

CENTRE HOSPITALIER DE PLAISIR (78) Réhabilitation du bâtiment USN 3



Simulation thermique dynamique – Consommations et confort

PHASE : DCE	Date : Février 2026	N°d'affaire : 2202-04	Rédigé par : SI Relu par : FLe/FK Diffusion : KL	Indice			
				A	B	C	D
				E	F	G	H

Date	Indice	Modifications
04/2026	A	Suite remarques du MOA et du Bureau de contrôle

SOMMAIRE

1 - PRESENTATION DE LA MISSION.....	3
1.1 - PERIMETRE ET OBJET DE LA MISSION	3
1.2 - CONTEXTE REGLEMENTAIRE	5
1.2.1 - Décret tertiaire	5
1.2.2 - Réglementation thermique des bâtiments existants.....	9
1.3 - DEMARCHE ET PHASAGE DE LA MISSION	10
1.3.1 - Analyse des documents, état des lieux et préconisation.....	10
1.3.2 - Définition des niveaux de consommations énergétiques de référence	11
2 - QUALITES INTRINSEQUES DE L'ENVELOPE ET PERFORMANCE DES EQUIPEMENTS TECHNIQUES.....	12
2.1 - ENVELOPE	12
2.2 - SYSTEMES TECHNIQUES	14
3 - CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DE REFERENCE.....	17
3.1 - MODELISATION DE L'EXISTANT.....	17
3.1.1 - Horizon (masque lointain)	18
3.1.2 - Données météorologiques.....	19
3.1.3 - Modélisation géométrique et zoning thermique du bâtiment	22
3.1.4 - Performance thermique de l'enveloppe	24
3.1.5 - Scénarios d'exploitation et d'usages	26
3.2 - CONSOMMATIONS DE REFERENCE CALCULEES EN ENERGIE FINALE (AVANT TRAVAUX)	32
4 - PRECONISATIONS POUR LA REDUCTION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES	33
4.1 - PREAMBULE	33
4.2 - ACTIONS D'ECONOMIES D'ENERGIES	34
4.2.1 - Action 1 : Mise en place d'une isolation thermique par l'extérieur	34
4.2.2 - Action 2 : Remplacement de l'isolation thermique en toiture.....	34
4.2.3 - Action 3 : Remplacement des menuiseries	35
4.2.4 - Action 4 : Mise en place d'une ventilation double flux pour les bureaux, salles de réunion, salles d'activités et ateliers	36
4.2.5 - Action 5 : Remplacement de la ventilation simple flux des locaux à pollution spécifique.....	36
4.2.6 - Action 6 : Remplacement des circulateurs des circuits radiateurs par des pompes à débits variables	36
4.2.7 - Action 7 : Mise en place de robinets thermostatiques sur les radiateurs existants.....	37
4.2.8 - Action 8 : Adaptation des Températures de consigne de chauffage	37
4.2.9 - Action 9 : Remplacement de l'éclairage	38
4.2.10 - Action 10 : Installation de panneaux photovoltaïques en toiture	38
5 - SYNTHESE SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE - CONSOMMATIONS	39
6 - CONFORT THERMIQUE	44
6.1 - MODELISATIONS	44
6.2 - RESULTATS.....	46
6.3 - CONCLUSION.....	51

1 - PRESENTATION DE LA MISSION

1.1 - PERIMETRE ET OBJET DE LA MISSION

Le bâtiment USN est situé au 220 Rue François Mansart à Plaisir (78370), dans un environnement urbain moyennement dense et stable, constitué par d'autres bâtiments du site du Centre Hospitalier de Plaisir. Le bâtiment USN date de 1970.

L'aile du bâtiment USN concernée par la présente étude est appelée USN 3 comprenant 5 niveaux du R-1 au R+3. Cette aile USN 3 abrite essentiellement des bureaux, des salles de réunion, des salles d'activité, des locaux de stockage, une salle polyvalente, des sanitaires, des circulations et des locaux techniques.





Localisation du site et du bâtiment

L'objectif de l'audit énergétique est d'établir un bilan de la performance énergétique du bâtiment actuel et d'établir un plan d'action stratégique d'investissement, engendrant des économies énergétiques et financières dans le but de répondre aux exigences du décret tertiaire. L'enjeu est ainsi d'apporter des réponses techniques et organisationnelles qui amélioreront le fonctionnement global du bâtiment, en termes de bilan énergétique et environnemental, de confort d'usage et de qualité d'air intérieur (ventilation), tout en restant dans une logique de développement durable privilégiant, dans la mesure du possible, le confort adaptatif (solution passive) et limitant le recours aux solutions actives, consommatrices d'énergie. L'efficacité des solutions passives pour assurer le confort d'été sera quantifiée par simulation thermique dynamique et présentée en fin de document.

Les actions d'économie d'énergie et/ou programme de travaux proposés s'inscriront dans le cadre du décret tertiaire qui impose des réductions drastiques des consommations énergétiques.

La simulation énergétique porte sur l'enveloppe, le système de chauffage / rafraîchissement, le système de ventilation, le système d'éclairage, les usages spécifiques de l'électricité (bureautique) et éventuellement la production locale d'électricité.

1.2 - CONTEXTE REGLEMENTAIRE

1.2.1 - DECRET TERTIAIRE

Le décret tertiaire impose à une Maîtrise d'Ouvrage, l'obligation de résultats d'économie d'énergie sur les bâtiments à usage tertiaire.

Les bâtiments concernés sont tous les bâtiments ou locaux d'activités à usage tertiaire d'une surface d'exploitation égale ou supérieure à **1000 m²**. Les constructions provisoires, lieux de culte et bâtiments de défense, sécurité civile ou sécurité intérieure du territoire ne sont pas concernés.

Bâtiments / parc assujettis si les conditions suivantes sont réunies :

Année de construction antérieure au 24 novembre 2018

ET

Bâtiment de surface supérieure ou égale à 1000m² hébergeant uniquement des activités tertiaires

ou

Bâtiment à usage mixte avec des activités tertiaires sur une surface supérieure ou égale à 1000m²

ou

Bâtiments sur une unité foncière ou sur un même site dès lors que la surface dédiée à des activités tertiaires est supérieure ou égale à 1000m²

Les modalités de mise en œuvre des objectifs de réduction énergétiques sont précisées par le décret n°2019-771 du 23 juillet 2019.

1.2.1.1 - OBJECTIFS EN VALEURS RELATIVES

Les objectifs d'économie d'énergie peuvent être fixés par rapport à une consommation de référence en énergie finale, constatée pour une année pleine d'exploitation choisie entre 2010 et 2022. Les pourcentages d'économies d'énergie fixés par le décret sont précisés ci-dessous :

- 40% d'économie d'énergie par rapport à la consommation de référence avant 2030.
- 50% d'économie d'énergie par rapport à la consommation de référence avant 2040.
- 60% d'économie d'énergie par rapport à la consommation de référence avant 2050.



40% en 2030



50% en 2040



60% en 2050

L'Arrêté du 10 avril 2020 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale dans les bâtiments à usage tertiaire vient compléter ce décret en apportant des précisions techniques sur la méthodologie de travail.

1.2.1.2 - OBJECTIFS EN VALEURS ABSOLUES

Une Maîtrise d'Ouvrage peut déterminer son objectif de diminution de consommation en fonction d'une méthode dite "**valeur absolue**" (**Cabs**) reposant sur un seuil de consommation énergétique maximal à atteindre, propre à chaque type de secteur d'activité et à échéance (2030, 2040 et 2050). Les seuils sont fixés par arrêté.

Le calcul de la consommation fondée sur la valeur absolue correspond à l'addition des consommations liées aux **usages énergétiques**, c'est-à-dire :

- Les consommations CVC (Chauffage, Ventilation, Climatisation) : les objectifs sont fixés en fonction de la zone climatique et du niveau d'altitude du bâtiment.
- Les autres types de consommations USE (éclairage, eau chaude sanitaire, usages spécifiques).

La Maitrise d'Ouvrage ayant opté pour la méthode des valeurs absolues doit atteindre, à une période donnée, le **seuil de consommation maximal**, fixé par l'arrêté le concernant. Dans le cadre d'un bâtiment de bureau, il est fixé par l'Arrêté du 24 novembre 2020 modifiant l'arrêté du 10 avril 2020 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire.

- Bureaux standards

Composante CVC en kWh/ m ² / an	Zones Géographiques													
	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3	Guyane	Guadeloupe	Martinique	Mayotte	Réunion	
Altitude < 400 m Référence 100 m	57	66	62	57	50	56	63	40	Définie par arrêté	Définie par arrêté	Définie par arrêté	Définie par arrêté	Définie par arrêté	
Altitude 400 à 800 m Référence 500 m	68	77	71		61	64	66	44	Définie par arrêté	Définie par arrêté	Définie par arrêté		Définie par arrêté	
Altitude 800 à 1200 m Référence 900 m		90	81			75	68	54			Définie par arrêté		Définie par arrêté	
Altitude 1200 m- 1600m Référence 1400 m		125	115			109	99	84					Définie par arrêté	
Altitude > 1600m Référence 1700 m			133			117	107	92						
Composante USE					USE étalon =		50	kWh/ m ² / an						
Type d'indicateur d'intensité d'usage	Indicateur d'intensité d'usage à renseigner par l'assujetti Valeur de référence associée à la USE étalon								Indicateur d'intensité d'usage étalon					
Indicateurs d'intensité d'usage temporels	Amplitude horaire annuelle (h ouvrées/ an) Nb_ h ouvrées							3 120	Densité Temporelle étalon (h ouvrées/ an) DTétalon					3 120
Indicateurs d'intensité d'usage surfaciques	Surface Plancher/ poste de travail ou Surface Utile Brute (m ² / poste) Surf_ poste			18	Taux d'occupation (%) T_ occ			70	Surface/ Poste étalon (m ² / poste) Surfétalon Taux d'occupation étalon (%) T_ occétalon					18 70
Formule de modulation en fonction du volume d'activité	USE modulé (kWh/ m ² / an) = USE étalon x [0,05 + 0,95 x (T_ occ/ T_ occétalon) x (Surfétalon/ Surf_ poste) x (Nb_ h ouvrées/ DTétalon) + 0,28 (Nb_ h ouvrées-DTétalon)/ DTétalon]													

1.2.1.3 - MODULATION DES OBJECTIFS

Les objectifs de réduction des consommations peuvent être modulés en fonction des spécificités de chaque bâtiment ou partie de bâtiment assujetti.

Modulation des objectifs

Possible dans 3 cas :

- Survenance d'un changement d'activité ou d'une évolution du volume d'activité
- Présence de contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales
- Mise en évidence de coûts manifestement disproportionnés par rapport aux avantages attendus.

- Modulation en raison d'un changement d'activité ou évolution du volume d'activité

Cette modulation ne nécessite pas de dossier technique. Elle est effectuée sur la plateforme Operat à partir des indicateurs d'intensité d'usage et des déclarations des valeurs prises par la Maitrise d'Ouvrage.

- Si objectif en réduction de consommation : ajustement de la référence (consommation réelle initiale Créf) en proportion de l'effet sur Cabs de la modulation.
- Si objectif en valeur absolue : ajustement de l'objectif absolu Cabs (voir formule USE)

- Modulation en présence de contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales

Ce type de modulation nécessite la réalisation d'un dossier technique de justification. La modulation pour contraintes architecturales ou patrimoniales peut être invoquée si une ou plusieurs actions de rénovation

- Font courir un risque technique, architectural, ou si elles sont non conformes à des servitudes (droit des sols, voirie ...)
- Entraînent des modifications sur le bâti en contradiction avec la protection du patrimoine
 - Les monuments historiques et leurs abords, les sites patrimoniaux remarquables
 - Les sites inscrits ou classés, bâtiment ayant reçu un label patrimoine
 - L'aspect extérieur des constructions, l'alignement sur la voirie, la distance minimale par rapport à la limite séparative

- Modulation en présence de coûts manifestement disproportionnés des actions nécessaires pour atteindre les objectifs par rapport aux avantages attendus

Ce type de modulation nécessite la réalisation d'un calcul du temps de retour brut sur investissement du coût global d'un ou des leviers d'actions d'amélioration de la performance énergétique. Une Maitrise d'Ouvrage n'est pas tenue de mettre en pratique une action de performance énergétique si le temps de retour est :

- > 30 ans pour les actions de rénovations relatives à l'amélioration de l'efficacité énergétique et environnementale des bâtiments portant sur leur enveloppe.
- > 15 ans pour les travaux de renouvellement des équipements énergétiques du bâtiment (hors consommables : ampoules et autres pièces de rechange dans le cadre de l'entretien courant des équipements).
- > 6 ans pour la mise en place de système d'optimisation et d'exploitation des systèmes et équipements, visant la gestion, la régulation et l'optimisation en exploitation des équipements énergétiques.

Pour justifier la modulation des objectifs, les assujettis seront dans l'obligation de constituer un dossier technique, qui permettra :

- D'identifier la situation de référence du bâtiment
- D'identifier les éventuelles contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales de ce bâtiment et les traduire en contrainte de rénovation énergétique
- D'élaborer un programme d'actions permettant d'atteindre les objectifs de réduction des consommations d'énergie et de réduction des émissions de gaz à effet de serre
- D'identifier les actions de réduction de la consommation énergétique et, éventuellement, de moduler le plan d'actions en fonction des temps de retour brut des investissements

Le dossier technique devra contenir les éléments suivants :

- Une étude énergétique portant sur les actions d'amélioration de la performance énergétique et environnementale du bâtiment ;
- Une étude énergétique portant sur les actions visant à réduire les consommations des équipements liés aux usages spécifiques ;
- Une identification des actions portant sur l'adaptation des locaux à un usage économe en énergie et sur le comportement des occupants ;
- Un programme d'actions permettant d'atteindre à terme l'objectif en valeur relative ou absolue.

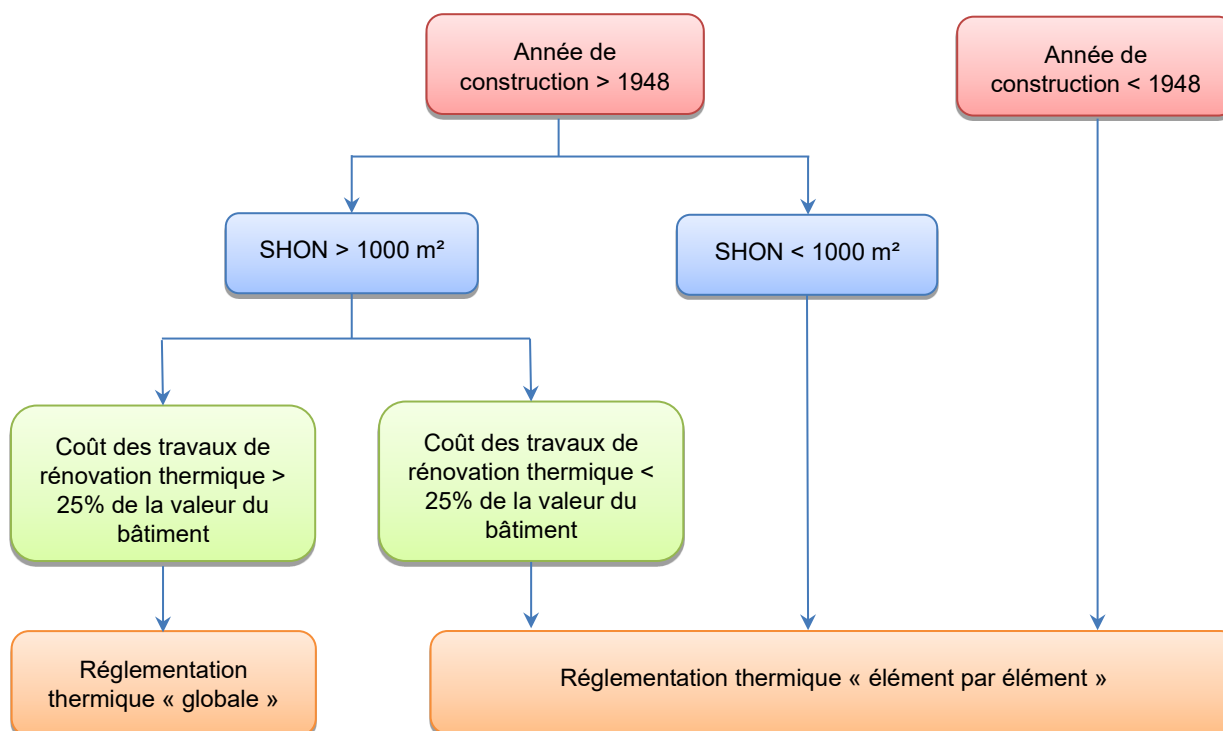
En fonction de la nature des modulations, le dossier technique doit être complété par :

- Une note technique spécifique justifiant la modulation des objectifs en fonction de contraintes techniques ;
- Un avis circonstancié justifiant la modulation des objectifs en fonction de contraintes architecturales ou patrimoniales ;
- Une note de calcul des temps de retour brut sur investissement du programme d'actions d'amélioration de la performance énergétique du bâtiment, justifiant de la modulation des objectifs en cas de disproportion manifeste du coût des actions par rapport aux avantages attendus en termes de consommation d'énergie finale.

1.2.2 - REGLEMENTATION THERMIQUE DES BATIMENTS EXISTANTS

Dans le cas de travaux de rénovation, le bâtiment devra respecter les exigences de la réglementation thermique des bâtiments existants.

L'objectif de cette réglementation est d'améliorer la performance énergétique du parc immobilier existant. Les mesures réglementaires sont toutefois différenciées suivant la surface du bâtiment, le coût estimé des futurs travaux de rénovation thermique et l'année de construction du bâtiment.



Les travaux pris en compte sont définis par l'article 4 de l'arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1 000 mètres carrés, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants.

La valeur du bâtiment est définie par l'article 1^{er} de l'arrêté du 20 décembre 2007 selon la typologie de bâtiment. Elle est actualisée en fonction de l'Indice du Coût de la Construction (ICC) appréciée entre la valeur du deuxième trimestre de l'année N-2 et la valeur du deuxième trimestre de l'année N-1. Au 1^{er} janvier 2021, la valeur des bâtiments à usage principal d'habitation était de 1 665 €/m²_{SHON}.

La rénovation dite « globale » définit un objectif de performance global pour le bâtiment rénové, à justifier par un calcul réglementaire. Pour les bâtiments à usage principal d'habitation, les travaux doivent permettre de répondre à :

- Une consommation d'énergie inférieure à une valeur maximale.
- Une performance thermique globale de l'enveloppe du bâtiment (isolation minimum).
- Une performance thermique pour chaque élément de l'enveloppe au travers du respect de garde-fous.

Pour tous les autres cas de rénovation, en cas d'installation ou de remplacement d'un élément du bâtiment (pose d'une isolation ou d'une fenêtre, changement de chaudière), la réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé (cf. Arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants).

Compte-tenu de sa surface ($> 1000m^2$) et de son année de construction (> 1948), le bâtiment sera soumis à la réglementation thermique élément par élément ou à la réglementation thermique globale suivant les travaux de rénovations énergétiques retenus.

1.3 - DEMARCHE ET PHASAGE DE LA MISSION

Dans un premier temps, un audit de l'enveloppe des bâtiments et des systèmes techniques est réalisé afin de juger de la performance énergétique et du confort thermique du bâtiment en l'état et de mettre en évidence ses forces et faiblesses sur ces thématiques.

Dans un second temps, pour donner suite aux constats réalisés lors de la visite et lors de l'analyse des documents, une série de préconisations en vue d'améliorer les consommations d'énergies et le confort des occupants est réalisée.

Les préconisations proposées seront catégorisées, argumentées et évaluées en termes de gain sur les consommations d'énergie, et, le cas échéant, en gain sur le confort. A cette fin, un niveau de référence des consommations et du confort thermique sera établi afin de pouvoir juger de l'impact des préconisations. Les travaux seront par la suite hiérarchisés selon leur niveau d'urgence, leur impact énergétique et environnemental.

La démarche s'organise donc en 3 phases :

- Phase 1 : Etat des lieux.
- Phase 2 : Définition des consommations énergétiques de référence.
- Phase 3 : Préconisations pour la réduction des consommations d'énergie.

1.3.1 - ANALYSE DES DOCUMENTS, ETAT DES LIEUX ET PRECONISATION

La phase 1 comporte l'analyse de données d'entrée diffusées par la Maîtrise d'Ouvrage.

La qualité et la précision des solutions d'améliorations proposées dépendent directement de l'analyse du bâtiment actuel et ainsi de la qualité et de l'exhaustivité des données d'entrée fournies (plans, diagnostics...).

L'aile du bâtiment USN 3 n'intégrant pas de systèmes de comptages d'énergie dédiés d'une part et changeant complètement de cloisonnements et de types de services d'autre part, il a été convenu avec le Maître d'Ouvrage de considérer pour état initial : le cloisonnement et les destinations du projet avec l'enveloppe thermique et les systèmes existants.

En complément des documents précédents, des visites sur site permettant le recueil des données relatives au système constructif ainsi que la visualisation des équipements techniques :

- Isolation du bâti.
- Système de production et d'émission de chaud et de froid.
- Systèmes de traitement d'air.
- Eclairage et contrôle.

Suite à ces visites, une synthèse des équipements techniques avec leurs principales caractéristiques ainsi qu'une évaluation qualitative de leur état et de leur performance sont réalisées. Sur le même principe, un constat de la performance de l'enveloppe et de la GTB/Régulation est réalisé. Sur la base de ce constat, le cas échéant, une ou des préconisations d'amélioration seront proposées.

L'ensemble de ces informations serviront à la réalisation d'un modèle numérique du bâtiment servant à la détermination d'un niveau de consommation d'énergie théorique de référence du bâtiment actuel.

1.3.2 - DEFINITION DES NIVEAUX DE CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DE REFERENCE

Afin de juger de la pertinence des leviers d'économies d'énergie, les consommations d'énergies de référence et la répartition entre les différents postes sont déterminées par simulation thermique dynamique.

La simulation thermique dynamique est un outil puissant et incontournable dans le cadre d'un projet de rénovation énergétique d'un bâtiment. Elle permet de valider des choix techniques influençant les consommations d'énergie et de réaliser une conception bioclimatique en regard de l'usage réel du bâtiment tout en intégrant la problématique du confort d'été. Par son intermédiaire, il est également possible d'analyser le comportement des installations techniques et les stratégies de régulations des équipements mises en place.

Dans le cadre de la rénovation d'un bâtiment, la simulation énergétique dynamique est avant tout un outil d'aide à la décision pour établir la stratégie de rénovation optimale et valider la pertinence des pistes d'optimisation issues de l'audit et de l'analyse des consommations.

Une série de simulation est réalisée pour tester différentes solutions techniques et combinaisons de solutions à tout niveau (parois opaques, vitrages, ventilation, chauffage, équipements, etc.). L'objectif d'une telle approche est multiple :

- Limitation des consommations d'énergie et des coûts par une combinaison judicieuse entre les opportunités d'amélioration techniques et constructives passives et dynamiques, les types d'énergie et les usages.
- Amélioration du confort thermique en été et en hiver.
- Dimensionner au plus juste les installations et déterminer une gestion performante.

La démarche retenue dans le cadre de la mission est de modéliser le bâtiment dans son état de référence (enveloppe thermique et systèmes techniques existants), tel qu'exploité avant les travaux prévus. La modélisation du projet permettra d'estimer :

- Le gain de consommations d'énergies finales ;
- La répartition des consommations entre les différents postes ;
- Le confort d'été atteint par la solution technique envisagée.

L'ensemble de ces résultats sera estimé sur la base de données météorologiques « normales » pour les consommations d'énergie et des données « été chaud » pour l'évaluation des conditions de confort d'été.

2 - QUALITES INTRINSEQUES DE L'ENVELOPPE ET PERFORMANCE DES EQUIPEMENTS TECHNIQUES

2.1 - ENVELOPPE

Réglementation thermique applicable à la construction du bâtiment

La première réglementation thermique ayant été instaurée en 1974, à la date de construction de bâtiment (1970), aucune exigence en termes de performance énergétique de l'enveloppe ou des systèmes n'était demandée.

Les Valeurs de Référence et Garde-fous de la RT-Existant :

Les valeurs de garde-fous sont des performances minimales que doivent respecter les éléments de façades si ceux-ci font l'objet de travaux de rénovation. Les valeurs mentionnées ci-après correspondent à celles imposées par la réglementation thermique existante dite Globale.

Les valeurs de référence sont des performances thermiques pour les différents éléments de l'enveloppe utilisées pour la vérification des exigences de la réglementation thermique existante Globale.

Parois	Déperdition thermique minimale R_{Tex} ($W/m^2.K$)	Déperdition thermique usuelle Bâtiment Neuf ($W/m^2.K$)
Murs en contact avec l'extérieur	0.32	0.23
Toitures terrasses	0.23	0.16
Planchers de combles perdus	0.19	0.14
Rampants de toiture de pente inférieure 60°	0.22	0.14
Planchers bas donnant sur local non chauffé ou extérieur	0.33	0.33
Fenêtre, porte fenêtres, façade rideaux	1.9	1.4
Porte d'entrée	2	1.5

La conception générale du bâtiment est de type structure béton avec façades en éléments de béton préfabriqués et isolation intérieure, menuiseries extérieures métalliques à double vitrage et toiture terrasse en béton armé avec étanchéité.

La description du bâtiment ci-dessous est issue des données présentes dans l'audit énergétique du 30/04/2021 réalisé par QUARK Ingénierie, dans l'audit d'exploitation du 20/09/2022 réalisé par INDIGGO, ainsi que de notre visite sur site du 18/09/2025.

BATIMENT INITIAL - MURS DONNANT SUR L'EXTERIEUR	
MurExt type 01 - Eléments de façade préfabriqués en béton avec une lame isolante en polystyrène de 6 cm	
Localisation : Ensemble des murs extérieurs	
$U_p = 0.55 W/m^2.K$ soit $R_p = 1.66 m^2.K/W$	Valeur référence et garde-fou : 0.36 $W/m^2/K$ et 0.30 $W/m^2/K$
Etat : Bon	Performance énergétique : Faible
Prescriptions : à traiter	
Commentaires	
Dans le cadre du projet, il est prévu la mise en place d'une isolation thermique par l'extérieur, permettant de renforcer largement la résistance thermique des façades, d'améliorer le traitement des ponts thermiques de plancher intermédiaire et de changer l'apparence générale des façades.	

BATIMENT INITIAL – PLANCHER BAS SUR PARKING**MurPbas type 01 – Plancher bas sur sous-sol**

Dalle béton et 12cm de laine de roche en sous-face.

Localisation : Planchers hauts du sous-sol

 $U_p = 0.30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ soit $R_p = 3.1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ Valeur référence et garde-fou : $0.27 \text{ W/m}^2/$ et $0.31 \text{ W/m}^2/\text{K}$

Etat : Bon

Performance énergétique : Moyenne

Prescriptions : Ø

Commentaires

Ø

BATIMENT INITIAL – PLANCHER HAUT**Phaut type01 – Toiture-terrasse**

L'isolation de la toiture-terrasse est réalisée par un isolant de 12cm TH44.

 $U_p = 0.33 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ soit $R_p = 2.9 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ Valeur référence et garde-fou : $0.27 \text{ W/m}^2/$ et $0.2 \text{ W/m}^2/\text{K}$

Etat: Moyen

Performance énergétique : Faible

Prescriptions : Reprise de l'étanchéité et de l'isolation.

Commentaires

Une partie de la toiture a déjà été traitée.

BATIMENT INITIAL – MENUISERIES**Paroi vitrée type 1 : Double vitrage**

Les menuiseries sont de type Aluminium double vitrage 4/8/4

 $U_w \approx 1.85 \text{ W/m}^2/\text{K}$ $U_f = 3 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ $U_g = 1.36 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ $S_g = 0,57$ $T_I = 0,79$ Valeur référence et garde-fou : $2.1 \text{ W/m}^2/$ et $1.9 \text{ W/m}^2/\text{K}$

Etat: Bon

Performance énergétique : Moyenne

Prescriptions : Mise en place de protections solaires extérieures mobiles et remplacement des menuiseries

2.2 - SYSTEMES TECHNIQUES

CHAUFFAGE	
Production La production calorifique pour le chauffage est assurée par une sous-station (Sous-station USN3 située en RDC) alimentée en eau chaude par un réseau de chaleur urbain (RESOP – chaleur produite par l'incinérateur de déchets du Sidompe à Thiverval-Grignon.) Les réseaux radiateurs du bâtiment sont distribués par des circulateurs à débit constant. (Deux réseaux de chauffage : « Nord » et « Sud »)	
Etat : Etat d'usage	Performance énergétique : Moyenne
Prescriptions : Les circulateurs des réseaux radiateurs seront remplacés par des circulateurs à débit variable, adaptés aux nouveaux besoins.	
Commentaires	
Ø	
Emission L'émission se fait par des radiateurs acier à eau chaude.	
Etat : Etat d'usage	Performance énergétique : Bonne
Prescriptions : Ø	
Régulation Les réseaux radiateurs sont régulés par des lois d'eau en tête de réseau. Les radiateurs sont équipés de robinets à simple réglage. Prescriptions : Mise en place de robinets thermostatiques. Sensibilisation des usagers sur les températures de consigne.	
Commentaires	
Ø	
PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE	
Production Des cumulus électriques disposés au plus proche des points de puisage assurent la production d'eau chaude sanitaire pour assurer les faibles besoins du bâtiment en ECS.	
Etat : Bon	Performance énergétique: Moyenne
Prescriptions : Ø	
Commentaires	
Etant donné l'usage du bâtiment USN 3 projeté, les besoins en eau chaude sanitaire se révèlent très faibles. La production par préparateurs ECS électriques locaux de petites capacités est donc parfaitement indiquée.	

VENTILATION	
Ventilation Bureaux - Type : Simple flux - Débit : 25m³/h par occupant, - Sur horloge : 6h à 18h : 100% 18h à 6h : 0% - Puissance extraction : 0.3 W/m³/h	
Ventilation Salles de réunion, Activités, Ateliers - Type : Simple flux - Débit : 30m³/h par occupant, - Sur sonde CO₂, - Puissance extraction : 0.3 W/m³/h	
Ventilation Locaux à pollution spécifique - Type : Simple flux - Débit : suivant nombre d'appareils sanitaires - Fonctionnement permanent - Puissance extraction : 0.3 W/m³/h Etat : Ø Performance énergétique : Moyenne Prescriptions : Mise en place d'une ventilation mécanique double flux avec récupération d'énergie et PAC réversible intégrée. Amélioration du SFPv des caissons d'extraction pour les locaux à pollution spécifique.	
Commentaires	
Ø	

ECLAIRAGE
Eclairage type 1 – Bureaux • Scénario d'éclairement suivant scénarios d'occupation (8h-18h) • Type tube T5 puissance 8W/m² • Gestion interrupteur marche/arrêt (C1=0.9) • Le comportement vertueux des utilisateurs est pris en compte en supposant un allumage et extinction en fonction d'un seuil
Eclairage type 2 – Salles de réunion, Activités, Ateliers • Scénario d'éclairement suivant scénarios d'occupation (8h-18h) • Type tube T5 puissance 8W/m² • Gestion interrupteur marche/arrêt (C1=0.9) • Le comportement vertueux des utilisateurs est pris en compte en supposant un allumage et extinction en fonction d'un seuil
Eclairage type 3 – Sanitaires, circulations • Scénario d'éclairement (7h-18h) • Puissance 6W/m² • Gestion par interrupteur marche/arrêt et extinction automatique (C1=0.75)
Etat : Ø Performance énergétique : Moyenne Prescriptions : Mise en place d'éclairage LED. Asservissement à l'éclairage naturel, temporisation et détecteur de présence dans les circulations communes, sanitaires et espaces à occupation discontinue.
Commentaires
Ø

3 - CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DE REFERENCE

Les consommations énergétiques de référence sont évaluées théoriquement par simulation thermique dynamique d'un état initial virtuel.

Il n'y a pas de sous-comptages d'énergie dédié à l'aile du bâtiment étudiée (USN 3). Par ailleurs, les usages, le cloisonnement de la zone étudiée étaient, avant curage du bâtiment, très différents du projet.

Les consommations énergétiques de référence sont donc calculées par simulation thermique dynamique en considérant le cloisonnement et les usages du projet dans l'enveloppe thermique existante, avec les systèmes techniques existants (ou tels qu'ils étaient avant le curage du bâtiment).

3.1 - MODELISATION DE L'EXISTANT

Afin de juger de l'efficacité des leviers d'économie d'énergies identifiées, les consommations énergétiques et la répartition entre les différents postes, sont calculées par simulation thermique dynamique.

La simulation thermique dynamique est un outil puissant et incontournable dans le cadre d'un projet de rénovation énergétique d'un bâtiment. Elle permet de valider des choix techniques influençant les consommations d'énergie en regard de l'usage réel du bâtiment. Par son intermédiaire, il est également possible d'analyser le comportement des installations techniques et les stratégies de régulation des équipements mis en place.

Dans le cadre de la rénovation d'un bâtiment, la simulation énergétique dynamique est ainsi avant tout un outil d'aide à la décision pour établir la stratégie de rénovation optimale et valider la pertinence des pistes d'optimisation issues de l'audit et de l'analyse des consommations.

La démarche retenue pour la présente étude est, dans un premier temps, de modéliser le bâtiment conformément aux éléments constatés lors des visites et tel que supposé exploiter avant le curage du bâtiment. Les consommations d'énergies sont calculées sur la base de ces éléments, complétés si nécessaire, dans le cas d'éléments manquant, par des hypothèses « standards ».

Les simulations thermiques dynamiques réalisées intègrent l'ensemble des paramètres suivants :

- Les données météorologiques.
- Les températures de consignes.
- L'occupation et les apports internes.
- Les coefficients de déperditions de l'enveloppe.
- La perméabilité de l'enveloppe.
- Les débits d'air neuf.
- Le rendement du système de chauffage.
- Le rendement du système de climatisation.
- L'ouverture des fenêtres.
- L'utilisation des protections solaires.

L'ensemble de ces éléments est calculé avec le logiciel Pleiades développée par la société Izuba (version 6.25.7.02 publié le 07/10/2025).

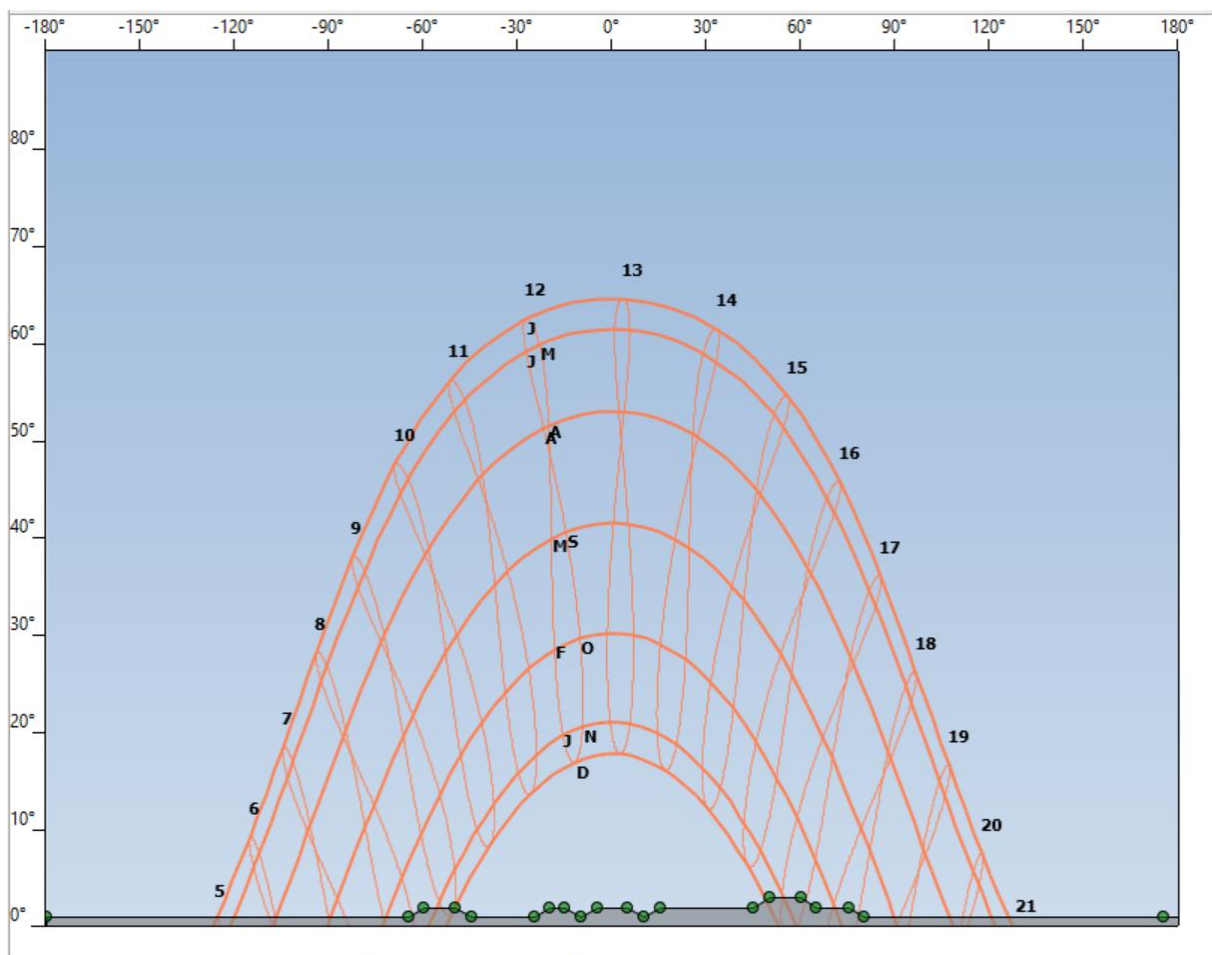


La modélisation du projet en vue de l'estimation des consommations énergétiques intègre, en plus des données météorologiques, l'ensemble des caractéristiques des bâtiments :

- La géométrie : la formalisation du bâtiment prend en compte : l'orientation du bâtiment, la définition des parois pleines et vides, définition des parois intérieures et extérieures, définition des adjacentes entre les zones, etc.
- Le zoning : la modélisation est effectuée en zones homogènes regroupant des pièces identiques en termes de température de consigne, de scénario de fonctionnement, orientation...
- Performance thermique de l'enveloppe : type de matériaux, caractéristiques thermiques des matériaux, composants spécifiques de façade (tels que les protections solaires, les types de vitrage), etc.
- Équipements techniques du bâtiment : débits d'air neuf et système de ventilation, système de production de chaleur, éclairage artificiel et gestion, etc...
- Scénarios d'exploitation et d'usage du bâtiment : horaires d'utilisations, consignes de fonctionnement, équipements et matériel autres, etc...

3.1.1 - HORIZON (MASQUE LOINTAIN)

Les masques lointains sont les masques créés par le relief à une distance comprise entre 200m et 50km. Ils constituent l'horizon du projet qui intervient dans le calcul des apports solaires. Sur le graphique suivant figure l'horizon pris en compte.

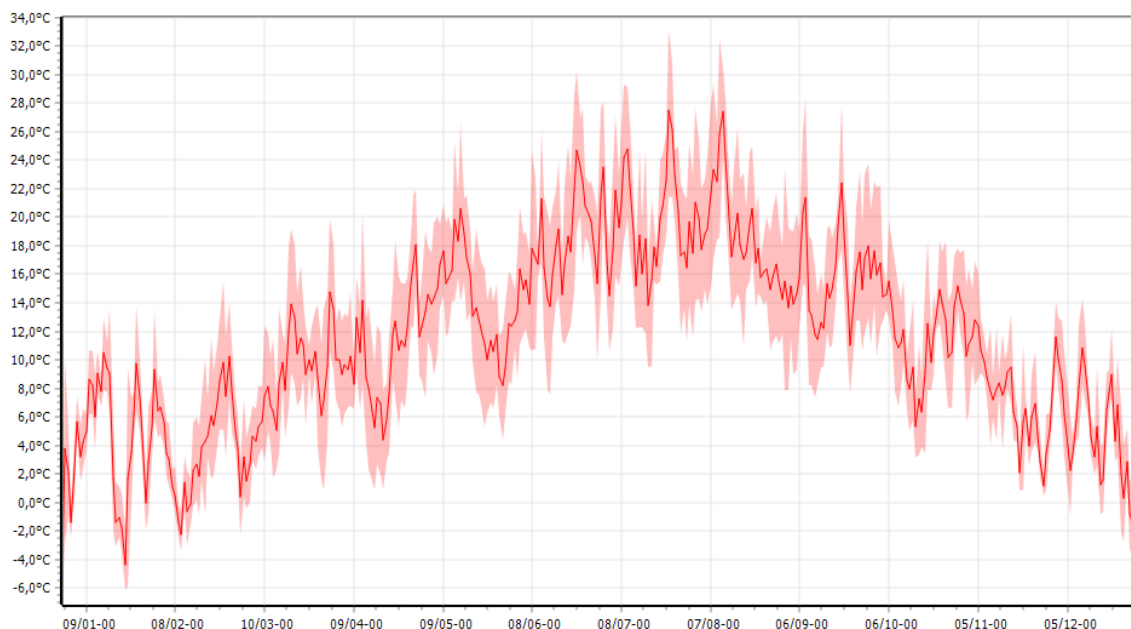


Le site présente un horizon lointain dégagé.

3.1.2 - DONNEES METEOROLOGIQUES

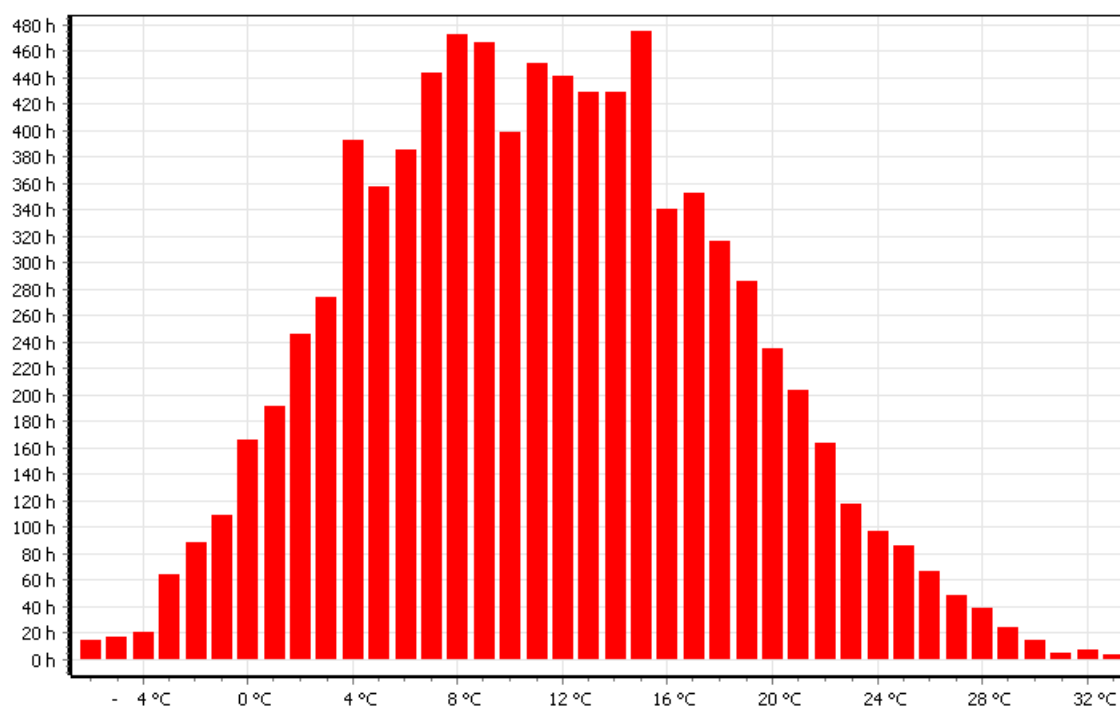
Les données météorologiques normales sont basées sur les relevés de la station météorologique la plus proche, Trappes « moyen ». Ces données « moyennes » sont établies sur la base des relevés observés sur la période 2000-2019 et intègrent donc l'évolution récente du climat et son réchauffement. Elles présentent l'inconvénient de lisser les pics exceptionnels de chaleur.

Température de l'air extérieur (°C) - Données climatiques normales



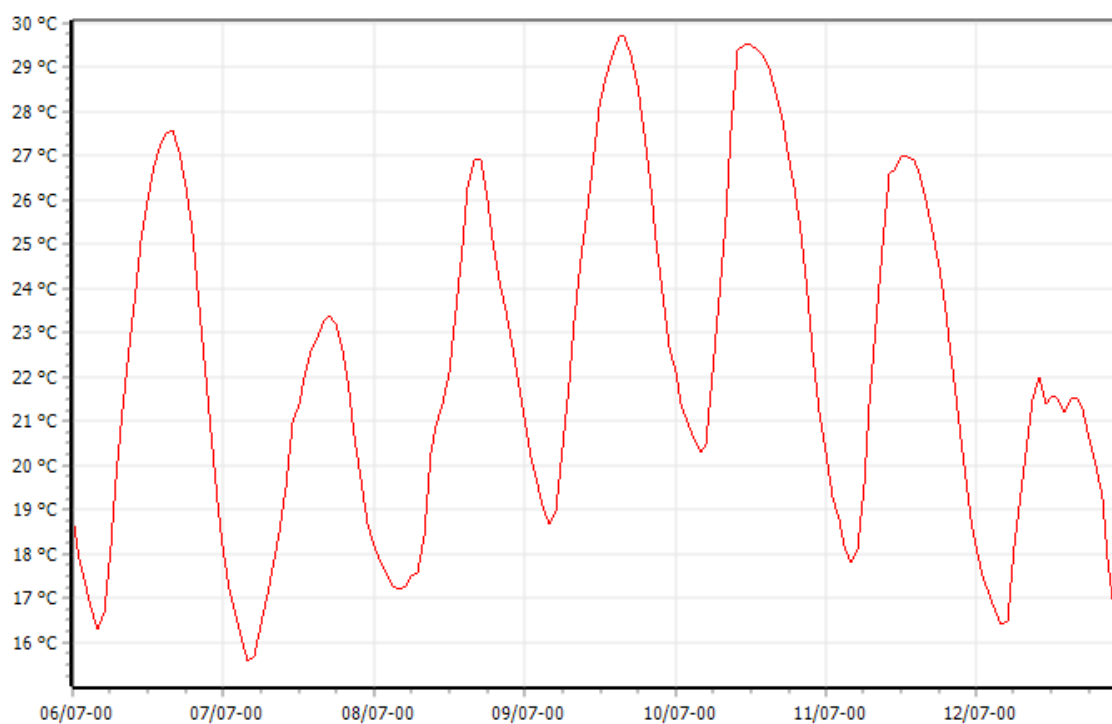
Sur le graphique suivant est représentée la distribution annuelle des températures « normales ».

Statistiques annuelles des températures de l'air - Données climatiques normales

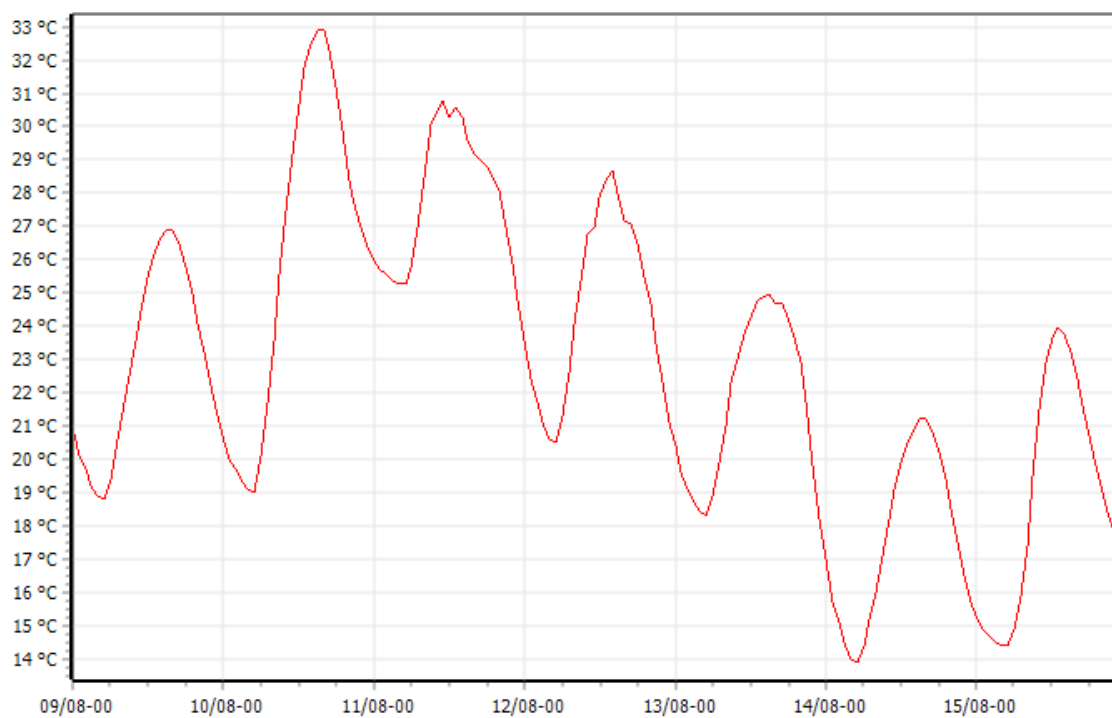


L'amplitude de température jour / nuit est significative en été, de l'ordre de 8 à 10 °C. Cette amplitude rend possible la mise en place d'une stratégie de sur-ventilation nocturne pour le refroidissement des pièces.

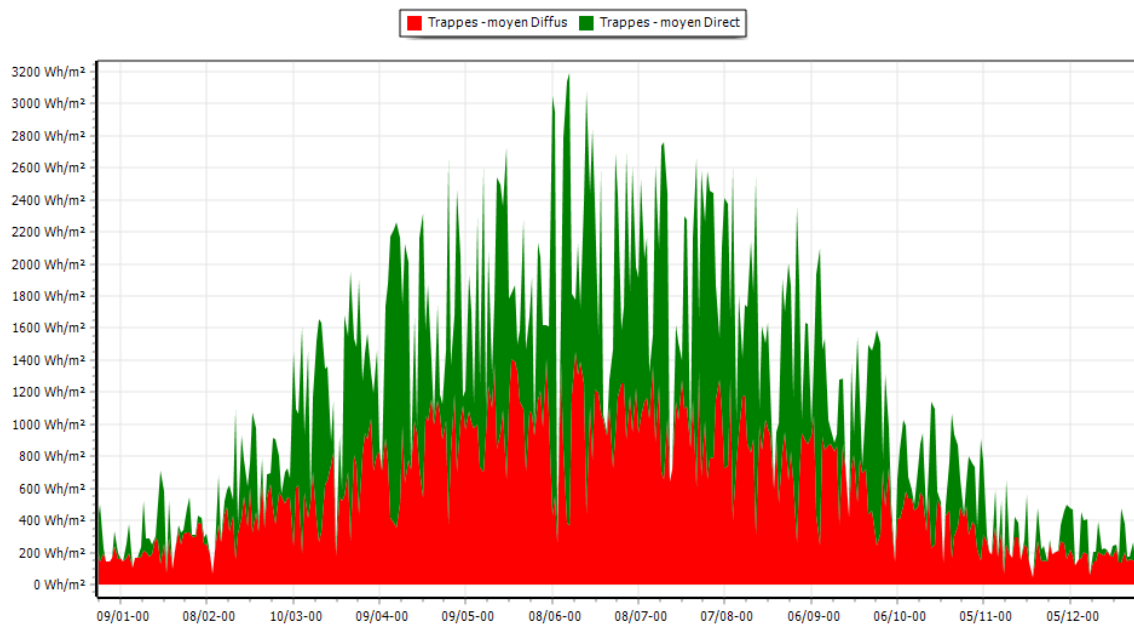
Profil de température extérieure d'une semaine au mois de juillet



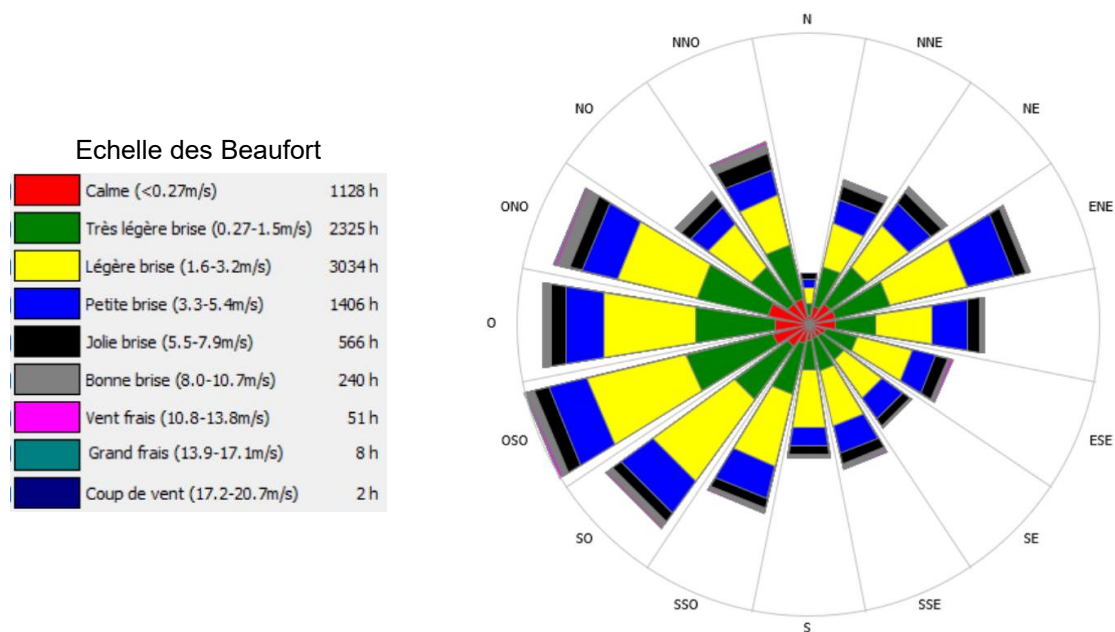
Profil de température extérieure d'une semaine au mois d'août



L'ensoleillement sur la toiture est important en été. Les apports solaires sur les parois verticales orientées sud sont importants et diminuent en été en raison de la hauteur importante du soleil. Les apports solaires en façades Est et Ouest sont également importants. Afin de réduire l'inconfort d'été, le recours à des protections solaires mobiles est indispensable.

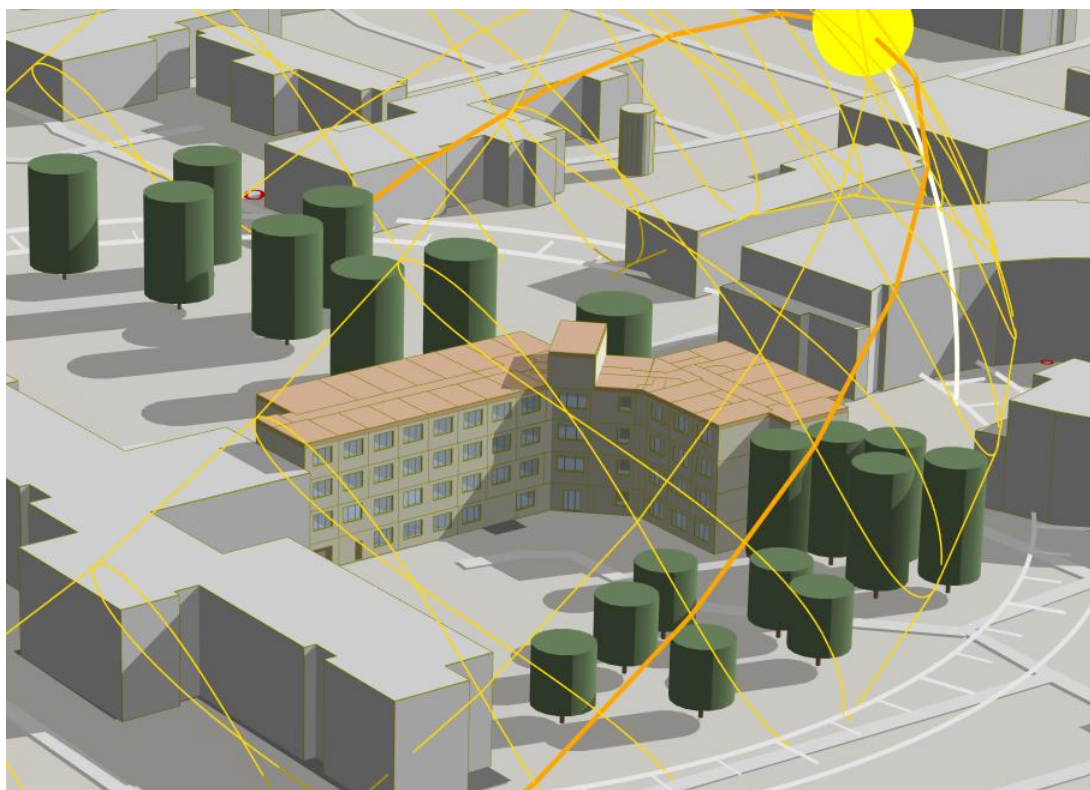


Le vent majoritaire est un vent de secteur Ouest.



3.1.3 - MODELISATION GEOMETRIQUE ET ZONING THERMIQUE DU BATIMENT

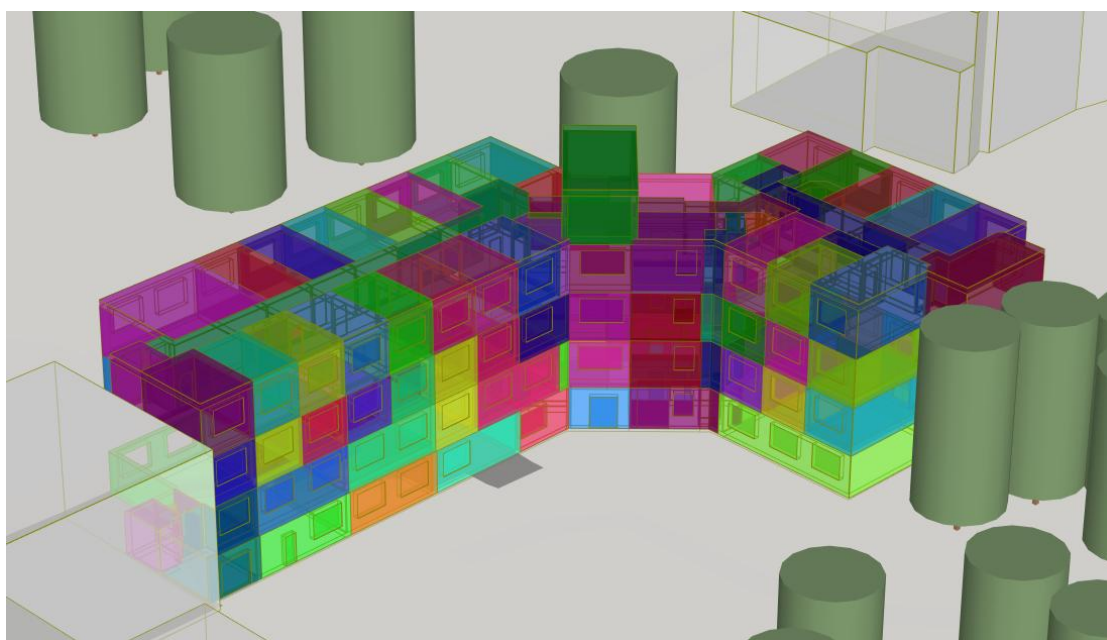
La modélisation du bâtiment est réalisée suivant les plans transmis par la Maîtrise d'Ouvrage et en fonction des éléments constatés lors de la visite.

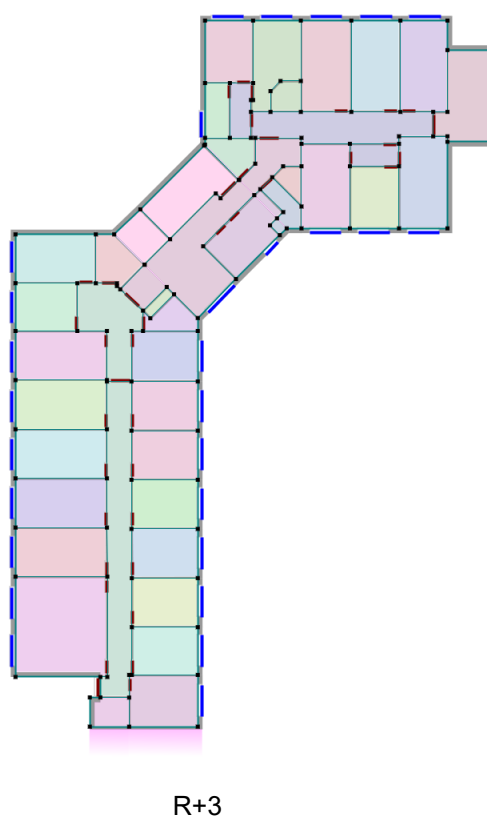
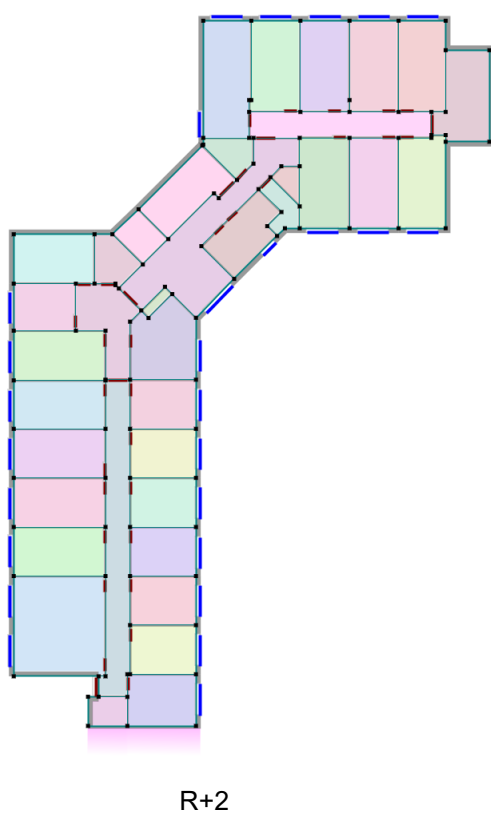
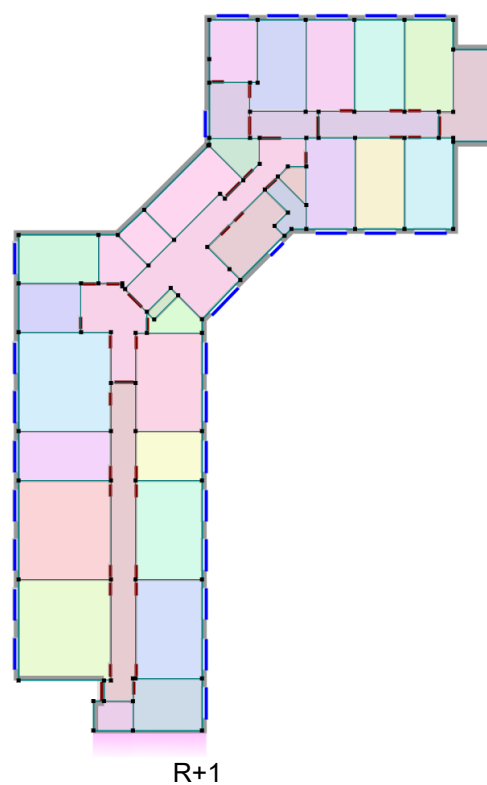
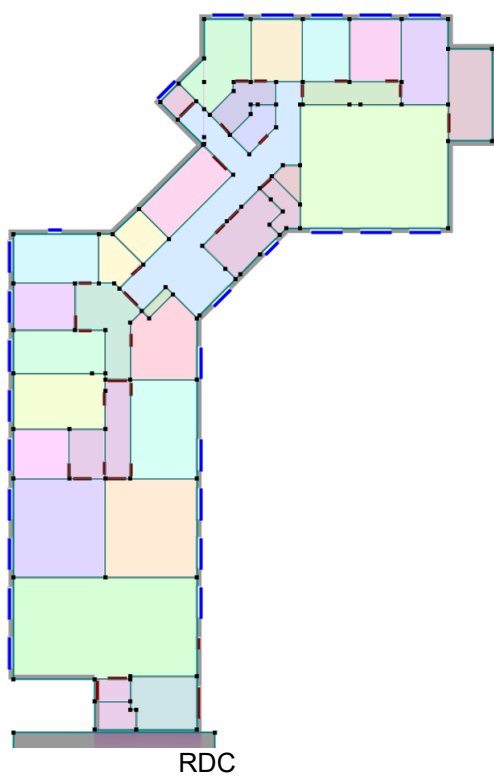


Les différentes zones thermiques sont créées par regroupement d'espaces ou locaux à profils d'usage (occupation, équipements), de consigne de chauffage et de renouvellement d'air similaires.

Les espaces à profils similaires adjacents sont regroupés en un espace unique intégré à la zone thermique correspondante.

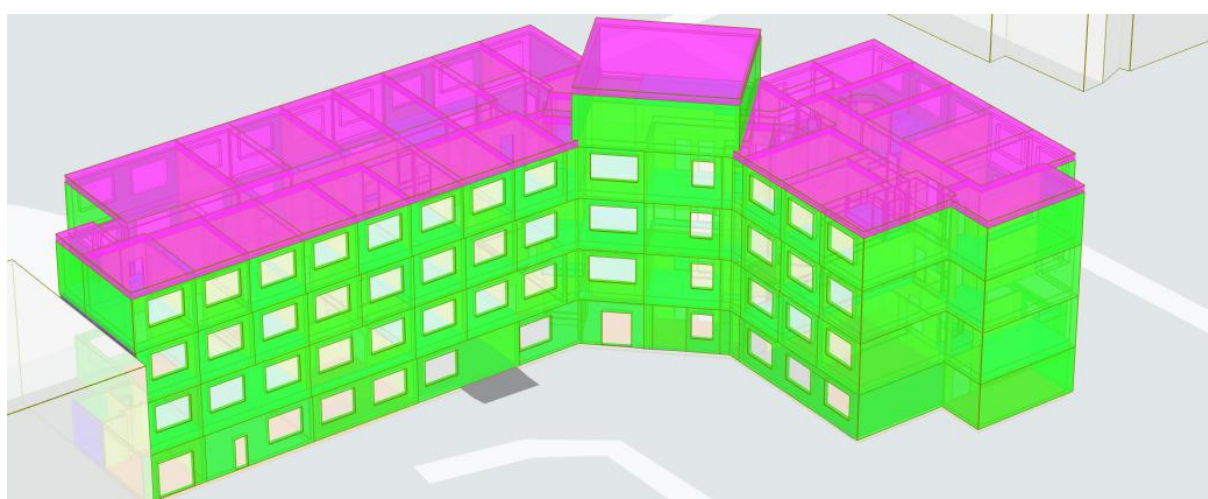
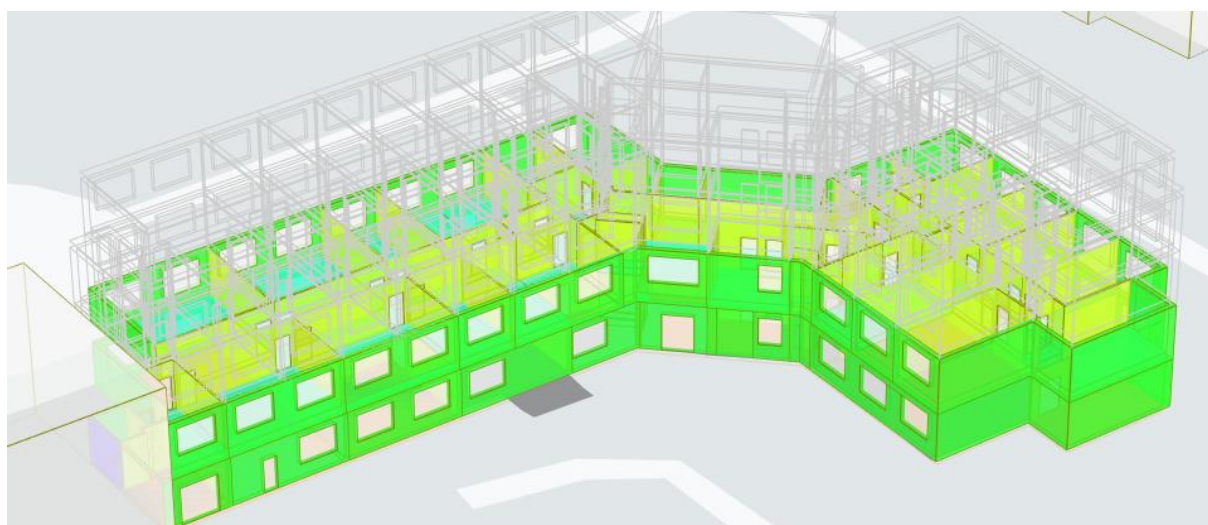
Les principales zones thermiques considérées sont représentées sur les illustrations suivantes.





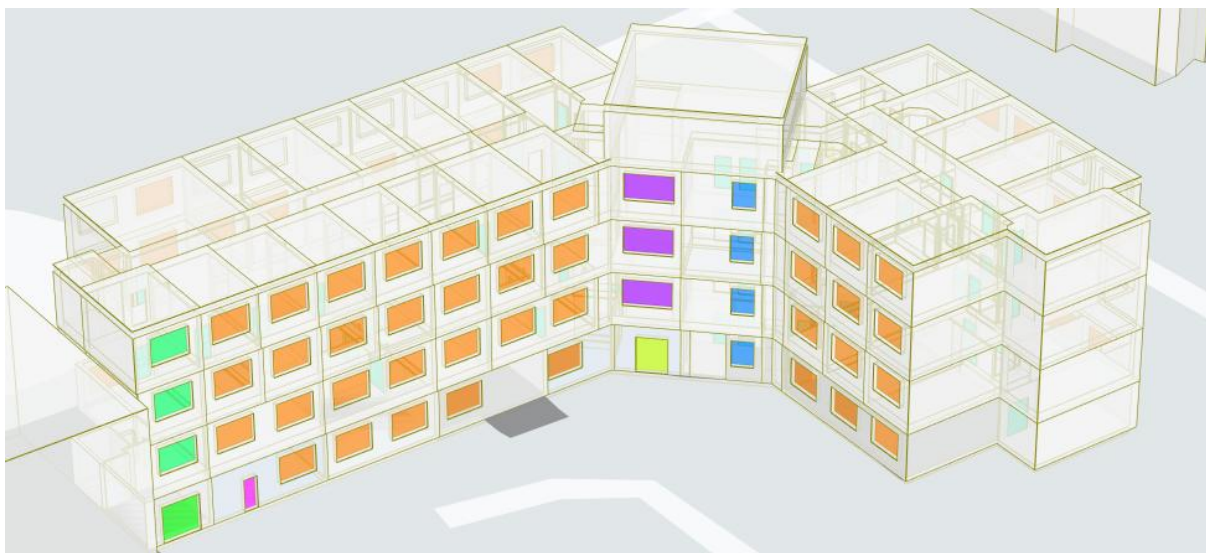
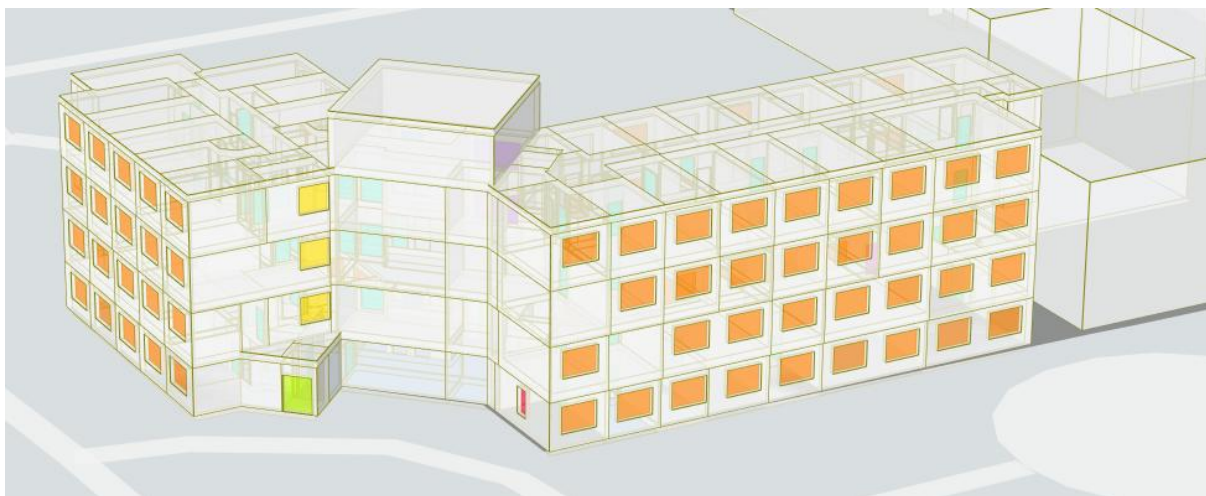
3.1.4 - PERFORMANCE THERMIQUE DE L'ENVELOPPE

Sur l'illustration ci-après est repérée, à titre informatif, la performance thermique parois opaques (figure en blanc les menuiseries).



Couleurs	Composition	R (m².K/W)
	MurExt01_Mur état initial 60mm	1.65
	MurInt01_Mur mitoyen	0.11
	Pbas01_Plancher bas sur sous-sol ou vide sanitaire	3.1
	Pbas02_Plancher intermédiaire	2.61
	Phaut01_Toiture terrasse	2.9
	Cloi01_Cloisons intérieures	1.33

Sur l'illustration ci-après est repérée, à titre informatif, la performance thermique des menuiseries (figure en blanc les parois opaques).



Couleurs	Menuiserie	Uw	Sw	TIw
	PorteExt03_Porte type 03	3	0.03	0
	01_Men05_1.70 x 2.30 - PS - Ouv	1.87	0.46	0.63
	PorteInt01_Porte type 01	3	0.03	0
	01_Men03_1.70 x 1.30 - No PS - No Ouv	1.8	0.47	0.64
	01_Men01_1.70 x 2.30 - No PS - No Ouv	1.87	0.46	0.63
	01_Men02_1.70 x 2.80 - No PS - No Ouv	1.82	0.47	0.64
	01_Men06_1.70 x 1.90 - PS - Ouv	1.94	0.45	0.61

3.1.5 - SCENARIOS D'EXPLOITATION ET D'USAGES

Chaque zone thermique est caractérisée par plusieurs profils de fonctionnement journalier, hebdomadaire et annuel qui portent sur :

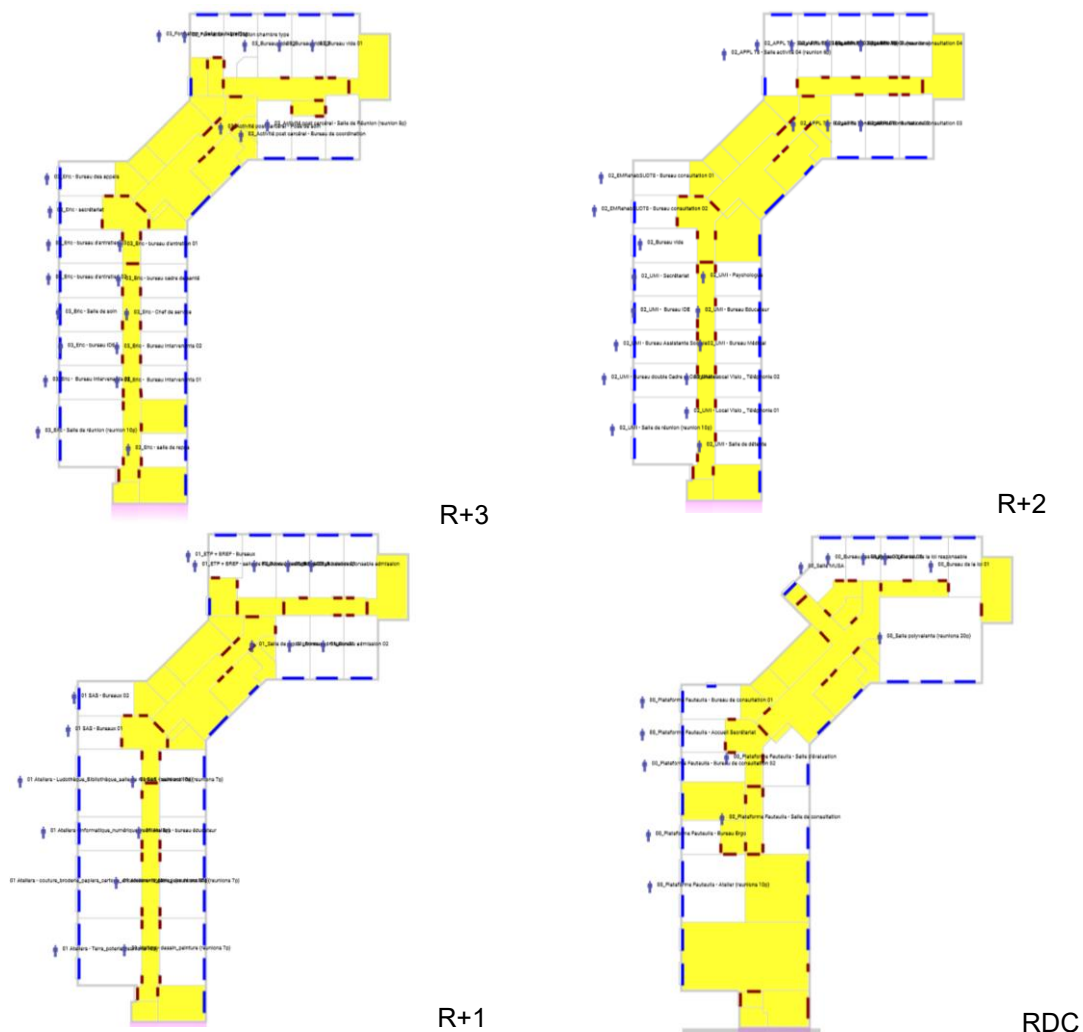
- L'occupation.
- Le fonctionnement des équipements.
- Le fonctionnement de l'éclairage.
- Les consignes de renouvellement d'air.
- Les consignes de chauffage.

Les profils sont appliqués sur leurs paramètres techniques associés :

- Occupation : chaleur sensible et chaleur latente en W/occupant.
- Equipements & process : puissances installées en W.
- Eclairage : puissances installées W/m².
- Renouvellement d'air : débit hygiénique en m³/h.
- Chauffage : température minimale de confort ou de consigne en °C.

3.1.5.1 - PLANNING D'OCCUPATION DES LOCAUX

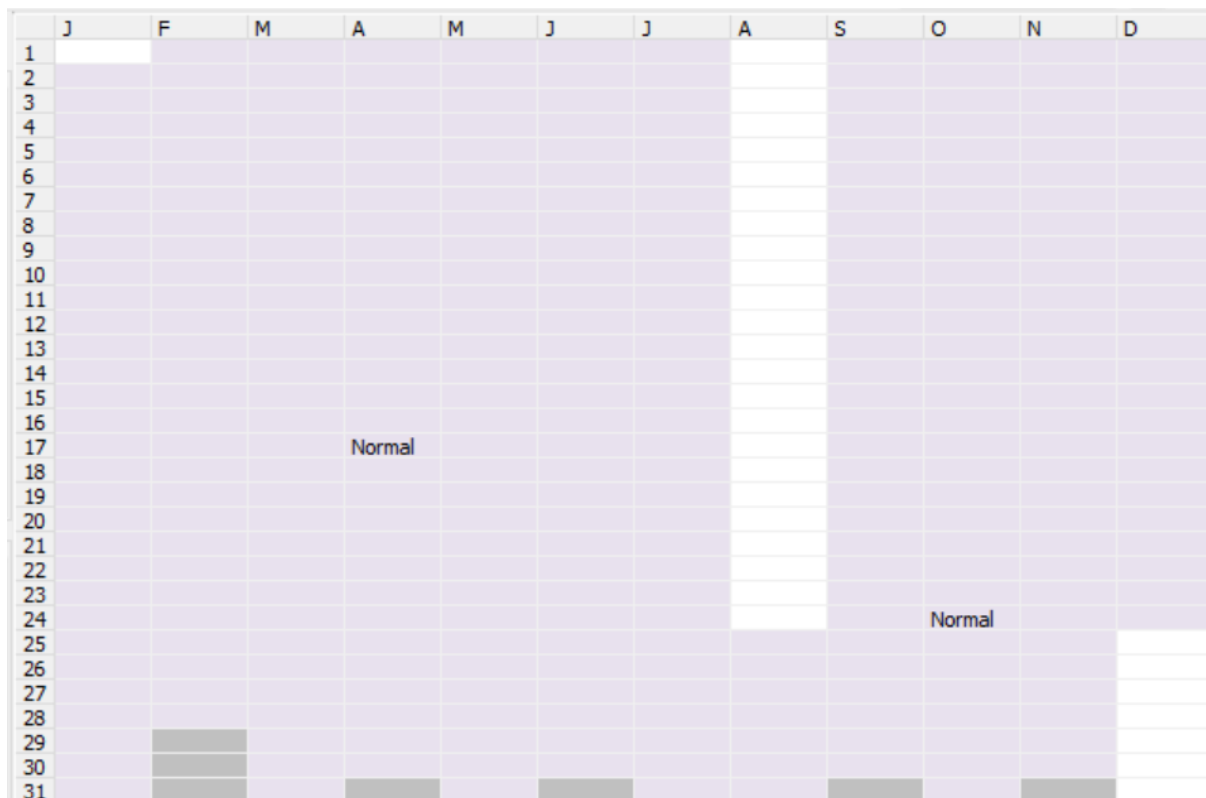
Les locaux sont supposés occupés tous les jours de 8h à 18h du lundi au vendredi. Le nombre d'occupants par zone thermique, et donc par pièce, est saisi, suivant les données projets. Les zones en jaune sont considérées inoccupées.



Sur l'illustration ci-après figure, à titre d'exemple, le taux d'occupation (en %) considéré d'un bureau occupé.

A noter que les périodes et jours de télétravail ne sont pas intégrés.

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	0	0	0	0	0	0	0	90	90	90	90	10	50	90	90	90	90	0	0	0	0	0	0
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	0
Nom	Lundi			Mardi			Mercredi			Jeudi			Vendredi			Samedi			Dimanche					
Normal	Ouvré			Ouvré			Ouvré			Ouvré			Ouvré			Week-end			Week-end					



Scénario annuel d'occupation

Les apports internes liés aux occupants sont de 80W de chaleur sensible et de 0.055kgeau/h (40W) de chaleur latente.

3.1.5.2 - APPORTS INTERNES (BUREAUTIQUE, INFORMATIQUE, PROCESS, ETC)

Pour tous les bureaux, il est considéré des apports internes liés aux équipements (bureautique, informatique, etc.) dont l'utilisation est calée sur le planning d'occupation. Il est considéré une puissance de 15W/m² par poste occupé.

Apports internes zones de bureaux (en % de la valeur nominale : 15W/m²)

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	0	0	0	0	0	0	0	90	90	90	90	50	50	90	90	90	90	0	0	0	0	0	0
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	0
Nom	Lundi			Mardi			Mercredi			Jeudi			Vendredi			Samedi			Dimanche					
Normal	Ouvré			Ouvré			Ouvré			Ouvré			Ouvré			Week-end			Week-end					

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17				Normal								
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24										Normal		
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												

Scénario annuel d'apports internes

3.1.5.3 - PLANNING / TEMPERATURE DE CONSIGNE EN CHAUFFAGE ET CLIMATISATION

La température de consigne de chauffage considéré est de 21°C avec un réduit à 16°C et une remontée en température en 5h.

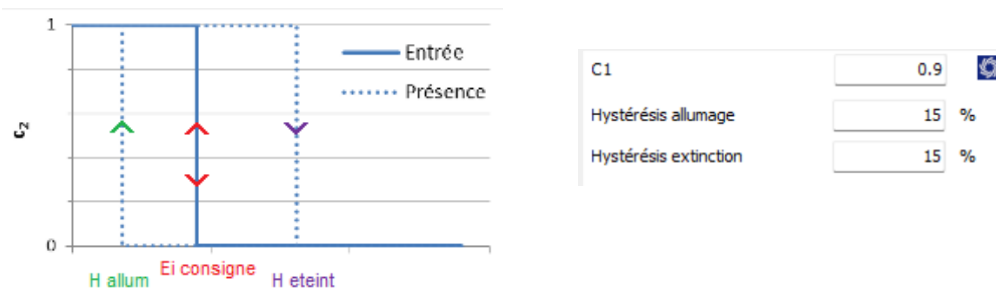
Nom	Valeur	Unité
Valeur 1	21	°C
Valeur 2	20	°C
Valeur 3	19	°C
Valeur 4	18	°C
Valeur 5	17	°C
Valeur 6	16	°C

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	16	16	16	16	17	18	19	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	16	16	16	16	16	16
Week-end	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16

3.1.5.4 - ECLAIRAGE

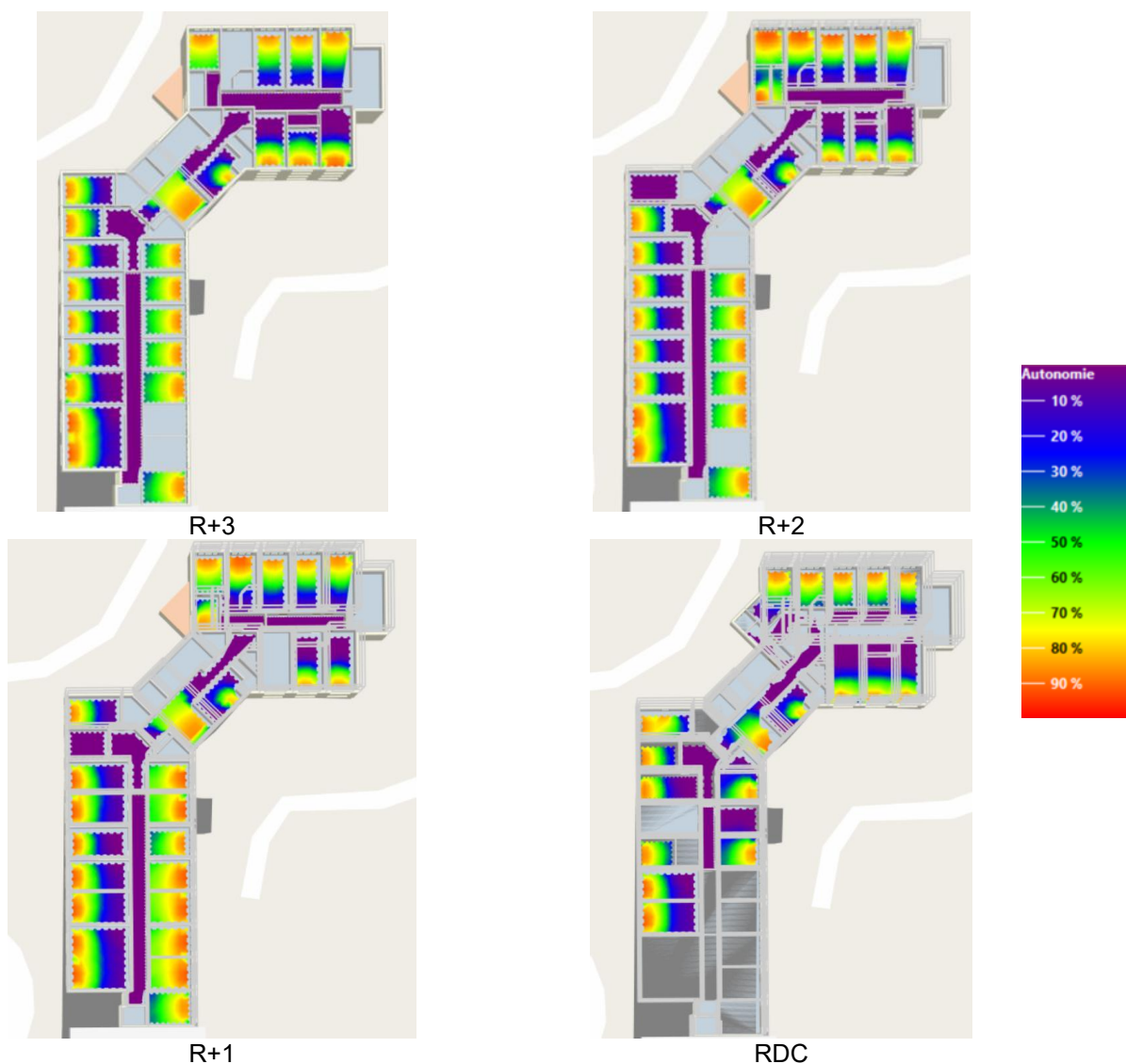
Dans les bureaux et les salles de réunion, l'éclairage est contrôlé par un interrupteur marche / arrêt. La « consigne » d'éclairage est supposée de 500 lux.

Le comportement vertueux des utilisateurs est pris en compte en supposant un allumage et extinction en fonction d'un seuil.



Pour les locaux circulations, l'éclairage est contrôlé par un interrupteur marche / arrêt et extinction automatique. La « consigne » d'éclairage est supposée de 200 lux.

Ci-après figure, à titre indicatif, l'autonomie lumineuse en fonction des consignes d'éclairage :

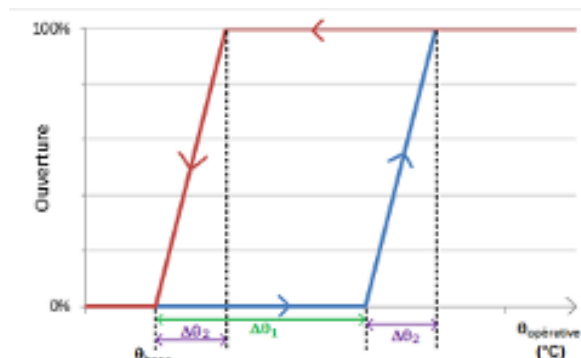


3.1.5.5 - GESTION DES PROTECTIONS SOLAIRES

La gestion des protections solaires mobiles est assurée par l'utilisateur. Il est supposé un comportement vertueux et responsable de ce dernier. **Les protections solaires mobiles sont ainsi supposées baissées à 75%, pour ne pas pénaliser l'éclairage naturel, pendant la période d'occupation quand la façade est ensoleillée.**

3.1.5.6 - GESTION DE 'L'OUVERTURE DES BAIES

Il est supposé une ouverture des baies la journée par les utilisateurs. Le comportement de ces derniers est modélisé suivant le principe suivant :



L'ouverture des baies se fait pour une température intérieure de 23 °C ($\theta_{base} = 21^{\circ}\text{C}$, $\Delta\theta_1 = 2^{\circ}\text{C}$ et $\Delta\theta_1=0$). Quand la température extérieure est plus fraîche que la température intérieure, l'utilisateur referme la fenêtre quand la température atteint 21°C (θ_{base}).

Par ailleurs :

- Si la température extérieure est inférieure à un seuil bas, l'ouverture n'est pas pertinente, car le contraste de température serait trop inconfortable pour l'occupant. Ce seuil est fixé à 8 °C en été et à 16°C en hiver ou mi-saison.
- Si la température extérieure est supérieure à un seuil haut, l'ouverture est pertinente et potentiellement maximale, car le contraste de température n'est plus préjudiciable au confort. Ce seuil est également fixé à 8 °C en été et à 16°C en hiver ou mi-saison.

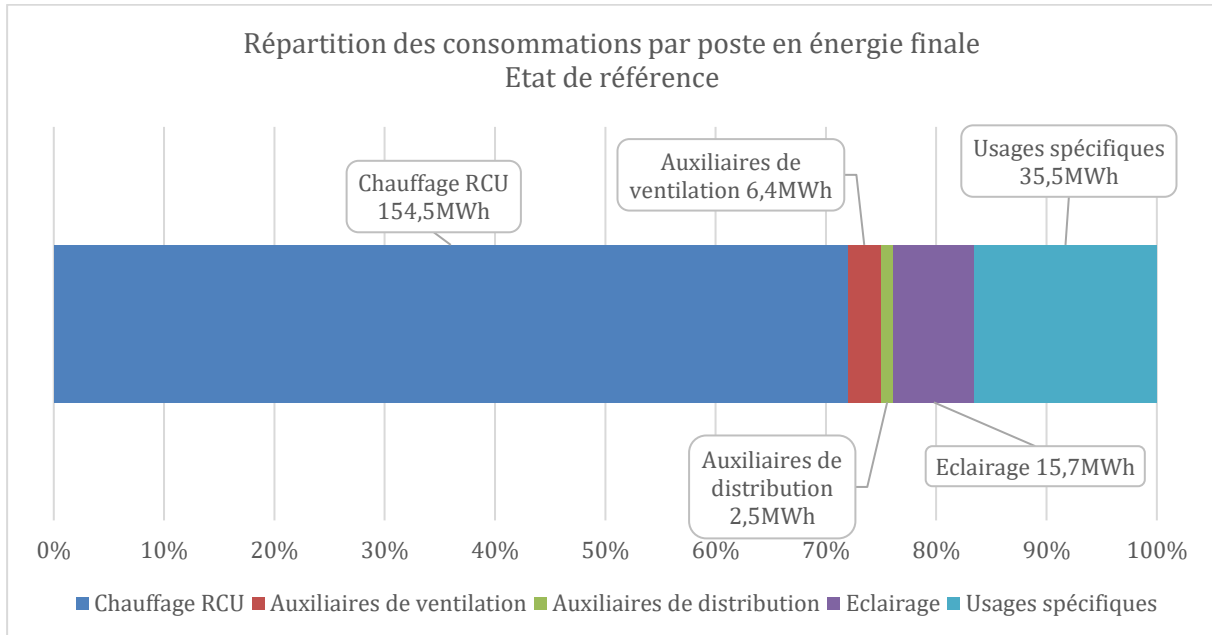
Une condition de fermeture liée à l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur est également prise en compte. Une fenêtre est fermée dès lors que cet écart se trouve au-dessous d'une température d'une valeur fixée à -8°C ($\Delta\theta_{ext-int}$). Les fenêtres sont ainsi refermées dès que la température extérieure dépasse de plus de 8°C celle ressentie à l'intérieur. Tant que l'écart est moindre, la fenêtre est ouverte, la chaleur rentre, mais les occupants améliorent leur sensation de confort grâce à l'évaporation de la sueur due au courant d'air sans se préoccuper de l'augmentation de la température dans la pièce.

3.2 - CONSOMMATIONS DE REFERENCE CALCULEES EN ENERGIE FINALE (AVANT TRAVAUX)

Energie finale (kWh_{ef} ou MWh_{ef}) :

Energie disponible / livrée au consommateur et facturée (compteur gaz, fioul, compteur électrique, compteur de calories RCU, etc)

Les consommations de référence par poste sont détaillées ci-après. Elles sont exprimées en énergie finale.



Consommations d'énergie finale annuelles de référence estimées (SED) avant travaux

Surface et volume pris en compte :

2 761 m²

6 903 m³

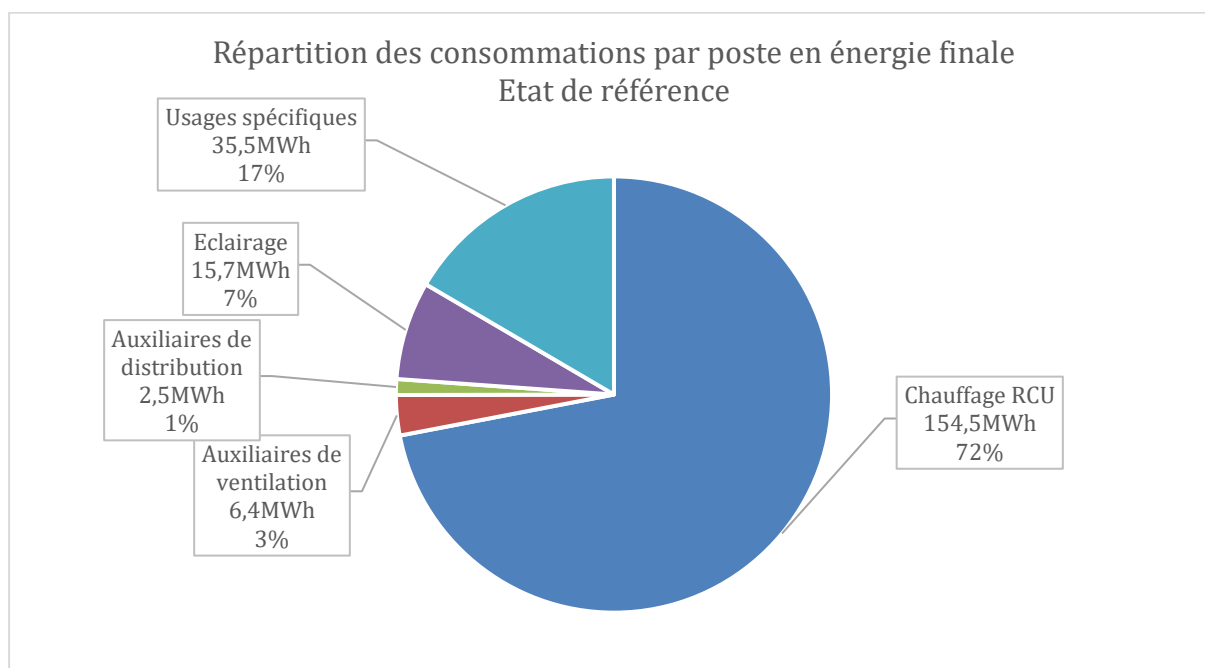
	Energie finale	
	MWh _{ef}	kWh _{ef} / m ²
Chauffage RCU	154,5	56
Auxiliaires de ventilation	6,4	2
Auxiliaires de distribution	2,5	1
Eclairage	15,7	6
Usages spécifiques	35,5	13
Consommation totale	214,6	78

4 - PRECONISATIONS POUR LA REDUCTION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

4.1 - PREAMBULE

La visite du site, l'analyse des diagnostics, complétées par l'analyse des consommations issues du modèle numérique ont permis d'identifier les actions d'économies d'énergies suivantes :

- Près des trois quarts de la consommation d'énergie totale du bâtiment est dû à la consommation pour le chauffage des locaux. Pour rappel, les objectifs du décret tertiaire sont une réduction des consommations de 40% à horizon 2030. Pour le respect de cette exigence, un travail sur la réduction du poste chauffage est essentiel et passe dans un premier temps par l'amélioration de l'enveloppe thermique du bâtiment.



Les préconisations identifiées sont :

- Mise en place d'une isolation thermique par l'extérieur ;
- Remplacement de l'isolation thermique en toiture ;
- Remplacement des menuiseries ;
- Mise en œuvre sur les locaux de type bureaux, salles de réunion, salles d'activités, ateliers, d'une ventilation double flux avec échangeur et PAC intégrée ;
- Remplacement de la ventilation simple flux des locaux à pollution spécifique ;
- Remplacement des circulateurs des circuits radiateurs par des pompes à débits variables ;
- Mise en place de robinets thermostatiques sur les radiateurs ;
- Adaptation des consignes de température intérieure en chauffage (19°C au lieu de 21°C) ;
- Remplacement de l'éclairage ;
- Installation de panneaux photovoltaïques.

Les actions d'économies d'énergie présentées dans les pages suivantes détaillent par piste d'amélioration leur objectif et leur mise en œuvre. Les gains engendrés par les combinaisons de ces actions sont estimés par simulation énergétique dynamique sur la base du modèle précédemment présenté, et présentés en paragraphe 5 de ce document.

Remarque :

Les chiffres liés aux potentielles économies réalisées sont indicatifs et assujettis au comportement des usagers.

4.2 - ACTIONS D'ECONOMIES D'ENERGIES

4.2.1 - ACTION 1 : MISE EN PLACE D'UNE ISOLATION THERMIQUE PAR L'EXTERIEUR

Constat et principe

Les façades actuelles sont peu performantes. L'amélioration de cette performance sera réalisée par la mise en place d'une Isolation thermique par l'extérieur constituée par des panneaux de laine de roche de 140mm d'épaisseur ($R\ 3.85\ m^2.K/W$) et pour les tableaux : des panneaux en laine de roche de 20mm d'épaisseur. Le renforcement de l'isolation réduit les déperditions par l'enveloppe, les infiltrations d'air et donc les consommations d'énergies liées au chauffage. Le confort est par ailleurs amélioré grâce à une diminution de l'effet de paroi froide et une limitation des courants d'air froid. Les travaux nécessaires sont détaillés ci-dessous :

- Travaux préparatoires :
 - Échafaudage périphérique conforme aux normes en vigueur (avec filet de protection).
 - Nettoyage des façades : lavage haute pression pour éliminer les poussières, mousses et salissures.
 - Dépose éventuelle d'éléments en saillie gênant la pose (appuis de fenêtre, descentes EP, luminaires, etc.).
 - Traitement des fissures visibles : ouverture, nettoyage, remplissage par mastic ou mortier adapté.
- Mise en œuvre de l'Isolation Thermique :
 - Pose de l'isolant en façade (type laine de roche de 140mm) conforme au DTU et suivant préconisations fabricant.
 - Traitement des points singuliers :
 - Relevés en pied de façade (protection contre les remontées capillaires).
 - Tableaux des baies : traitement par 20mm de panneaux de laine de roche.
- Pose d'un bardage et des éléments de finitions des points singuliers.
- Réception et nettoyage
 - Dépose de l'échafaudage.
 - Nettoyage du chantier et des abords.
 - Vérification de la conformité des finitions.
 - Remise d'un DOE incluant les fiches techniques des matériaux utilisés, plans de détails, notices d'entretien

4.2.2 - ACTION 2 : REMPLACEMENT DE L'ISOLATION THERMIQUE EN TOITURE

Constat et principe

Le principe est de déposer l'étanchéité et l'isolant actuel et de remplacer ce dernier par un isolant de type polyuréthane avec une épaisseur comprise entre 10 et 12cm suivant les localisations et donc une résistance thermique comprise entre 4,55 et 5,46 $m^2.K / W$.

Après avoir retiré l'étanchéité et l'isolant actuel, l'étanchéité sera refaite et recouverte de panneaux rigides de polyuréthane posés en un seul lit et en quinconce.

Les lés seront posés autant que possible perpendiculaires à la pente. La continuité des lés successifs se fera par recouvrement et dans le sens du flux d'eau. Dans le cas où la pente est égale à 0%, le sens sera donné par la plus proche évacuation pluviale.

La finition sera assurée par un lestage en gravillon.

4.2.3 - ACTION 3 : REMPLACEMENT DES MENUISERIES

Constat et principe

Les menuiseries actuelles présentes une performance moyenne de $1.9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dans le cadre du projet, il est prévu leur remplacement par des menuiseries présentant un U_w de $1.3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, comprenant également la mise en place de nouvelles protections solaires extérieures :

Les travaux nécessaires sont détaillés ci-dessous :

- Relevé et vérification préalable
 - Relevé précis des dimensions en œuvre des menuiseries existantes.
 - Vérification des types d'ouverture (ouvrants à la française, oscillo-battants, fixes, coulissants, etc.).
 - Identification des contraintes spécifiques (accès aux balcons, appuis dégradés,).
- Dépose des menuiseries existantes
 - Dépose soignée des anciennes menuiseries (châssis, dormants, habillages, joints).
 - Dépose partielle (conservation des dormants) ou totale selon l'état et les contraintes techniques.
 - Evacuation des menuiseries déposées vers une filière agréée (bois, alu, PVC...).
- Pose des nouvelles menuiseries
 - Menuiseries en aluminium à rupture de pont thermique (type 4/16/4 ou équivalent avec argon, $U_g \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, facteur solaire adapté à l'exposition).
 - Châssis équipés de systèmes d'ouverture conformes à l'usage prévu
 - Étanchéité soignée à l'air et à l'eau : mise en œuvre de bandes de rupture de pont thermique, « compriband » ou mastic élastomère en périphérie.
 - Fixation mécanique adaptée (chevillage sur support sain), mise à niveau et calage.
 - Habillage intérieur et extérieur si nécessaire (tapées d'isolation, couvre-joints, appuis de fenêtre...).
- Réception et nettoyage
 - Nettoyage complet des vitrages et châssis après pose.
 - Finitions intérieures (habillages bois ou plâtre, reprise des peintures ou papiers peints si dégradés).
 - Évacuation des déchets et remise en état des parties communes ou logements impactés.
 - Vérification de la conformité des finitions.
 - Remise d'un DOE incluant les fiches techniques des matériaux utilisés, plans de détails, notices d'entretien

4.2.4 - ACTION 4 : MISE EN PLACE D'UNE VENTILATION DOUBLE FLUX POUR LES BUREAUX, SALLES DE REUNION, SALLES D'ACTIVITES ET ATELIERS

Constat et principe
Le renouvellement d'air de l'ancien bâtiment était assuré par des entrées d'air placées au niveau des menuiseries et des bouches d'extraction dans les sanitaires et la circulation. Le transfert d'air était assuré par un détalonnage des portes. Le renouvellement d'air par ventilation simple flux des locaux entraîne d'importantes déperditions en raison de l'introduction dans le bâtiment d'un air à la température extérieure, sans échange de calories avec l'air rejeté. Afin de réduire les consommations en décaillant, une solution est la mise en place d'une ventilation double flux avec récupération de chaleur. Pour un meilleur confort, l'air soufflé est préchauffé à température neutre (19°C) par batterie à détente directe, intégrée à la CTA. La pompe à chaleur intégrée permet également de souffler de l'air frais (20°C) en période chaude, de façon à rafraîchir les locaux (suivant les débits hygiéniques). La CTA sera disposée en toiture. Les conduits cheminant en extérieur et en pléniums techniques seront calorifugés. Dans chaque local traité par ventilation double flux, il sera installé à minima une bouche d'extraction et un diffuseur de soufflage. Un asservissement de la ventilation à l'occupation est également prévu pour les locaux à occupation variable (salles de réunion, activités,...), via des capteurs de CO2 dans les locaux.

4.2.5 - ACTION 5 : REMPLACEMENT DE LA VENTILATION SIMPLE FLUX DES LOCAUX A POLLUTION SPECIFIQUE

Constat et principe
Les caissons de ventilation permettant l'extraction d'air vicié des locaux à pollution spécifique (sanitaires, ...) seront remplacés par des caissons plus performant (avec une consommation électrique diminuée). Le SFPv des ventilateurs d'extraction passera de 0,30W/(m³/h) à 0,25W/(m³/h). Les caissons seront posés en toiture, avec des conduits cheminant en toiture puis en gaines techniques, avec des bouches d'extraction dans les locaux traités.

4.2.6 - ACTION 6 : REMPLACEMENT DES CIRCULATEURS DES CIRCUITS RADIATEURS PAR DES POMPES A DEBITS VARIABLES

Constat et principe
Les circulateurs actuels des réseaux radiateurs Nord et Sud sont des pompes doubles à débit constant. Ces circulateurs seront remplacés par des pompes doubles à débit variable. Le débit des circulateurs sera ajusté en fonction de la pression suivant les ouvertures et fermetures des robinets thermostatiques. Les circulateurs concernés se situent dans la sous-station USN 3.

4.2.7 - ACTION 7 : MISE EN PLACE DE ROBINETS THERMOSTATIQUES SUR LES RADIATEURS EXISTANTS

Constat et principe

Les robinets simple réglage des radiateurs existants seront remplacés par des robinets thermostatiques avec une variation temporelle égale à 0,4°C.

Les robinets thermostatiques permettront de gérer beaucoup plus précisément les températures de chauffage local par local. L'action de chaque robinet thermostatique sur le débit d'irrigation de son radiateur valorisera la mise en place de pompes à débit variable pour les réseaux radiateurs.

4.2.8 - ACTION 8 : ADAPTATION DES TEMPERATURES DE CONSIGNE DE CHAUFFAGE

La température de consigne en chaud est considérée supérieure (21°C) dans la modélisation à la température préconisée dans les espaces tertiaires (19°C), entraînant des consommations de chauffage plus élevées.

Le respect de cette consigne via une campagne de sensibilisation des occupants et une attention particulière de l'exploitant, permet des économies d'énergies importantes avec un coût d'investissement très faible. Cette action est rendue plus facile par l'amélioration du confort thermique engendré par la diminution du phénomène de parois froides (ITE, remplacement des menuiseries) et le soufflage à température neutre.

4.2.9 - ACTION 9 : REMPLACEMENT DE L'ECLAIRAGE

Constat et principe
Dans la majorité des locaux, l'éclairage est assuré par des tubes T5 ou T8 d'ancienne génération. Le remplacement par des luminaires LED permet une économie sur le poste éclairage et de réduire les apports internes de chaleur. Les avantages de cette technologie sont nombreux : • Une haute efficacité énergétique, un tube LED tube consomme beaucoup moins d'électricité, tout en fournissant une lumière plus qualitative • Une luminosité accrue, qui permet un éclairage de haute qualité d'une grande partie de la pièce • Pas de scintillement • Une durée de vie plus longue Dans la majorité des locaux, l'éclairage artificiel doit toujours assurer un appoint pour maintenir le niveau d'éclairement souhaité. Un dosage fin de cet appoint par réglage continu du flux lumineux (appelé "dimming") peut seul, apporter une économie d'énergie. La mesure du flux lumineux naturel peut se faire au niveau de la fenêtre, en un point du local ou au niveau de chaque luminaire. La détection de présence ou d'absence dans les locaux et/ou la mise en place de temporisation assure un éclairage des locaux uniquement quand ceux-ci sont occupés. <u>Bureaux, salles de réunions, activités, ateliers :</u> • Scénario d'éclairement suivant scénarios d'occupation (8h-18h) • Type tube LED puissance 5W/m² • Gestion interrupteur marche/arrêt avec arrêt automatique (C1=0.7) <u>Sanitaires, circulations :</u> • Scénario d'éclairement suivant scénarios d'occupation (8h-18h) • Type tube LED puissance 6W/m² • Gestion : marche et arrêt automatique par détection de présence/absence (C1=0.5)

4.2.10 - ACTION 10 : INSTALLATION DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES EN TOITURE

Constat et principe
La mise en place de panneaux solaires photovoltaïques avec autoconsommation permet une réduction de la facture énergétique et de la consommation d'électricité issue du réseau. Il est proposé la mise en place d'une installation d'une puissance de 40,1 kWc (soit environ 205.5m²) afin de favoriser l'autoconsommation. En effet, dans le cadre d'une puissance inférieure à 100 kWc, l'énergie non autoconsommée est réinjectée gratuitement sur le réseau sauf contrat spécifique. L'installation est composée des éléments principaux suivants : • Structure porteuse sur étanchéité modèle FIX EVO TILT de SOPRASOLAR • Panneaux photovoltaïques monofacial modèle TARKA 110 VSBP 450WC de VOLTEC incliné de 10° • Onduleurs • Montage validé sous ATEC

5 - SYNTHESE SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE - CONSOMMATIONS

L'objectif de cette étude est d'établir une consommation de référence, basée sur le bâti et les systèmes existants et de quantifier les économies d'énergie générées par les combinaisons d'actions de performance énergétique dans le but de répondre aux exigences du décret tertiaire. Ces objectifs d'économie d'énergie peuvent être fixés **par rapport à une consommation de référence en énergie finale** :

- **40%** d'économie d'énergie par rapport à la consommation de référence avant **2030**.
- **50%** d'économie d'énergie par rapport à la consommation de référence avant **2040**.
- **60%** d'économie d'énergie par rapport à la consommation de référence avant **2050**.

Une Maîtrise d'Ouvrage peut également déterminer son objectif de diminution de consommation en fonction d'une méthode dite "**valeur absolue**" (**Cabs**) reposant sur un seuil de consommation énergétique maximal à atteindre, propre à chaque type de secteur d'activité et à échéance (2030, 2040 et 2050). Les seuils sont fixés par arrêté.

L'enjeu de la mission est ainsi d'apporter des réponses techniques et organisationnelles qui amélioreront le fonctionnement global du bâtiment en termes de bilan énergétique et environnemental et de confort d'usage tout en restant dans une logique de développement durable.

Dans le cadre de la mission, dans un premier temps, un audit de l'enveloppe du bâtiment et des systèmes techniques est réalisé afin de juger de la performance énergétique en l'état et dans le but de mettre en évidence ses forces et faiblesses sur ces thématiques.

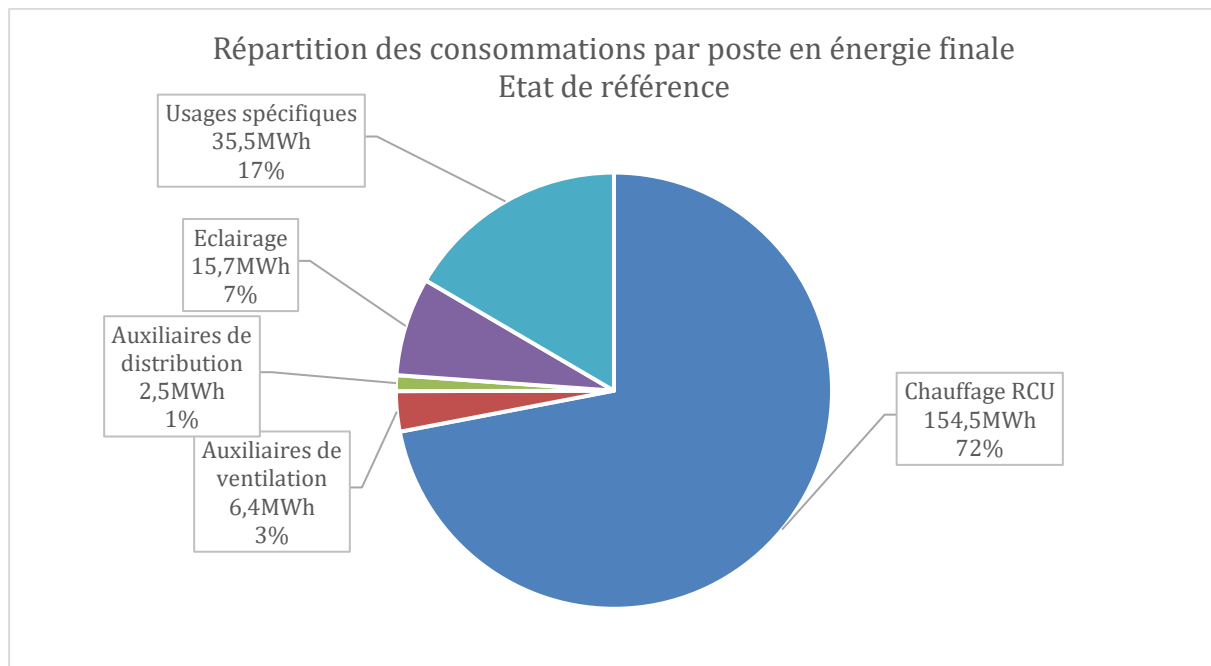
Dans un second temps, un modèle numérique est créé en vue du calcul de la consommation théorique du bâtiment existant, puis du bâtiment avec les combinaisons d'actions de performance énergétique, listée en paragraphe 4 du présent document.

Deux combinaisons d'actions sont présentées ici :

- Actions 1 à 9 (toutes les actions sans la mise en place de production d'électricité par panneaux photovoltaïques) ;
- Actions 1 à 10 (toutes les actions y compris la mise en place de production d'électricité par panneaux photovoltaïques).

Les consommations issues du modèle numérique de « l'état de référence » ont amené aux conclusions suivantes :

- Pour l'état de référence, les consommations dues au chauffage sont largement majoritaires (72%). Les actions visant à améliorer ce poste-là seront donc prioritaires et prépondérantes pour avoir une réduction significative de la consommation énergétique globale du bâtiment. Par ailleurs, une part significative (17%) de la consommation d'énergie globale est due aux usages spécifiques de l'électricité. Pour diminuer l'impact de ce poste, un travail sur les consommations liées aux équipements informatiques ou la mise en place d'une installation photovoltaïque avec autoconsommation semble donc pertinente.



- Le gain attendu par des actions d'amélioration de la performance thermique de l'enveloppe sur les consommations énergétiques est relativement important. Ces actions comprennent la réfection de l'isolation-étanchéité en toiture, l'isolation par l'extérieur des façades et le remplacement des menuiseries extérieures.
- Du point de vue des systèmes techniques, la mise en œuvre d'une ventilation double flux avec échangeur et PAC intégrée permettra des économies de chauffage substantielles, ainsi qu'une amélioration du confort thermique par rapport à une ventilation simple flux.
- Le remplacement des caissons de ventilation simple flux simple flux par des caissons performants générera des économies sur la consommation électrique des ventilateurs.
- Le remplacement des circulateurs des réseaux radiateurs Nord et Sud par des pompes à débit variable, associé à la mise en place de robinets thermostatiques sur les radiateurs existants et à l'ajustement des températures de consigne, permettra de réduire à la fois les consommations de chauffage et les consommations électriques des pompes.
- La mise en place d'un éclairage LED, associée à une gestion plus fine en fonction de l'occupation et de l'éclairage naturel, réduira de manière significative ce poste.
- Des consommations électriques supplémentaires dues au rafraîchissement des locaux par la CTA double flux avec PAC intégrée, seront générées mais resteront marginales (moins de 1% des consommations totales), pour assurer un minimum de confort au cours des périodes chaudes.
- L'installation d'une production électrique par panneaux photovoltaïques permettra d'améliorer sensiblement le gain énergétique du bâtiment par rapport à l'état de référence. Cette installation couvrira environ 30% de la surface de toiture terrasse, et la production autoconsommée pourra être déduite des consommations d'énergie totales du bâtiment.

Les consommations d'énergie finale du modèle de référence et des modèles intégrant les actions de performance énergétique 1 à 9 puis 1 à 10, ainsi que les gains associés, sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Consommations d'énergie finale annuelles de référence et avec actions de performance énergétique			
	Référence	Actions 1 à 9 combinées	Actions 1 à 10 combinées
Postes de consommation	MWh ef	MWh ef	MWh ef
Chauffage RCU	154	65	65
Chauffage CTA Thermo		3	3
Refroidissement CTA Thermo		1	1
Auxiliaires de ventilation	6	7	7
Auxiliaires de distribution	3	1	1
Eclairage	16	9	9
Usages spécifiques	36	36	36
PV Autoconsommation			-21
PV Injection réseau			-15
Total (MWh ef)	215	123	102
Gains par rapport au modèle de référence		43%	52%

Nota : Seule la production d'électricité par panneaux photovoltaïque autoconsommée est prise en compte dans le calcul des gains. La part d'électricité produite et injectée dans le réseau public n'est pas intégrée aux gains.

E3 – Prise en compte des énergies renouvelables produites sur site

Les consommations d'énergies renouvelables produites sur site sont-elles prises en compte ?

Le dispositif d'actions de réduction des consommations d'énergie dans les bâtiments à usage tertiaire prend en compte les consommations d'énergie facturées et affectées par répartition aux tantièmes (cas des immeubles soumis au statut de la copropriété). Ainsi, à ce jour, seules les énergies renouvelables produites sur site et autoconsommées ne sont pas comptabilisées dans les consommations d'énergie (puisqu'elles ne sont pas facturées). Bien que l'objectif général vise une sobriété énergétique, les consommations d'énergies renouvelables produites sur site et autoconsommées participent donc à la réduction des consommations d'énergie et à l'atteinte des objectifs.

La production d'énergie renouvelable sur site ne doit pas être considérée comme un droit à la surconsommation d'énergie.

Cadre réglementaire de l'autoconsommation électrique

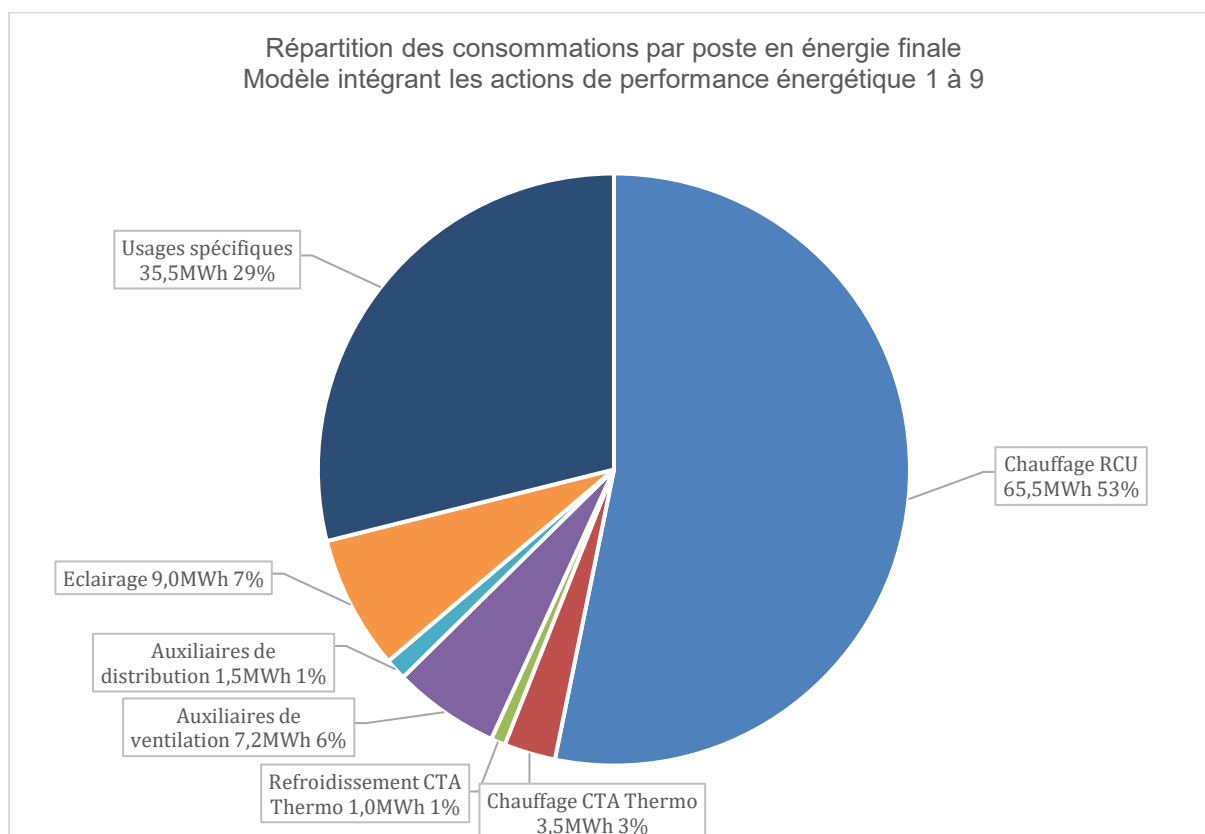
En application de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, l'ordonnance n°2016-1019 du 27 juillet 2016 relative à l'autoconsommation d'électricité a introduit les dispositions législatives relatives à l'autoconsommation dans le code de l'énergie (Livre III – Titre 1er – Chapitre 5 – Articles L.315-1 à L.315-8).

Cette ordonnance a été ratifiée par l'Assemblée Nationale et le Sénat dans le cadre du projet ratifiant les ordonnances n° 2016-1019 du 27 juillet 2016 relative à l'autoconsommation d'électricité et n° 2016-1059 du 3 août 2016 relative à la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables et visant à adapter certaines dispositions relatives aux réseaux d'électricité et de gaz et aux énergies renouvelables, adopté le 15 février 2017.

Les dispositions législatives prévues par ces textes ont pour objectif de faciliter le développement de l'autoconsommation et définissent notamment la notion d'**autoconsommation collective** (Cf. FAQ E7).

Le Décret n° 2017-676 du 28 avril 2017 relatif à l'autoconsommation d'électricité et modifiant les articles D.314-15 et D.314-23 à D.314-25 du code de l'énergie précise les dispositions réglementaires relatives aux opérations d'autoconsommation collective.

Les parts des différents postes de consommation du modèle intégrant les actions de performance énergétique sont indiquées dans le graphe ci-dessous :



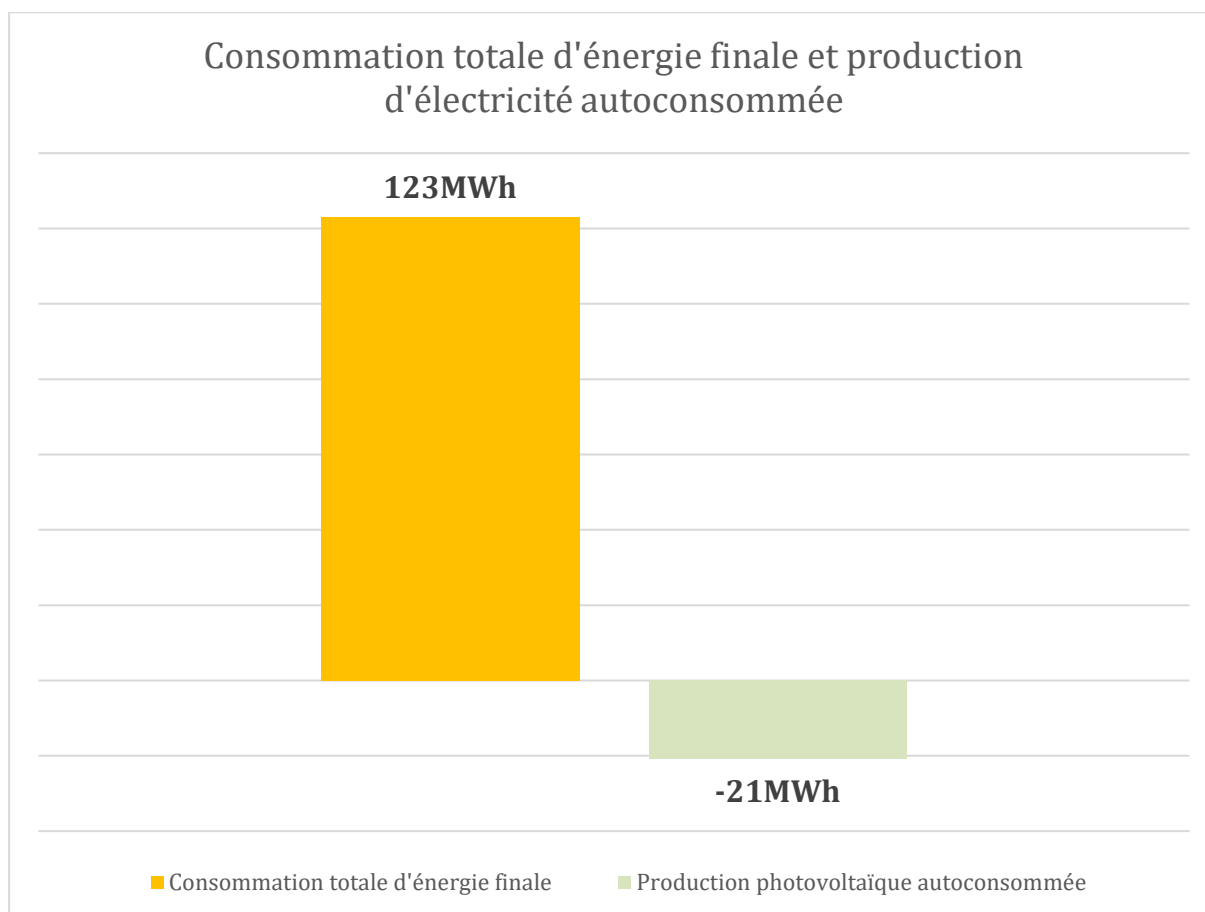
La part de consommations dues au chauffage est réduite à 56% (66MWh/an de chauffage par RCU et 4 MWh/an de chauffage par la PAC intégrée à la CTA). Des consommations électriques supplémentaires dues au rafraîchissement de l'air neuf soufflé dans les locaux apparaissent, mais restent marginales (1 MWh/an).

Les consommations des ventilateurs sont sensiblement équivalentes à celles de l'état de référence. En effet, les débits ont augmenté (passage de simple flux à double flux), mais la gestion des débits dans les différents locaux, ainsi que les meilleures performances des ventilateurs, permettent de limiter largement ces consommations.

La consommation électrique des circulateurs a été divisée par trois. Ceci est dû à la fois aux besoins de chauffage fortement réduits et à l'association des robinets thermostatiques et des pompes à débit variable.

La consommation électrique due à l'éclairage passe de 16MWh/an à 9MWh/an, par le changement de technologie des lampes et la gestion plus fine de ce poste.

La consommation électrique due aux usages spécifiques (bureautique essentiellement) reste identique et représente donc une part plus élevée des consommations totales (29% contre 17% du modèle de référence). La mise en place d'une production d'électricité par panneaux photovoltaïques permet de répondre à cette problématique. En effet les consommations électriques dues aux usages spécifiques sont concomitantes avec la production photovoltaïque, permettant une autoconsommation importante (21MWh soient 59% des consommations dues aux usages spécifiques).



La combinaison des actions de performance énergétique 1 à 9 permet de respecter l'objectif du décret tertiaire à l'horizon 2030 en réalisant 43% d'économie d'énergie par rapport à la consommation de référence (objectif 2030 : 40%). Associée à ces actions, la mise en place d'une installation de production d'électricité par panneaux photovoltaïques d'une puissance totale 40kWc, permet de tenir l'objectif de 2040, avec 52% d'économie d'énergie (objectif 2040 : 50%).

6 - CONFORT THERMIQUE

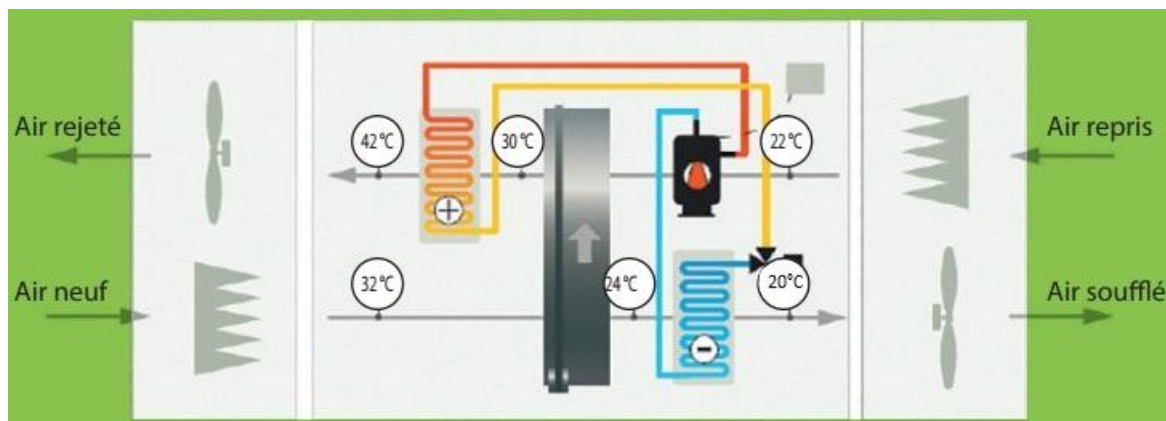
6.1 - MODELISATIONS

L'étude du confort d'été a été réalisée en estimant le nombre d'heures d'occupation où la température est supérieure à 28°C dans chacune des zones décrites précédemment.

Deux scénarios ont été modélisés :

- Scénario 1 :
 - Ouverture de fenêtres
 - Protections solaires extérieures sur l'ensemble des menuiseries
 - Sur-ventilation nocturne, aux débits nominaux
 - **CTA double flux sans rafraîchissement**
 - Echangeur avec bypass
- Scénario 2 :
 - Ouverture de fenêtres
 - Protections solaires extérieures sur l'ensemble des menuiseries
 - Sur-ventilation nocturne, aux débits nominaux
 - **CTA double flux Thermodynamique avec rafraîchissement**
 - Soufflage à 20°C si Text > 24°C

Dans un cas il s'agit d'une centrale de traitement d'air « classique », en période chaude l'air neuf soufflé dans les locaux est à température extérieure. Dans le deuxième cas, la CTA intègre une pompe à chaleur qui échange avec l'air rejeté et permet de souffler de l'air frais dans les locaux :

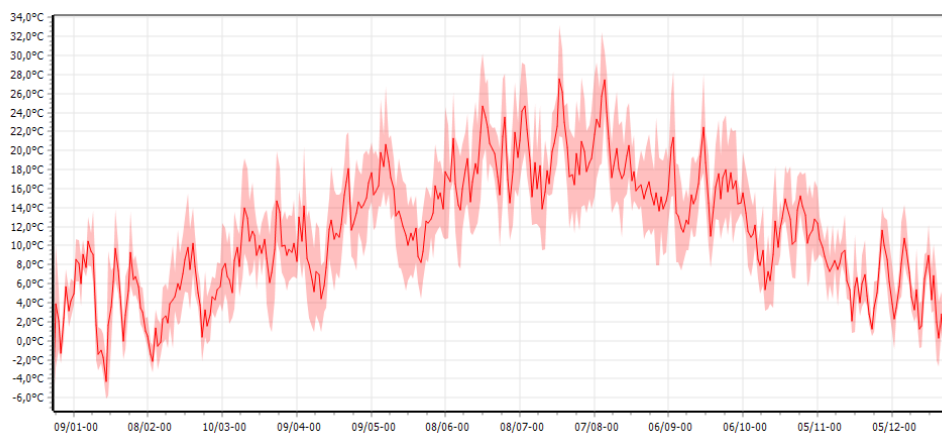


L'air neuf est soufflé à 20°C dans les locaux suivant les débits hygiéniques dès lors que la température extérieure dépasse 24°C.

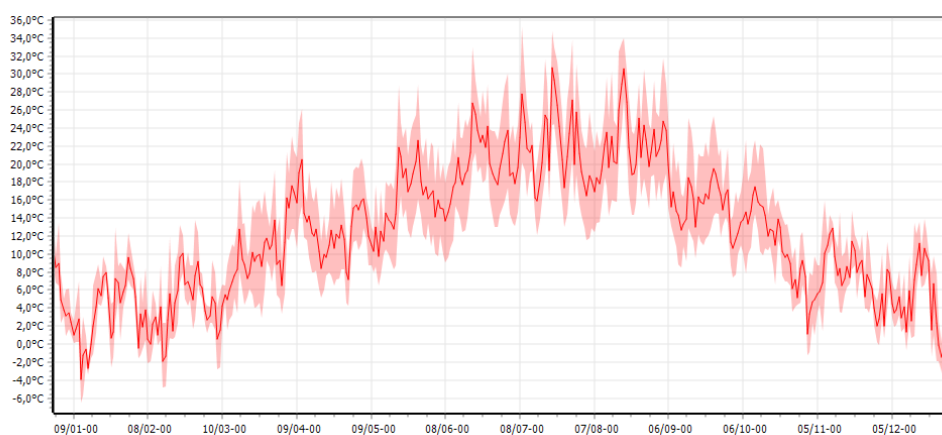
L'objectif de cette étude est double : il s'agit de comparer les deux solutions entre elles en observant le nombre d'heures de dépassement de 28°C dans les zones, et de vérifier l'efficacité de ces deux variantes en comparant par rapport à un seuil de confort (notamment pour un fichier météo de type « été chaud »). Ce seuil de confort est généralement fixé à 2% du temps d'occupation avec une température supérieure ou égale à 28°C.

Pour chacun des scénarios, deux fichiers météo ont été considérés :

- Fichier Trappes moyen, reprend les températures moyennes mensuelles sur 10 ans (2000-2009).
- Fichier Trappes été chaud, utilise les températures maximales mensuelles sur 10 ans (2000-2009) pour la période estivale (de mai à septembre).



Température de l'air extérieur (°C) - Données climatiques « moyen »



Température de l'air extérieur (°C) - Données climatiques « été chaud »

6.2 - RESULTATS

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant. Pour chaque scénario, le nombre d'heures au-dessus du seuil (28°C) ainsi que le pourcentage d'inconfort sont donnés.

Zones	SHAB	Eté chaud				Fichier moyen			
		Scénario 1		Scénario 2		Scénario 1		Scénario 2	
		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max	
		h. occ.	%	h. occ.	%	h. occ.	%	h. occ.	%
03_Formation - Simulation Stockage	6,9	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
03_Formation - Simulation chambre type	22,7	56	2,4	32	1,4	5	0,2	2	0,1
03_Formation - Salle de débriefing (bureau 2p)	15,3	36	1,5	14	0,6	5	0,2	0	0,0
03_Eric - secrétariat (bureau 2p)	15,5	58	2,4	23	1,0	7	0,3	4	0,2
03_Eric - Salle de soin (bureau 2p)	23,1	60	2,5	22	0,9	7	0,3	2	0,1
03_Eric - Salle de réunion (reunion 10p)	45,8	14	1	0	0,0	0	0,0	0	0,0
03_Eric - salle de repos	16,5	37	1,6	20	0,8	4	0,2	3	0,1
03_Eric - Chef de service (bureau 2p)	16,7	65	2,7	31	1,3	7	0,3	6	0,3
03_Eric - bureau IDE (bureau 2p)	23,1	60	2,5	22	0,9	7	0,3	2	0,1
03_Eric - Bureau des appels (bureau 2p)	20,1	27	1,1	9	0,4	2	0,1	0	0,0
03_Eric - bureau d'entretien 03 (bureau 2p)	22,8	60	2,5	22	0,9	7	0,3	2	0,1
03_Eric - bureau d'entretien 02 (bureau 2p)	23,5	60	2,5	22	0,9	6	0,3	2	0,1
03_Eric - bureau d'entretien 01 (bureau 2p)	16,7	54	2,3	25	1,1	7	0,3	4	0,2
03_Eric - bureau cadre de santé (bureau 2p)	16,7	63	2,7	31	1,3	7	0,3	6	0,3
03_Eric - Archives (30m3_h)	16,5	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
03_Eric - Bureau Intervenants 03 (bureau 2p)	23,2	54	2,3	17	0,7	6	0,3	2	0,1
03_Eric - Bureau Intervenants 02 (bureau 2p)	16,7	66	2,8	31	1,3	7	0,3	6	0,3
03_Eric - Bureau Intervenants 01 (bureau 2p)	16,6	59	2,5	30	1,3	7	0,3	4	0,2
03_Bureau vide 03 (bureau 2p)	23,1	64	2,7	26	1,1	7	0,3	2	0,1
03_Bureau vide 02 (bureau 2p)	23,1	64	2,7	25	1,1	7	0,3	2	0,1
03_Bureau vide 01 (bureau 2p)	22,6	48	2	18	0,8	5	0,2	1	0,0

Zones	SHAB	Eté chaud				Fichier moyen			
		Scénario 1		Scénario 2		Scénario 1		Scénario 2	
		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max	
		h. occ.	%	h. occ.	%	h. occ.	%	h. occ.	%
03_Archives 02 (30m3_h)	6,3	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
03_Archives 01 (30m3_h)	8,8	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
03_Activité post carcéral - Salle de Réunion (reunion 5p)	23	7	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0
03_Activité post carcéral - Pose de soin (bureau 1p)	21,6	42	1,8	22	0,9	5	0,2	2	0,1
03_Activité post carcéral - Bureau de coordination (bureau 1p)	15,6	47	2	25	1,1	7	0,3	4	0,2
02_UMI - Secrétariat (bureau 1p)	22,9	62	2,6	29	1,2	6	0,3	4	0,2
02_UMI - Salle de réunion (reunion 10p)	45,9	8	0,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0
02_UMI - Salle de détente	16,5	37	1,6	19	0,8	4	0,2	2	0,1
02_UMI - Psychologue (bureau 1p)	16,5	59	2,5	40	1,7	7	0,3	5	0,2
02_UMI - Local Visio _ Téléphonie 02 (bureau 1p)	16,5	62	2,6	41	1,7	7	0,3	6	0,3
02_UMI - Local Visio _ Téléphonie 01 (bureau 1p)	16,5	60	2,5	41	1,7	7	0,3	6	0,3
02_UMI - Bureau Médical (bureau 1p)	16,5	62	2,6	41	1,7	7	0,3	6	0,3
02_UMI - Bureau Educateur (bureau 1p)	16,5	64	2,7	41	1,7	7	0,3	6	0,3
02_UMI - Bureau double Cadre et Coordinateur (bureau 1p)	23,2	52	2,2	22	0,9	5	0,2	2	0,1
02_UMI - Bureau Assistante Sociale (bureau 1p)	23,2	60	2,5	29	1,2	6	0,3	3	0,1
02_UMI - Bureau IDE (bureau 1p)	23,2	64	2,7	30	1,3	6	0,3	3	0,1
02_Stockage (30m3_h)	9,2	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
02_Sanitaires 01 (150m3_h)	18,2	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
02_Local ménage (30m3_h)	5,8	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
02_EMRehabSUD78 - Bureau consultation 02 (bureau 1p)	15,4	58	2,4	29	1,2	7	0,3	6	0,3
02_EMRehabSUD78 - Bureau consultation 01 (bureau 1p)	20,6	53	2,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0
02_Circulation 04	42	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
02_Circulation 03	19,9	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
02_Circulation 02	47,5	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
02_Circulation 01	24,2	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0
02_Bureau vide (bureau 1p)	23,5	60	2,5	31	1,3	6	0,3	4	0,2

Zones	SHAB	Eté chaud				Fichier moyen			
		Scénario 1		Scénario 2		Scénario 1		Scénario 2	
		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max	
		h. occ.	%	h. occ.	%	h. occ.	%	h. occ.	%
02_Archives (30m3_h)	24,4	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
02_APPL 78 - Salle activité 04 (reunion 6p)	29,3	31	2,2	20	1,4	9	0,6	2	0,1
02_APPL 78 - Salle activité 03 (reunion 5p)	23,1	17	1,2	0	0,0	1	0,1	0	0,0
02_APPL 78 - Salle activité 02 (reunion 5p)	23,1	17	1,2	0	0,0	1	0,1	0	0,0
02_APPL 78 - Salle activité 01 (reunion 5p)	23,1	18	1,3	0	0,0	1	0,1	0	0,0
02_APPL 78 - Bureau de consultation 04 (bureau 1p)	22,5	43	1,8	18	0,8	4	0,2	0	0,0
02_APPL 78 - Bureau de consultation 03 (bureau 1p)	23	21	0,9	13	0,5	0	0,0	0	0,0
02_APPL 78 - Bureau de consultation 02 (bureau 1p)	23,2	47	2	25	1,1	5	0,2	4	0,2
02_APPL 78 - Bureau de consultation 01 (bureau 1p)	23,5	42	1,8	20	0,8	5	0,2	2	0,1
01_Stockage (30m3_h)	8,8	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
01_Sanitaires 02 (150m3_h)	18,2	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
01_Sanitaires 01 (150m3_h)	17,4	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
01_Sanitaires (150m3_h)	17,4	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
01_Salle de repos commune	23,5	36	1,5	17	0,7	4	0,2	2	0,1
01_Réserves (30m3_h)	6,4	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
01_Local ménage (30m3_h)	5,9	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
01_ETP + BREF - salle de Réunion (réunions 5p)	24,2	16	1,1	0	0,0	1	0,1	0	0,0
01_ETP + BREF - Bureaux (bureau 2p)	15,3	30	1,3	8	0,3	4	0,2	0	0,0
01_Circulation 2	42,1	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
01_Circulation 1	68,5	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
01_Circulation	36,5	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
01_Bureau responsable admission (bureau 2p)	22,6	38	1,6	10	0,4	4	0,2	0	0,0
01_Bureau des tutelles 02 (bureau 2p)	22,8	53	2,2	12	0,5	5	0,2	2	0,1
01_Bureau des tutelles 01 (bureau 2p)	23,4	55	2,3	16	0,7	6	0,3	2	0,1
01_Bureau admission 02 (bureau 1p)	22,9	19	0,8	9	0,4	0	0,0	0	0,0
01_Bureau admission 01 (bureau 1p)	23,2	39	1,6	18	0,8	5	0,2	2	0,1

Zones	SHAB	Eté chaud				Fichier moyen			
		Scénario 1		Scénario 2		Scénario 1		Scénario 2	
		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max	
		h. occ.	%	h. occ.	%	h. occ.	%	h. occ.	%
01 SAS - salle activité (réunions 7p)	33,4	22	1,5	2	0,1	3	0,2	0	0,0
01 SAS - Bureaux 01 (bureau 2p)	15,4	17	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0
01 SAS - Bureaux (bureau 2p)	20,5	21	0,9	5	0,2	0	0,0	0	0,0
01 Ateliers - théâtre jeux de société (réunions 7p)	33,6	22	1,5	1	0,1	2	0,1	0	0
01 Ateliers - Terre poterie (réunions 10p)	45,9	6	0,4	0	0,0	0	0,0	0	0
01 Ateliers – Ludothèque Bibliothèque salle de réunion (réunions 10p)	47,1	13	0,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0
01 Ateliers - informatique_numérique (réunions 5p)	23,2	23	1,6	1	0,1	3	0,2	0	0
01 Ateliers - dessin_peinture (réunions 7p)	33,6	18	1,3	1	0,1	2	0,1	0	0
01 Ateliers - couture_broderie_papiers_cartons_encadrements_perles (réunions 10p)	47,1	14	1	0	0,0	1	0,1	0	0
01 Ateliers - bureau éducateur (bureau 2p)	16,6	50	2,1	21	0,9	7	0,3	3	0,1
00_Salle polyvalente (réunions 20p)	95,1	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0
00_Salle MUSA (bureau 1p)	21,8	5	0,2	2	0,1	0	0,0	0	0
00_Plateforme Fauteuils - Zone Stockage 01 (30m3_h)	26,1	0	0	0	0,0	0	0	0	0
00_Plateforme Fauteuils - Stockage 03 (30m3_h)	94,5	0	0	0	0,0	0	0	0	0
00_Plateforme Fauteuils - Stockage 02 (30m3_h)	47,2	0	0	0	0,0	0	0	0	0
00_Plateforme Fauteuils - Salle d'évaluation (bureau 1p)	24,4	11	0,5	3	0,1	0	0	0	0
00_Plateforme Fauteuils - Salle de consultation (bureau 1p)	33,8	1	0	0	0,0	0	0	0	0
00_Plateforme Fauteuils - Bureau Ergo (bureau 1p)	14	14	0,6	4	0,2	0	0	0	0
00_Plateforme Fauteuils - Bureau de consultation 02 (bureau 1p)	20,2	10	0,4	3	0,1	0	0	0	0
00_Plateforme Fauteuils - Bureau de consultation 01 (bureau 1p)	21,3	32	1,4	18	0,8	2	0,1	0	0
00_Plateforme Fauteuils - Atelier (réunions 10p)	47	0	0	0	0,0	0	0	0	0
00_Plateforme Fauteuils - Accueil Secrétariat (bureau 1p)	15,3	17	0,7	2	0,1	0	0	0	0
00_Local ménage (30m3_h)	5,9	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
00_Hall accueil	67,1	0	0	0	0,0	0	0	0	0
00_Circulation 05	21,6	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Zones	SHAB	Eté chaud				Fichier moyen			
		Scénario 1		Scénario 2		Scénario 1		Scénario 2	
		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max		Nb > Seuil max	
		h. occ.	%	h. occ.	%	h. occ.	%	h. occ.	%
00_Circulation 04	19,8	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
00_Circulation 03	3,2	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
00_Circulation 02	9,3	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
00_Circulation 01	11,6	0	0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
00_Bureau des usagers (bureau 1p)	16,1	17	0,7	6	0,3	0	0,0	0	0
00_Bureau de la loi responsable (bureau 1p)	16,1	19	0,8	6	0,3	0	0,0	0	0
00_Bureau de la loi 02 (bureau 2p)	15,3	19	0,8	4	0,2	0	0,0	0	0
00_Bureau de la loi 01 (bureau 2p)	21	10	0,4	2	0,1	0	0,0	0	0

6.3 - CONCLUSION

Pour des conditions climatiques telles que décrites dans le fichier météo « Trappes – Moyen », le bâtiment offre un niveau de confort d'été acceptable.

En effet, le scénario 1 entraîne des surchauffes ($T > 28^{\circ}\text{C}$) inférieures à 0.6% du temps d'occupation sur l'ensemble des zones. Alors que pour le scénario 2, les surchauffes n'excèdent pas 0.3% du temps d'occupations dans les zones les plus défavorables.

Pour des conditions météo de type « été chaud », l'inconfort d'été apparaît.

Le scénario 1 entraîne des surchauffes notoires. En effet, 27% des zones thermiques sont en surchauffe ($T > 28^{\circ}\text{C}$) plus de 2% du temps d'occupation.

Le scénario 2 permet de réduire sensiblement cette proportion, bien que présentes, les surchauffes sont inférieures à 2% du temps d'occupation dans toutes les zones thermiques.

Une CTA de type thermodynamique permettant un soufflage d'air à 20°C (scénario 2) est recommandée. Cette solution permet de limiter considérablement les périodes d'inconfort à seuil considéré comme acceptable.