

Audit Énergétique CCI 77
1 rue du Port de Valvins, 77215 Avon



Schéma directeur Décret Tertiaire Rapport final

MAITRE D'OUVRAGE

Chambre de Commerce et d'Industrie de Seine-et-Marne
 1, avenue Johannes Gutenberg – 77776 Marne-la-Vallée Cedex 4

MARCHÉ

2021-EPA-013-LOT 1

BON DE COMMANDE

134/01234/2023

CONTRAT

C-AMONRJ-2023-80-193924-REV1

Citae

Immeuble Central Gare – 1 Place Charles de Gaulle
 78180 MONTIGNY LE BRETONNEUX
 S.A.S au capital de 1 911 040 € – SIRET : 418 935 862 00015 | APE : 7112B
 Tél. : 01 39 44 29 00 – www.CITAE.fr

Suivi des modifications

Indice	Date	Rédaction	Validation	Modification
0	12/2023	Aissata SOW	Clément LEROY	-
1	16/04/2024	Aissata SOW	Clément LEROY	Isolation des toitures sous rampant Rajout des paragraphes sur
2	26/02/2025	Aissata SOW		Modifications suite à la réunion de restitution

Sommaire

1. PREAMBULE	4
Contexte	4
Méthodologie	4
2. EXAMEN DE L'EXISTANT	5
Caractéristique du site	5
1. Situation du site	5
2. Données météorologiques.....	6
Informations bâtimentaires	8
1. Description du bâtiment.....	8
2. Données caractéristiques.....	9
Etat des lieux.....	10
1. Enveloppe.....	11
2. Systèmes énergétiques	15
Bilan énergétique	21
1. Objectif du décret tertiaire	21
2. Bilan de consommations.....	22
3. Valeur absolue.....	23
4. Valeur relative.....	24
3. SIMULATION THERMIQUE	25
Modélisation 3D	25
Résultat du calcul réglementaire	26
Zonage STD	29
Scénarios et hypothèses de calculs STD	31
1. Occupation.....	31
2. Consigne de température.....	31

3. Ventilation.....	32
4. Eclairage.....	33
5. Puissance dissipée.....	33
6. Besoin ECS.....	34
7. Occultations.....	34
Exploitation des résultats.....	36
1. Précision du modèle.....	36
2. Apports internes.....	37
3. Besoins thermiques.....	38
4. PRECONISATIONS ENERGETIQUES	39
Actions unitaires.....	39
1. Scénario 1 + Quick wins.....	41
2. Scénario 1bis :	44
3. Scénario 2.....	45
3. Scénario 3.....	46
Plans d'actions	48
Modulation des objectifs.....	50
1. Contraintes techniques et architecturales.....	50
2. Disproportion des temps de retour sur investissement.....	50
5. CONCLUSION	51
6. ANNEXES	52
Potentiel CEE	52
Détail chiffrage.....	53

1. PREAMBULE

Contexte

Le patrimoine du maître d'ouvrage client est concerné par les obligations de réduction de consommations définies dans le Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019, l'Arrêté « Méthode » du 10 avril 2020 et les Arrêtés « Seuils » du 24 novembre 2020 et 13 avril 2022.

Pour répondre à ces exigences, CITAE a été mandaté pour élaborer un schéma directeur décret tertiaire pour chaque entité fonctionnelle concernée. Réel outil d'aide à la décision, le schéma directeur fixe l'état des lieux du patrimoine actuel, définit les objectifs imposés par le législateur et élabore des stratégies d'efficacités énergétiques pour répondre aux obligations de réduction de consommation et d'émission de GES.

Ce rapport constitue le schéma directeur pour le campus UTEC Avon-Fontainebleau de CCI 77 situé au 1 Av. du Port de Valvins, 77215 Avon.

Méthodologie

Dans ce rapport, nous présentons le schéma directeur pour l'ensemble du site étudié.

Le site a été visité le 06/10/2023. Citae fut accompagnée par Gregory DUPONT – Gestionnaire technique du site Serris -, Giovanni LIOL – Gestionnaire technique du Campus Avon

Les documents suivants nous ont été fournis par le propriétaire :

- Plans de niveaux
- DOE
- Les consommations d'électricité et de gaz de 2012 à 2022

2. EXAMEN DE L'EXISTANT

Caractéristique du site

1. Situation du site

Les bâtiments du site sont situés à Avon (77215).



Figure 1 : Localisation du site

Le bâtiment a été construit entre 1979-1983 sauf le gymnase qui a été construit en 2006, des modifications ont été réalisées entre 1999 et 2005. Le site est ouvert sur des horaires de bureaux, du lundi au vendredi de 8h30 à 19h. Sont présents des équipements type DRV réversibles, CTA et une chaufferie avec deux chaudières gaz à condensation pour le chauffage des bâtiments.



Figure 2 : Plan de situation

L'accès au bâtiment se fait au niveau de la façade Ouest depuis l'avenue du port de Valvins. Les expositions Nord et Ouest ne pas sont limitées par les masques alentours et l'exposition Est est limitée par la seine.

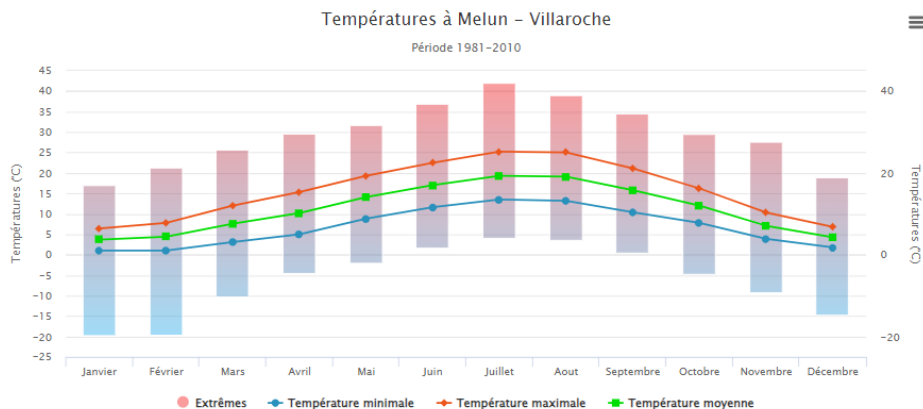
2. Données météorologiques

Les données météorologiques sont issues de la station météo la plus proche du site :

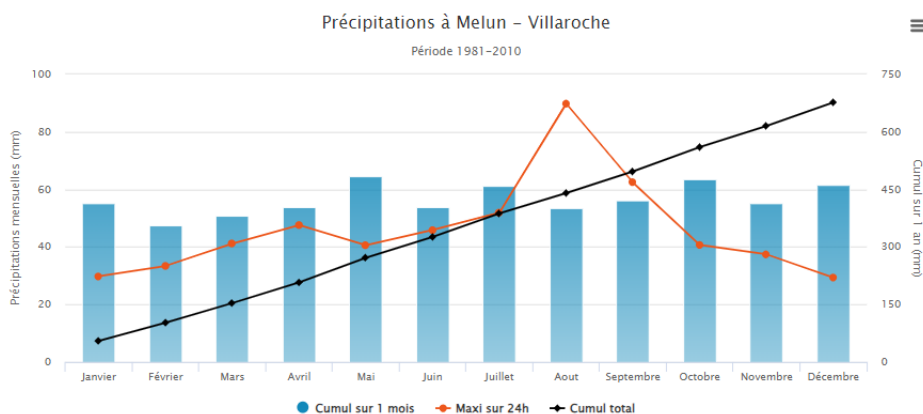
Le Perreux-sur-Marne (77)

Altitude : 94 m

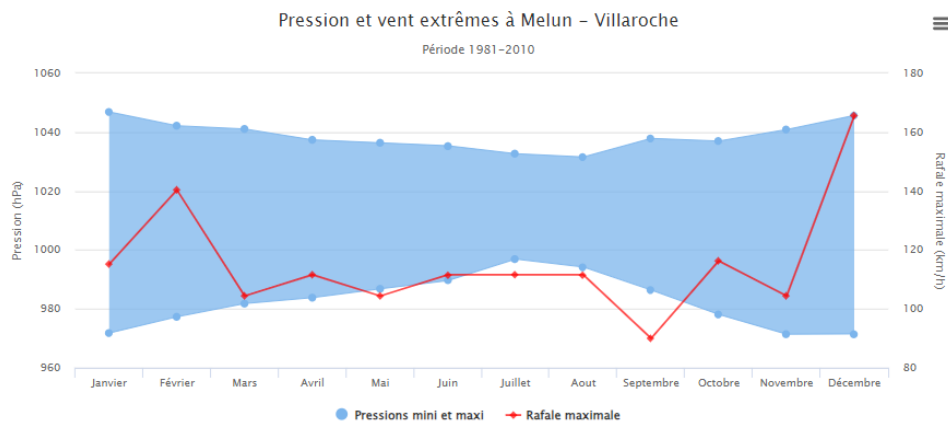
Coordonnées : 48,84°N 2,51 °E



Les températures moyennes du site vont de 3.7 °C minimum en janvier et à 19.3 °C maximum en Juillet.



En moyenne, le mois de février est le plus sec et le mois de Mai est le plus pluvieux.



En moyenne, les rafales de vent maximales sont en février avec 140.4 km/h et minimales en septembre avec un minimum de 90 km/h. Les plages de pression sont les plus grandes en hiver avec un delta maximum de 1046,9 hPa, et elles sont plus petites en été avec un delta minimum de 1031.6 hPa.

Informations bâtimentaires

1. Description du bâtiment

Le site est sur 2 niveaux (RDC à R+1) possède une surface totale de 9 649 m² SHON.

SAMOIS SUR SEINE	PROPRIETAIRE		Loué au Centre Hospitalier du Sud Seine-et-Marne	1 665
			Inoccupé	2 063
		Utec - Bâtiment A (Accueil) Bâtiment B (HR)	ACCUEIL (AVON) + HOTELLERIE RESTAURATION	1 498
		Utec - Bâtiment C (Cafétéria) Bâtiment D (Gymnase)	CAFETERIA + GYMNASE	1 091
		Utec - Bâtiment E	COMMERCE SERVICE	2 305
TOTAL SUPERFICIE SAMOIS SUR SEINE				8 622 m²
AVON 1 rue du Port de Valvins 77120 Avon	PROPRIETAIRE		LOCAL SERVICES GENERAUX	142
		Bâtiment G	FORMATION CONTINUE	534
		Bâtiment H	INSTITUT SOUDURE	351
TOTAL SUPERFICIE AVON				1 027 m²

Les bâtiments sont composés comme suit :

- Bureaux.
- Salles de réunion.
- Salle de cours
- Cuisine et détente.
- Locaux techniques.
- Terrasse technique en toiture : DRV et unités extérieures de climatisation, CTA.

Citae

Immeuble Central Gare – 1 Place Charles de Gaulle
78180 MONTIGNY LE BRETONNEUX
S.A.S au capital de 1 911 040 € – SIRET : 418 935 862 00015 | APE : 7112B
Tél. : 01 39 44 29 00 – www.CITAE.fr



Figure 3 : Façade du site CCI 77 UTEC AVON

2. Données caractéristiques

Données par bâtiment	Valeur	Unité
Surface utile	6359.2	m ²
Surface de parois déperditives	4 136	m ²
Volume chauffé	17 177	m ³
Compacité	0,24	m ⁻¹
Surface de baies	734,21	m ²
Coefficient de déperdition du bâtiment $U_{bât}$	2,46	W/m ² .K
Inertie du bâtiment	Moyenne	

Etat des lieux

Dans les tableaux qui suivent, P.E désigne la performance énergétique de l'élément.


Chaque élément fait l'objet d'une évaluation par une note allant de 1 à 4 (du moins performant au plus performant) dans les catégories « Performance énergétique » et « Etat de conservation ».



Evaluation de l'état de conservation des ouvrages et équipements				
Etat	Mauvais état	État médiocre	État moyen	Bon état
Description	Dégradation générale et fonction mal remplie	Dégradation partielle et fonction mal remplie	Quelques défauts, fonction correctement remplie	Fonction parfaitement remplie





Evaluation de la performance énergétique des ouvrages et équipements				
Etat	Mauvais	Médiocre	Moyen	Bon
Description	Equipements/ouvrages pas du tout performants	Equipements/ouvrages peu performants	Equipements/ouvrages performants	Equipements/ouvrages très performants
Exemples Bâti	Non isolé	Isolation $\leq 2 \text{ m}^2.\text{K/W}$	$2 \text{ m}^2.\text{K/W} < \text{Isolation} < 3.5 \text{ m}^2.\text{k/W}$	Isolation $\geq 3.5 \text{ m}^2.\text{k/W}$
Exemples Chauffage	Rendement $< 80\%$	$80\% \leq \text{Rendement} < 90\%$	$90\% \leq \text{Rendement} \leq 100\%$	Rendement $> 100\%$
Exemples Refroidissement ¹	EER < 2.1	$2.1 \leq \text{EER} < 2.5$	$2.5 \leq \text{EER} \leq 2.9$	EER > 2.9
Exemple Circuit de Distribution	Pompes de distribution 1 vitesse	Pompes de distribution 3 vitesses		Pompes de distribution avec variateur de vitesse embarqué

¹ Classification d'EER Eurovent Certification des refroidisseurs à condensation par air


1. Enveloppe

Murs en contact avec l'extérieur							
Désignation	Composition - Type	Type d'isolation	R [m².K/W]	Durée de vie isolant	P. E	Etat	Photos
Mur extérieur	Béton 20 cm Sans isolation	Non isolé	0.1	30 ans	1	4	



Planchers bas en contact avec l'extérieur							
Désignation	Composition - Type	Type d'isolation	R [m².K/W]	Durée de vie isolant	P. E	Etat	Photos
Plancher bas sur terre-plein	Béton 20 cm	Non isolé	0,1	30 ans	1	4	 




Planchers hauts en contact avec l'extérieur							
Désignation	Composition - Type	Type d'isolation	R [m².K/W]	Durée de vie isolant	P. E	Etat	Photos
Plancher haut sous rampants	Bac acier + Rampant donnant sur l'extérieur	Isolation inconnue	0.5	30 ans	1	3	 
Toiture terrasse	Béton + protection bitumineuse	Non isolé	0,99	30 ans	1	1	 







Menuiseries extérieures							
Désignation	Composition - Type	Type d'isolation	U [W/m². K]	Durée de vie menuiseries	P. E	Etat	Photos
Menuiseries extérieures	<p>Menuiserie en Bois avec/sans occultation selon les pièces (Bâtiment G/B et autres bâtiments)</p> <p>Occultation : volets roulants extérieurs</p>	Double vitrage	2	30 ans	3	4	
	<p>Porte fenêtre en Aluminium (Gymnase) Occultation : Aucune</p> <p>Porte fenêtre en Aluminium (autres bâtiments) Occultation : Store extérieurs</p>	Double vitrage	2	30 ans	3	4	 

Menuiseries extérieures	Velux (Bâtiment G/B/E/maison SGI) Occultation : Store intérieurs	Double vitrage	2.5	30 ans	3	4			
------------------------------------	---	----------------	-----	--------	---	---	--	---	--

2. Systèmes énergétiques


Locaux techniques				
Désignation	Caractéristiques	Durée de vie équipements	Etat	Photos
Chaufferie	Local dans le bâtiment B très bien entretenu et refaite en 2014 2xchaudières gaz à condensation ATLANTIC GUILLOT P=510 kW	22 ans	4	
Chaudière Maison SGI	Chaudière gaz à condensation Saunier Duval Thema C 23 E	22 ans	4	

Génération chaud / froid					
Désignation	Caractéristiques	Durée de vie équipements	P. E	Etat	Photos
PAC réversibles	ATLANTIC FUJITSU DC INVENTER Modèle : AOYG45LATT air/air Nombre : 4 Puissance calorifique : 8.93kW COP : 3.71 Puissance frigorifique : 12.5 kW EER : 3.21	22 ans	3	3	
	ATLANTIC FUJITSU Modèle : AOYG24LALA Nombre : 2 Puissance calorifique : 8 kW (chaud) Puissance frigorifique : 6.8 kW (froid)	22 ans	3	3	 

Ventilation					
Désignation	Caractéristiques	Durée de vie équipements	P. E	Etat	Photos
CTA bâtiment B/E	<p>4 * centrales de traitement en terrasse technique pour les cuisines première année et deuxième année</p> <p>Marque : ABB VIM</p> <p>Type : KSHP 3-150 4/8P</p> <p>Pmoteur = 3.6/0.9 kW</p>	17 ans	3	2	 
CTA bâtiment cafétaria	<p>Une centrale de traitement en terrasse technique pour la cafétaria</p> <p>Marque : France Air</p> <p>Pmoteur = 1984 W</p>	17 ans	3	2	 
Caissons d'extractions (Bâtiments E/B/Gymnase)	<p>Caisson d'extraction ABB VIM pour les sanitaires, la plonge et les légumeries</p> <p>Type : KSTD 25</p> <p>Pmoteur = 0.30 kW</p>	17 ans	3	3	 

Emission chaud/froid					
Désignation	Caractéristiques	Durée de vie équipements	P. E	Etat	Photos
Bureaux/Salle de réunion / Cuisine / salle de réserve	Radiateurs à eau chaude sans tête thermostatique reliés aux chaudières gaz à condensation	35 ans	3	3	 
Chauffage électrique bâtiment G	Radiateur électrique ATLANTIC P=2 kW / 0.75 kW	22 ans	3	3	 
Local informatique/salle de cours	Cassette plafonnrière et unité d'émission murale Marque : Atlantic Fujitsu	22 ans	3	3	 

Eclairage					
Désignation	Caractéristiques	Durée de vie lumineaires	P. E	Etat	Photos
Eclairage Salle de cours, bureaux, cuisines, salles de réunion, réserve	Tubes fluorescents Puissance : 2*36 W/3*18 W/4*18 W Interrupteur marche/arrêt Détection de présence	3 ans	3	4	
Bureaux	Panneaux LED Puissance : 40 W Interrupteur marche/arrêt	33 ans	4	4	
Circulation	Spot LED Puissance : 23 W Halogène Puissance : 50 W Détection de présence	33 ans	3	3	

Maison SGI	Lampes incandescentes Puissance : 75 W Interrupteur marche/arrêt	< 1 an	2	2	
------------	--	--------	---	---	---

Bilan énergétique

1. Objectif du décret tertiaire

En l'application du décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation en énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire, vous avez demandé à Citae de vous accompagner pour anticiper et répondre aux exigences du décret.

Etant propriétaires ou occupants privés ou publics de bâtiments (ou parties de bâtiments) dont l'activité tertiaire occupe une surface supérieure ou égale à 9 649 m², les exigences du décret s'appliquent au site de UTEC Fontainebleau Samois sur Seine.

Les objectifs à atteindre dépendent de la « méthode relative », soit un niveau de consommation en énergie finale réduit de :

40 % de gain énergétique en 2030 ; 50 % de gain énergétique en 2040 ; 60 % de gain énergétique en 2050.

Ce gain énergétique est à atteindre en fonction d'une année de référence. L'année de référence est à déterminer entre 2010 et 2020.

Lors de notre mission et en accord avec la CCI77, nous avons ici retenu sous réserve d'un calcul complet de l'ajustement climatique, **l'année 2014 comme année de consommation de référence.**

D'après les factures et tableau fournis par la CCI sur l'année 2014, la consommation totale du site (chaud et froid) est de **1 372 672 kWhEF**.

D'après les factures et tableau fournis par la CCI sur l'année 2021, la consommation totale du site (chaud et froid) est de **1 312 307 kWhEF**.

Au vu des DJU chaud et froid ainsi qu'avec la finalisation du calcul d'ajustement climatique il pourra être déterminé un gain avant préconisation.

Remarques : Les hypothèses de coûts de l'énergie prises en compte pour le calcul des gains (c€/kWhEF) sont indiquées ci-dessous :

Electricité :

Prix moyen c€/kWhEF	<u>15,99</u>
---------------------	--------------

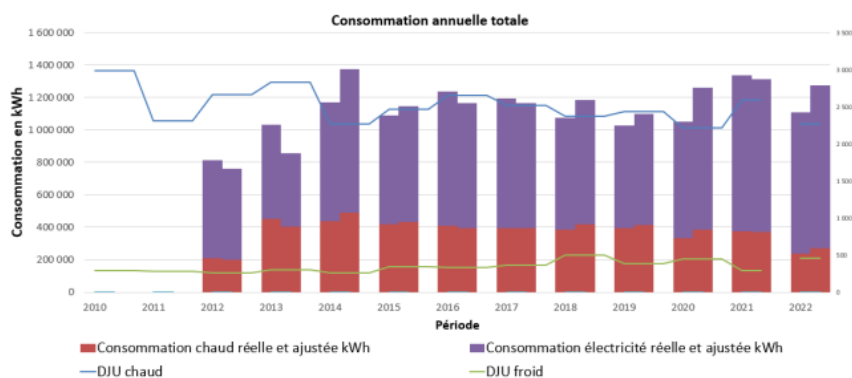
GAZ

Prix moyen c€/kWhEF	<u>6,16</u>
---------------------	-------------

2. Bilan de consommations

Le tableau suivant présente les données de **consommations brutes** d'électricité pour le bâtiment.

Années	Consommations de base (MWh)			Consommations ajustées (MWh)		
	Elec	Gaz	Total	Elec	Gaz	Total
2012	601	212	813	560	202	763
2013	581	452	1 033	451	407	858
Année de référence 2014	734	436	1 170	882	490	1373
2015	670	419	1 089	713	434	1147
2016	827	410	1 237	770	394	1164
2017	797	397	1 194	812	401	1214
2018	688	387	1 075	770	416	1186
2019	635	395	1 030	687	414	1101
2020	720	333	1 053	875	383	1259
2021	961	378	1 339	940	372	1312
2022	868	240	1 108	1004	270	1274
Moyenne	721	382	1 103	800	326	1 127



Les données d'électricité sont disponibles depuis 2012. L'ajustement climatique se fait à partir des Degré Jour Unifié à 18°C (DJU18) de chaque année par rapport au DJU moyen du site concerné, pour le chaud comme pour le froid. Les DJU correspondant au nombre d'heures inférieur à 18°C pour le chaud, et supérieur à 18°C pour le froid. C'est-à-dire que les consommations des années où le DJU chaud est inférieur au DJU moyen seront ramenés à la baisse et les consommations des années où le DJU chaud est supérieur au DJU moyen seront ramenés à la hausse (et inversement pour les consommations de froid). Ceci permet de ramener les consommations de chaque année à un même point de comparaison.

Ici, on prendra l'année 2014 comme année de référence après ajustement climatique (année la plus consommatrice).

3. Valeur absolue

Les objectifs en valeur absolue sont définis selon deux composantes :

- La composante CVC liée aux systèmes énergétiques du bâtiment (chauffage, ventilation, climatisation, éclairage...).
- La composante USE liée à l'usage du bâtiment et modulable suivant des facteurs d'intensité d'usage : le taux d'occupation, le nombre d'heures ouvrées et la surface par poste de travail.

Tous les arrêtés concernant le calcul Cabs des différentes sous-catégories d'usage ne sont pas encore sortis. Aujourd'hui pour la catégorie Bureaux – Services publiques, seul les sous-catégories Bureaux standards cloisonnés - attribués sont apparus dans le dernier arrêté du 13 avril 2022.

Le calcul Cabs a été effectué sous la dénomination bureaux standards avec la totalité de la surface du bâtiment :

Catégorie d'usage – Sous-catégorie	m ² SDP	Valeur absolue kWh/m ²
Administration – bureaux standards	6 359.2	90
Salles de formation, d'enseignement ou de vie de campus – Sans Process	-	Non disponible
Salles de formation ou d'enseignement – Avec Process – Informatique	-	Non disponible
Salles de formation ou d'enseignement – Avec Process – Cuisine/Pâtisserie	-	Non disponible
Ateliers et halles techniques de formation ou d'enseignement – Avec Process	-	Non disponible
Réfectoire/Self	-	Non disponible
Salle de sport (Gymnase) – salle de cours collectifs	-	Non disponible
Total	6 359.2	90

D'après la méthode de calcul du Cabs et l'impossibilité de la calculer pour les autres sous-catégories, la valeur est fixée à **90 kWh/m²**, soit **572.32 MWh**. Ceci correspond à un gain de **56%** de la consommation par rapport à l'année de référence déterminée ci-dessus. Cet objectif est plus compliqué à atteindre que la valeur relative de 40% à horizon 2030. L'objectif pourra être recalculé sous-réserve de la sortie de nouveaux arrêtés.

A noter : aucune donnée n'est disponible à ce jour pour le calcul de valeur absolue de 2040 et 2050.

Dans la suite de ce rapport nous identifierons des actions d'économies d'énergies afin de donner des pistes d'améliorations pour l'atteinte des objectifs 2040 et 2050.

4. Valeur relative

Années	Consommations de base (MWhPCI)	Consommations ajustées (MWhPCI)	Gain énergétique (%)
2012	1309	1098	-44%
2013	1697	1847	-37%
Année de référence 2014	1868	1807	Référence
2015	1808	1662	-16%
2016	1520	1671	-15%
2017	1383	1432	-12%
2018	1454	1418	-14%
2019	1405	1439	-20%
2020	2133	2249	-8%
2021	1240	1265	-4%
2022	1108	1274	-7%
2030	-	824	40%
2040	-	686	50%
2050	-	549	60%

L'objectif absolu étant trop compliqué à atteindre (-58 %), l'objectif pour 2030 sera donc de -40 % par rapport à l'année de référence, soit une consommation totale de 824 MWh.

A noter que la méthode de calcul absolu pour 2040 et 2050 n'est pas encore sorti. L'objectif peut être relatif pour 2030 et absolu pour 2040 ou 2050.

3. SIMULATION THERMIQUE

Modélisation 3D

Une fois l'état des lieux terminé, nous modélisons le bâtiment grâce au logiciel Pléiades+Comfie.

Ce logiciel consiste à modéliser l'ensemble du bâtiment en 3D et à lui affecter les différents éléments vus lors de l'état des lieux : caractéristiques et compositions des parois, systèmes énergétiques, masques alentours... Cette modélisation permet de prendre en compte l'inertie thermique du bâtiment, les ponts thermiques, les locaux chauffés/non chauffés etc.



Figure 4 : Vue 3D Façade Ouest



Figure 5 : Vue 3D Façade Nord

Résultat du calcul réglementaire

Arrêté du 08 août 2008 : portant approbation de la méthode de calcul Th-C-E- Ex prévue par l'arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1000 mètres carrés, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants.

La méthode de calcul TH-C-E ex 2008 a pour objet le calcul réglementaire de la consommation conventionnelle d'énergie d'un bâtiment existant pour le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire (non comptabilisée dans les bâtiments à usage d'enseignement), l'éclairage et les auxiliaires (dont ventilation). Ce calcul est défini à l'aide de standards qui sont plus ou moins adaptés aux différents types de projets.

Postes de consommations (kWhep/m²/an)	Chambre de commerce
Surface RT modélisée (m²)	6 359.2
Coefficient de déperdition global Ubât (W/m². K)	2,46
Cep Global	328.9
Cep Chauffage	268,4
Cep Ventilation	17.2
Cep Eclairage	36,8
Cep Auxiliaires	6.5

Les consommations d'ECS ne sont pas prises en compte dans le calcul Rt-ex pour un usage de bureaux.

Ce résultat n'est pas représentatif des consommations réelles bâtimentaires puisqu'il ne prend pas en compte les usages dont usages spécifiques, les scénarios et les consignes de températures. Il permet cependant de classer la performance du bâtiment en termes d'enveloppe.

En reprenant les consommations énergétiques de 2021, le bâtiment dans son état actuel possède une étiquette énergétique D et une étiquette GES C.

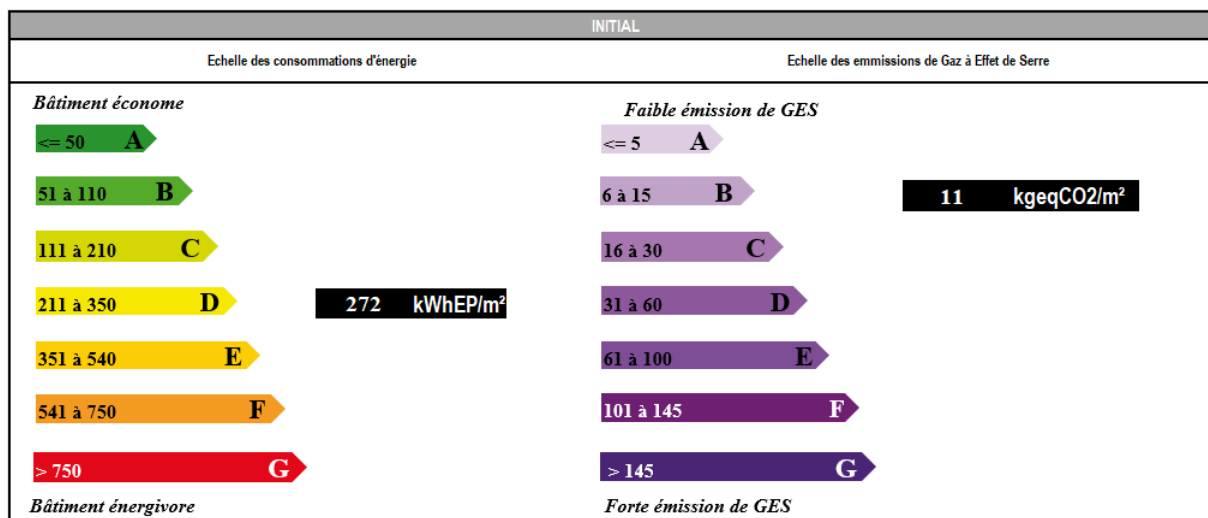
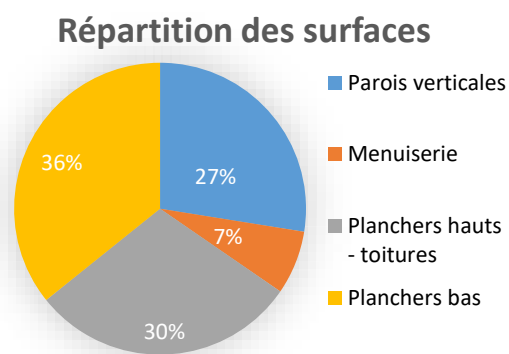


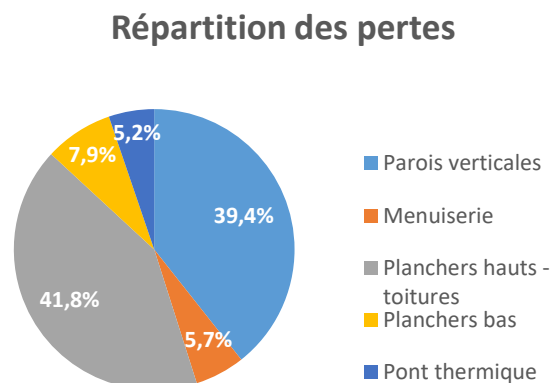
Figure 6 : Étiquette de consommation d'énergie et de consommation de gaz à effet de serre

Le calcul réglementaire nous permet de dresser un bilan de l'enveloppe. On analyse alors les déperditions de chaque paroi par rapport à sa surface sur l'ensemble du bâtiment.

Répartition des surfaces		
Désignation	Surface (m²)	
Parois verticales	2 861	27%
Menuiserie	734	7%
Planchers hauts - toitures	3 081	30%
Planchers bas	3 716	36%



Répartition des déperditions		
Désignation	Déperditions (W/K)	
Parois verticales	10 064	39,4%
Menuiserie	1 468	5,7%
Planchers hauts - toitures	10 687	41,8%
Planchers bas	2 017	7,9%
Pont thermique	1 338	5,2%



Les parois représentent les déperditions les plus importantes du site.

La performance thermique moyenne des parois entraîne des échanges thermiques non souhaitables pour les bâtiments et le confort des occupants. Une isolation des parois permettra d'améliorer les performances des bâtiments. Cette action sera préconisée.

Les planchers bas étant sur terreplein seront exclus du champ d'actions, car leur isolation est compliquée techniquement.

Les menuiseries ne représentent que 7% de la surface déperditive du bâtiment. Mais elles sont beaucoup moins performantes que les menuiseries actuelles. Leur remplacement n'est pas compliqué techniquement et améliorerait le confort des occupants.

Les caractéristiques de l'enveloppe totale ne sont pas satisfaisantes avec un $U_{\text{bât}}$ de 2,46 W/m².K. Des progrès significatifs peuvent être fait au niveau des planchers bas, des menuiseries, des plancher haut et des murs extérieurs.

Par la suite, on poursuivra l'étude avec une **simulation thermique dynamique**, qui permettra d'être plus réaliste et d'approcher au mieux le comportement consommateur du bâtiment.

.

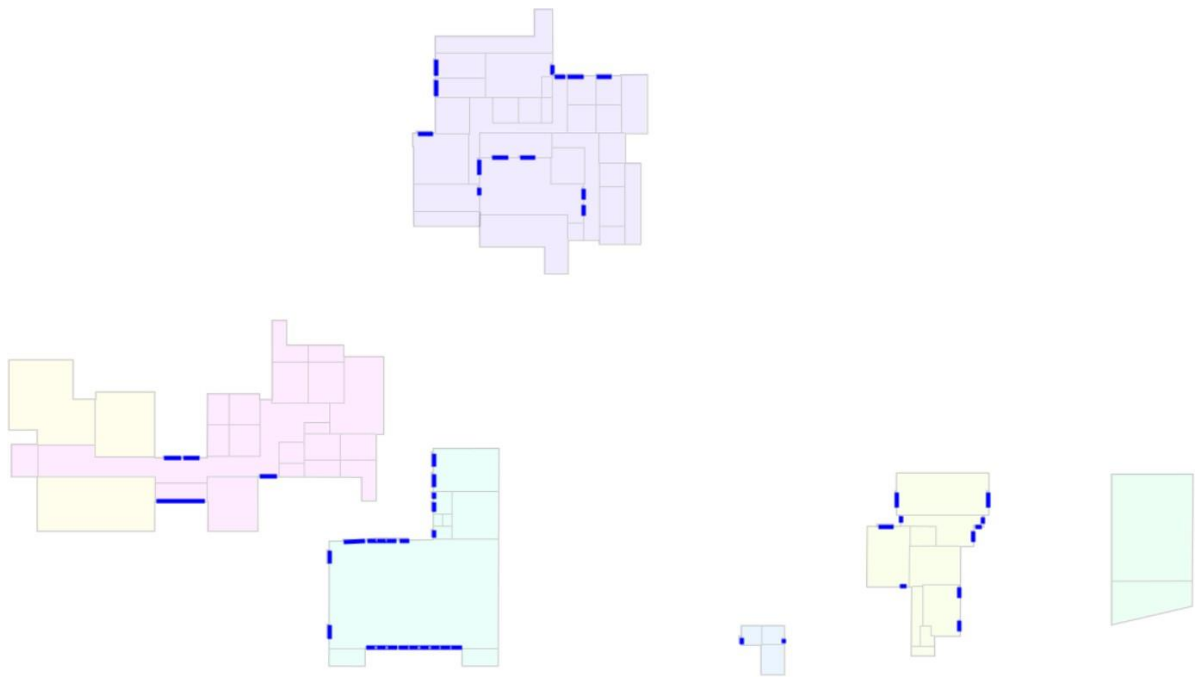


Figure 8 : Zonage R+1

Scénarios et hypothèses de calculs STD

Les scénarios suivants ont été établis selon les informations récoltées et les hypothèses définies. Les données saisies entrent en compte lors des calculs STD mais pas par la méthode TH-C-E Ex.

1. Occupation

Les scénarios d'occupation définissent les horaires et le taux d'occupation des zones. Ils servent de base aux autres scénarios. L'apport de chaleur interne est estimé à 80W par occupant.

Valeurs

<div><div></div><div></div></div> S	Nom	Valeur	Unité
<div><div></div><div></div></div>	Absence	0	Occupants
<div><div></div><div></div></div>	Occupé	275	Occupants
<div><div></div><div></div></div>	Valeur	50	Occupants
<div><div></div><div></div></div>	Valeur 1	100	Occupants

Jours

☐ Afficher le nom

<div><div></div><div></div></div> S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<div><div></div><div></div></div>	Ouvré	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	275	275	100	100	275	275	100	50	0	0	0	0	0
<div><div></div><div></div></div>	Week-end	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

On estime l'occupation de l'ensemble du site à environ 275 personnes. Des réduits simulant les heures d'arrivée, de départ et de pause déjeuner sont appliqués.

L'occupation des circulations communes, sanitaires et locaux techniques est considérée comme minime.

2. Consigne de température

Nous supposons les consignes de température de base suivantes pour l'ensemble des locaux. Les locaux techniques sont supposés non-chauffés et non-refroidis.

En hiver les locaux sont estimés chauffés du 15 octobre au 6 mai.

La consigne de température des ventilo-convecteurs est à 20°C et celle des radiateurs à 19°C pendant la période d'occupation et réduite à 16°C pendant la période d'inoccupation pour les ventilos convecteurs :

Valeurs

S

Nom

Valeur

Unité

Absence

7 °C

Réduit

16 °C

Normal

20 °C

Jours

S

Nom

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

Normal

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

20

20

20

20

20

20

20

20

20

16

16

16

16

16

Week-end

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

Afficher le nom

Jours

S

Nom

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

Normal

19

19

19

19

19

19

19

19

19

Afficher le nom

En été certaines salles sont estimés refroidis du 11 Juin au 23 septembre ainsi que la salle d'informatique.

4. Eclairage

Les scénarios d'éclairage ont été définis selon les périodes d'occupation ainsi que l'éclairement réglementaire en fonction de l'usage de la pièce. Les puissances d'éclairage relevés sur site entraînent un apport interne calculé automatiquement par le logiciel.

Contrairement aux autres scénarios de l'étude STD (occultation, puissance dissipée, consigne de température...), les scénarios sont appliqués pièce par pièce et non sur l'ensemble d'une zone thermique.



Relamping a déjà été réalisé sur le site, nous préconiserons le remplacement des luminaires fluorescents restants.

Pièce	Eclairement (Lux)	Puissance (W/m²)	Gestion
Bureaux	500	25	Interrupteur marche arrêt
Salle de réunion	500	25	Interrupteur marche arrêt
Salle de classe	300	18	Interrupteur marche arrêt
Sanitaires	200	6	Marche et arrêt avec détection de présence
Cuisine et détente	500	10	Marche et arrêt avec détection de présence
Escaliers	300	10	Marche et arrêt avec détection de présence
Magasin de réserve	300	10	Marche et arrêt avec détection de présence
Accueil entrée	200	7	Interrupteur marche arrêt
Circulation couloir	200	10	Marche et arrêt avec détection de présence

5. Puissance dissipée

En plus des apports internes dus à l'occupation et l'éclairage, nous avons émis des hypothèses sur les puissances dissipées dues aux équipements informatiques dans les salles de cours, bureaux et équipements dans les cuisines.

La puissance dissipée du matériel de cuisine et bureautique est estimée à 14 W/m² dans les zones de bureaux et salle de cours informatique.

Jours		<input type="checkbox"/> Afficher le nom																								
	S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		Ouvré	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Week-end	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

La puissance électrique dissipée des équipements dans la circulation et cuisine, (micro-onde, photocopieur...) est estimée entre 25 W/m².

6. Besoin ECS

Les besoins ECS sont estimés en période de pointe à 300L d'eau chaude à 50°C dans les vestiaires du gymnase, un ballon d'ECS de 200L dans les bureaux services généraux.

Valeurs																									
<div><div></div><div></div></div> S	Nom	Valeur	Unité																						
<div><div></div><div></div></div>	Valeur 1	20	L																						
<div><div></div><div></div></div>	Valeur 9	50	L																						
Jours																									
<div><div></div><div></div></div> S	Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<div><div></div><div></div></div>	Jour										50.0	50.0		50.0	50.0		50.0	50.0							
<div><input type="checkbox"/> Afficher le nom</div>																									

7. Occultations

L'occultation des stores intérieurs est définie en pourcentage de fermeture en fonction de l'orientation et de l'occupation du bâtiment. L'abaissement des stores manuels permet de limiter les apports solaires au détriment des apports lumineux.

Occultation Est

Valeur/Jour/Semaine

Année

Désélection

Valeurs

S

Nom

Valeur

Unité

Fermé

94

%

Valeur

90

%

Jours

S

Nom

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

Jour

94

94

94

94

94

94

94

94

94

90

90

90

90

90

94

94

94

94

Jour 1

94

94

94

94

94

94

94

94

94

90

90

90

90

90

94

94

94

94

Semaines

Nom

Lundi

Mardi

Mercredi

Jeudi

Vendredi

Samedi

Dimanche

Semaine

Jour

Jour

Jour



Jour

Jour

Jour 1

Jour 1

Occultation Ouest

Valeur/Jour/Semaine		Année		
Valeurs				
	S	Nom	Valeur	Unité
	<input type="radio"/>	Fermé	90	%

Occultation Sud

Valeur/Jour/Semaine

Année

Désélection

Valeurs

S

Nom

Valeur

Unité

Fermé

80 %

Jours

S

Nom

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

Afficher le nom

Jour

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

Jour 1

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

80

<

>

Semaines

Nom

Lundi

Mardi

Mercredi

Jeudi

Vendredi

Samedi

Dimanche

Semaine

Jour

Jour

Jour

Jour

Jour

Jour 1

Jour 1

Exploitation des résultats

Ci-dessous les résultats après calage du modèle via le calcul SED.

1. Précision du modèle

Projet	Zones	Systèmes			
kWh	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Bois (PCI)	Electricité (ef)	Réseaux
Total	357 763			849 813	
Chauffage	311 534			419 476	
Refroidissement				2 880	
Eau chaude sanitaire	22 884			9 118	
Auxiliaires de ventilation				41 190	
Auxiliaires de distribution				3 854	
Eclairage				116 109	
Usage spécifique	23 345			257 186	
Production électrique					

Figure 10 : Résultat du calcul SED

La part des usages spécifiques représenterait 10 % des consommations totales du site

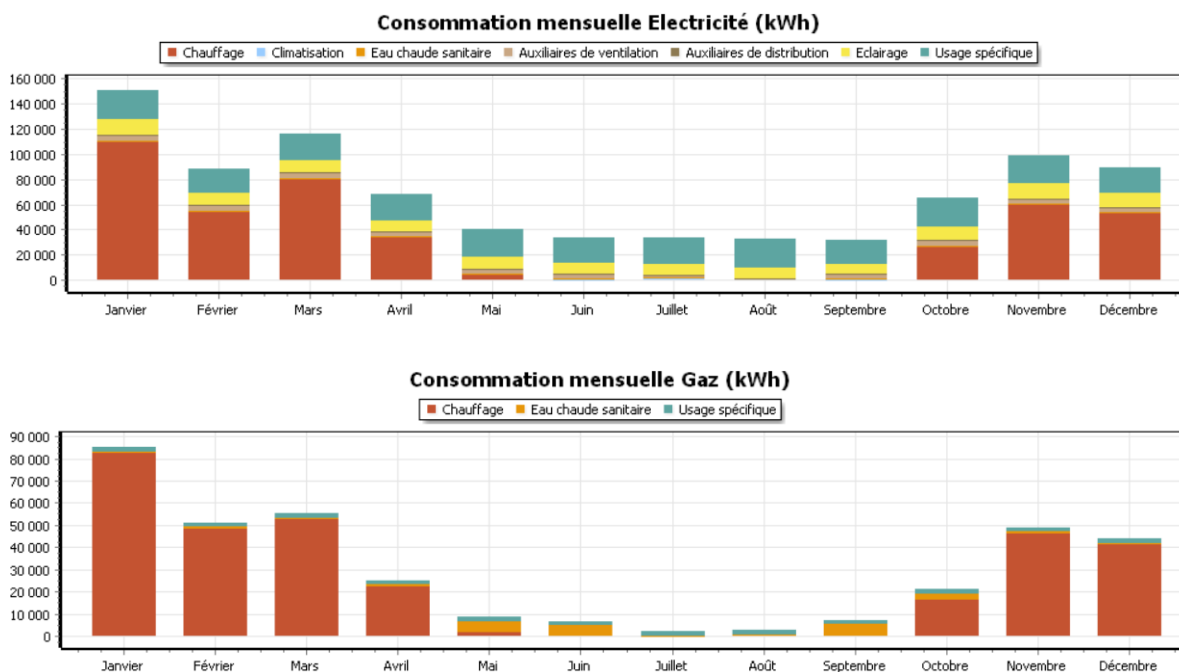


Figure 11 : Répartition des consommations simulées par usage

Si on regarde les consommations globales :

Consommation (MWhEF/an)	Gaz	Électricité	Total
Réelles ajustées 2021	372	940	1 312
Simulées	358	850	1 208
Ecart	4	9.7 %	8 %

Nous estimons un modèle valide lorsque les consommations théoriques ne s'écartent pas au-delà de 10% des consommations réelles.

Ici nous avons un écart de moins de 8% au global avec de l'électricité et du gaz comme source d'énergie. Le modèle est donc représentatif des consommations réelles du bâtiment.

2. Apports internes

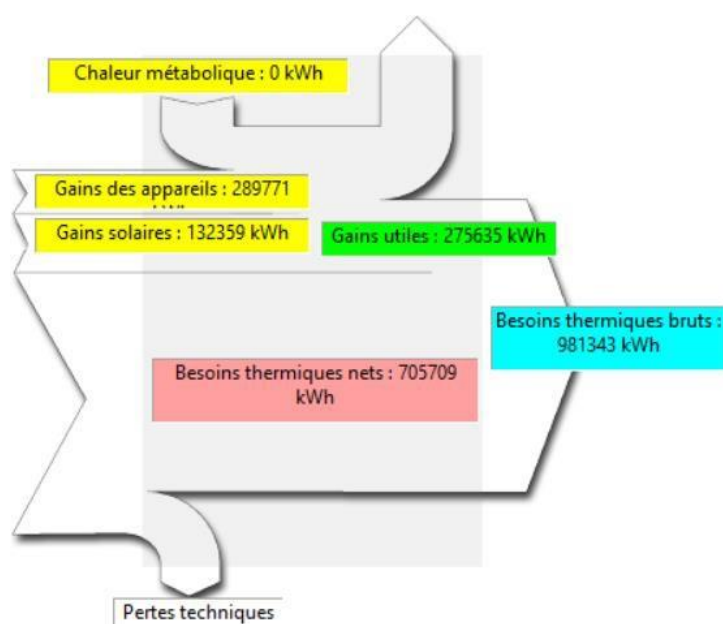


Figure 12 : Diagramme de Sankey

Le diagramme de Sankey permet de représenter la part des besoins chauds vis-à-vis des apports internes. On voit que les apports solaires et la puissance dissipée des appareils couvrent moins de la moitié des besoins de chauffage.

Zones	Surface	Nb h. occ.	Besoins Ch.		Puiss. Chauff.	Besoins Clim.		Puiss. Clim. sensible	T° min	T° moy	T° max
	m²	h.	kWh	kWh/m²	W	kWh	kWh/m²	W	°C	°C	°C
TOTAL	6 359.2		731 699.8	117.6	1559477	4 190.7	12.1	24491	-	-	-
Bâtiment A	162.4	0	36 026.2	221.8	48554	0.0	0.0	0	7.0	18.0	32.7
Bâtiment B	1 805.4	0	131 783.6	73.0	464385	0.0	0.0	0	7.0	19.8	33.7
Bâtiment C	206.1	0	35 647.9	173.0	51501	0.0	0.0	0	7.0	18.1	32.7
Bâtiment Gymnase	1 381.5	0	139 870.9	101.2	285176	0.0	0.0	0	7.0	18.4	31.4
Bâtiment E	1 339.4	0	131 891.4	98.5	333155	0.0	0.0	0	7.0	18.9	32.3
Bâtiment G	644.5	0	98 243.7	152.4	162551	0.0	0.0	0	7.0	18.1	31.1
Bâtiment Services Généraux	91.1	0	29 779.4	326.8	24839	0.0	0.0	0	7.0	17.4	31.5
Zone non étudiée	50.7	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	-1.3	14.7	33.5
Bâtiment H	299.2	0	62 959.4	210.4	90604	0.0	0.0	0	7.0	17.8	32.1
Chaufferie	31.5	0	9 070.6	288.0	10952	0.0	0.0	0	7.0	17.1	29.5
Salle E005/111/107/105	263.5	0	56 426.5	214.2	87801	388.5	1.5	16534	7.0	18.3	31.5
Salle informatique G	84.0	0	0.0	0.0	0	3 802.2	45.3	8470	4.2	16.5	30.1

3. Besoins thermiques

Les besoins chauds et froids sont calculés uniquement selon la conception bioclimatique du bâtiment (enveloppe thermique, localisation, orientation, masques environnant, température de consigne...). Les systèmes énergétiques en place ne sont pas pris en compte.

	Chauffage	Refroidissement
Puissance max d'appel	732	4.2
Puissance max d'appel + 20%	878	5
Puissance installée	1010	7
Ecart puissance disponible /puissance nécessaire	15%	25%

Selon le calcul simplifié ci-dessus, les puissances installées en chaud et en froid seraient surdimensionnées.

Cependant les conditions de calculs ne sont pas les plus extrêmes et le scénario climatique est basé sur un hiver moyen.

Les puissances actuelles en chaud et en froid sont également supérieures au besoin. Cependant, attention au changement climatique qui imposera un besoin de froid supérieur à celui actuel.

4. PRECONISATIONS ENERGETIQUES

Actions unitaires

Action Unitaire		Page	Consommations annuelles théoriques simulées Avant travaux(kWh)	Consommations théoriques après travaux (kWh)	Gain par rapport à la simulation (%)	Gain par rapport à l'année de référence (%)	Gain HT (€)	Coût total HT (€)	Coût après subventions (€)	TRI (ans)	Tract 7,5% ² (ans)
Scénario 1 (Quick wins)	Sensibilisation du personnel aux économies d'énergie	41	1 207 576	1 191 722	1.2%	5.2%	2 232	0	0	-	-
	Consigne de chauffage de -1°C	42		1 133 826	6%	10%	10 541	0	0	-	-
	Relamping en LED	44		1 204 991	0.2%	4.2%	328	49 680	47 295.4	>50	30,7
	Mise en place d'une GTB			1 121 571	7.1	11.1%	12 306	381 552	374 039.2	31	16.4
	Remplacement des systèmes de ventilation	43		1 188 104	1.5	5.5%	2 751	124 000	105 107.1	45.1	18.7
Scénario 1bis	ITE	44/45		964 958	20%	24%	34 776	314 710	265 272	9	6,3
	Mise en place d'un sous comptage			1 145 887	5%	9%	8 881	15 000	15 000	1.7	1.7
	Remplacement des radiateurs électriques	44		1 134 142	6 %	10%	25 959	90 000	89 363	3.5	3.2

² Temps de retour sur investissement actualisé à 7,5% avec l'augmentation du coût de l'énergie

Scénario 2	Remplacement des menuiseries	46		1 182 073	2%	6%	3 617	734 210	719 672.6	>50	39.9
	Isolation de la toiture terrasse	45		982 886	18.6%	22.6%	29 750	338 910	310 071.8	11.4	8
Scénario 3	Remplacement des chaudières + Système d'ECS	47		1 085 578	11.3%	15.3%	17 465	294 000	278 737.9	16.8	11
	Remplacement des Pompes à chaleur	47/48		1 202 128	0,4%	4.4%	928	260 000	258 968	>50	42.7

Remarques : Les prix affichés sont des estimations et ne sont pas comparable à des devis professionnels. Les coûts présentés dans le tableau ci-dessus sont calculés à partir d'une estimation du prix du matériau et de la main d'œuvre. Ils excluent toutes études complémentaires (Ex: étude de structure, Impact sur installation intérieures etc.) à réaliser concernant la faisabilité des travaux.

Ainsi les TRI présentés ci-dessus sont également calculés sur la base de ces estimations. Ils sont susceptibles d'évoluer en fonction de l'évolution des coûts des travaux.

1. Scénario 1 + Quick wins

a. Sensibilisation des occupants

Les usagers ont un rôle important à jouer dans la gestion des bâtiments. Ils jouent sur les paramètres de chaque zone en fonction de leur sensation de confort.

Une bonne sensibilisation des occupants permet de les guider au mieux sur les leviers d'actions à activer. Un guide pédagogique sera transmis en ce sens abordant les points suivants :

- La gestion des thermostats d'ambiance
- Les 6 paramètres de confort
- La gestion de l'éclairage intérieur

Les gains de cette préconisation est donc estimé à 2% sur la régulation des systèmes (occultation, consigne de température, gestion de l'éclairage, puissance dissipée des équipements).

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	357 285 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	849 786 kWh	352 997 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	838 725 kWh
Chauffage	311 640 kWh				419 558 kWh	307 900 kWh				414 523 kWh
Refroidissement					2 771 kWh					2 738 kWh
Eau chaude sanitaire	22 300 kWh				9 118 kWh	22 032 kWh				9 009 kWh
Auxiliaires de ventilation					41 190 kWh					40 696 kWh
Auxiliaires de distribution					3 854 kWh					2 944 kWh
Eclairage					116 109 kWh					114 716 kWh
Usage spécifique	23 345 kWh				257 186 kWh	23 065 kWh				254 100 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 13 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Sensibilisation des occupants »

b. Optimisation de la température de consigne

Le confort thermique est lié à 6 paramètres :

- La température de l'air
- La température des parois
- La vitesse de l'air
- L'humidité
- Le niveau d'activité
- L'habillement

La diminution de 1°C de la température de consigne du bâtiment permet de diminuer les besoins de chauffage. Le confort des occupants peut être maintenu en jouant sur les 5 autres paramètres.

La température de consigne est actuellement estimée à 20°C en hiver. Un paramétrage à 19°C pour l'ensemble des équipements de chauffage (ventilo-convecteur, chaudière...) est envisageable.

La consigne de climatisation/rafraichissement en été est actuellement estimée à 26°C.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	357 285 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	849 786 kWh	335 848 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	797 978 kWh
Chauffage	311 640 kWh				419 558 kWh	292 942 kWh				394 385 kWh
Refroidissement					2 771 kWh					2 605 kWh
Eau chaude sanitaire	22 300 kWh				9 118 kWh	20 962 kWh				8 571 kWh
Auxiliaires de ventilation					41 190 kWh					38 719 kWh
Auxiliaires de distribution					3 854 kWh					2 801 kWh
Eclairage					116 109 kWh					109 142 kWh
Usage spécifique	23 345 kWh				257 186 kWh	21 944 kWh				241 755 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 14 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Optimisation de la consigne de température »

c. Remplacement des systèmes de ventilation

Les centrales de traitement d'air sont les organes les plus anciens du bâtiment, de plus elles sont en mauvais états et mal entretenues. Ces équipements ont une durée de vie de 17 ans. Au cours de notre visite nous avons remarqué que certaines CTA sont en panne depuis plusieurs années. La ventilation actuelle peut être largement optimisée nous préconisons la mise en place d'un nouveau système simple flux afin d'améliorer le renouvellement d'air dans les locaux concernés.

Un bon renouvellement d'air permet également d'assurer le confort des occupants ainsi qu'une bonne qualité de l'air intérieur.

La surface disponible sur les terrasses techniques permet le remplacement des centrales de traitement d'air.

NB : Une étude de structure sera nécessaire afin d'évaluer si la toiture peut supporter la charge des nouveaux équipements. Le cout de cette étude n'est pas inclus dans le chiffrage effectué pour cette préconisation.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	357 285 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	849 786 kWh	351 926 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	836 178 kWh
Chauffage	311 640 kWh				419 558 kWh	306 965 kWh				413 265 kWh
Refroidissement					2 771 kWh					2 729 kWh
Eau chaude sanitaire	22 300 kWh				9 118 kWh	21 966 kWh				8 981 kWh
Auxiliaires de ventilation					41 190 kWh					40 572 kWh
Auxiliaires de distribution					3 854 kWh					2 935 kWh
Eclairage					116 109 kWh					114 367 kWh
Usage spécifique	23 345 kWh				257 186 kWh	22 995 kWh				253 328 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 15 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Remplacement des systèmes de ventilation »

d. Relamping en LED

La technologie actuellement utilisée sur le bâtiment pour l'éclairage artificiel est du fluorescent et LED. Les systèmes les plus performants à ce jour sur le marché sont le systèmes LED. Ils sont réputés pour consommer très peu d'énergie. La puissance d'éclairage simulée avec les systèmes LED est comprise entre 6 et 10 W/m².

Le relamping peut être progressif (changement d'une ampoule lorsqu'elle ne marche plus) ou par zone. Cette préconisation peut être couplé avec la gradation et/ou détection de présence afin d'optimiser les interventions.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	357 285 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	849 786 kWh	356 928 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	848 063 kWh
Chauffage	311 640 kWh				419 558 kWh	311 328 kWh				419 138 kWh
Refroidissement					2 771 kWh					2 768 kWh
Eau chaude sanitaire	22 300 kWh				9 118 kWh	22 278 kWh				9 109 kWh
Auxiliaires de ventilation					41 190 kWh					41 149 kWh
Auxiliaires de distribution					3 854 kWh					2 977 kWh
Eclairage					116 109 kWh					115 993 kWh
Usage spécifique	23 345 kWh				257 186 kWh	23 322 kWh				256 929 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 16 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Relamping en LED »

2. Scénario 1bis :

Ce scénario nous permettra d'atteindre le premier critère des exigences du décret tertiaire c'est-à-dire une économie d'énergie de -40% à horizon 2030.

Il regroupe les préconisations du scénario 1 + la préconisations « isolation des murs par l'extérieur »

a. Isolation des murs extérieurs par l'extérieur

Les murs extérieurs actuels ne sont pas isolés, de ce fait ils représentent une déperdition importante environ 1/3 des déperditions totales. Leur performance est médiocre.

Ajouter de l'isolation thermique par l'extérieur afin de réduire les déperditions et les ponts thermiques à l'horizon 2040 est envisageable afin d'améliorer les performances thermiques du site.

Pour cela, il sera intéressant d'envisager la mise en place d'une couche d'isolation par l'extérieur des murs du site par de la laine de roche (Ecorock Duo L) de 13 cm d'épaisseur avec une résistance thermique égale à 3.7 m².K/W.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	357 285 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	849 786 kWh	285 828 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	679 130 kWh
Chauffage	311 640 kWh				419 558 kWh	249 312 kWh				335 646 kWh
Refroidissement					2 771 kWh					2 217 kWh
Eau chaude sanitaire	22 300 kWh				9 118 kWh	17 840 kWh				7 294 kWh
Auxiliaires de ventilation					41 190 kWh					32 952 kWh
Auxiliaires de distribution					3 854 kWh					2 384 kWh
Eclairage					116 109 kWh					92 887 kWh
Usage spécifique	23 345 kWh				257 186 kWh	18 676 kWh				205 749 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 17 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Isolation des murs extérieurs »

3. Scénario 2

a. Isolation de la toiture

Les toitures représentent également une déperdition importante environ 1/3 des déperditions totales. Afin d'atteindre les CEE et de limiter au maximum les pertes, une isolation type mousse du polyuréthane de 14 cm pour un R de 6,4 m².K/W est préconisée au niveau de la toiture.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	#####	0 kWh	0 kWh	0 kWh	849 786 kWh	#####	0 kWh	0 kWh	0 kWh	709 793 kWh
Chauffage	311 640 kWh				419 558 kWh	220 652 kWh				280 502 kWh
Refroidissement					2 771 kWh					2 077 kWh
Eau chaude sanitaire	22 300 kWh				9 118 kWh	22 590 kWh				9 118 kWh
Auxiliaires de ventilation					41 190 kWh					41 118 kWh
Auxiliaires de distribution					3 854 kWh					3 853 kWh
Eclairage					116 109 kWh					115 939 kWh
Usage spécifique	23 345 kWh				257 186 kWh	23 345 kWh				257 186 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 18 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Isolation de la toiture »

b. Changement des menuiseries

Les menuiseries extérieures présentent une performance thermique moyenne, tant en termes de conduction que d'étanchéité à l'air. Ils peuvent être responsables des déperditions thermiques du bâtiment.

Envisager leur remplacement pour des menuiseries en double vitrage à faible émissivité ($U_w = 1,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, $Sw=0.35$) pourrait apporter un confort thermique important et également un confort acoustique.

Le remplacement de menuiseries a de multiples avantages :

- Réduction des déperditions thermiques
- Réduction de la sensation de paroi froide
- Amélioration de la perméabilité à l'air
- Amélioration du confort d'été

Pour atteindre les CEE, il faut avoir : $U_w \leq 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	357 285 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	849 786 kWh	350 139 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	831 934 kWh
Chauffage	311 640 kWh				419 558 kWh	305 407 kWh				411 167 kWh
Refroidissement					2 771 kWh					2 716 kWh
Eau chaude sanitaire	22 300 kWh				9 118 kWh	21 854 kWh				8 936 kWh
Auxiliaires de ventilation					41 190 kWh					40 366 kWh
Auxiliaires de distribution					3 854 kWh					2 920 kWh
Eclairage					116 109 kWh					113 787 kWh
Usage spécifique	23 345 kWh				257 186 kWh	22 878 kWh				252 042 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 19 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Changement des menuiseries »

3. Scénario 3

a. Remplacement des chaudières par une chaudière plus performante et des ballons thermodynamique

Nous préconiserons le remplacement des chaudières gaz existantes sur le site par une chaudière VARMAX et des ballons thermodynamiques pour la distribution d'ECS dans les cuisines. Cette action sera a mené à long termes pour l'atteinte de l'objectif 2050.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	357 285 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	849 786 kWh	301 487 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	769 608 kWh
Chauffage	311 640 kWh				419 558 kWh	280 476 kWh				377 602 kWh
Refroidissement					2 771 kWh					2 494 kWh
Eau chaude sanitaire	22 300 kWh				9 118 kWh					13 793 kWh
Auxiliaires de ventilation					41 190 kWh					37 071 kWh
Auxiliaires de distribution					3 854 kWh					2 682 kWh
Eclairage					116 109 kWh					104 498 kWh
Usage spécifique	23 345 kWh				257 186 kWh	21 011 kWh				231 467 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 20 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Remplacement des chaudières »

b. Remplacement des VRV

Les VRV installés sur le site ont été fabriqués en 2010/2011 et utilisent le R410A comme fluide frigorigène. Ce dernier a été progressivement mis en question en raison de ses impacts sur le changement climatique. L'objectif du règlement Européen n°517/2014 F-Gas est de réduire les émissions de gaz à effet de serre à hauteur de 80% d'ici à 2050. Pour atteindre ce niveau, un calendrier réglementaire prévoit une diminution progressive des gaz à effet de serre fluorés, jusqu'en 2030. Les systèmes utilisant les gaz à effet de serre fluorés seront interdits à la vente à partir de 2030, aucune indication n'a encore été donnée sur l'utilisation des systèmes déjà existante sur des sites à partir de cette date. Ainsi en fonction du coût estimatif des travaux et le temps de retour sur investissement nous avons préconisé le remplacement de ces systèmes dans le dernier scénario.

Le potentiel de réchauffement global (PRG) du R410A est élevé, alors il serait préférable de le remplacer par un fluide plus écologique, respectueux de l'environnement et présente un rendement supérieur à celui du R410A.

Par conséquent, nous recommandons le remplacement des systèmes VRV R410A ATLANTIC FUJITSU existants par des VRV correspondants à la réglementation en vigueur, et il est nécessaire d'effectuer une étude préalable à tout remplacement des unités extérieures afin d'évaluer la faisabilité de conserver les unités intérieures existantes.

NB : Une étude de structure sera nécessaire afin d'évaluer si la toiture peut supporter la charge des nouveaux équipements. Le cout de cette étude n'est pas inclus dans le chiffrage effectué pour cette préconisation.

	Etat initial (avant préco)					Etat final (après préco)				
	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)	Gaz (PCS)	Fioul (PCS)	Réseau de chaleur (ef)	Réseau de froid (ef)	Electricité (ef)
Total	357 285 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	849 786 kWh	357 763 kWh	0 kWh	0 kWh	0 kWh	844 365 kWh
Chauffage	311 640 kWh				419 558 kWh	311 534 kWh				414 997 kWh
Refroidissement					2 771 kWh					1 911 kWh
Eau chaude sanitaire	22 300 kWh				9 118 kWh	22 884 kWh				9 118 kWh
Auxiliaires de ventilation					41 190 kWh					41 190 kWh
Auxiliaires de distribution					3 854 kWh					3 854 kWh
Eclairage					116 109 kWh					116 109 kWh
Usage spécifique	23 345 kWh				257 186 kWh	23 345 kWh				257 186 kWh
Prod. Photovoltaïque										

Figure 21 : Résultats de la simulation pour la préconisation « Remplacement des DRV par des VRV »

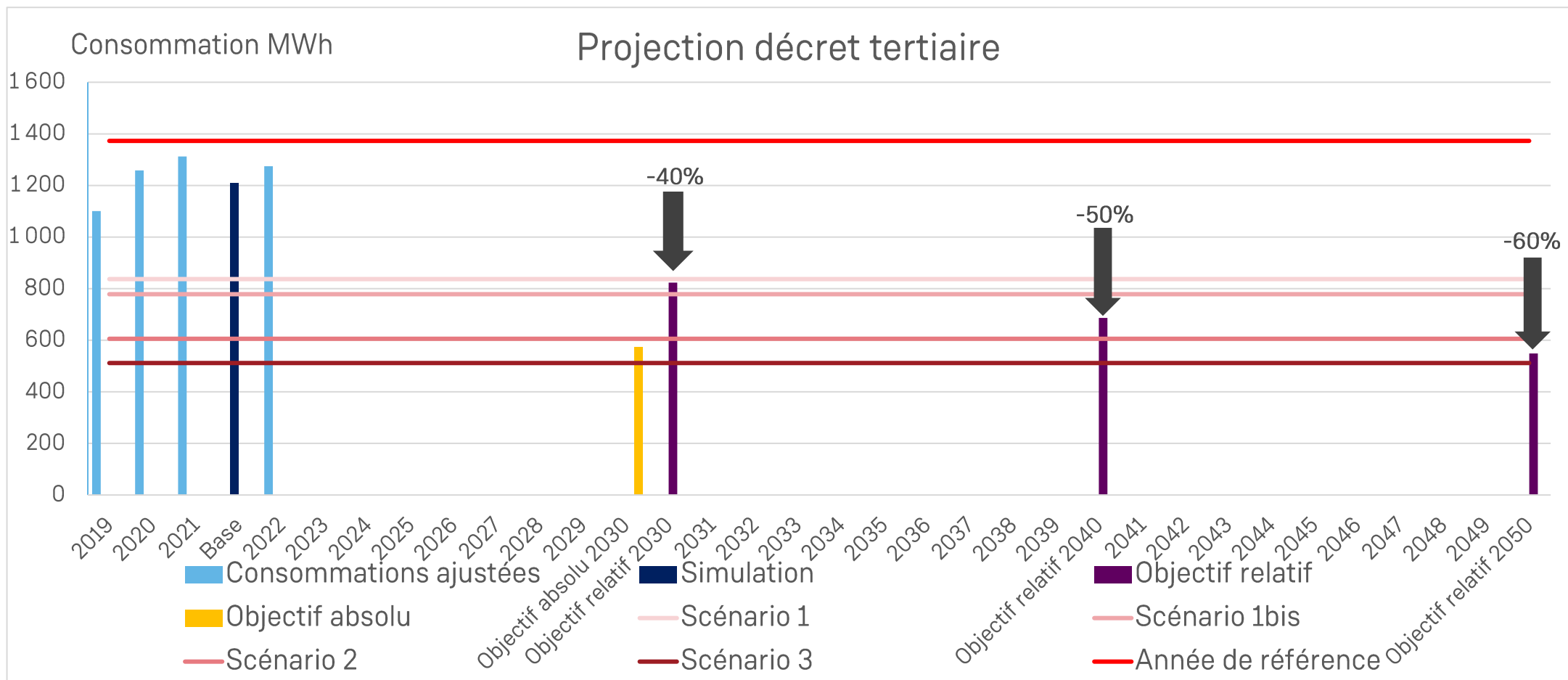
Plans d'actions

Plan d'action		Consommations théoriques simulées Avant travaux (kWh)	Consommations théoriques après travaux (kWh)	Gain par rapport à la simulation (%)	Gain par rapport à l'année de référence (%)	Gain HT (€)	Coût total HT (€)	Coût total HT aides déduites (€)	TRI ³ (ans)	Tract 7.5% (ans)
Objectif -40%	Scénario 1bis	1 207 576	778 361	36	40%	65 030	974 942	896 077	12,3	9
Objectif -50%	Scénario 2		605 600	49,8%	53.8%	86 100	2 048 062	1 925 821	7,3	6
Objectif -60%	Scénario 3		511 616	57,6%	61.6%	93 499	2 602 062	2 463 527	7,4	6,1

Remarques : Les prix affichés sont des estimations et ne sont pas comparable à des devis professionnels. Les coûts présentés dans le tableau ci-dessus sont calculés à partir d'une estimation du prix du matériau et de la main d'œuvre. Ils excluent toutes études complémentaires (Ex: étude de structure, Impact sur installation intérieures etc.) à réaliser concernant la faisabilité des travaux.

Ainsi les TRI présentés ci-dessus sont également calculés sur la base de ces estimations. Ils sont susceptibles d'évoluer en fonction de l'évolution des coûts des travaux.

³ Les TRI des scénarios 2 et 3 ne prennent pas en compte les gains du scénario 1.



L'objectif **relatif** de 2030 pourra être atteint avec **le scénario 1bis**.

L'objectif **relatif** de 2040 pourra être atteint avec **le scénario 2**.

L'objectif **relatif** de 2040 pourra être atteint avec **le scénario 3**.

Modulation des objectifs

1. Contraintes techniques et architecturales

Des actions (de rénovation en particulier) dégradant dangereusement l'architecture du bâtiment ou son esthétique, dans le cas d'un patrimoine remarquable ; ou actions non conformes au droit des sols et de propriété.

Sans objet.

2. Disproportion des temps de retour sur investissement

Des retours sur investissements disproportionnés, financièrement ou en termes d'efficacité énergétique.

Sans objet.

5. CONCLUSION

Le site CCI 77 Avon et Samois sur Seine construit entre 1990-2000, possède une chaudière gaz et radiateurs électriques comme source d'énergie de chauffage et des VRV pour le refroidissement.

L'enveloppe des bâtiments comprenant les murs extérieurs, le plancher bas et le plancher haut ne sont pas isolés ce qui entraîne des déperditions importantes.

En envisageant les exigences du décret tertiaire, il serait pertinent de mettre en place l'isolation des parois extérieurs. Cette préconisation permettrait non seulement de réduire significativement les déperditions thermiques, mais également de minimiser les besoins de chauffage et refroidissement.

- La performance des menuiseries est moyenne des points peuvent être améliorés au niveau des menuiseries.
- Les systèmes sont globalement performants avec des efforts à réaliser sur l'éclairage et la ventilation.

Les différentes opportunités d'économies d'énergie permettent de **respecter les exigences du décret tertiaire**. De plus, l'ensemble des préconisations énoncées devrait permettre d'atteindre les objectifs.

Respect des objectifs 2030	Economies par rapport à l'année de référence	Objectif 2030, 2040, 2050 en valeur relative par rapport à l'année de référence	Atteinte de l'objectif
Scénario 1	-30.7%	-40%	Valeur relative 2030 non atteint
Scénario 1bis	36%	-40%	Valeur relative 2030
Scénario 2	-49.8%	-50%	Valeur relative 2040
Scénario 3	-57.6%	-60%	Valeur relative 2050

Le scénario 1bis permet d'atteindre l'objectif 2030.

Le scénario 2 permet d'atteindre l'objectif 2040.

Le scénario 3 permet d'atteindre l'objectif 2050.

6. ANNEXES

Potentiel CEE

Les Certificats d'Économies d'Énergie (ou CEE) sont un dispositif au bénéfice des ménages et des entreprises pour la transition énergétique et la croissance verte. Créé par les articles 14 à 17 de la loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 du programme fixant les orientations de la politique énergétique (loi POPE), ce dispositif constitue l'un des principaux instruments de la politique de maîtrise de la demande énergétique.

Des fiches d'opérations standardisées sont mises à disposition afin de recenser les travaux éligibles et de calculer les aides associées. (<https://calculateur-cee.ademe.fr/user/fiches/BAT>)

Les économies potentielles décrites dans les fiches CEE ci-dessous ne sont pas pris en compte dans le calcul des temps de retour sur investissement. Le prix de vente des CEE pour l'étude est de 6,4 €/MWh Cumac.

Préconisation	PRODUIT FOURNI POSÉ				Coût total après aides
	Nombre	Unité	Coût unitaire	Coût total	
Sensibilisation du personnel aux consommation d'énergie	1	Pack	0	0	0
Système de comptage d'énergie	1	Pack	15 000	15 000	15 000
Consigne de température	1	-	0	0	0
Éclairage	1	Pack	49 680	49 680	47 295.4
Isolation des planchers bas (ITE)	2 861	m²	110	314 710	265 272
Remplacement des menuiseries	734.21	m²	1 000	734 210	719 673
Remplacement des CTA + extracteurs	1	Pack	124 000	124 000	105 107
GTB Bacs	1	Pack	381 552	381 552	374 039.2
Remplacement des radiateurs électriques	60	Radiateurs	1 500	90 000	89 363
Isolation de la toiture	3 081	m²	110	338 910	310 071
Remplacement des chaudières + systèmes d'ECS	1	Pack	294 000	294 000	278 737,9
Remplacement des Pompes à chaleur	1	Pack	260 000	260 000	258 968