NOTICE D'ÉTUDE THERMIQUE ET ÉNERGÉTIQUE

Travaux de réaménagement intérieur de bureaux et hall dans un ERP existant

1. Objet de l'opération

Le projet concerne le réaménagement intérieur des bureaux et hall au sein du bâtiment du centre des finances de Saint-Jean-de-Maurienne, existant recevant du public (ERP).
Les travaux comprennent notamment :

- redistribution des espaces intérieurs ;
- création ou suppression de cloisons ;
- réfection des plafonds et revêtements ;
- adaptation des installations techniques (chauffage, ventilation, électricité, éclairage)
- remplacement éventuel de menuiseries ou d'équipements techniques.

Aucune extension du bâtiment n'est prévue.

2. Cadre réglementaire

Les travaux sont soumis aux dispositions de la réglementation thermique applicable aux bâtiments existants conformément :

- au Code de la Construction et de l'Habitation ;
- aux dispositions relatives à la réglementation thermique des bâtiments existants "élément par élément".

Les exigences réglementaires concernent uniquement les éléments remplacés ou nouvellement installés.

3. Description de l'existant

Le bâtiment est un ERP existant.
Les travaux ne modifient pas :

- la structure porteuse ;
- le volume chauffé du bâtiment ;
- l'enveloppe du bâtiment (hors éventuelles menuiseries remplacées).

L'usage demeure celui de bureaux.

4. Description des travaux

Enveloppe thermique

<u>Doublage thermique des murs extérieurs</u>

Les murs extérieurs faisant l'objet de travaux seront isolés par l'intérieur au moyen d'un doublage thermique. L'isolant mis en œuvre présentera une résistance thermique minimale de $R \geq 5$ m²·K/W selon le certificat ACERMI de l'isolant, conformément aux exigences de la réglementation thermique applicable aux bâtiments existants (RT Existant – élément par élément). La mise en œuvre assurera la continuité de l'isolation et le traitement des principaux ponts thermiques, dans le respect des règles de l'art.

Exemple : Ajout d'un complexe de type plaque de plâtre BA13 + 160 mm de laine de verre, offrant une résistance thermique de l'isolant R = 5,00 m²·K/W.

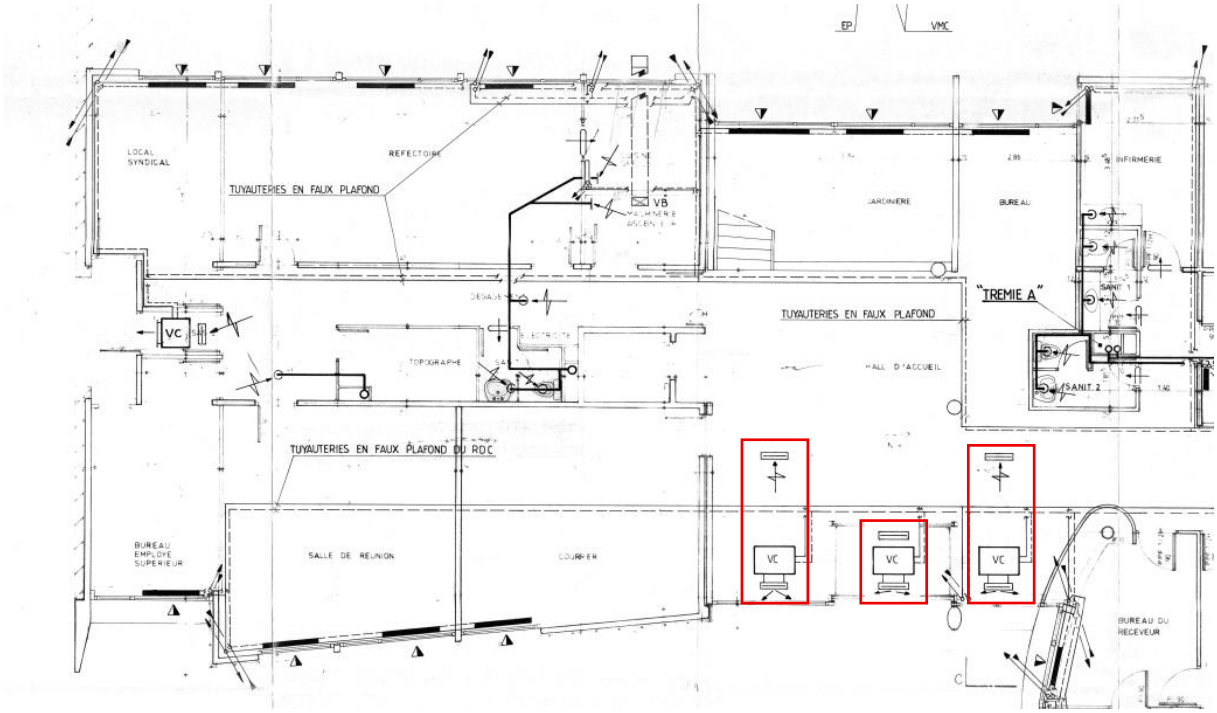
- Remplacement des menuiseries extérieures

Les menuiseries extérieures remplacées seront constituées de châssis performants équipés de vitrages isolants. Les nouveaux ensembles présenteront des châssis aluminium à rupture de pont thermique avec double vitrage isolant (Argon ou Air), présentant un coefficient de transmission thermique Uw ≤ 1,5 W/m²·K et Sw ≤ 0,35.

Chauffage

Le bâtiment est actuellement équipé d'un réseau hydraulique de chauffage alimentant notamment un des radiateurs et des ventilo-convecteurs existants situés à proximité de la zone faisant l'objet du réaménagement (hall accueil). Les équipements existants sont ainsi conservés.

Plan numérisé : DCE réseau de chauffage/ventilation



Au niveau du SAS et du hall d'entrée, 3 Ventilos convecteurs sont existants en plénum et sont raccordés au réseau hydraulique provenant de la chaudière et alimentant également les radiateurs.





De plus, des radiateurs sont présent dans le futur espace d'attente, ouvert sur la banque d'accueil et l'espace numérique. La régulation de ces radiateurs est assurée par des têtes thermostatiques.



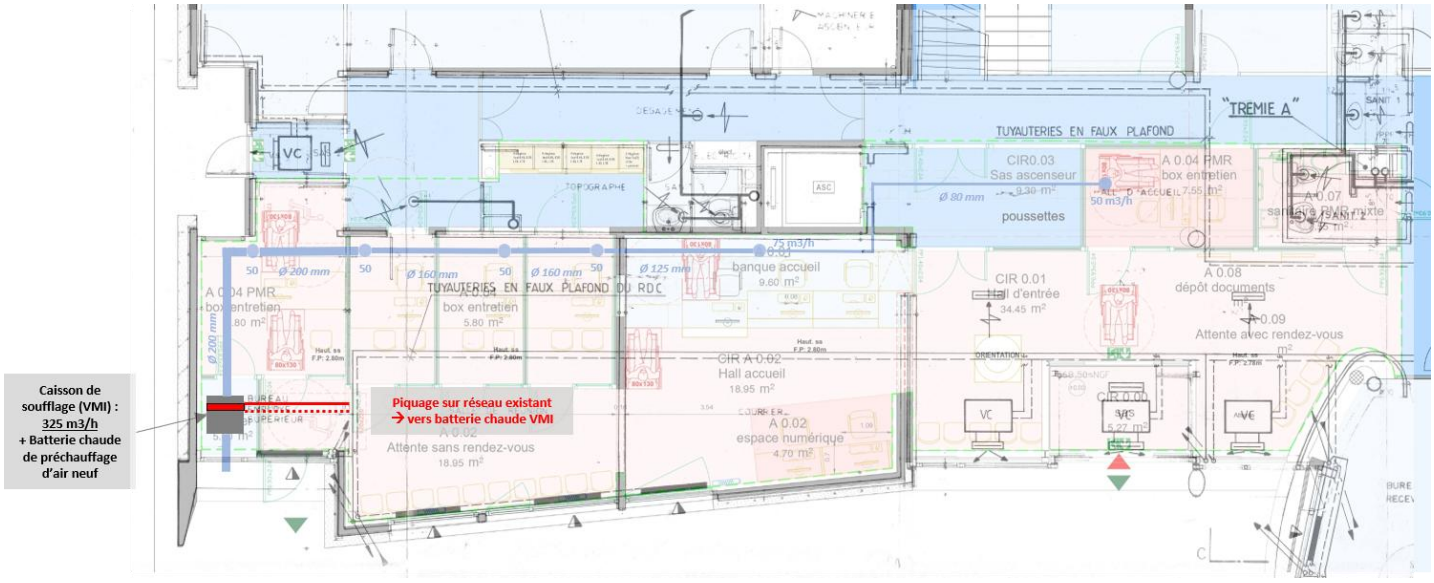

Dans le cadre de la création de 5 box d'entretien, pouvant accueillir 2 à 3 personnes par espace, il est envisagé de mettre en place un système de ventilation par insufflation de type **VMI**, permettant d'assurer le renouvellement d'air neuf des locaux.

Afin de limiter les déperditions thermiques liées à l'introduction d'air extérieur en période hivernale, le système pourra être équipé d'une batterie chaude de préchauffage de l'air neuf. Cette batterie pourra être raccordée au réseau hydraulique de chauffage existant situé à proximité, par l'intermédiaire d'un piquage sur le réseau.

Le réseau hydraulique existant fonctionnant selon un régime de température de **52/42 °C**, la batterie chaude devra être dimensionnée en conséquence afin d'assurer le préchauffage de l'air insufflé dans les box.

Le nouvel équipement sera également équipé d'une régulation indépendante permettant l'adaptation des températures aux conditions d'occupation des box, afin de limiter les consommations énergétiques en période d'inoccupation.

Plan de repérage du réseau de chauffage par insufflation



Concernant le mode de fonctionnement du réseau hydraulique existant : conservation de la régulation existante, à savoir :

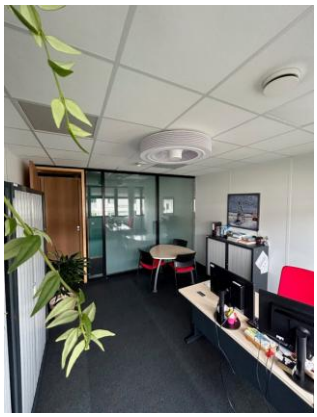
- **Fonctionnement en période hivernale :** le réseau de chauffage fonctionne afin de maintenir une température intérieure de consigne de 19 °C dans les locaux occupés. La régulation est assurée en fonction de la température extérieure et des besoins des locaux.
- **Fonctionnement en période estivale :** le réseau de chauffage est à l'arrêt.

Rafraîchissement

Le confort thermique estival sera assuré au moyen de brasseurs d'air. Pour des zones d'accueil et des box d'entretien, nous recommandons de privilégier des brasseurs d'air de type plafonniers plutôt que des ventilateurs muraux ou sur pied.

Dans les zones d'attentes et d'accueil, nous préconisons l'installation de **3 brasseurs d'air sans pâles**, ce qui permettra d'assurer un brassage homogène de l'air grâce à une large zone de diffusion. Ces équipements offrent plusieurs niveaux de vitesse de fonctionnement, permettant d'adapter le débit d'air brassé aux conditions climatiques et au ressenti des occupants. De plus, l'éclairage pourra être intégré au brasseur.





Les box d'entretien, présentant des surfaces plus réduites (≈ 6 m²), nécessitent une solution de brassage d'air adaptée à leur faible volume afin d'améliorer le confort thermique des occupants sans générer de sensation d'inconfort liée à des vitesses d'air trop importantes. Il est donc recommandé d'installer des brasseurs d'air plafonniers de plus petit diamètre (environ Ø 700 à 800 mm), permettant d'assurer une diffusion homogène de l'air dans chaque espace tout en conservant un fonctionnement silencieux compatible avec l'activité d'entretien.

Ces brasseurs d'air pourront également intégrer un luminaire LED à intensité variable, permettant de regrouper les fonctions d'éclairage et de brassage d'air au sein d'un même équipement. La variation de l'intensité lumineuse permettra d'adapter le niveau d'éclairement aux besoins réels des occupants et contribuera à limiter les consommations électriques.

Quelques exemples de brasseurs d'air pour box d'entretien





Ventilation

Les installations de ventilation seront adaptées aux nouveaux locaux et assureront les débits réglementaires conformément au Code du Travail et aux exigences sanitaires.

Afin de respecter le code du travail et le règlement sanitaire départemental, la ventilation sera réalisée mécaniquement par insufflation (VMI).

Dans notre cas, il est nécessaire de prendre en compte un débit minimal d'air neuf de 18 m^3/h par occupant. Toutefois, nous recommandons de retenir un débit nominal de 25 m^3/h par occupant, associé à une **régulation sur horloge hebdomadaire.** Cette solution permettra le renouvellement d'air durant l'occupation des locaux.

Les besoins de ventilation sont estimés comme suit :

- Box d'entretien : chaque box peut accueillir 2 personnes en moyenne, soit un débit d'air neuf de 50 m^3/h par box. **Pour les 5 box, le débit total d'air neuf est de 250 m^3/h.**
- Zone « banque d'accueil » : **3 postes de travail, soit un débit d'air neuf de 75 m^3/h.**
- Zone d'attente et avec et sans rendez-vous » : la ventilation/aération sera assurée par l'ouverture de fenêtres.

Le débit total de ventilation nécessaire pour l'ensemble des locaux est ainsi estimé à 325 m^3/h.

Afin de limiter les nuisances acoustiques dans les espaces recevant du public, il est préconisé d'implanter le caisson de ventilation dans le plénum du local courrier. L'entrée d'air neuf pourra être réalisé en façade extérieure au moyen d'une grille d'entrée d'air neuf, intégrée de manière discrète à la façade.

Suivi de la qualité de l'air intérieur : En complément du système de ventilation, il est préconisé d'installer un capteur de CO_2 associé à une mesure de la température et de l'humidité relative, avec affichage local par signal visuel.

Ce dispositif permettra aux agents de suivre en temps réel les conditions d'ambiance et notamment la concentration en CO_2. Un seuil d'alerte fixé à 800 ppm pourra être retenu : en cas de dépassement, un signal visuel, non gênant, invitera les usagers à augmenter ponctuellement l'aération du local par

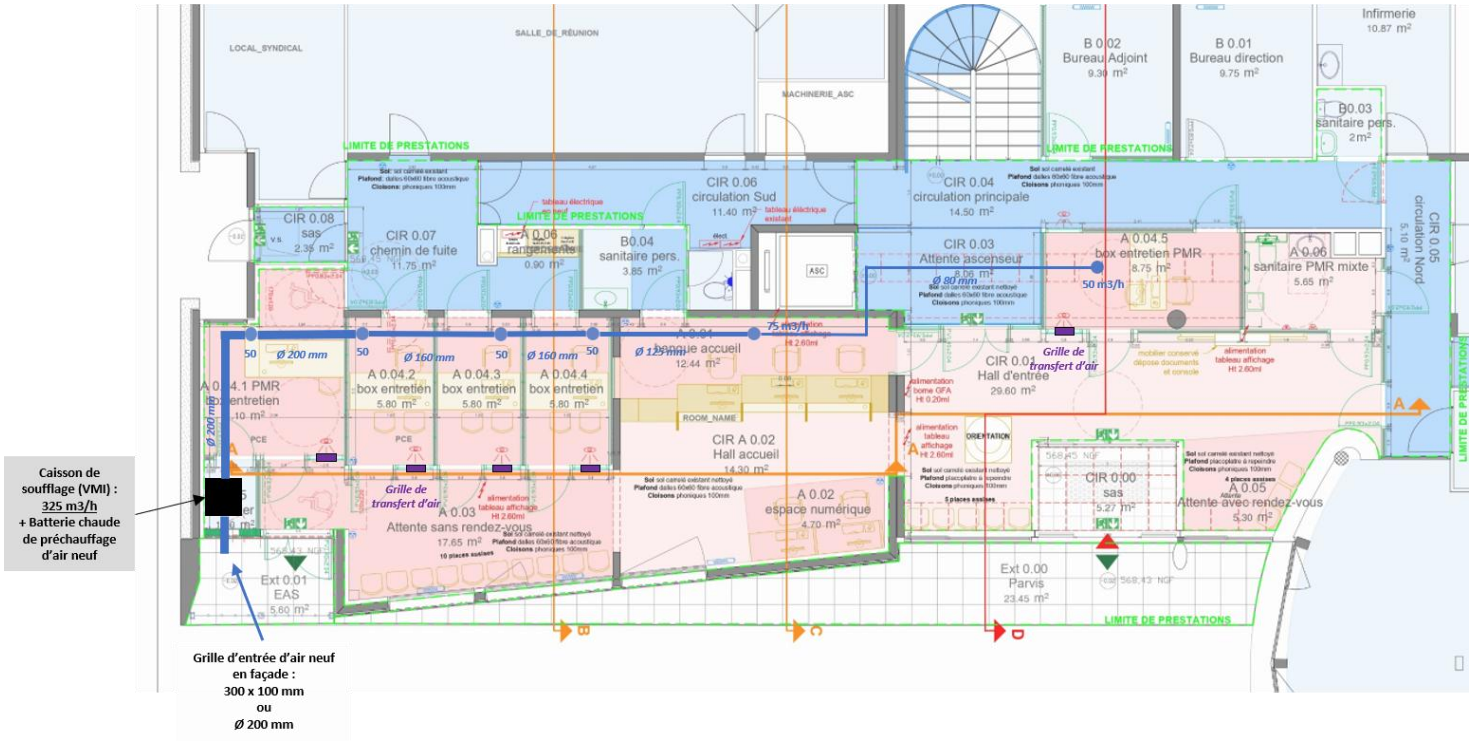
ouverture des fenêtres, lorsque les conditions d'exploitation et les conditions extérieures le permettent.

Grilles de transfert d'air

Le rejet d'air se fera essentiellement par le sas existant dans le hall d'accueil (portes coulissantes très peu étanches). De fait, les grilles de transferts seront placées sur la façade de chaque box en plinthes filantes sous châssis vitré fixe des box, donnant sur la salle d'attente.

Les bouches de soufflage sont placées en plafond au fond de box à l'opposé des grilles de transfert acoustique pour obtenir un balayage des box homogène.

Plan de repérage du réseau de ventilation par insufflation



Entretien et accès pour maintenance

Afin de garantir une qualité de l'air optimale et un bon fonctionnement du caisson de ventilation, il est nécessaire d'assurer une maintenance régulière du système avec un remplacement annuel du filtre. Il sera également nécessaire de prévoir une trappe d'accès permettant d'accéder facilement au capot d'accès maintenance et filtre.

Projet futur « Ventilation double flux » :

Dans l'hypothèse de la mise en œuvre d'une centrale de ventilation double flux, la prise d'air neuf pourra être implantée au niveau du plénum situé en façade extérieure du box d'entretien PMR, à

l'opposé du point d'entrée d'air. Cette disposition permettra de limiter les risques de recirculation entre l'air extrait et l'air neuf.

En complément, compte tenu de l'absence de système de climatisation dans les locaux, il pourra être envisagé la mise en place d'une ventilation double flux avec échangeur de chaleur, permettant à la fois :

- d'assurer le renouvellement d'air réglementaire des locaux
- de limiter les déperditions énergétiques en période de chauffage grâce à la récupération de chaleur sur l'air extrait
- d'améliorer le confort thermique en période estivale grâce à une fonction de rafraîchissement nocturne par augmentation temporaire des débits d'air lorsque les conditions extérieures sont favorables.

Cette stratégie permettrait de favoriser l'évacuation des charges thermiques accumulées durant la journée (apports internes liés à l'occupation, équipements, éclairage et apports solaires), contribuant ainsi à limiter les surchauffes estivales en l'absence de climatisation.

*<u>Note</u> : pour une surventilation nocturne efficace, il est nécessaire de retenir un débit d'air entre **2 et 4 volumes/heure (vol/h)**. Cette solution peut être envisagée sous réserve de validation du dimensionnement aéraulique et acoustique de l'installation.*

REGLEMENT SANITAIRE DEPARTEMENTAL (Arrêté préfectoral du 3 mars 1986) 49

DESTINATION DES LOCAUX	DEBIT MINIMAL D'AIR NEUF EN m³/h ET PAR OCCUPANT (air à 1,2 kg/m³)	
	Locaux avec interdiction de fumer	Locaux sans interdiction de fumer
Locaux d'enseignement :		
Classes, salles d'études, laboratoires		
(à l'exclusion de ceux à pollution spécifique):		
Maternelles, primaires et secondaires		
du 1er cycle :	15	
Secondaires du 2ème cycle et universitaires :.....	18	25
Ateliers :	18	25
Locaux d'hébergement :		
Chambres collectives (+ de 3 personnes) [1]		
dortoirs, cellules, salles de repos : ...	18	25
Bureaux et locaux assimilés :		
tels que locaux d'accueil, bibliothèques,		
bureaux de poste, banques :	18	25
Locaux de réunion :		
tels que salles de réunions, de spectacles,		
de culte, clubs, foyers :	18	30
Locaux de vente :		
tels que boutiques, supermarchés :	22	30
Locaux de restauration :		
cafés, bars, restaurants, cantines,		
salles à manger :	22	30
Locaux à usage sportif :		
par sportif : dans une piscine :.....	22	
dans les autres locaux	25	30
par spectateur :	18	30

Eau chaude sanitaire

la création de nouveaux équipements sanitaires, lesquels seront raccordés aux réseaux existants d'alimentation en eau potable et d'évacuation des eaux usées.

Les nouveaux équipements seront choisis parmi des appareils à faible consommation d'eau (robinetterie temporisée ou équipée de limiteurs de débit, mécanismes de chasse d'eau économes, etc.), contribuant ainsi à la maîtrise des consommations d'eau du bâtiment.

Éclairage

Les luminaires remplacés seront équipés de sources LED à haute efficacité énergétique.

Des dispositifs de commande adaptés (détection de présence, horloge ou gradation selon les locaux) pourront être mis en œuvre.

5. Rappel des exigences RT existant élément par élément

Les éléments remplacés respecteront les exigences minimales de performance fixées par la réglementation.

Élément	Exigence minimale
Menuiseries	Uw ≤ 1,7 W/m²·K (selon le type de menuiserie)
Isolation ajoutée	R ≥ 2,9 m².K/W
Ventilation	Les débits doivent respecter le Code du travail et le Règlement Sanitaire Départemental Les ventilateurs doivent être performants (moteurs basse consommation, variateurs si nécessaire).
Éclairage	Luminaires soient à haute efficacité (LED) Commandes permettent d'éviter les consommations inutiles (détection de présence, zonage, programmation).

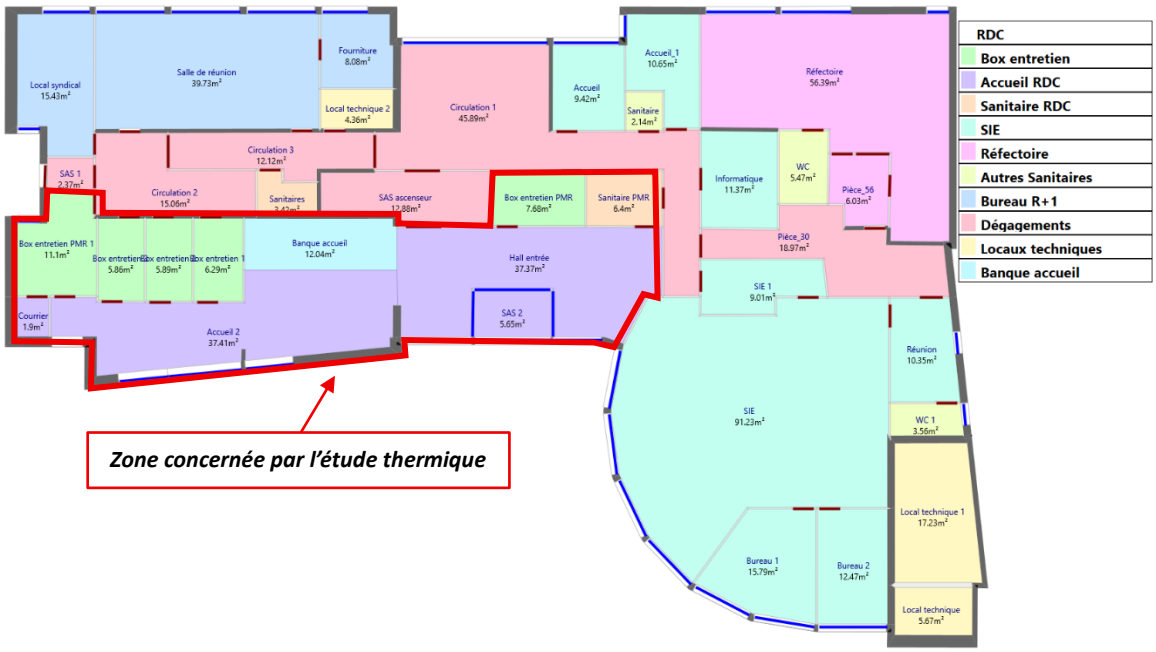
Concernant le facteur solaire (Sw), la RT existant ne fixe **pas systématiquement** de valeur maximale pour les menuiseries remplacées. Toutefois, il est recommandé de choisir un vitrage avec un **facteur solaire adapté** (par exemple Sw ≤ 0,35).

6. Etude du confort d'été (modélisation STD)

La simulation aide à quantifier le confort thermique du bâtiment, en particulier en visualisant les éventuelles surchauffes estivales afin de préconiser des solutions pour améliorer le confort d'été. L'étude porte sur l'ensemble des zones du site qui ont été divisées selon plusieurs zones thermiques.

Chaque zone thermique peut englober plusieurs pièces et se caractérise soit par une orientation spécifique ou par un usage qui lui est propre (scénario d'occupation, de chauffage, de climatisation et d'apport de puissance interne.).

Zonage

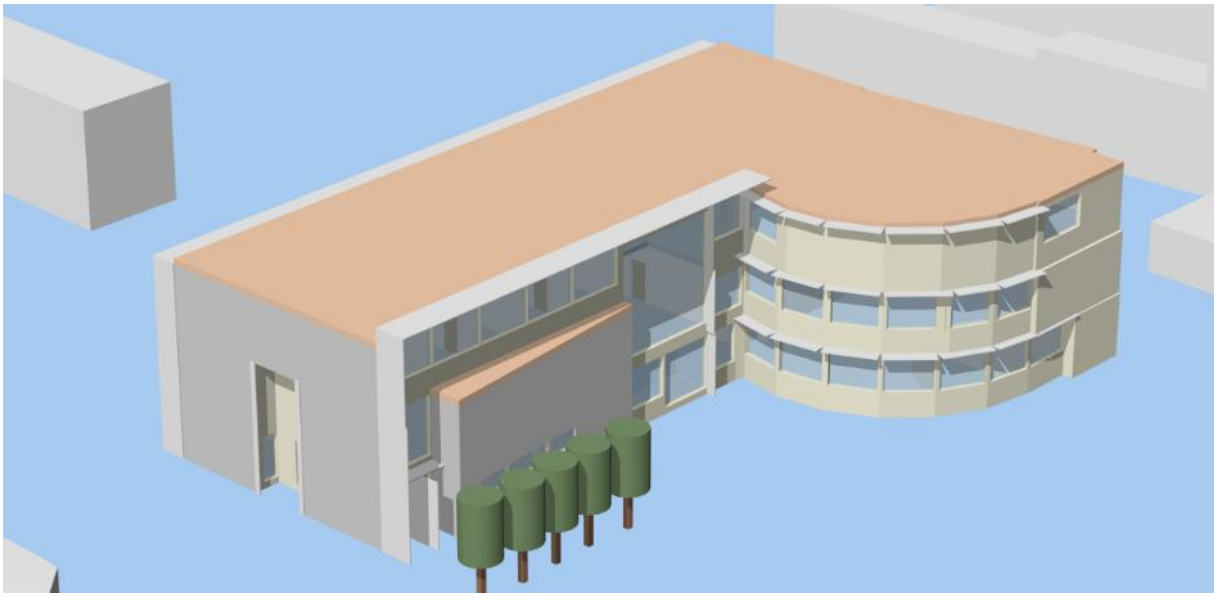


Modélisation graphique

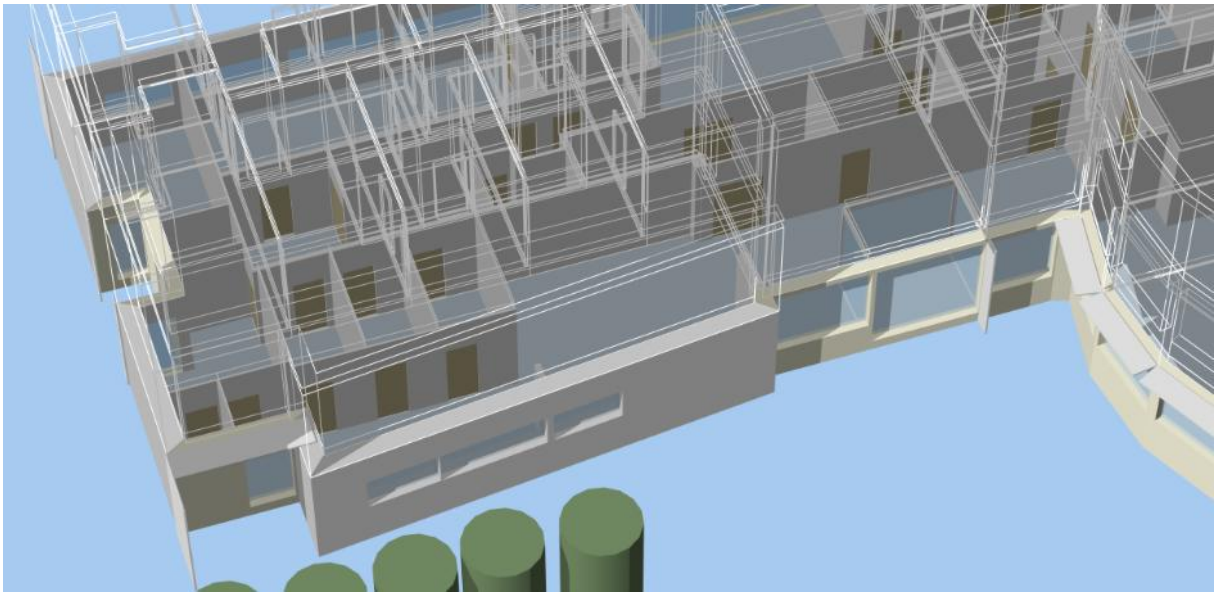
Le site présente de nombreux masques solaires, ce qui apportent une certaine efficacité pour le confort thermique durant l'été en réduisant les risques de surchauffes.

La plupart des cloisons et planchers intermédiaires sont modélisés pour séparer les pièces et les principales zones thermiques.

Modélisation 3D du bâtiment complet

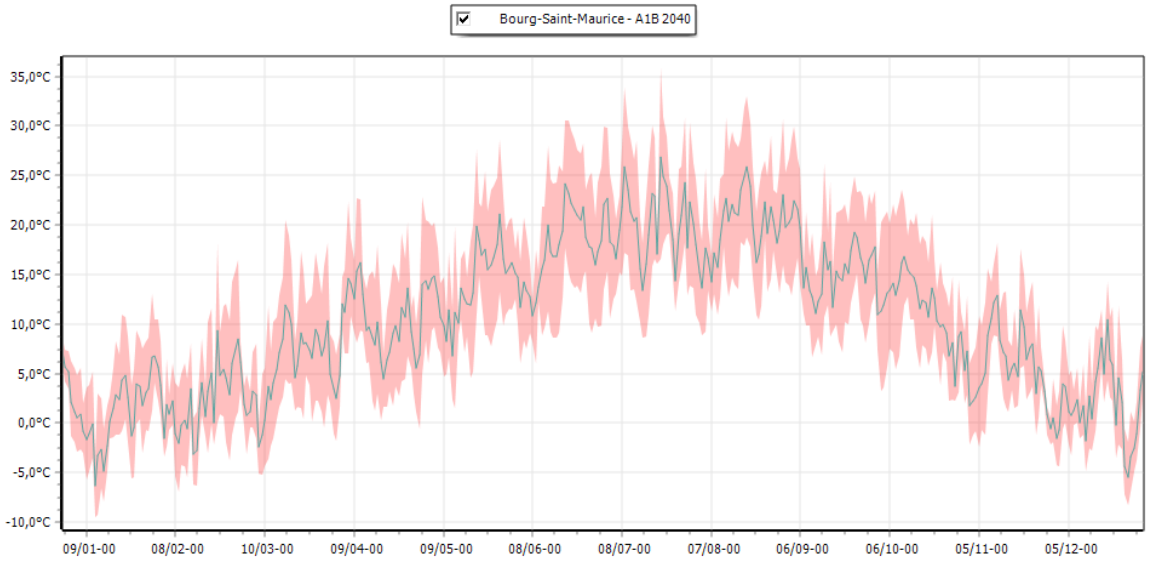


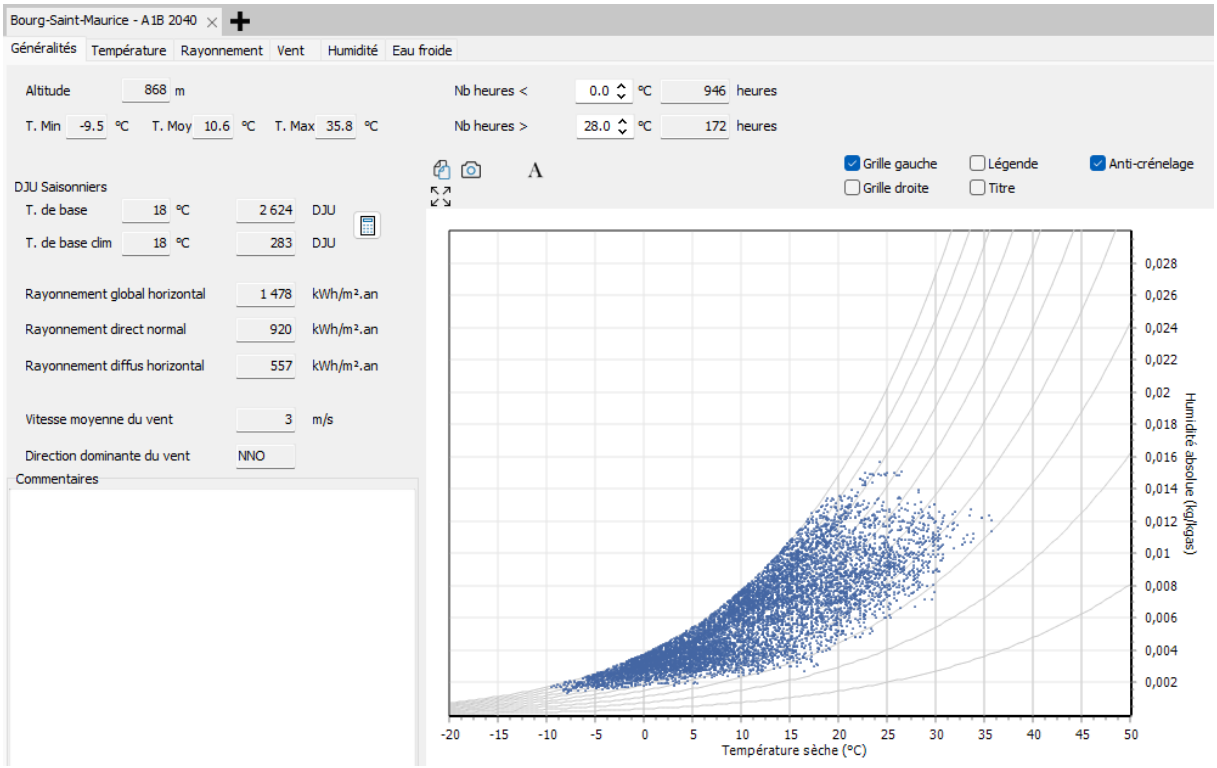
Vue 3D de l'intérieur de la zone concernée en rez-de-chaussée



Données météorologiques

Les données de météorologie utilisées pour la simulation thermique sont issues de la base de données du fichier « Météonorm » de PLEIADES. La station météo choisie est celle de « **Bourg-Saint-Maurice - A1B 2040 »**, dont le profil de température est visible ci-dessous.





Scénarios de fonctionnement

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

- La présence d'occupant (nombre/densité) : du lundi au vendredi de 8h à 18h
    - Box individuel : 2 personnes par box
    - Banque d'accueil : 3 personnes
    - Zone d'attente : 15 personnes
- La gestion du chauffage (température, programmation horaire) : lundi au vendredi avec consigne à 20°C et réduit à 16°C.
- Les apports internes (éclairage, équipements bureautiques…) : puissance dissipée de 7 W/m²
- La ventilation mécanique contrôlée simple flux :
    - Box d'entretien & banque d'accueil : un débit de ventilation de **325 m³/h** est retenu pendant les périodes d'occupation, de 8h à 18h du lundi au vendredi.
    - Zones d'attente : aucun scénario de ventilation mécanique ni d'ouverture des fenêtres n'est retenu dans la simulation. Cette hypothèse volontairement défavorable permet d'évaluer le comportement thermique des espaces dans une situation où aucun renouvellement d'air complémentaire n'est assuré.
- L'occultation des menuiseries (masque solaire, type, pourcentage d'ouverture) : modélisation 3D du bâtiment et son environnement.

Résultat de l'étude

Note : On considère qu'au-dessus de 28°C la zone est inconfortable pour les occupants, par conséquent, le **taux d'inconfort** est le pourcentage d'heures d'occupation où la température est supérieure à la température de confort.

De plus, les **« degrés-heures (DH) »** sont un indicateur qui calcule l'écart entre la température ressentie dans le bâtiment et la température de confort (fixée à 28°C en journée), et qui somme cet écart heure par heure.

Concernant le confort des occupants, on notera 3 seuils de valeurs, à savoir :

- **DH ≤ 350** : le confort des occupants est très satisfaisant.
- **350 < DH ≤ 1 250** : il est considéré qu'un inconfort thermique ponctuel existera et qu'une partie des occupants aura vraisemblablement recours à un système de climatisation installé a posteriori.
- **DH > 1 250** : au-delà de 1 250 Degrés Heures, l'inconfort est considéré comme trop important et nécessitera des besoins de climatisation.

Note : L'usage de brasseur d'air est modélisé avec une vitesse d'air été de 1 m/s.

RESULTATS DU CONFORT D'ÉTÉ

Les indicateurs de température intérieure sont des paramètres clés pour l'analyse du confort thermique des occupants.
Face à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de chaleur, il est indispensable que le bâtiment présente une bonne résilience thermique. L'objectif est de maintenir des conditions de confort acceptables en période estivale, tout en limitant le recours aux systèmes de climatisation et les consommations énergétiques associées.

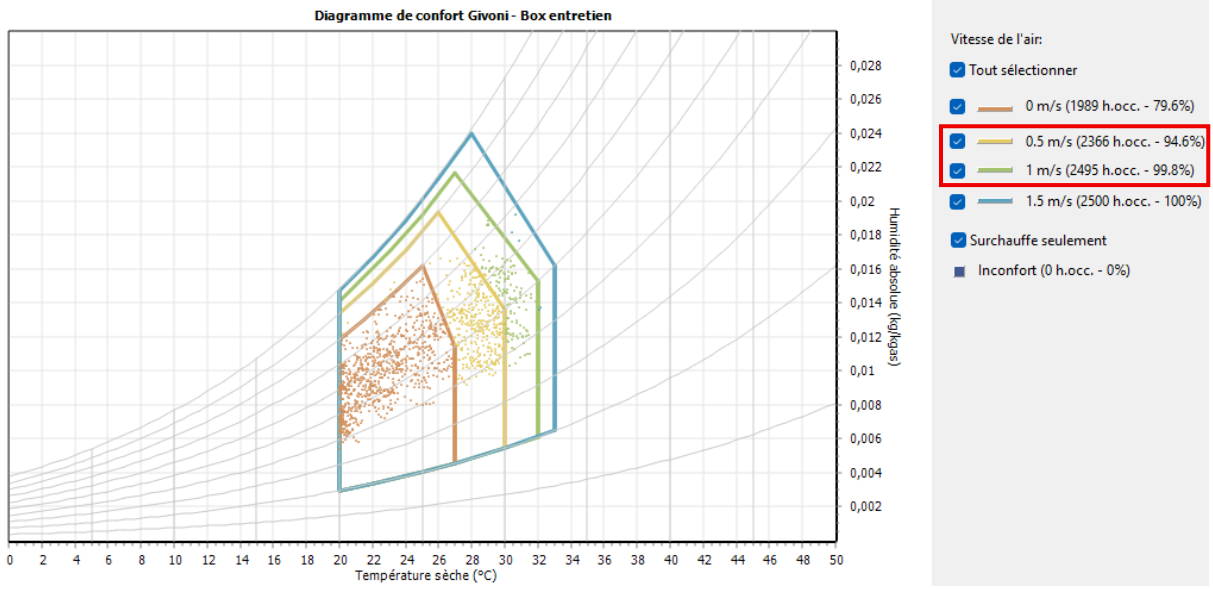
Zones	**Projet de rénovation (sans brasseurs d'air)**			**Projet de rénovation (avec brasseurs d'air)**		
	DH	*Confort Givoni (%)*	T° max.	*DH*	*Confort Givoni (%)*	T° max.
Box entretien	507 h	79,6 %	32,2 °C	11 h	99,8 %	32,2 °C
Zone Attente/Accueil	736 h	11,3 %	32,4 °C	33 h	25,2 %	32,4 °C
Sanitaires	50 h	77,8 %	30,1 °C	50 h	77,8 %	30,1 °C
Banque d'accueil	270 h	79,6 %	31,1 °C	0 h	100,0 %	31,1 °C

Analyse de confort Givoni

Le diagramme bioclimatique de Givoni, est un outil d'analyse du confort thermique qui permet d'évaluer si les conditions d'ambiance d'un bâtiment sont acceptables pour les occupants et quelles stratégies passives peuvent permettre d'améliorer ce confort.

Chaque point représente une heure simulée (par exemple une heure d'occupation sur une année).

Diagramme de Givoni – Box d'entretien

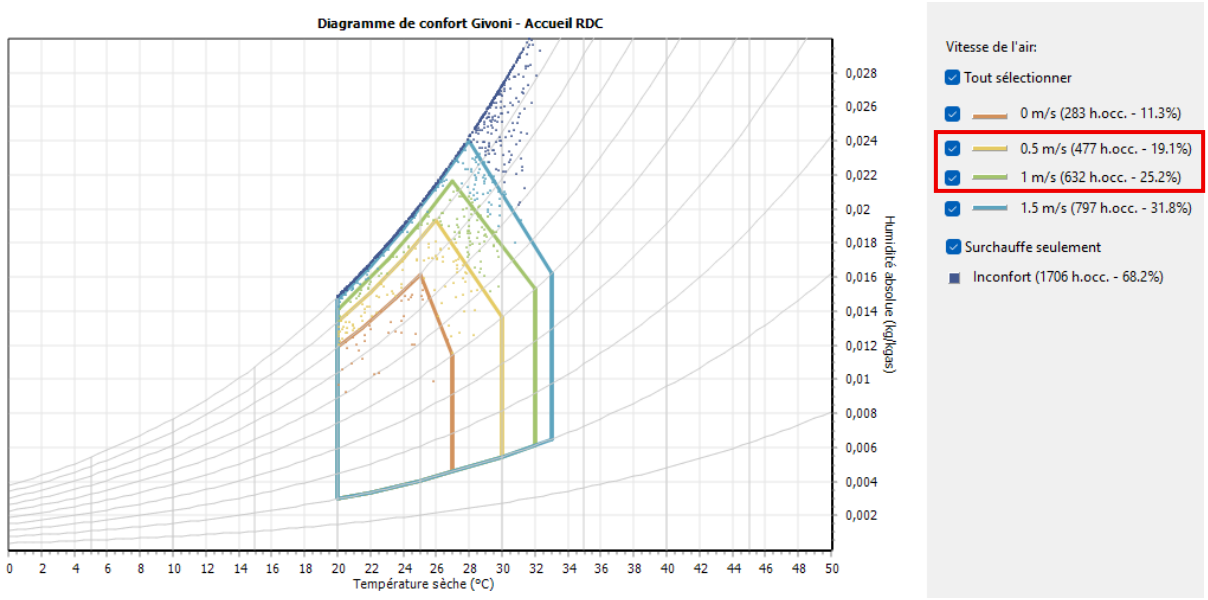


L'analyse du confort d'été par diagramme bioclimatique de Givoni met en évidence l'intérêt du recours au brassage d'air dans les locaux non climatisés. Dans le cas des box d'entretien : sans dispositif de brassage d'air, environ 79,6 % des heures occupées sont situées dans la zone de confort.

L'augmentation de la vitesse de l'air permet d'étendre la zone de confort vers des températures plus élevées (jusqu'à environ 31–32 °C selon l'humidité).

De ce fait, la prise en compte d'une vitesse d'air de 0,5 m/s permet d'étendre significativement la zone de confort et d'atteindre environ 95 % des heures occupées confortables.

Diagramme de Givoni – Zones d'attente



Dans le cas des zones d'attente : sans dispositif de brassage d'air, seulement 11,3 % des heures occupées sont situées dans la zone de confort. Malgré l'intégration de brasseur d'air, l'absence de ventilation mécanique (ni d'ouverture de fenêtres*) entraîne une augmentation de l'humidité relative. Toutefois, le brasseur d'air améliore bien la zone de confort, mais son efficacité reste limitée par le niveau d'humidité.

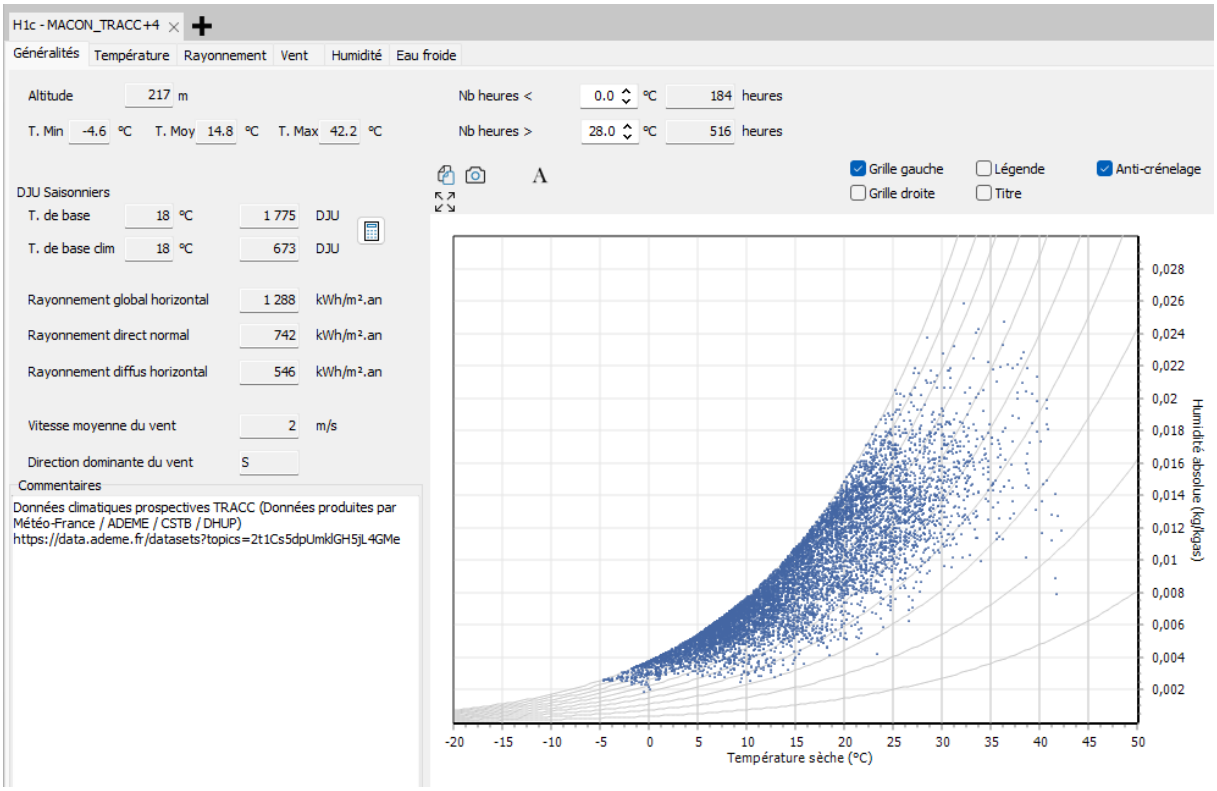
*Dans la réalité, il sera possible d'envisager l'ouverture de quelques fenêtres donnant sur la zone d'attente sans RDV, ce qui permettra notamment l'évacuation de l'humidité générée par les occupants.

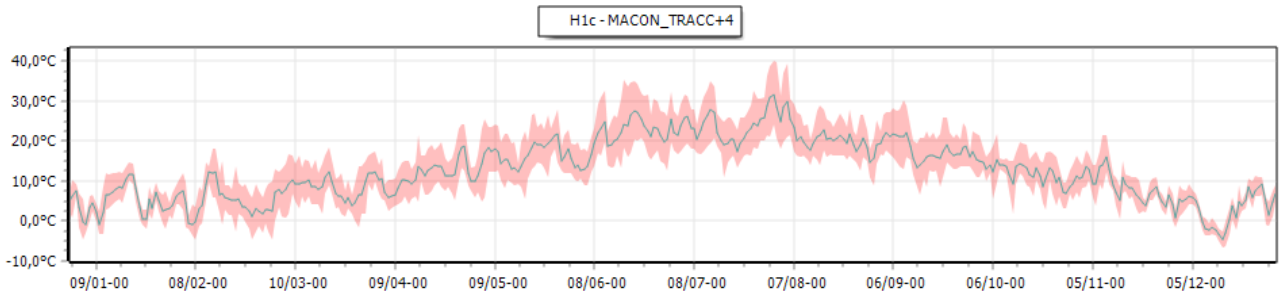
Scénario complémentaire : climat TRACC France +4 °C

Afin d'évaluer la robustesse du projet face à l'évolution future du climat, un scénario climatique prospectif complémentaire est étudié sur la base des données TRACC France +4 °C, mises à disposition par l'ADEME en partenariat avec Météo-France, le CSTB et la DHUP. Ces données correspondent à des projections climatiques destinées notamment à l'analyse des consommations énergétiques et du confort thermique futur des bâtiments. Elles sont fournies sous forme de séries horaires et couvrent les huit zones climatiques de référence de la France métropolitain

À ce jour, la base météorologique disponible dans le logiciel PLEIADES via METEONORM utilisée pour les simulations ne propose qu'un nombre limité de fichiers météorologiques représentatifs du territoire français, notamment : Agen (47), Carpentras (84), Macon (71), Marignane (13), Nancy (54), Rennes (35), Tours (37) et Trappes (78).

Nous pouvons faire l'exercice avec la ville de Macon (71).





RESULTATS DU CONFORT D'ÉTÉ						
Résultat du confort d'été d'après le fichier météo MACON – TRACC +4°C						
Zones	**Projet de rénovation (sans brasseurs d'air)**			**Projet de rénovation (avec brasseurs d'air)**		
	DH	*Confort Givoni (%)*	T° max.	*DH*	*Confort Givoni (%)*	T° max.
Box entretien	933 h	72,9 %	36,6 °C	232 h	94,6 %	36,6 °C
Zone Attente/Accueil	1274 h	11,4 %	37,0 °C	388 h	22,9 %	37,0 °C
Sanitaires	353 h	61,2 %	34,7 °C	353 h	61,2 %	34,7 °C
Banque d'accueil	711 h	73,5 %	35,1 °C	140 h	95,5 %	35,1 °C