



RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS TERTIAIRES PUBLICS

Centre de ressources d'Auvergne-Rhône-Alpes

WEBINAIRE REGIONAL

Prise en compte du confort d'été lors de la rénovation énergétique des bâtiments publics

Compte-rendu du webinaire du 1^{er} juin 2021

L'État (SGAR et DREAL), la Région, l'ADEME et la Banque des Territoires ont initié la mise en place d'un Centre de ressources régional pour la rénovation énergétique des bâtiments tertiaires publics afin de mettre à disposition l'information disponible et de faire gagner en visibilité les outils existants.

Dans ce cadre, un webinaire d'information sur la prise en compte du confort d'été lors des travaux de rénovation des bâtiments publics a été organisé le 1^{er} juin 2021 à l'attention des collectivités, institutions et structures parapubliques de conseil et d'accompagnement des collectivités.

Ville et Aménagement Durable (VAD), en tant que centre d'échanges et de ressources bâtiments & aménagements durables en Auvergne-Rhône-Alpes, a tout d'abord souligné l'importance de prendre en compte le confort d'été lors des travaux de rénovations puis présenté les grands principes de lutte contre la surchauffe. La SPL OSER, Tekhné et Rivat Architecte ont ensuite fait part de leurs retours d'expériences.

- [Télécharger les présentations des intervenants](#)

Soutenu par



Animé par



(R)éveillons nos pratiques

PROPOS INTRODUCTIF

✓ Hakim Hamadou, ADEME Auvergne-Rhône-Alpes

Ce webinaire est organisé dans le cadre de la communauté AURA pour la rénovation des bâtiments tertiaires publics. Cette communauté a été mise en place à l'initiative du SGAR, de la DREAL, de l'ADEME, de la Région et de la Banque des Territoires. Elle est animée par AURA-EE. Le Centre de ressources régional pour la rénovation énergétique des bâtiments tertiaires publics a pour but d'accompagner les acteurs territoriaux (communes, EPCI, Syndicat, ALEC, SPL, etc.) dans leurs démarches de rénovation énergétique du patrimoine bâti public.

POURQUOI ET COMMENT INTEGRER LE CONFORT D'ETE DANS LES RENOVATIONS : LES GRANDS PRINCIPES DE LUTTE CONTRE LA SURCHAUFFE

✓ Claire Vilasi, Ville et Aménagement durable

1. Principes

En raison du changement climatique, les épisodes de vague de chaleur sont de plus en plus fréquents, longs et intenses, en particulier dans les villes, au sein desquelles se forment **des îlots de chaleur urbains**. On observe parfois, en été, un écart de température de 4°C entre les centres urbains et le milieu rural.

Il y a désormais une prise de conscience au sein des collectivités qui font face à ce phénomène : il devient en effet primordial de lutter contre **la surchauffe, notamment en milieu urbain, source d'inconfort thermique qui peut avoir des conséquences néfastes sur la santé**. Lors des travaux de rénovation de bâtiments, il n'est donc plus seulement question de confort d'hiver, mais également d'été, voire de mi-saison.

L'enjeu, pour les collectivités, est **d'éviter le recours à l'installation de systèmes de climatisation qui conduiraient à une hausse de la consommation d'énergie et participeraient à leur tour au phénomène de surchauffe**. Il existe heureusement des solutions alternatives à la climatisation pour rendre le bâtiment plus résilient aux épisodes caniculaires.

Le ressenti thermique

Le ressenti thermique est soumis à de nombreux paramètres :

- Paramètres du confort d'été
 - **Comportement de l'utilisateur** : la façon de s'habiller (ex. remise en cause de « l'uniforme costume/cravate » pour les hommes quand il fait plus de 30°C)
 - **Etat psychosociologique de l'utilisateur** : le stress réduit la tolérance à la chaleur, l'adaptation dépend de la motivation de l'individu. A noter que plus un individu a le contrôle sur ses conditions de confort, plus sa tolérance à l'inconfort augmente.
- Les paramètres d'ambiance
 - Température de l'air et des parois
 - Humidité de l'air : pas forcément un facteur déterminant en France, il oscille entre 30 et 70%

- Vitesse d'air : en bio climatisme : on peut agir + que sur la température en favorisant la circulation de l'air
- Paramètres d'inconfort localisés (orientation par rapport à l'ensoleillement par ex)

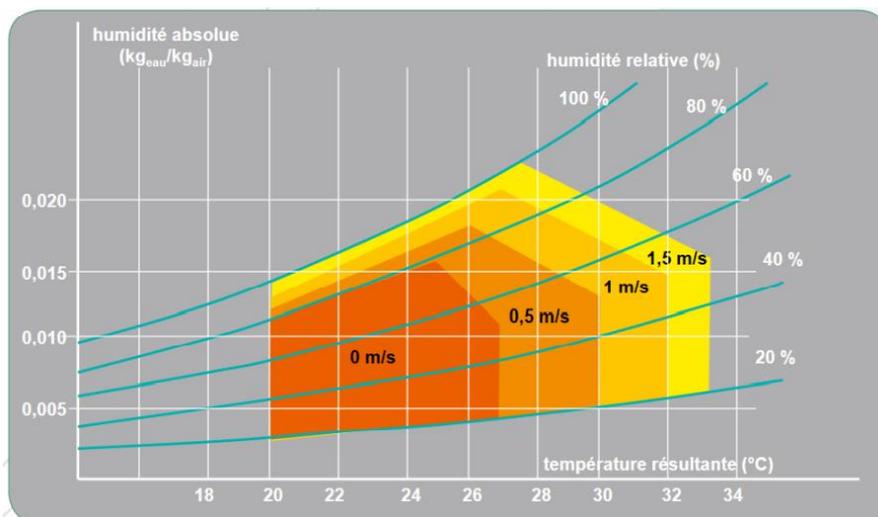
Il existe différents indicateurs de confort :

- **Le modèle de Fanger (PMV et PPD)**

Le modèle de Fanger prend en compte les paramètres de comportement et les paramètres d'ambiance (température d'air, température de paroi, humidité de l'air, vitesse de l'air) pour calculer un indicateur de sensation de confort thermique. Cet indicateur, dit **le PMV** (pour Predicted Mean Vote), se mesure sur une échelle de sensation thermique composée de 7 niveaux. On remarque que les conditions optimales de confort se situent entre une température de 21°C à 26°C dans des conditions standard de travail de bureau en période estivale.

La norme NF EN ISO 7730, actuellement en vigueur, est basée sur le modèle de Fanger et a introduit la notion de **PPD** (pour Predicted Percentage Dissatisfied), qui représente le pourcentage prévu de personnes en situation d'inconfort thermique.

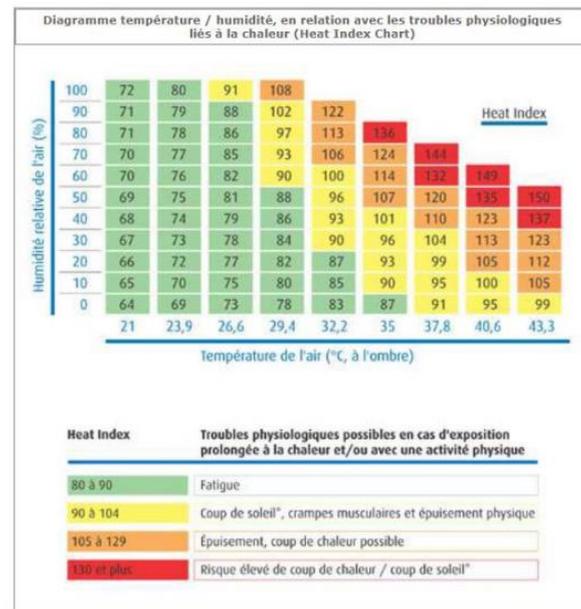
- **Le calcul du cumul d'heures de dépassement de seuil (28°C)**
- **Le diagramme de Givoni**



Il s'agit d'un modèle de détermination du confort thermique qui intègre l'évapotranspiration. Le diagramme de Givoni, établi pour une activité sédentaire et avec un habillement adapté à l'été, définit des zones de confort correspondant à différentes plages de vitesse d'air.

- **Heat Index – Risque sanitaire (Extérieur)**

Grâce à cet index, on mesure le risque sanitaire encouru à de la simple fatigue à l'épuisement à des coups de soleil.



Méthodes et outils de calcul :

- Des méthodes simplifiées de calcul en phase amont
- Simulation thermique dynamique (STD) :
 - Prise en compte de l'occupation et de l'usage réel du bâtiment
 - Modélisation et comparaison de différents scénarios
 - Identification des risques d'inconforts et/ou de dérive de consommations
 - Test et validation du modèle retenu

A noter que l'Agence Qualité Construction a conçu [un protocole d'appréciation du confort et des ambiances dans les bâtiments performants, qu'elle met à la disposition des professionnels](#). Directement utilisable sur le terrain, cet outil permet d'évaluer les ressentis et les observations relatives au **confort** et aux **ambiances** intérieures.

2. Comment agir ?

Principes de base à connaître :

- Identifier les besoins
- Diagnostiquer l'existant
- Rafraîchir la ville et la parcelle existante
- Isoler, protéger, valoriser l'existant du bâti
- Limiter les apports internes
- Choisir des matériaux favorisant le confort d'été
- Mettre en place des solutions alternatives
- Ventiler largement la nuit...

Il est nécessaire d'avoir une planification urbaine afin de créer des zones de fraîcheur à l'échelle de la ville et de la parcelle, ainsi qu'identifier les solutions les plus pertinentes à l'échelle d'un quartier.

Diagnostiquer l'existant :

- Identifier les facteurs microclimatiques
- Identifier les atouts et les contraintes de l'existant

Les atouts des îlots de fraîcheur

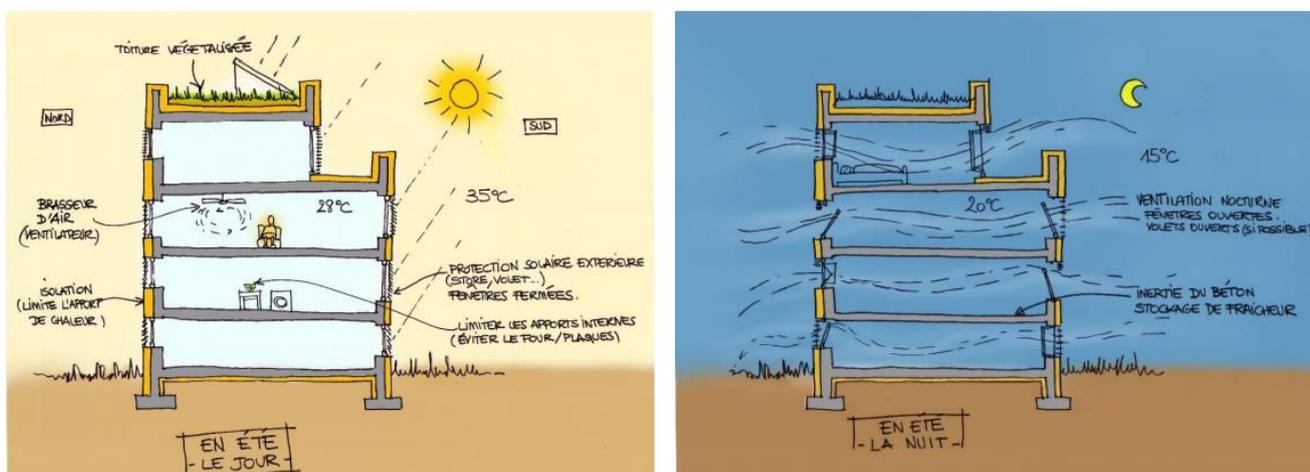
- Favoriser l'accès aux vents et aux brises
- Diminuer l'imperméabilisation du sol
- Végétaliser les abords des équipements, les cours...et indirectement, favoriser la biodiversité
- Garantir la présence et le bon développement de la végétation

Cf. voir [les cours de récréation des écoles parisiennes progressivement transformées en « oasis »](#). Cette initiative est issue de la stratégie de résilience de la ville de Paris.

Quelques exemples d'infracteurs pour rafraîchir les villes (cf. voir [le guide de l'ADEME « Rafraîchir les villes, des solutions variées » propose 19 solutions émergentes ou éprouvées, adaptées à différents contextes climatiques.](#))

- Fontaine, jet d'eau, brumisation
- Effet ombrelle : pergolas, abris, toiles, parasols, auvents, passages dans les bâtiments....

Conception des bâtiments – appréhender tous les paramètres



©TRIBU

Végétalisation des toitures et des façades

La végétalisation des toitures permet de rafraîchir l'ambiance extérieure. Le substrat contribue à l'isolation du bâtiment si la couche est suffisamment épaisse.

Attention au coût, à l'entretien et à choisir des essences adaptées (choisir des plantes grimpantes qui nécessitent peu d'eau).

Boucliers thermiques en façade et en toiture

Recours à la double peau en treillage métallique pour la médiathèque de la ville de Bron (69) par exemple.

Isolation thermique renforcée

3. Utilisation des qualités intrinsèques du bâti ancien tout en optimisant les défauts initiaux
4. Isolation par l'extérieur pour limiter les ponts thermiques et garantir à l'accès à l'inertie

Vitrages et protections solaires

- Optimiser les surfaces vitrées
- Choisir des vitrage et protections solaires adaptées à chaque orientation
- Menuiseries oscillo-battantes favorisant la ventilation naturelle
- Les stores classiques ne permettent pas une bonne ventilation
- Protections extérieures permettant la ventilation naturelle (végétalisation)

Réduction des charges internes

- Limiter la densité d'occupants et d'équipements (bureautique, éclairage, électronique)
- Repenser l'aménagement des surfaces en fonction des usages et destinations
- Choisir des équipements très basse consommation

Il est également nécessaire de sensibiliser les occupants pour garantir le bon usage de la ventilation naturelle. **Les exploitants et les usagers ont en effet un rôle clef** ; il faut les impliquer avec des commandes et signalétiques claires, ainsi que faire des rappels régulièrement à l'approche de la saison chaude.

Ventilation

- Prendre en compte les problèmes d'intrusion, d'intimité, de confidentialité, de bruit ou de pollution de l'air extérieur, dès la conception.
- Sensibiliser les occupants pour garantir le bon usage de la ventilation naturelle.
- Prévoir des menuiseries et des volets d'utilisation aisée

Les ressources

enviroBOITE.net

[Ville & Aménagement Durable \(ville-amenagement-durable.org\)](http://ville-amenagement-durable.org)

[Agence de la transition écologique - ADEME \(ademe.fr\)](http://ademe.fr)

[Construction21, the social media for sustainable buildings & cities](#)

[Agence Qualité Construction \(qualiteconstruction.com\)](http://qualiteconstruction.com)

[Accueil - ICEB \(asso-iceb.org\)](http://asso-iceb.org)

Session Q/R

- Entre une toiture végétalisée et une toiture réfléchissante, laquelle est la mieux du point de vue confort d'été ?
 - Dépend du bâtiment et de différents critères
- Existe-t-il une contre-indication pour les façades végétalisées ?
 - Non, mais il y a des contraintes en termes d'arrosage à connaître avant de se lancer dans la végétalisation. On note de mauvais retour d'expérience sur les caissettes en façade. Il vaut mieux privilégier des solutions déportées de la façade (treilles,...) pour la tenue du revêtement dans le temps.

TEMOIGNAGES & RETOURS D'EXPERIENCES

1.1 Méthodologie de prise en considération du confort d'été dans les opérations de rénovation énergétique réalisées par SPL OSER, suivi et exigences dans les MPGE

✓ Aurélie Duparchy, SPL OSER

Pour mémoire, La SPL OSER assiste les collectivités sur les actions à conduire pour réduire les consommations d'énergie et pour obtenir des aides financières dans le cadre de rénovations globales. Elle apporte et mutualise entre ses actionnaires une offre de service technique et financier. Et a recours des marchés globaux de performance énergétique pour tous les projets.

La SPL OSER a mis en place un cadre contractuel avec deux niveaux d'exigence

- Sans dispositif actif de rafraîchissement/climatisation : critère de performance uniquement en conception sur la base de simulation thermique dynamique
- Avec dispositif actif de rafraîchissement/climatisation : principe de pénalités en cas de dépassement de température de confort (dépassement de 27° par ex)

Le confort d'été sans système actif :

Confort d'été	<p>Ce critère doit être obtenu sans système de climatisation pour tous les espaces à occupation prolongée (salles de classes, gymnase, bureaux, logements...).</p> <p>Température maximale en occupation : 30°C</p> <p>Température résultante dans les espaces à occupation autre que passagère ne dépassant pas 28°C plus de 3,5% (du temps d'occupation dans l'année.</p> <p>Il s'agit de respecter le critère QA 1.1 du référentiel PEQA de Certivéa pour la rénovation des bâtiments.</p> <p>La vérification de ce critère sera réalisée sur la base de la simulation thermique dynamique. Les hypothèses seront justifiées (météo, scénarios d'occupation, apports internes/externes...)</p>
---------------	---

Le confort d'été avec système actif

Rafrâchissement : température intérieure	<p>Le confort d'été devra être préférentiellement atteint via des dispositifs passifs (protections solaires...), un système de rafraîchissement sera prévu afin de compléter ces dispositifs.</p> <p>Température de consigne : 27°C de 7h30 à 17h30 du lundi au vendredi avec une augmentation linéaire de cette température pour ne pas dépasser un écart Température extérieure / Température intérieure de plus de 6°C</p>	<p>T° mesurée > T° consigne pour une</p> <ul style="list-style-type: none"> • durée > 2 h consécutives ou • durée cumulée > 8 h sur une période de 30 jours
--	---	--

Les dispositifs mis en œuvre concernent notamment :

[Le groupe scolaire Saint-Exupéry à Bourg-en-Bresse](#) : Les travaux de rénovation énergétique se sont focalisés sur l'école élémentaire et sur le gymnase. Ces deux bâtiments sont portés au niveau BBC-rénovation. Les travaux comprenaient la mise en œuvre d'une isolation par l'extérieur, le remplacement des menuiseries, la mise en place de protections solaires, la réfection des toitures avec la mise en place de panneaux photovoltaïques, la refonte des sous-stations et réseaux de chauffage.

[Ecole maternelle Les Romains à Annecy](#) : des débords de toiture ont été installés pour favoriser les ombrages.

Résultat après travaux :

Maternelle	
Nb d'heure T°<20°C en période d'occupation	T° moyenne en période d'occupation en chauffe
38 heures	21,3 °C
6%	
Nb d'heure T°>28°C en période d'occupation	Pic de T°
0 heures	24,8 °C
0%	
T° en période d'innoculation	
Chauffe	Estival
19,7 °C	21,3 °C

[Ecole Marlioz à Passy](#) : isolation par l'extérieur, un remplacement des menuiseries (sauf logement), la réfection de la couverture et l'isolation des toitures et des interventions sur la distribution et la régulation du chauffage. Des volets roulants (dortoirs, locaux à risques) et des brise-soleils orientables viendront compléter la protection des surfaces vitrées. Par ailleurs, la ville a choisi d'installer une ventilation mécanique double flux filtrant l'air extérieur et récupérant les calories afin de contribuer à une bonne qualité de l'air à l'intérieur de cette école.

[Ecole Cofta à Annecy](#) : Le programme de travaux qui s'est concentré sur l'isolation de l'enveloppe des bâtiments et leur ventilation devra donc permettre une baisse significative des consommations d'énergies et une amélioration du confort en toute saison.

Ces travaux de rénovation ont donc un impact significatif sur les périodes avril/mai

Retours très positifs subjectifs des usagers (enseignants) :

- Dès la mise en œuvre des nouvelles menuiseries / protections solaires
- Renforcés par l'isolation thermique par l'extérieur
- Effets visibles des brise-soleils fixes/casquettes/débords de toit

[Mairie de Cran Gevrier](#), dont la majeure partie des locaux ne sont pas climatisés.

- **Dispositifs mis en œuvre :**
 - Menuiseries faible émissivité et B.S.O. extérieurs
 - Free-cooling nocturne (50 m³/h/bureau minimum)
 - PAC réversible dans CTA
 - Isolation thermique façade et toiture

[Médiathèque Victor Hugo à Montmélian](#)

La configuration du bâtiment génère un inconfort thermique important dès le printemps à cause notamment de la situation sous rampant de l'étage. La rénovation avait notamment pour objectif de limiter fortement les surchauffes estivales.

Principaux travaux réalisés pour lutter contre la surchauffe estivale:

- Isolation thermique par l'extérieur
- Remplacement de l'isolant sous toiture par 20 cm de laine de bois
- Remplacement des menuiseries extérieures par des menuiseries performantes en bois équipées de brise-soleils
- Installation d'une CTA double flux avec récupération de chaleur à roue

Session Q/R

- Combien de temps ont duré les travaux ?
 - ➔ Pour les écoles, 14 mois environ (2 ou 3 écoles rénovées en même temps) ; pour la médiathèque, 8 mois de travaux.

1.2 REX du groupe scolaire Ollier de Péage de Roussillon et sur l'intégration problématique de la surchauffe estivale dans les écoles.

✓ Christian Charignon, Tekhné

L'école élémentaire Ollier est installée dans un bâtiment de patrimoine "Jules Ferry". Les travaux de rénovation ont mis en valeur cette école par une réfection totale de ses façades. L'enjeu a aussi été d'éviter de dénaturer ce bâtiment. Cette rénovation date de 2010.

Programme de rénovation du groupe scolaire Ollier de Péage de Roussillon :

- Isolation de tous les planchers bas en vide sanitaire.
- Isolation par l'intérieur pour conserver la mise en valeur des façades (patrimoine Jules Ferry).
- Coupure des ponts thermique par retour de l'isolant sur 1m en dalle et en refends.
- Cloisonnements brique pour amener l'inertie thermique intérieure.
- Ventilation naturelle par ouvertures manuelles des classes, et automatisées dans les circulations et ouvertures spéciales d'un volet parallèle au coupe-feu lorsque le SDIS l'autorise pour permettre une ventilation nocturne traversant.
- Protections solaires adaptées aux orientations (stores toiles, lames verticales fixes).
- Changement de la production de chaleur et des émetteurs.
- Production photovoltaïque par membrane.

= Confort d'été $T < 28^{\circ}\text{C}$.

Outre le livret remis à la livraison et une signalétique qui accompagne la prise en main du bâtiment Tekhné assure une formation des usagers par groupe.

Programme de rénovation du groupe scolaire des Hutins à Annemasse

- Réhabilitation énergétique du bâtiment (enveloppe thermique + chauffage et éclairage)

1.3 REX sur la rénovation des locaux administratifs de la cité Paul Petit et de la MDHL de St Etienne

✓ **Julien Rivat, Rivat Architecte**

Concours mené par le Conseil Départemental de la Loire pour la restructuration et rénovation énergétique d'un **bâtiment situé 22 Rue Paul Petit à Saint-Etienne, bâtiment des années 60 vacant depuis plusieurs années.**

Ambition label passivhaus :

Les exigences du Passivhaus sont inchangées depuis 1991. Il y a trois critères :

- 15 kWh/m²/an pour le besoin chauffage et rafraîchissement.
- Qualité d'enveloppe N50 inférieur à 0,6 vol/h sous 50 Pascal.
- 120 kWh/m²/an EP tout usage.

Également moins de 10% des heures avec une surchauffe supérieur à 25°C

Objectif : regrouper et réinstaller plusieurs services aujourd'hui répartis dans plusieurs bâtiments en location sur le territoire. Pas de prise en compte particulière du confort d'été.

L'enveloppe

- **en façade** : Isolation variable de 180 à 280 mm R mini 5,56 maxi 8,19
- **en toiture** : Isolation de 240mm (R> 10,43m²K/W)

Menuiseries oscillo battantes : ventilation naturelle aux moments frais de la journée, et de rafraîchir la nuit en les mettant en position oscillo.

Protections solaires : stores automatisés suivant la course du soleil

La **façade sud** : masque très important, les apports sont compliqués voire inexistants. L'atout majeur du bâtiment est sa taille (surface et volume) ainsi que sa compacité.

Les **façades est et ouest** : possibilité de surchauffe en été. 3 niveaux d'automatisation des stores extérieurs prévus.

Casser le rythme hyper tramé des ouvertures :

- En cassant des allèges
- En comblant des allèges
- En comblant des ouvertures

Le passif :

- Menuiseries oscillo-battantes en triple vitrage
- Performance : $U_w = 0.7W/m^2K$
- Facteur solaire : $S_g : 55\%$
- Etanchéité à l'air :
Menuiserie = membrane Siga Fentrim IS 2
Gaine pour store = Bouchon Stoppa 16

Boîtes en ossature bois suspendues pour :

- Agrandir les bureaux sur les façades Nord Est et Ouest

- Offrir des vues sur la ville

Le passif :

- Boîtes en panneaux de bois contrecollé (CLT)
- ITE : 200 mm d'épaisseur panneaux laine de verre
R= 5.70 m²K/W

Ventilation nocturne bypass automatique en été (permet de stocker dans les cloisons à inertie une fraîcheur qui sera restituée sur plusieurs heures dans la journée). Remarque : la ventilation nocturne va toucher ses limites à l'horizon 2040 et ne permettra plus de rafraîchissement massif en période caniculaire.

Geocooling : via un système de 7 sondes sèches géothermiques sèches on puise le rafraîchissement dans l'inertie du sol. **Une batterie de géocooling** est installée, en plus, sur la CTA des bureaux et salles de réunion, bénéficiant de la fraîcheur de la terre apportée par les forages, elle offre un rafraîchissement par l'air la journée, via les bouches de soufflage installée dans chaque bureau.

Conclusion

Transformer ce bâtiment des années 60 en bâtiment passif ne fût pas chose aisée. En effet, avec son très grand linéaire de façade à l'est et à l'ouest, son pignon nord très haut et sa façade sud quasiment inexistante le pari était risqué. Néanmoins, la grande surface de 5000m² nous a permis d'atteindre le label passif. En mai 2019 puis juillet 2019, soit deux mois après la livraison, le site a été frappé par une canicule avec des températures dépassant 40°C sur une semaine consécutive. Le point le plus frais s'est stabilisé à 21°C (amphi RDC) le point le plus chaud à 26°C bureau dernier niveau, en consommant 0,3kWh par la pompe de circulation du géocooling.

En synthèse

Un bâtiment efficace en thermique d'hiver sera efficace en thermique d'été. S'il ne laisse pas rentrer le froid, il ne laisse pas pénétrer le chaud. La maîtrise des apports solaires est essentielle. Un système ultra performant comme le géocooling est envisageable. 840 mL de forages = 65 k€ HT. Le surcout de 6% par rapport à l'enveloppe budgétaire prévue initialement est largement compensé par la faible consommation du bâtiment et les retours positifs de ses occupants.