique	
	Extinction hors utilisation :	Inexistante	
		1	1
Machines labo		P	V
	Durée de fonctionnement quotidien :	1 h	
	Énergie :	Électricité	
		2	2
Réfrigérateur		P	V
	Énergie :	Électricité	
	Type d'équipement :	Réfrigérateur	
		2	2

Analyses et conséquences
<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Les usages spécifiques représentent les plus grandes consommations électriques du site. Ces consommations proviennent du nombre important d'ordinateurs et autres équipements de bureautique présents sur le site.</li> <li>&gt; Seule, une utilisation plus sobre des usagers permettra de réduire ces postes de consommation. Pour cela, une campagne de sensibilisation énergétique peut être menée auprès des usagers.</li> </ul>

## 5 POTENTIELS D'INTEGRATION D'ENERGIE RENOUVELABLE OU DE RECUPERATION

	Solution adaptée et étudiée
	Solution adaptée et non étudiée
	Solution non adaptée

### Solutions énergétiques renouvelables

	Variante	Étudiée	Argumentaire
Production de chauffage + ECS	Raccordement au réseau de chaleur urbain		Aucun réseau de chaleur n'est disponible à proximité du site.
	Les pompes à chaleur géothermiques sur sondes ou nappes		<p>Éligibilité à la GMI : Oui  Présence de la ressource : forte  Compatibilité avec le système existant : Oui  Surface disponible : Oui  Isolation actuelle du bâtiment performante : Non</p> <p>Le potentiel ressource n'est pas assez important pour investir dans cette solution.</p> <p><a href="https://www.geothermies.fr/viewer/">https://www.geothermies.fr/viewer/</a></p> 
	Les pompes à chaleur air/air ou air/eau		Les autres types de pompes à chaleur n'ont pas été étudiés. Mais la mise en place d'une PAC air/eau avec appoint est envisageable. Solution adaptée seulement au bâti performant
	Les systèmes de chauffage au bois ou à biomasse		<p>Capacité de livraison : Non  Compatibilité avec le système existant : Oui  <b>Foncier disponible pour un silo : Non</b>  Distance potentielle silo – Chaufferie : 20 m</p> <p>La mise en place d'un système de chauffage à bois n'est pas adaptée étant donné le peu d'espace disponible afin de créer un silo. Aussi, l'approvisionnement en pellets reste difficile dans un environnement comme Vendargues.</p>
Production d' ECS	Les systèmes solaires thermiques		Les besoins en eau chaude sanitaire sont suffisants pour envisager la mise en place de cette solution. En effet, les toitures disposent d'une grande surface et n'ont pas de masque solaire. Cette solution sera étudiée dans l'étude de faisabilité.
	Récupération de chaleur sur les eaux usées pour la production d'ECS		La récupération de chaleur sur les eaux grasses de cuisine n'est pas envisageable à cause de la maintenance excessive des équipements.
	Récupération de chaleur sur groupe froid		La récupération de la chaleur fatale des groupes froids est envisagée sur la plus puissante des cellules de production de froid du site.

Production d' électricité	Les systèmes solaires photovoltaïques		Le potentiel pour la mise en place de panneaux photovoltaïques est important sur ce site. En effet, les toitures disposent d'une grande surface et n'ont pas de masque solaire. Cette solution sera étudiée dans l'étude de faisabilité.
	Les systèmes éoliens		L'emplacement du site, en zone urbaine, n'est pas adapté à la mise en place d'une production éolienne.



## 6 CONTRAINTES ET MODULATION RELATIVES AU DECRET TERTIAIRE

Faisabilités techniques	
Façade compatible avec ITE	Oui
Implantation d'équipement sur façade possible (conduit fumé, groupe ext., ...)	Oui
Plancher isolable (tel voute en pierre/moellon, plancher métallique...)	Oui
Retour d'isolant sur fenêtre simple	Oui
Disponibilité de surface extérieure pour technologie potentiel/nécessaire (ex : forage géothermique, silos bois...)	Oui
HSP permettant l'installation de réseau en plafond	Oui
Faisabilités architecturales	
Absence de contraintes de surplomb de la parcelle voisine	Oui
Absence de particularité architecturale de la façade	Oui
Homogénéité des menuiseries	Oui
Simplicité de modification des descentes EP	Oui
Existence d'entrée d'air	Oui
Contraintes patrimoniales	
Bâtiments classés	Non
Bâtiment d'avant 1930 (bâtiment qualitatif) ou matériaux noble (pierre de taille/brique/ardoise/zinc)	Non
Présence de surélévation ou d'extension	Non
Environnement du bâtiment à valeur patrimoniale importante	Non

Remarques
Le bâtiment ne subit aucune contrainte (techniques, architecturales, patrimoniales) vis-à vis du décret tertiaire.

7 PRECONISATIONS

7.1 Synthèse des préconisations

		Durée de vie théorique (ans)	PERF.	ECONOMIE				ENVIRONNEMENT				Scénarios		
			Rentabilité énergétique  kWh <sub>EF</sub> /k€ investi	TRA ans	Coût des travaux  € TTC	Valorisation	Économie annuelle  € TTC	Économie annuelle Énergie FINALE		CO <sub>2</sub> évité annuellement		SC1	SC2	SC3
						CEE €		kWh EF/PCI	%	t <sub>eq</sub> -CO2	%			
Technique	Amélioration de la performance du système d'éclairage	>30	23	>30	40 000	0		911	0%	-0.1	0%	X	X	X
Pilotage	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	0	0	>30	10 000	0	0	0	0%	0.0	0%			X
Enveloppe	Remplacement des menuiseries extérieures	>30	216	>30	480 000	5 990	5 759	103 564	5%	23.5	9%		X	X
	Reprise de l'isolation des toitures-terrasses	>30	26	>30	1 040 000	32 500	1 458	26 539	1%	6.0	2%		X	X
	Mise en place d'une installation solaire photovoltaïque	>30	670	8	240 000	0	25 682	160 732	7%	10.2	4%			X
	Mise en place d'une peinture Cool Roof en Toiture	0	4	>30	190 000	0	45	746	0%	0.2	0%		X	X
	Isolation Thermique par l'extérieur	>30	99	>30	810 000	33 900	4 363	80 031	4%	17.8	7%		X	X
Chauffage	Mise en place de circulateurs à débit variable	0	219	>30	20 000	0	57	4 380	0%	0.3	0%	X	X	X
	Mise en place d'une installation géothermique sur nappe	>30	408	16	750 000	13 920	33 606	306 208	14%	143.1	53%			X
	Révision des paramètres de régulation du chauffage	0	32 363	1	10 000	0	17 883	323 632	14%	73.1	27%	X	X	X
	Révision des paramètres de régulation de la climatisation	0	488	>30	10 000	0	36	4 880	0%	0.2	0%	X	X	X
	Remplacement des robinets thermostatique	0	526	22	60 000	0	1 703	31 573	1%	7.0	3%	X	X	X
Ventilation	Mise en place d'une ventilation double flux avec récupération de chaleur	>30	193	>30	1 040 000	30	12 558	200 927	9%	51.0	19%		X	X
ECS	Récupérateur de chaleur sur le groupe froid	0	1 724	9	20 000	0	1 848	34 487	2%	7.6	3%			X
	Mise en place d'une installation solaire thermique pour la production d'ECS	0	110	>30	200 000	0	1 169	22 033	1%	4.8	2%	X	X	X

## 7.2 Détails des interventions

Les Fiches d'interventions sont présentées en Annexe. Dans ce paragraphe sont présentées les particularités et localisation des interventions pour le site

### 7.2.1 Pilotage

<b>Mise en place d'un plan de comptage SE-COMPT-01</b>	<u>Localisation :</u> TGBT et Chaufferies	
Voir 4,1 Plan de comptage des énergies Prévoir deux compteurs thermiques et cinq compteurs électriques.		
Non éligible CEE		

### 7.2.2 Bâti

<b>Reprise de l'isolation des toitures-terrasses ENV-PH-01</b>	<u>Localisation :</u> Ensemble du site	<u>Surface concernée :</u> 4 665 m <sup>2</sup>
Mise en place d'une étanchéité de type bitume avec couverture graviers et utilisation de matériaux biosourcés. Mise en place de panneaux isolants rigides. L'isolant possède un R=7,00 m <sup>2</sup> .K/W.		
Référence fiche CEE : BAT-EN-103		

<b>Mise en place d'une isolation par l'extérieur ENV-ITE-01</b>	<u>Localisation :</u> Ensemble des façades	<u>Surface concernée :</u> 2 807 m <sup>2</sup>
Mise en place d'une isolation par l'extérieur avec utilisation de matériaux biosourcés. Mise en place de panneaux isolants rigides. L'isolant possède un R=5 m <sup>2</sup> .K/W.		
Référence fiche CEE : BAT-EN-102		

<b>Remplacement des menuiseries ENV-MEX-01</b>	<u>Localisation :</u> Bâtiments Administratif	<u>Surface concernée :</u> 371 m <sup>2</sup>
Remplacement des menuiseries doubles vitrages anciens par des menuiserie bois et acier avec une performance thermique Uw=1,3W/m <sup>2</sup> K		
Référence fiche CEE : BAT-EN-104		

<b>Remplacement des menuiseries ENV-MEX-01</b>	<u>Localisation :</u> Bâtiments Administratif	<u>Surface concernée :</u> 430 m <sup>2</sup>
Remplacement des menuiseries simples vitrages par des menuiserie bois et acier avec une performance thermique Uw=1,3W/m <sup>2</sup> K		
Référence fiche CEE : BAT-EN-104		

### 7.2.3 Chauffage

<b>Mise en place de circulateurs à débit variable CH-CIRC-01</b>	<u>Localisation :</u> Chaufferie	<u>Nombre concernée :</u> 5
--	-------------------------------------	--------------------------------

Mise en place de pompes à vitesse variable. Cette intervention est l'occasion de contrôler les débits et les pertes de charge.
Non éligible CEE

<b>Mise en place de robinets thermostatiques CH-RT-01</b>	<u>Localisation :</u> Chaufferie	<u>Nombre :</u> 100
Amélioration de la régulation de chauffage et diminution des consommations de chauffage. Les robinets installés sont équipés de bague antivol avec blocage de la plage de réglage.		
Non éligible CEE		

## 7.2.4 Ventilation

<b>Mise en place d'une ventilation double flux avec récupération de chaleur</b>	<u>Localisation :</u> Ensemble du site	<u>Nombre :</u> 2
CTA positionnées en toiture-terrasse et raccordée aux gaines existantes.		
Référence fiche CEE : BAT-TH-126		

## 7.2.5 ECS

<b>Mise en place d'une installation solaire thermique pour la production d'ECS ENR-SOL-01</b>	Localisation : Toiture	Surface concernée : 60 m <sup>2</sup>
Mise en place de panneaux solaires thermiques en toiture. Les panneaux seront disposés sur châssis, avec une inclinaison de 45 °C et orientés vers le Sud. Cela permet de valoriser une énergie renouvelable.		
Référence fiche CEE : BAT-TH-111 (non comptée dans la synthèse)		

## 7.2.6 Éclairage

<b>Amélioration des performances de l'éclairage ECL-INT-01</b>	<u>Localisation :</u> Hall, Archives, Restauration du Bâtiment Administratif	<u>Surface utile :</u> 469 m <sup>2</sup>
Mise en place de luminaire LED dans le Hall, les salles d'archives et dans la restauration qui sont actuellement éclairés avec des tubes fluorescents avec mise en place de détection de présence.		
Non éligible CEE		

## 7.2.7 Énergies renouvelables

<b>Mise en place d'une installation solaire photovoltaïque ENR-PV-01</b>	Localisation : Toiture	Surface concernée : 647 m <sup>2</sup>
--	---------------------------	---

L'ensemble de la toiture du site présente un potentiel intéressant pour la mise en place d'une installation solaire photovoltaïque. Cela permet de valoriser une énergie renouvelable.
Non éligible CEE

<b>Mise en place d'une peinture Cool Roof</b>	Localisation : Toiture	Surface concernée : 4 665 m <sup>2</sup>
Peinture de la toiture par un revêtement réfléchissant de type Cool Roof. Solution produite en France adaptée pour les toits bitumés sombres, les dalles béton, les couvertures en tuile, ardoise ou bac acier.		
Non éligible CEE		

<b>Mise en place d'une installation géothermique sur nappe ENR-PAC-01</b>	<u>Localisation :</u> Chaufferies	
Relié à la chaudière gaz à condensation existante (Un appoint gaz doit être maintenu sur site) Forage jusqu'à la nappe phréatique Mise en place des tuyauteries et pompes, au vu de la profondeur de forage et la longueur des réseaux. Mise en place de la pompe à chaleur Eau/Eau Raccordement de la pompe à chaleur au réseau de distribution de chauffage existant		
Référence fiche CEE : BAT-TH-113		

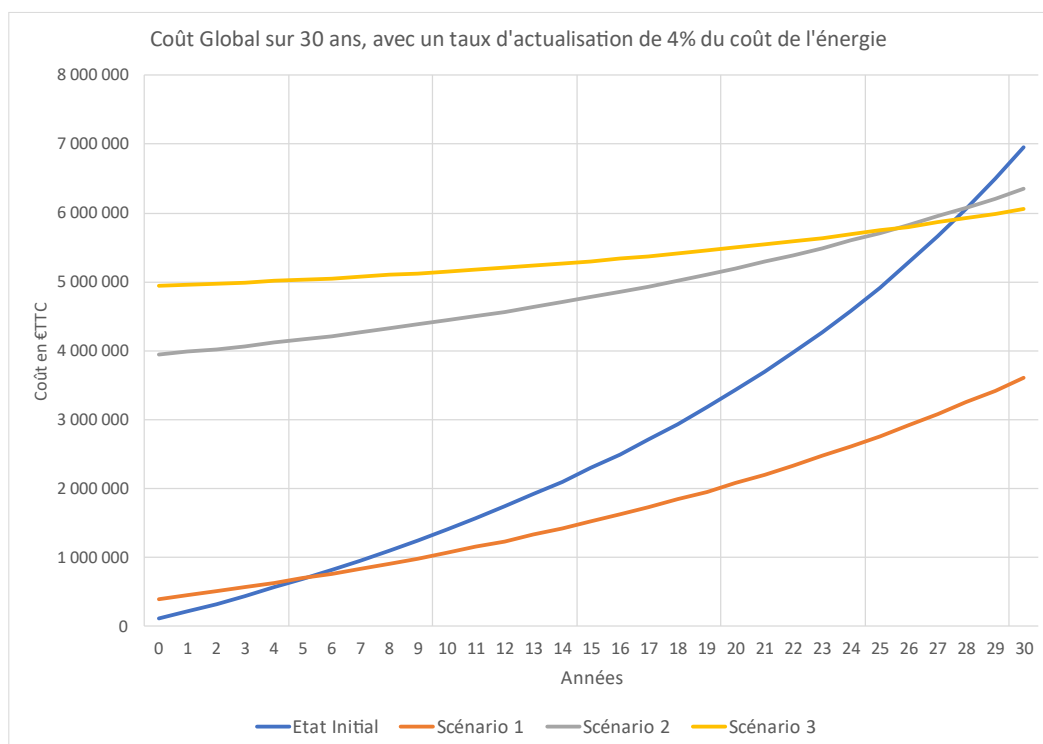
## 8 SCENARIOS D'AMELIORATION DES PERFORMANCES ENERGETIQUES

### 8.1 Synthèse des scénarios

Objectif des scénarios proposés :
<p>Les scénarios sont basés sur une approche technique mêlant besoins énergétiques et fonctionnels. L'ensemble des postes de consommation est considéré.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Scénario 0 « <b>Actions techniques</b> » : Ce scénario regroupe toutes les actions techniques à ne pas intégrer à un scénario de lourds travaux</li><li>• Scénario 1 « <b>Systèmes</b> » : Ce scénario correspond à des interventions seulement sur les systèmes du site : chauffage, ventilation, ECS. N'est pas compris dans le scénario, les lourds travaux impliquant de la rénovation intérieure (amélioration de l'éclairage, mise en place de double flux). Ce scénario permet d'assurer des programmes de travaux cohérents et facilite l'intégration au Schéma directeur Énergie.</li><li>• Scénario 2 « <b>Bâti</b> » : Ce scénario correspond à des interventions seulement sur l'enveloppe du bâtiment : murs extérieurs, menuiseries, planchers. Ce scénario permet d'assurer des programmes de travaux cohérents et facilite l'intégration au Schéma directeur Énergie.</li><li>• Scénario « <b>Potentiel maximum</b> » : Ce dernier scénario correspond à des interventions qui permettent de satisfaire aux exigences du décret tertiaire avec une réduction de 60 % des consommations sur l'énergie finale et, dans la mesure du possible, de 75 % les émissions de CO<sub>2</sub> (GES). C'est un scénario avec une rénovation lourde du bâtiment et des systèmes en y rajoutant des énergies renouvelables si possible.</li></ul> <p>Les gains énergétiques présentés sont obtenus par comparaison entre la simulation des scénarios et la consommation de l'état initial de l'étude (présenté dans le paragraphe 4. Énergies).</p>

	Année	Conso. (kWhEF)	Conso. (kWhEF/m <sup>2</sup> SDP)	Émission de CO2 (TéqCO2)	Gains par rapport à l'année de référence		Invest. (k€ TTC)	Coût global sur 30 ans (k€ TTC)	Objectif en valeur relative			Objectif en valeur absolue 20 30
					Énergie finale (% kWhEF)	Émission de CO2 (%)			2030 (-40 %)	2040 (-50 %)	2050 (-60 %)	
Année de référence	2015	2 480 008	309	297								90
État initial de l'étude	2019	2 264 548	283	272	9%	9%		6 961	⊘	⊘	⊘	⊘
Scénario 1		1 886 393	235	182	33%	39%	340	3 604	⊘	⊘	⊘	⊘
Scénario 2		1 657 627	207	126	42%	58%	3 900	6 350	✓	⊘	⊘	⊘
Scénario 3		1 632 834	204	105	43%	65%	4 920	6 062	✓	⊘	⊘	⊘

## Comparatif des Scénarios





## 8.2 Scénario 1 : « Systèmes »

### 8.2.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination	Coût	
Technique	Amélioration de la performance du système d'éclairage	40 000	€ TTC
Chauffage	Mise en place de circulateurs à débit variable	20 000	€ TTC
Chauffage	Révision des paramètres de régulation du chauffage	10 000	€ TTC
Chauffage	Révision des paramètres de régulation de la climatisation	10 000	€ TTC
Chauffage	Remplacement des robinets thermostatique	60 000	€ TTC
ECS	Mise en place d'une installation solaire thermique pour la production d'ECS	200 000	€ TTC
<b>Coût des travaux</b>		<b>340 000</b>	<b>€ TTC</b>
<b>Évolution des consommations - Résultat selon la méthode réelle</b>			<b>Écart</b>
Évolution de la consommation d'énergie (kWh <sub>EF</sub> )	<b>2 264 548</b>	► <b>1 886 393</b>	<b>17%</b>
<i>Dont gaz naturel (kWh<sub>EF</sub>)</i>	<i>778 390</i>	► <i>374 202</i>	<b>52%</b>
<i>Dont électricité (kWh<sub>EF</sub>)</i>	<i>1 486 157</i>	► <i>1 512 191</i>	<b>-2%</b>
Évolution de la classe énergie (kWh <sub>EF</sub> /m <sup>2</sup> SDP)	<b>283</b>	<b>D</b> ► <b>235</b>	<b>D</b> <b>17%</b>
Évolution de la classe climat (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> SDP)	<b>34</b>	<b>D</b> ► <b>23</b>	<b>C</b> <b>33%</b>

Puissance de chauffage État initial	Puissance de chauffage Scénario
268 kW	268 kW

<b>Évolution du confort</b>	<b>Hiver</b>	➔
	<b>Été</b>	➔
<b>Impact Carbone</b>	<b>Adaptation des surfaces</b>	➔
	<b>Énergie</b>	➡
	<b>ACV</b>	➔

## 8.2.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Économie annuelle d'énergie primaire	7% soit 337 022 kWh EP/PCI
Économie annuelle d'énergie finale	17% soit 378 155 kWh EF/PCI
Émissions de CO <sub>2</sub> évitées	33% soit 90 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-22 116 € TTC
Impact sur la maintenance (P2)	0 € TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3 système)	0 € TTC
CEE Mobilisables	0 kWh <sub>CUMAC</sub>
Valorisation CEE	0 €
Temps de retour sur investissement actualisé	12 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	0.9 € TTC investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO <sub>2</sub> évité	3 776 € TTC investi/tCO <sub>2</sub>
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	41 702 € TTC
Dépenses de maintenance	11 168 € TTC
Dépenses de renouvellement (provision équipements CVC P3)	26800 € TTC

Performance environnementale	
Économie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	10 110 660 kWh EP/PCI
Économie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	11 344 641 kWh EF/PCI
Émissions de CO <sub>2</sub> évitées sur 30 ans	2 701 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	2 474 111 € TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	790 257 € TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans	0 € TTC
Coût global (avec investissements)	3 604 368 € TTC

## 8.3 Scénario 2 : « Bâti »

### 8.3.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination	Coût	
Technique	Amélioration de la performance du système d'éclairage	40 000	€ TTC
Enveloppe	Remplacement des menuiseries extérieures	480 000	€ TTC
Enveloppe	Reprise de l'isolation des toitures-terrasses	1 040 000	€ TTC
Enveloppe	Mise en place d'une peinture Cool Roof en Toiture	190 000	€ TTC
Enveloppe	Isolation Thermique par l'extérieur	810 000	€ TTC
Chauffage	Mise en place de circulateurs à débit variable	20 000	€ TTC
Chauffage	Révision des paramètres de régulation du chauffage	10 000	€ TTC
Chauffage	Révision des paramètres de régulation de la climatisation	10 000	€ TTC
Chauffage	Remplacement des robinets thermostatique	60 000	€ TTC
Ventilation	Mise en place d'une ventilation double flux avec récupération de chaleur	1 040 000	€ TTC
ECS	Mise en place d'une installation solaire thermique pour la production d'ECS	200 000	€ TTC
<b>Coût des travaux</b>		<b>3 900 000</b>	<b>€ TTC</b>
<b>Évolution des consommations - Résultat selon la méthode réelle</b>			<b>Écart</b>
Évolution de la consommation d'énergie (kWh <sub>EF</sub> )	<b>2 264 548</b>	► <b>1 657 627</b>	<b>27%</b>
<i>Dont gaz naturel (kWh<sub>EF</sub>)</i>	<i>778 390</i>	► <i>121 377</i>	<b>84%</b>
<i>Dont électricité (kWh<sub>EF</sub>)</i>	<i>1 486 157</i>	► <i>1 536 250</i>	<b>-3%</b>
Évolution de la classe énergie (kWh <sub>EF</sub> /m <sup>2</sup> SDP)	<b>283</b>	<b>D</b> ► <b>207</b>	<b>C</b> <b>27%</b>
Évolution de la classe climat (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> SDP)	<b>34</b>	<b>D</b> ► <b>16</b>	<b>B</b> <b>54%</b>

Puissance de chauffage État initial	Puissance de chauffage Scénario
268 kW	<b>203 kW</b>

<b>Évolution du confort</b>	<b>Hiver</b>	↗
	<b>Été</b>	↗
<b>Impact Carbone</b>	<b>Adaptation des surfaces</b>	↗
	<b>Énergie</b>	↘
	<b>ACV</b>	↗

### 8.3.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Économie annuelle d'énergie primaire	11% soit 527 774 kWh EP/PCI
Économie annuelle d'énergie finale	27% soit 606 921 kWh EF/PCI
Émissions de CO <sub>2</sub> évitées	54% soit 146 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-35 850 € TTC
Impact sur la maintenance (P2)	0 € TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3 système)	0 € TTC
CEE Mobilisables	9 356 003 kWh <sub>CUMAC</sub>
CEE Mobilisables	72 415 €
Temps de retour sur investissement actualisé	43 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	6.4 € TTC investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO <sub>2</sub> évité	26 729 € TTC investi/tCO <sub>2</sub>
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	27 969 € TTC
Dépenses de maintenance	11 168 € TTC
Dépenses de renouvellement (provision équipements CVC P3)	26800 € TTC

Performance environnementale	
Économie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	15 833 229 kWh EP/PCI
Économie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	18 207 630 kWh EF/PCI
Émissions de CO <sub>2</sub> évitées sur 30 ans	4 377 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	1 659 349 € TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	790 257 € TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans	0 € TTC
Coût global (avec investissements)	6 349 606 € TTC

## 8.4 Scénario 3 : « Rénovation globale »

### 8.4.1 Synthèse

Type d'action	Dénomination	Coût				
Technique	Amélioration de la performance du système d'éclairage	40 000	€ TTC			
Pilotage	Mise en place d'un plan de comptage énergétique	10 000	€ TTC			
Enveloppe	Remplacement des menuiseries extérieures	480 000	€ TTC			
Enveloppe	Reprise de l'isolation des toitures-terrasses	1 040 000	€ TTC			
Enveloppe	Mise en place d'une installation solaire photovoltaïque	240 000	€ TTC			
Enveloppe	Mise en place d'une peinture Cool Roof en Toiture	190 000	€ TTC			
Enveloppe	Isolation Thermique par l'extérieur	810 000	€ TTC			
Chauffage	Mise en place de circulateurs à débit variable	20 000	€ TTC			
Chauffage	Mise en place d'une installation géothermique sur nappe	750 000	€ TTC			
Chauffage	Révision des paramètres de régulation du chauffage	10 000	€ TTC			
Chauffage	Révision des paramètres de régulation de la climatisation	10 000	€ TTC			
Chauffage	Remplacement des robinets thermostatique	60 000	€ TTC			
Ventilation	Mise en place d'une ventilation double flux avec récupération de chaleur	1 040 000	€ TTC			
ECS	Récupérateur de chaleur sur le groupe froid	20 000	€ TTC			
ECS	Mise en place d'une installation solaire thermique pour la production d'ECS	200 000	€ TTC			
Coût des travaux		4 920 000	€ TTC			
Évolution des consommations - Résultat selon la méthode réelle			Écart			
Évolution de la consommation d'énergie (kWh <sub>EF</sub> )	2 264 548	►	1 657 627	27%		
Dont gaz naturel (kWh <sub>EF</sub> )	778 390	►	121 377	84%		
Dont électricité (kWh <sub>EF</sub> )	1 486 157	►	1 536 250	-3%		
Évolution de la classe énergie (kWh <sub>EF</sub> /m <sup>2</sup> SDP)	283	D	►	204	C	28%
Évolution de la classe climat (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> SDP)	34	D	►	13	B	61%

Puissance de chauffage État initial	Puissance de chauffage Scénario
268 kW	<b>203 kW</b>

<b>Évolution du confort</b>	Hiver	➔
	Été	➔
<b>Impact Carbone</b>	Adaptation des surfaces	➔
	Énergie	➡
	ACV	➔

#### 8.4.2 Données détaillées des performances du scénario

Performance environnementale	
Économie annuelle d'énergie primaire	9% soit 399 966 kWh EP/PCI
Économie annuelle d'énergie finale	28% soit 631 714 kWh EF/PCI
Émissions de CO <sub>2</sub> évitées	61% soit 167 Tonnes
Performance économique	
Impact sur les coûts énergétiques la première année (P1)	-64 655 € TTC
Impact sur la maintenance (P2)	5 667 € TTC
Impact sur les coûts de renouvellement des équipements (P3 système)	0 € TTC
CEE Mobilisables	11 155 031 kWh <sub>CUMAC</sub>
CEE Mobilisables	86 340 €
Temps de retour sur investissement actualisé	37 années
Efficience	
Coût du kWh économisé	7.8 € TTC investi/kWhEP
Coût de la tonne de CO <sub>2</sub> évité	29 510 € TTC investi/tCO <sub>2</sub>
Dépenses annuelles	
Dépenses énergétiques	-836 € TTC
Dépenses de maintenance	16 835 € TTC
Dépenses de renouvellement (provision équipements CVC P3)	26800 € TTC

Performance environnementale	
Économie annuelle d'énergie primaire sur 30 ans	11 998 980 kWh EP/PCI
Économie annuelle d'énergie finale sur 30 ans	18 951 427 kWh EF/PCI
Émissions de CO <sub>2</sub> évitées sur 30 ans	5 002 Tonnes
Performance économique	
Dépenses énergétiques sur 30 ans	-49 625 € TTC
Dépenses de maintenance sur 30 ans (P2)	1 191 258 € TTC
Dépenses de renouvellement des équipements sur 30 ans	0 € TTC
Coût global (avec investissements)	6 061 633 € TTC

## 9 CONCLUSION

Commentaire
<p>Le site étudié date de 1985, il a été construit après la première réglementation thermique (1974), par conséquent son isolation est relativement faible.</p> <p>Des travaux d'amélioration de la performance énergétique ont été effectués, tels que la reprise de l'étanchéité en toiture, remplacement des systèmes d'éclairage,... Toutes ces interventions font que le bâtiment possède une classe énergétique faible (classe D : 283 kWh/m<sup>2</sup>) et une classe climat faible (classe D : 34 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>).</p>
<p>Le premier scénario présente les interventions urgentes et le pilotage des consommations énergétiques. Il ne permet pas d'atteindre les objectifs du décret tertiaire et la valeur absolue de 2030 avec un gain de 33 % par rapport à l'année de référence du décret tertiaire (2019). De plus, il permet de faire une économie annuelle d'énergie de 378 155 kWh/an, ainsi le coût du kWh économisé est de 0,9 €/kWh.</p>
<p>Le deuxième scénario présente les interventions du premier scénario ainsi que les interventions liées au bâti et systèmes. Il permet d'atteindre les objectifs du décret tertiaire de 2030 avec un gain de 42 % par rapport à l'année de référence (2019). Ces gains sont surtout la conséquence du remplacement des menuiseries et de l'isolation par l'extérieur. Ces travaux peuvent se réaliser en site occupé et permettront de limiter les déperditions par parois et infiltrations.</p> <p>De plus, il permet de faire une économie annuelle d'énergie de 606 921 kWh/an, ainsi le coût du kWh économisé est de 6,4 €/kWh.</p>
<p>Le troisième scénario présente les interventions des deux premiers scénarios et trois interventions liées aux énergies renouvelables. La valeur absolue de 2030 du décret tertiaire n'est pas atteinte avec 43 % d'économie par rapport à l'année de référence (2019). Dans ce scénario l'exploitation de la récupération de chaleur sur le groupe froid, l'installation de panneaux photovoltaïques et le remplacement des chaudières par de la géothermie y sont proposées. De plus, il permet de faire une économie annuelle d'énergie de 631 714 kWh/an, ainsi le coût du kWh économisé est de 7,8 €/kWh. Ce scénario permet de décarboner à hauteur de 65 %. Les lourds travaux impliquent la fermeture temporaire de certaines zones du site, cependant il est possible de proposer la réhabilitation globale hors période d'occupation.</p>
<p>Pour résumer, afin d'atteindre le décret tertiaire à l'échelle du site pour 2030, il est nécessaire de rénover l'enveloppe du site. Mais une phase de travaux devra aussi être entreprise afin de limiter les émissions de gaz à effet de serre liées aux consommations énergétiques du bâtiment. Si on ajoute à ce dernier scénario, une utilisation plus sobre des équipements, le site parviendra à atteindre les objectifs du décret tertiaire de 2030.</p> <p>Il pourra donc être opportun d'inscrire ce site à des besoins fonctionnels additionnels définis par la ville pour organiser une rénovation globale. Il est nécessaire réaliser le premier scénario à court terme pour sa facilité de mise en œuvre, son prix de travaux, ainsi que son retour d'investissement.</p>
<p>Par ailleurs, les mesures proposées, ainsi que le calcul des gains effectué prennent en compte de l'occupation actuelle du bâtiment. Une modification de ce paramètre peut venir modifier les résultats présentés dans ce document.</p>