

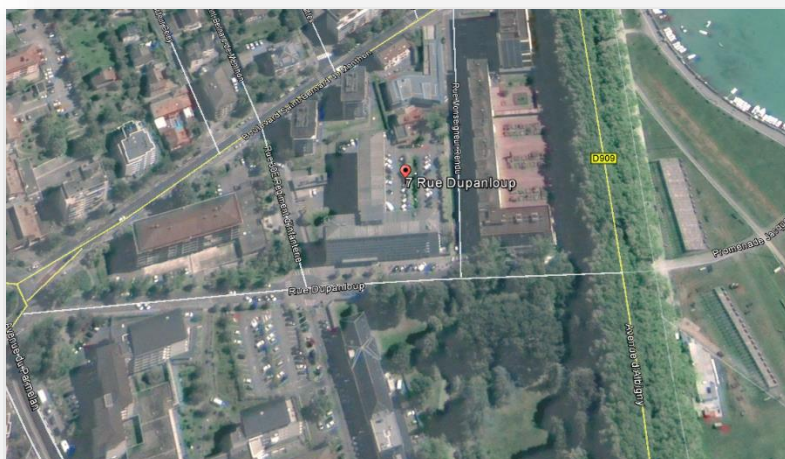
ARS DD74

CONFORT ETE ET HIVER

Cité Administrative – 7 rue Dupanloup 74 040 ANNECY Cedex

Le 14 Décembre 2015 – Version 1.1

DIAGNOSTIC - ETUDE THERMIQUE



Maitre d'ouvrage

ARS
241 rue Garibaldi
69 003 LYON

Maître d'œuvre / Conseil

AMSYCOM
19 boulevard Deruelle
69 003 LYON

BET Thermique

BET BEAUVOIR
15 rue de la Presse
42 000 SAINT ETIENNE

I	GENERALITES	4
I	PRESENTATION	4
1.0	Adresse opération	4
1.1	Maitre d'ouvrage	4
1.2	Maitre d'œuvre / Conseil	4
1.3	BET Thermique	4
2	GENERALITES	5
2.1	Objet de l'Audit	5
2.2	Plan de situation	6
2.3	Plan de l'étage 8	6
II	ETAT DES LIEUX	7
I	LE BATI	7
1.1	Plancher sur R+7	7
1.2	Façades du bâtiment dans la petite partie du Té	7
1.3	Façades du bâtiment dans la grande partie du Té	8
1.4	Menuiseries	9
1.5	Dalle haute / Toiture	11
1.6	Constats sur le Bâti	14
1.7	Conclusion	15
2	EQUIPEMENTS CLIMATIQUES	16
2.1	Chauffage	16
2.2	Installation de ventilation	19
2.3	Climatisation	19
2.4	Constat sur l'installation de chauffage	20
2.5	Conclusion	20
III	PROPOSITIONS D'AMELIORATION.....	21
I	PREAMBULE	21
2	LE BATI	21
2.1	Les combles	21
2.2	Les menuiseries	22
3	CHAUFFAGE	24
3.1	Désembouage	24
3.2	Robinets thermostatiques	25
4	CLIMATISATION	26
4.1	Solution N°1 – Climatisation mobile intérieure	26
4.2	Solution N°2 – Climatisation mobile avec unité extérieure	27

4.3	Solution N°3 – Système de type VRV	29
5	SOLUTIONS ALTERNATIVES	33
5.1	Rafraichissement des circulations	33
5.2	Rafraichissement de locaux « refuges »	33
6	VENTILATION	34
6.1	Ventilation double flux	34
7	CONCLUSIONS	35

I GENERALITES

I PRESENTATION

I.0 Adresse opération

ARS 74

Cité Administrative
7 rue Dupanloup
74 000 ANNECY

I.1 Maitre d'ouvrage

ARS

241 rue Garibaldi
69 003 LYON

I.2 Maitre d'œuvre / Conseil

AMSYCOM

19 boulevard Eugène Deruelle
69003 LYON

I.3 BET Thermique

BET JF BEAUVOIR

15 rue de la Presse
42 000 SAINT ETIENNE

2 GENERALITES

2.0 Objet de l'Audit

Contexte

Les services administratifs d'état d'Annecy, sont regroupés dans un immeuble en R+8 en forme de T. Les locaux de la direction départementale de l'ARS 74 sont situés au dernier étage (étage 8). Ces services occupent environ 1150 m² sur l'étage qui a une surface de 1400 m².

La mauvaise qualité thermique du bâtiment génère un inconfort pour les occupants, et cet inconfort a été très flagrant notamment lors de la canicule de juillet 2015. L'activité des services a subi une certaine désorganisation lors de cette période, la direction ayant dû prendre diverses mesures palliatives temporaires pour y faire face. Cette situation a amené la direction à engager une réflexion pour améliorer les conditions de travail des occupants de façon pérenne.

Dans ce contexte, nous avons été missionnés pour faire un état des lieux de l'existant, afin de déterminer l'ensemble des causes de cet inconfort, et de proposer ensuite des solutions d'améliorations adaptées.

Phase 1 – Etat des lieux

Un bilan technique complet du bâtiment est réalisé à partir des informations réunies lors de l'état des lieux. Les caractéristiques physiques de l'enveloppe ainsi que les caractéristiques des divers systèmes techniques sont passées en revue et intégrées au bilan. Son évaluation demeure un prérequis essentiel à toutes propositions d'optimisation.

Phase 2 – Propositions d'améliorations

Après validation de la première phase, des solutions d'optimisation énergétique sont proposées afin de présenter les actions prioritaires à mener sur le bâtiment. Les connaissances en thermique du bâtiment et des systèmes techniques nous permettent de proposer les solutions les plus adaptées et efficaces

Limite de l'étude

Ce rapport est d'un niveau de rendu Esquisse et ne peut en aucun cas servir à la rédaction de CCTP ou à la consultation d'entreprises sans études complémentaires préalables.

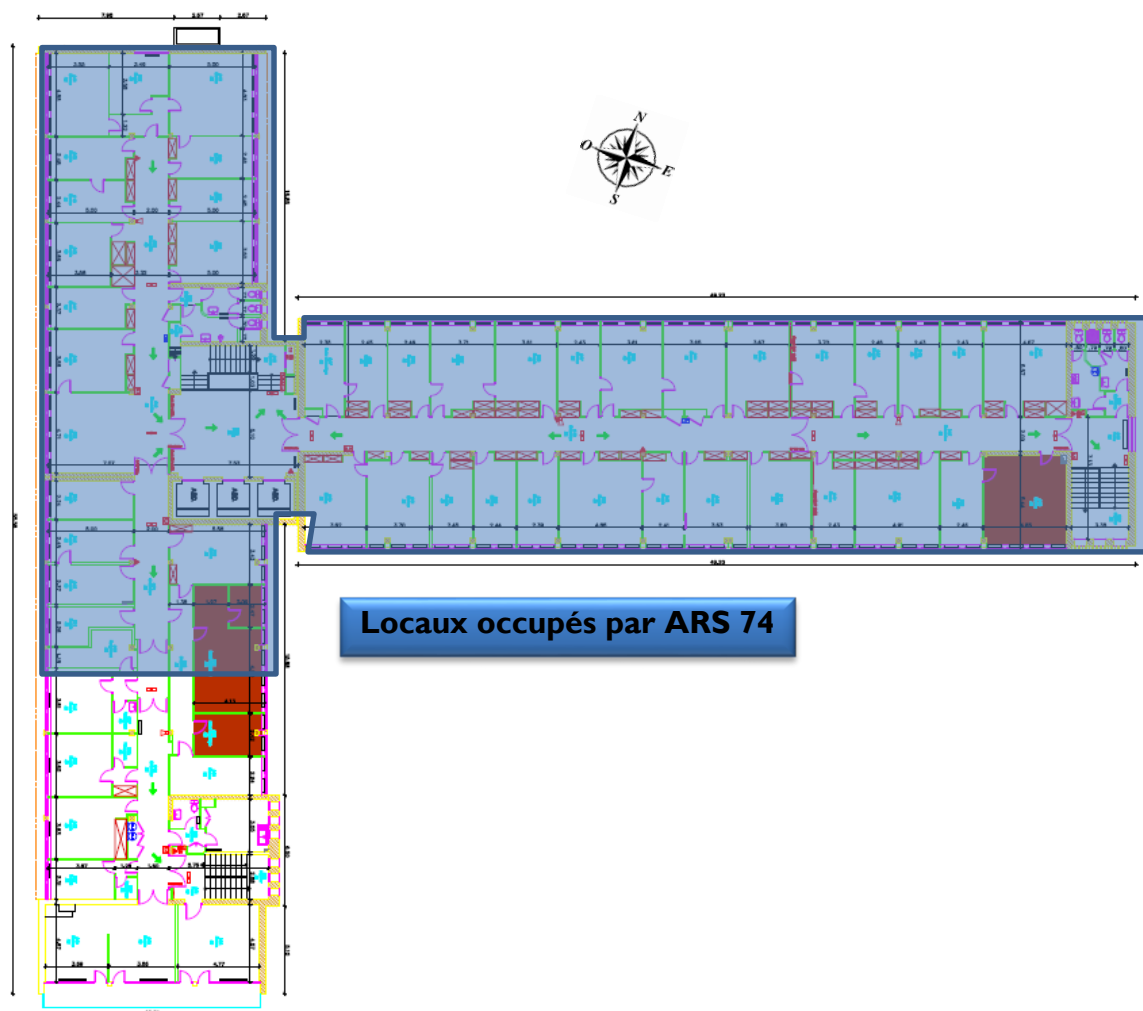
Malgré toute l'attention portée aux relevés, une relative incertitude demeure sur les valeurs et informations présentées est à considérer puisque l'analyse du bâti s'est déroulée de façon non-destructive.

Les montants de travaux avancés pour les différentes propositions ont pour principal objet de déterminer un ordre de grandeur de nature à comparer les solutions entre elles, aborder une construction budgétaire et ainsi permettre les nécessaires arbitrages. Ils devront être précisés et sécurisés lors d'études préliminaires (Faisabilité / Avant-Projet) de maîtrise d'œuvre.

2.1 Plan de situation



2.2 Plan de l'étage 8



II ETAT DES LIEUX

I LE BATI

Le bâtiment est composé d'un sous-sol, d'un Rez de Chaussée et de 8 étages en forme de T, avec la petite longueur côté rue Dupanloup. Bâtiment en ossature plancher/poutre en béton avec remplissage de façade avec allège et ouvrants. Une file de poteaux au niveau de chaque façade, et une file de poteaux de part et d'autre de la circulation centrale. Les pignons sont des voiles en béton.

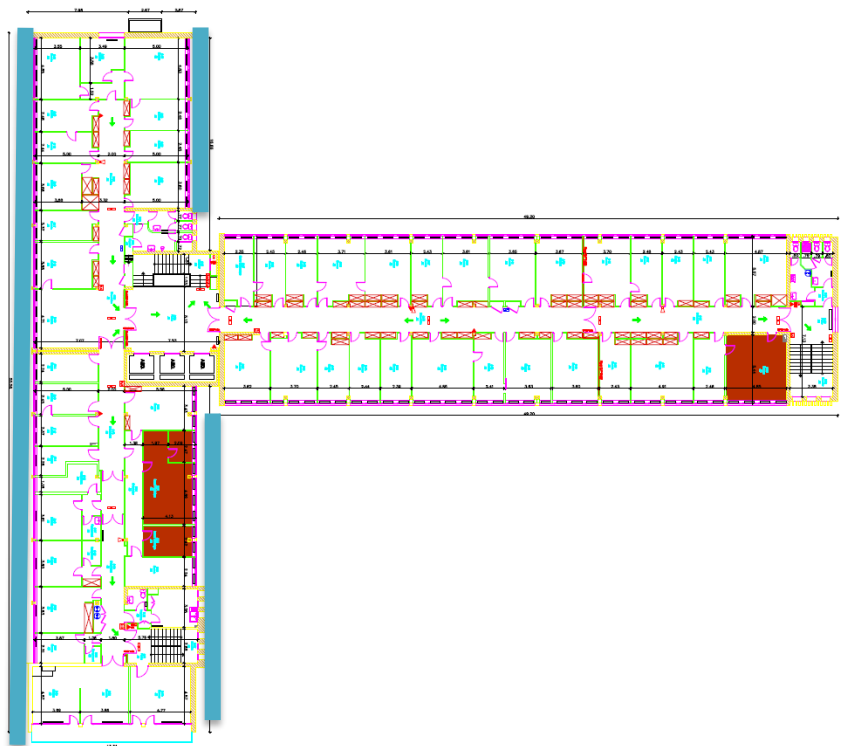
Le 8^{ème} étage est situé sous toiture.

La composition des parois est la suivante :

I.1 Plancher sur R+7

Plancher béton sur locaux chauffés

I.2 Façades du bâtiment dans la petite partie du T



Poteaux béton
Menuiseries PVC toutes hauteur



Les menuiseries sont sur toute la hauteur entre dalles.

I.3 Façades du bâtiment dans la grande partie du Té



Poteaux béton
Menuiseries
Allèges composites



Les allèges sont constituées, en partant de l'intérieur

- D'une brique alvéolaire, probablement de 20 cm d'épaisseur
- D'un isolant thermique de 50 mm environ
- D'un parement extérieur en béton préfabriqué

Les menuiseries sont situées entre l'allège et le linteau.

I.4 Menuiseries

Les menuiseries sont en PVC double vitrage d'ancienne génération. C'est-à-dire, 2 vitrages clairs de 4 mm d'épaisseur, et une lame d'air centrale de 6 mm d'épaisseur. La menuiserie est composée d'un ouvrant à la française en partie supérieure, d'une partie fixe vitrée en dessous et d'une petite allège opaque. Les menuiseries sont espacées entre elles d'un montant de 20 cm d'épaisseur.

Pour la grande partie du Té, les menuiseries sont constituées seulement de la partie ouvrante sur allège pleine.

Les menuiseries sont équipées de stores extérieurs à commande manuelle.



Les habillages entre fenêtre, coté extérieur sont assurés par des tôles laquées.



Coté intérieur, un habillage bois fait la liaison entre chaque fenêtre.
Derrière cet habillage, l'isolant d'origine a plus ou moins disparu. La liaison périphérique avec la fenêtre n'est pas étanche à l'air.



La partie au-dessus des fenêtres est accessible depuis le faux plafond. Présence partielle de laine de verre.



I.5 Dalle haute / Toiture

I.5.1 Composition de la paroi

L'étage 8 est situé sous la toiture. La composition de la paroi à ce niveau est la suivante, de l'intérieur vers l'extérieur :

- Plafond suspendu
- Dalle béton sur poutres espacées de 60 cm
- Laine de verre en comble
- Poutres bois
- Voliges bois
- Couvertures Zinc

I.5.2 Faux plafond

Il existe des faux plafonds de plusieurs génération, ceux d'origine, difficilement démontables, d'autres plus récents en dalle 600/600. Certaines zones comme le hall vers les ascenseurs sont en Placoplatre non démontable.



I.5.3 Dalle haute

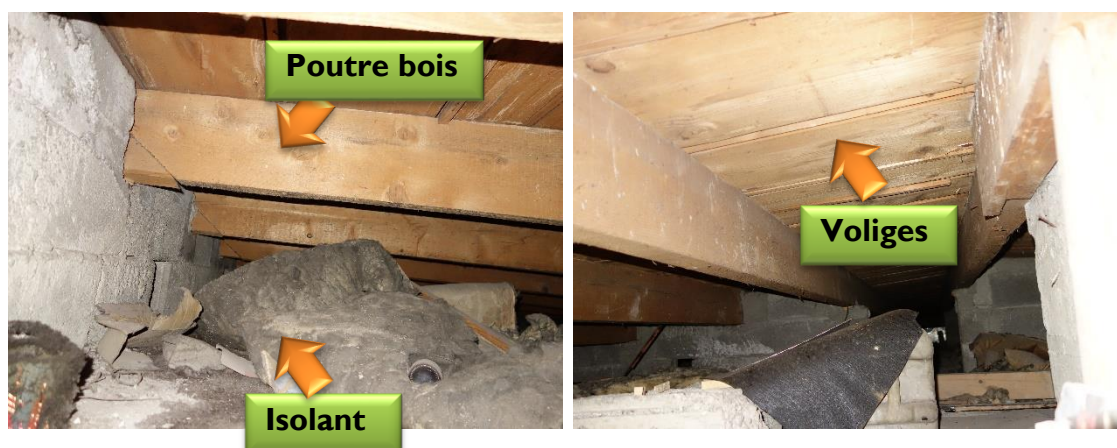
La dalle haute a été coulée en place et intègre les poutres qui assurent sa rigidité.



Le plafond est plaqué sous les poutres, sur un élément bois intégré à la sous face de la poutre.

I.5.4 Combles

Le dessus de la dalle est recouvert partiellement d'un matelas de laine de verre. A priori, il n'y a qu'un seul accès à ces combles, au niveau de l'édicule de la machinerie d'ascenseur. La laine de verre présente est plus ou moins installée au niveau de la trappe d'accès. Certaines zones de la dalle n'ont pas de laine de verre. Nous ne savons pas quel est l'état de cette laine sur l'ensemble de la dalle. Mais quel que soit son état, il semble que la couverture d'isolant, épaisseur 10 cm, ne soit pas homogène. L'isolant n'assure certainement pas sa fonction.

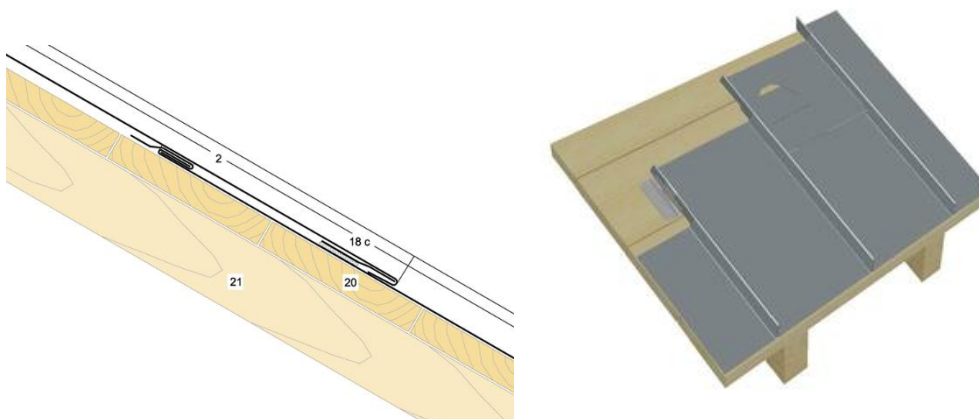


I.5.5 Toiture

La toiture est à 2 pentes égales et constituée d'un revêtement zinc, posé sur les voliges, selon la pose type couverture à joint debout. La présence régulière d'évent de ventilation indique que le principe retenu est celui de la toiture ventilée. Cela évite le risque de condensation de la toiture. Les combles sont ainsi à température extérieure.



Couverture zinc à joint debout : Détails de mise en œuvre



I.6 Constats sur le Bâti

Après cet état des lieux, nous pouvons constater les points suivants :

Façades

Les façades sont essentiellement composées d'éléments vitrés, et les parties non vitrées sont faiblement ou pas isolées. L'isolant présent c'est fortement détérioré au fil des années.

Points forts

- Aucun

Points faibles

- Mauvaise isolation thermique
- Inertie faible
- Stores extérieurs inefficaces

Menuiseries

Le bâtiment est caractérisé par des surfaces vitrées très importantes, pas protégé du rayonnement solaire.

Les menuiseries, du fait de leur conception ancienne, bien qu'équipées de double vitrage, ont des caractéristiques thermique médiocre

- Lame d'air classique, de faible épaisseur (6 mm)
- Vitrage clair avec facteur solaire médiocre
- Mauvaise étanchéité à l'air, au niveau des joints et en périphérie de la menuiserie

Points forts

- Aucun

Points faibles

- Caractéristiques thermiques insuffisantes
- Facteur solaire médiocre
- Mauvaise étanchéité à l'air

Toiture

L'isolation en toiture est quasi inexistante. La présence de laine de verre est incertaine dans les combles, et les caractéristiques de cet isolant sont faibles.

Points forts

- Dalle béton
- Toiture Zinc

Points faibles

- Caractéristiques thermiques insuffisantes

I.7 Conclusion

L'enveloppe thermique du bâtiment est globalement en mauvais état et présente de piètres performances thermiques, en cohérence avec l'âge du bâtiment, sources d'inconfort en été comme en hiver pour les occupants et de consommation de chauffage très importantes.

Le bâtiment accuse son âge, et sa conception datant d'une époque où les consommations d'énergie n'étaient pas la priorité.

- Isolation minimum
- Importantes parties vitrées peu performantes
- Linéiques nombreux
- Infiltrations d'air

L'absence d'entretien suffisant du bâtiment depuis sa construction a accentué tous les phénomènes et les locaux sont devenus très inconfortables, que ce soit en hiver ou en été. La très faible inertie de cet ouvrage le laisse très sensible aux conditions climatiques. Le bâtiment n'est plus en adéquation avec les standards de confort et de consommations actuelles.

2 EQUIPEMENTS CLIMATIQUES

2.1 Chauffage

L'étage est chauffé par une installation de radiateurs à eau chaude alimentés depuis la chaufferie collective située au sous-sol.

2.1.1 Production de chauffage

La production de chauffage est assurée par 2 chaudières



Une chaudière Seccacier modèle Sécurex type DV 450, puissance nominale 450 Kw, année 1993, équipée d'un récupérateur sur les rejets de combustion

Une chaudière De Dietrich modèle CFE 820, puissance nominale 1100 KW, année de fabrication non connue.

Les 2 chaudières sont équipées de 2 brûleurs de marque Weishaupt.

Les chaudières, vu leur âge, sont en fin de vie, et nécessiteraient d'être remplacées par des modèles à condensation gaz, dans un souci d'optimisation énergétique.

2.1.2 Distribution de chauffage

La distribution de chauffage est assurée par un réseau de canalisations acier bi-tube, sur le principe de colonne de chauffage, avec vanne de réglage et d'équilibrage au niveau des sous-sols.

Le chauffage de l'étage est assuré par des radiateurs à eau chaude. Les émetteurs de chauffage sont placés en général en allège, dans les circulations et les cages d'escalier.

2.1.3 Emission de chauffage de l'étage 8

Façades sur petite partie du T é

Les radiateurs sont de type plinthe en acier. Ils sont placés au niveau des allèges basses des châssis menuisés. Ils ne sont pas équipés de robinets thermostatiques.



Points forts

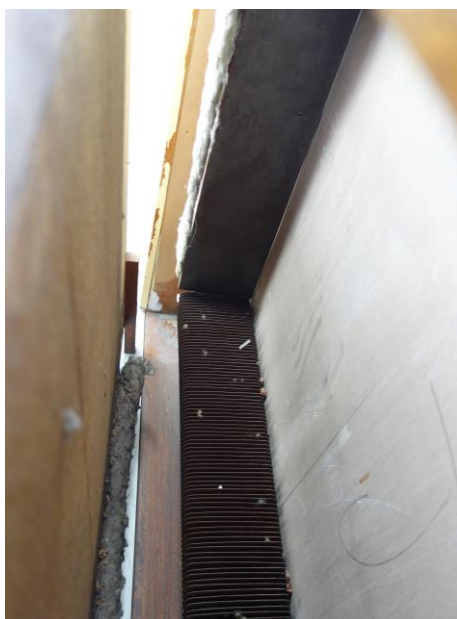
- Radiateurs à eau chaude sous les fenêtres

Points faibles

- Pas de robinets thermostatiques

Façades sur grande partie du T é

Sur ces façades avec allège préfabriquée, les radiateurs sont installés dans des habillages bois, avec une prise d'air en partie basse, et une grille à vanelles réglables sur le dessus. Ces habillages se trouvent sous les fenêtres. On retrouve un radiateur par fenêtre. Les émetteurs sont de type radiateurs à ailettes, disposés en partie basse. Les prises d'air sont en générale encombrées d'objet divers sur le dessus, ou de mobilier sur les parties basses. Le brassage d'air ne peut se faire, et le chauffage est devenu inefficace, d'où la présence de chauffage d'appoint. D'autre part, du fait de l'accès difficile de ces émetteurs, ceux-ci ne sont pas entretenus, et les ailettes sont fortement encrassées, engendrant le brassage d'un air pollué.



Points forts

- Radiateurs « invisibles »

Points faibles

- Fonctionnement inefficace dû aux habillages
- Pas de robinets thermostatiques
- Radiateurs encrassés



2.2 Installation de ventilation

2.2.1 Traitement d'air

Il n'y a aucune installation de ventilation dans les locaux. Le renouvellement de l'air se fait essentiellement par les infiltrations dues à la mauvaise étanchéité du bâti.

2.2.2 VMC

Extraction mécanique ponctuelle des sanitaires

2.3 Climatisation

Il n'y a pas d'installation de climatisation, hormis quelques climatiseurs de type mono split pour des locaux techniques

2.4 Constat sur l'installation de chauffage

Le principe de chauffage actuel, type chaufferie collective fonctionnant au gaz, avec émission de chaleur par radiateurs à eau chaude est une solution performante, mais celle-ci est devenue inefficace pour plusieurs raisons :

L'absence de débouage, depuis l'origine, a engendré un encrassement des réseaux hydraulique et des émetteurs de chaleur. Les débits d'eau ont ainsi diminué, ne sont plus en adéquation avec les calculs d'origine et, de ce fait, la puissance de chauffage nécessaire n'est plus assurée. Cela affecte certainement l'équilibrage d'origine de l'installation, qui n'a certainement pas été revu, et est d'autant plus impactant, que nous sommes en fin de réseau à l'étage 8.

A cette diminution de puissance de chauffage, vient s'ajouter une inefficacité du fonctionnement des radiateurs. En effet, la majorité des émetteurs sont installés dans des habillages, qui bloquent largement le brassage d'air et le rayonnement thermique. Ceci étant aggravé par la présence du mobilier et obstacles divers qui empêchent une bonne transmission des calories. Le rendement de ces émetteurs est très mauvais.

La combinaison de ces phénomènes ne permet plus de combattre les déperditions liées à un bâti peu performant qui a vieilli aussi, d'où l'inconfort général et les consommations énergétiques importantes.

2.5 Conclusion

Le manifeste sous-investissement sur les travaux d'entretien ou de remplacement, que ce soit au niveau du bâti ou des installations techniques, depuis l'origine de la construction, se traduit aujourd'hui par une faiblesse de la performance globale du bâtiment.

La vétusté du bâti combiné à une installation thermique vieillissante et intrinsèquement peu performante ne permet plus d'assurer les confort d'hiver et d'été, tels que nous le concevons aujourd'hui.

Pour être efficaces et performantes, les améliorations ne pourront pas se concentrer uniquement sur les équipements techniques. Quel que soit leur qualité, l'amélioration ou la mise en place des équipements de chauffage et de climatisation ne pourront pas combattre l'inconfort lié au manque d'isolation, notamment dans les combles et à la mauvaise qualité des parties vitrées.

III PROPOSITIONS D'AMELIORATION

I PREAMBULE

Le chiffrage des solutions est de niveau Esquisse. L'estimation financière est réalisée sur la base de retours d'expérience, de prix constructeurs et du batiprix 2014. (Base de données des prix de la construction).

La mise en œuvre des solutions sera obligatoirement précédée par des études de maîtrise d'œuvre puis des études d'exécution menées par les entreprises pour préciser les schémas, les dimensionnements, les modes de pose ou les matériaux les plus adaptés. La faisabilité de certaines mesures est soumise à différents facteurs aujourd'hui inconnus : acceptation des occupants ou autorisation de travaux par exemple.

2 LE BATI

2.1 Les combles

La surface des combles représente les deux tiers des surfaces déperditives de l'étage. Outre les consommations de chauffage importantes liées au manque d'isolation, cette dalle béton sous combles, émet un rayonnement important, générateur d'inconfort, que ce soit en hiver ou en été. En effet le rayonnement thermique affecte plus le corps humain que la température de l'air. En été, sous la toiture zinc, les combles sont en surchauffe, la dalle emmagasine les calories, et les restituent dans les locaux. De même en hiver, avec le phénomène de paroi froide. L'inconfort des occupants est permanent.

Il apparait indispensable d'isoler cette paroi.

Du fait de la configuration de cette toiture :

- Hauteur sous comble faibles
- Accès unique et exiguë

Une solution par soufflage de laine de verre sera la mieux adaptée. Il sera toutefois nécessaire d'aménager plusieurs points d'entrée dans cette toiture pour appliquer cette isolation sur l'ensemble de la surface par la création de châssis d'accès maintenance sur toiture zinc.

Travaux

Aménagement d'accès par châssis ouvrant sur toiture Zinc

Sécurisation de la toiture provisoire

Dépose de la laine de verre existante

Soufflage de laine de verre par moyens mécaniques

- Conductivité thermique : 0.045 W/m.K
- Epaisseur : 340 mm
- Résistance thermique : 7.5 m².K/W

Cout isolation compris dépose existant : 45 000 € (Sur les 1400 m²)

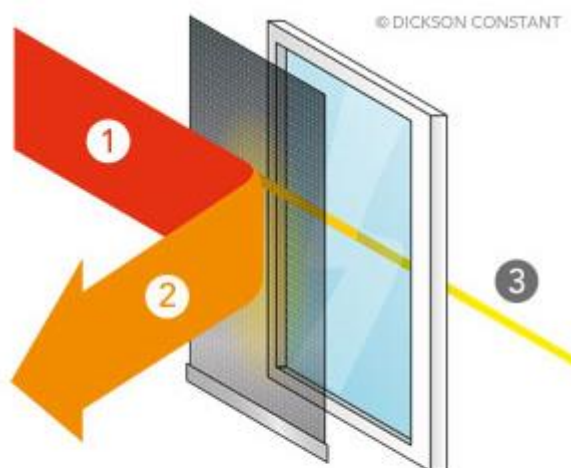
Châssis d'accès toiture maintenance : 15 000 €

Soit cout estimatif : 60 000 € HT

2.2 Les menuiseries

2.2.1 Occultation solaires

Quelle que soit la solution retenue, la mise en place d'occultations solaires sera nécessaire. Afin d'être efficaces, ces occultations seront installées à l'extérieur des ouvrants.



1. Chaleur émise
2. Chaleur rejetée
3. Chaleur reçue (8 à 22% selon coloris*)

Les stores seront de type extérieur avec coffre, guides latéraux et commande manuelle
Tissus extérieur filtrant (screen) en fibre de verre

- 6 % d'ouverture afin de permettre le contrôle de l'éblouissement et un contact visuel extérieur.
- Indice de transmission solaire : < 30%
- Indice de réflexion solaire : < 60 %
- Indice d'absorption solaire : > 10 %

Cout estimatif : 60 000 € HT (toutes façades)

Nota : une variante économique pourrait consister à ne traiter (au détriment néanmoins de l'aspect esthétique en façade) que **les façades les plus exposées** (globalement Sud et Ouest). Le montant à investir serait réduit d'environ 50% (soit **30 000 € HT**).

2.2.2 Menuiseries extérieures

Le facteur principal d'inconfort du bâtiment est lié aux menuiseries. Celles-ci représentent 70 % des façades donnant sur des bureaux. Toute solution technique ne pourra être efficace qu'avec la mise en place de menuiseries performantes.

Ces menuiseries permettront d'agir sur les paramètres suivants :

- Diminution des déperditions
- Amélioration du facteur solaire
- Suppression des infiltrations

La configuration des menuiseries actuelles se prête bien au remplacement de celles-ci. Il existe essentiellement 2 types de dimensions

- 1.00 m x 2.50 m sur la petite partie du Té soit 42 fenêtres (Locaux ARS uniquement)
- 1.00 m x 1.50 m sur la petite grande du Té soit 72 fenêtres

Fenêtres PVC aux dimensions de l'existant

Un ouvrant de type croisée à la française à vantail

Double vitrage isolant : 4/16 ARGON/4 FE - clair - soit 24 mm

- Une face extérieure type Planilux, épaisseur 4 mm
- Un vide d'air rempli de gaz Argon, 85%
- Une face type Planitherm Futur (traitée peu Emissive)
- Le coefficient Uw (glass+window) sera $\leq 1,75$
- Facteur solaire : 0,50
- L'indice d'affaiblissement de l'ensemble sera $Rw + Ctr \geq 35$ et/ou 30 dB,

Cout estimatif : 150 000 € HT

Nota : une intervention de ce type s'inscrirait logiquement dans une démarche à l'échelle du bâtiment, associée vraisemblablement à une réflexion architecturale pouvant impacter significativement le budget de travaux associé.

3 CHAUFFAGE

Plusieurs actions seront nécessaires pour améliorer le confort d'hiver.

- Le désembouage de l'installation de chauffage avec le rinçage des radiateurs
- La mise en place de robinets thermostatiques

3.1 Désembouage

Cette solution est collective, car elle impacte l'ensemble de l'immeuble. Elle nécessite des interventions en chaufferie pour le traitement d'eau et les vidanges de l'installation et des interventions dans les étages pour le rinçage des radiateurs.

Une solution de nettoyage sera injectée dans le réseau pour dissoudre toutes les boues présentes dans les canalisations, cette solution restera une dizaine de jour dans les réseaux :

Introduction progressive par le biais d'un groupe de dosage d'un produit de traitement chimique dégraissant permettant la neutralisation et la décontamination du réseau et d'un produit de traitement alcalin, contenant un fort dispersant à la dose de 7,5 l par m³ de capacité permettant la fluidification des boues métalliques, laissant au minimum en contact durant 10 jours.

Par son action physique, il permet la dispersion des boues.

Par son action chimique, les divers éléments constituant la boue sont transférés en un complexe magnétisable.

Cette action, fluidifie les particules agglomérées.

Rinçage et vidange des installations

Après injection et action de la solution de nettoyage, les réseaux seront vidangés :

Création au cours du traitement, de passages préférentiels, par ouverture et fermeture successive des circuits, colonnes et émetteurs. Le nettoyage sera effectué au niveau de chaque émetteur.

Le rinçage et la vidange seront effectués lorsque le réseau sera totalement dégraissé et conditionné.

Le rinçage sera effectué jusqu'à obtention d'une eau de rinçage claire et sera effectué par eau de ville.

Les rejets seront en conformité avec la législation en vigueur (pH compris entre 7.0 et 8.5).

Cette solution ne peut pas être chiffrée en l'état puisque elle concerne l'ensemble du bâtiment et doit être répartie en fonction des quote-parts de chaque entité occupant ce bâtiment.

3.2 Robinets thermostatiques

Tous les radiateurs sont actuellement équipés de robinets simple réglage vétuste. Afin d'améliorer le confort des occupants, les robinets seront tous remplacés.

Il sera prévu la mise en place de robinets thermostatiques sur tous les radiateurs.



Il sera prévu :

- la dépose des robinets existants
- la découpe des canalisations autour du té de réglage
- la mise en place de nouveaux tés de réglage
- la pose de robinets thermostatiques neufs et de robinets à réglage simple

Cout estimatif : 18 000 € HT

4 CLIMATISATION

4.1 Solution N°1 – Climatisation mobile intérieure

Climatisation des locaux à l'aide de climatiseurs mobiles installés dans les locaux.
Ces climatiseurs ont la puissance nécessaire pour rafraîchir un bureau de 15 m² environ.



Mise en place de climatiseur mobile **sans** unité extérieure

Pompe à chaleur air/air et air /eau

Puissance frigo	: 3000 W
Puissance absorbée Air/Air	: 1000 W
Puissance absorbée Air/Eau	: 800 W
EER	: 3.1
Gaz	: R290
Débit d'air	: 230-290-340 m3/h
Mode déshumidification	: 1.3 l/h
Niveaux de pression sonore	: 54 dB(A)
Niveau de puissance sonore	: 65 dB(A)
Dimensions	: 910x505x400 mm
Poids	: 40 kg
Programmation sur 24 heures	
Régulation électronique + télécommande	
Possibilité de fonctionnement Air/Eau par emplissage du réservoir	
Flexible de rejet sur l'extérieur diamètre 130 mm, longueur 1m maxi	

Avantages

- Mise en œuvre simple
- Cout

Inconvénients

- Très Bruyant
- Efficacité limitée
- Nécessite de remplir le réservoir 2 fois par jour pour un fonctionnement air/eau
- Nécessite de faire un percement en façade -> **aucune efficacité dans le cas contraire !**
- Encombrement au sol
- Entretien régulier à prévoir
- Consommations électriques importantes
- Puissance électrique supplémentaire

La mise en place de l'appareil nécessitera le percement du vitrage pour l'installation de la gaine de rejet sur l'extérieur.

L'appareil peut se brancher sur une prise de courant. Toutefois, afin de ne pas déséquilibrer le réseau de prises, il est préconisé de mettre en place un circuit indépendant pour alimenter ces appareils. Il y aura lieu de vérifier si la puissance électrique est disponible sur le plateau.

Cette solution palliative a l'intérêt de pouvoir être mise en œuvre rapidement. Elle ne garantit pas une climatisation, mais un simple rafraîchissement et permet d'abaisser de quelques degrés seulement la température de la pièce. Par contre elle génère de nombreuses contraintes comme évoquées dans les inconvénients et qui peuvent être rédhibitoire à l'usage. Cela ne peut être qu'une mesure provisoire.

Quantités : 46 appareils

Cout estimatif : 45 000 € HT

4.2 Solution N°2 – Climatisation mobile avec unité extérieure

Une variante de la solution N°1, avec une meilleure efficacité thermique est possible avec des climatiseurs mobiles équipés d'unités extérieures à installer en façade.



Mise en place de climatiseur mobile **avec** unité extérieure

Pompe à chaleur air/air

Puissance frigo maxi	: 4000 W
Puissance frigo nominale	: 3700 W
Puissance absorbée Air/Air	: 1600 W
EER	: 3.1
Gaz	: R410A
Débit d'air	: 400-375-335 m3/h
Mode déshumidification	: 1.9 l/h
Pression acoustique	: 37-36-34 dB(A)
Pression acoustique maxi	: 42 dB(A)
Dimensions	: 790x580x245 mm (unité intérieure) : 490x525x250 mm (unité extérieure)
Poids	: 44 kg (unité intérieure) : 15 kg (unité extérieure)
Régulation électronique + télécommande	

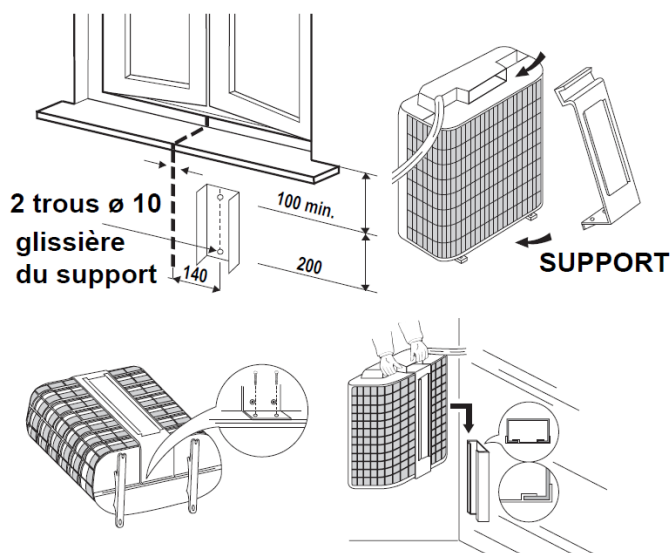
Avantages

- Cout
- Efficacité meilleure qu'une climatisation mobile autonome

Inconvénients

- Unités extérieures en façades au niveau de chaque fenêtre : esthétique discutable et possible réaction des services de l'urbanisme...
- Nécessite de faire un percement en façade
- Entretien
- Nécessite une nacelle pour la pose des unités extérieures
- Appareil relativement bruyant

Les unités extérieures devront être fixées en façade, sur un support adapté. La liaison frigo devra traverser soit le mur, soit le vitrage.



Quantités : 46 appareils

Cout estimatif : 75 000 € HT

Cette solution apporte une meilleure efficacité au niveau thermique et sonore que la solution précédente. Par contre les inconvénients sont encore nombreux, et notamment la présence des unités extérieures en façade. Comme la précédente, ce n'est pas une solution réellement pérenne.

4.3 Solution N°3 – Système de type VRV

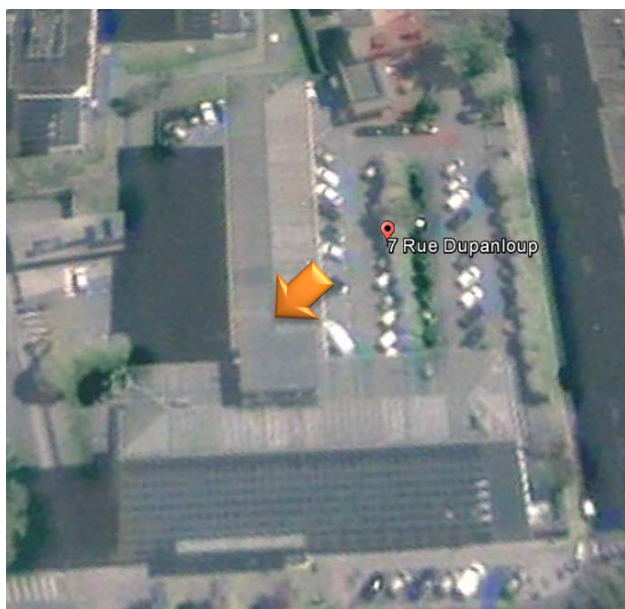
L'avantage de cette solution, par rapport à une installation Air/Eau, est d'être plus simple pour la mise en œuvre, notamment par rapport à l'encombrement des réseaux et à la rapidité d'installation. Les liaisons frigo prennent moins de place et divisent les temps de pose par 3 ou 4. Ces aspects sont très importants sur un site occupé, et avec des contraintes existantes de place dans les plafonds.

Principe

Le système sera composé d'une ou plusieurs unités extérieures à condensation par air fonctionnant au gaz frigorigène R410A. Ces unités extérieures alimenteront les unités intérieures par un circuit de fluide frigorigène à 2 tubes. La plage de fonctionnement du système en mode climatisation sera comprise entre -15°C et $+46^{\circ}\text{C}$. La plage de fonctionnement du système en mode chauffage sera comprise entre -20°C et $+21^{\circ}\text{C}$. Les caractéristiques du matériel permettront d'assurer une température réglable de 18 à 22°C en hiver et un abaissement de température de 5°C par rapport à la température extérieure en période de rafraîchissement.

Unités extérieures

Elles seront installées en toiture sur une plateforme à créer derrière l'édicule de l'accès en toiture, coté grand partie du T é.



Les unités extérieures seront équipées d'un compresseur avec système de contrôle du débit de fluide réfrigérant. Elles devront permettre l'alimentation, en chaud ou en froid, de toutes les unités intérieures qui leur sont connectées jusqu'à une puissance maximum connectée égale à 1.3 fois sa puissance nominale.



Unités intérieures

Comme vu dans l'état des lieux, l'espace libre dans les plénums ne permet pas d'encastrer du matériel en plafond. Il sera donc nécessaire de poser les unités intérieures de manière apparente.



Mise en place d'unités de traitement d'air de type consoles compacte sous plafond. Afin limiter la longueur des liaisons frigo, les unités intérieures seront placées coté cloison sur circulation.



Régulation individuelle des unités intérieures

Les unités terminales seront pilotées par une télécommande à fil tactile. Celles-ci permettront des commandes limitées par l'utilisateur. (Élévation ou abaissement de température de quelques degrés seulement mais il ne pourra pas procéder au basculement été/hiver ou inversement). Ce basculement ne pourra se faire que par la télécommande centralisée.

Régulation centralisée

Elle pourra télécommander la température de chaque unité en assurant les réduits de température importants dans le cas d'inoccupation d'un bureau.

Elle pilotera aussi l'unité extérieure

Circuit frigorifique

Afin d'optimiser les longueurs et de limiter au mieux les interventions sur le bâti, les réseaux chemineront dans les plafonds des circulations. Du fait du manque de place dans ces plafonds, il sera nécessaire d'abaisser celui-ci. Cela va engendrer le remplacement des plafonds et de l'éclairage des circulations centrales.

Le réseau de tuyauteries sera en cuivre rigide en deux tubes de qualité frigorifique associés à des raccords de dérivation. Tous les tubes seront isolés avec un isolant spécial conforme aux températures véhiculées. Les fixations sous dalle et en gaines techniques seront assurées par des colliers isophoniques. Un ensemble de vannes d'arrêt frigorifiques seront installées pour le raccordement des canalisations et pour chaque unité intérieure.

Les tubes chemineront en faux plafonds sur un chemin de câbles adapté.

Condensats

Canalisations d'évacuation des condensats en PVC Ø40 reliée à des chutes spécifiques. Chaque unité intérieure sera raccordée en Ø32.

L'évacuation de chaque groupe d'appareils comprendra un siphon transparent avec une garde d'eau de 100 mm minimum.

Elles seront à raccorder aux chutes des eaux usées situées dans les sanitaires

Observations

Avantages

- Unités intérieures silencieuses
- Confort thermique, en chaud et en froid
- Régulation individuelle et collective
- Optimisation des consommations
- Pérennité de l'installation

Inconvénients

- Travaux lourds en site occupé
- Nécessite la création d'une plateforme en toiture, du remplacement des plafonds et de l'éclairage des circulations
- Coût

Coût estimatif : 175 000 € HT

Remplacement des plafonds : 15 000 € HT

Remplacement de l'éclairage : 10 000 € HT

Soit un coût total de : 200 000 € HT

Cette proposition a les avantages de proposer une alternative complète qui permet d'assurer les conditions climatiques optimales toutes saisons. Elle permet de s'affranchir de la dépendance de l'installation de chauffage collective qui n'apporte pas satisfaction. Elle sera d'autant plus efficace si les travaux d'amélioration du bâti (remplacement des fenêtres, isolation des combles) sont mis en œuvre.

5 SOLUTIONS ALTERNATIVES

5.1 Rafraichissement des circulations

Cette solution impliquerait de ne traiter que les circulations, et par conséquent, en laissant les portes ouvertes afin de tempérer les bureaux.

Observations

Cette installation nécessiterait de mettre en place des unités intérieures au sol, la mise en place dans les plafonds étant impossible, au vu de l'encombrement de celles-ci.

Il apparaît que cette solution est inefficace en regard des coûts engendrés. En effet, pour pouvoir combattre les apports de calories dans les bureaux, il faut un brassage important de 4 volumes heures à minima. Les appareils, placés dans les circulations ne pourront pas assurer ce brassage. Cela n'empêchera pas aux bureaux de monter en température et il s'effectuera un blocage thermique au niveau des portes (ouvertes).

Cette solution ne sera pas préconisée pour son manque d'efficacité.

5.2 Rafraichissement de locaux « refuges »

Cette solution consiste à la mise en place en place une installation de climatisation à détente directe de type mono split dans un plusieurs locaux commun(s) identifié(s). Mise en place d'une unité extérieure en toiture, à proximité de l'édicule en toiture.

Observations

Cet investissement limité permet d'offrir un ou plusieurs local/aux tempéré(s) en cas de fortes chaleurs. Le confort sera optimal dans l'espace considéré, mais cette solution ne permettra pas d'éviter seule la perturbation de l'activité du service due aux conditions climatiques. Des mesures d'accompagnement complémentaires seront

Soit un cout total de : 10 000 à 15 000 € HT par local

6 VENTILATION

6.1 Ventilation double flux

Actuellement aucun système de ventilation n'assure l'air neuf hygiénique. L'air neuf est assuré par l'ouverture des fenêtres d'une part, et par les infiltrations parasites liées à la mauvaise étanchéité du bâti d'autre part.

Une installation de ventilation de type double flux avec récupération d'énergie permettrait de contrôler les débits d'air hygiénique, conformément à la réglementation du travail.

Les contraintes architecturales des locaux, vont nécessiter de rabaisser les plafonds des circulations afin de permettre le passage des gaines de ventilation. Afin de limiter la section des gaines de ventilation, il sera prévu d'installer deux centrales de traitement d'air. Une centrale sur la petite partie du Té et un autre sur la grande partie du Té.

Les paramètres de calculs sont les suivants :

- 25 m³/h par personnes
- 25 personnes sur la partie 1
- 50 personnes sur la partie 2
- (Effectif à faire confirmer par le maître d'ouvrage)

Une batterie à détente directe, associée à une pompe à chaleur réversible, permettra d'assurer le complément de rafraîchissement ou de chauffage de l'échangeur.

Il sera prévu

- 1 CTA de 750 m³/h
- 1 CTA de 1500 m³/h

Caractéristiques :

- Débit : 750 ou 1500 m³/h
- Rendement : 92 %
- Echangeur à contre-courant
- Isolation : 25mm de laine minérale $R = 0.75 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- Moteur basse consommation
- By-pass total de l'échangeur

Les centrales d'air seront installées en toiture, sur une plateforme, à proximité de l'édicule des ascenseurs.

Il est à noter que cette solution, n'est pas une solution de rafraîchissement, les taux de brassage étant de l'ordre de un demi-volume heures.

Soit un cout total de : 110 000 € HT

7 CONCLUSIONS

En matière de confort thermique, il est souhaitable d'agir de prime abord sur le bâti. Ces actions d'isolation (combles, façades) et de confort d'été (occultations) permettent ensuite de diminuer les puissances des équipements mise en œuvre, voire de les supprimer dans certains cas, et surtout de réduire des consommations sinon excessives.

D'autre part, cette intervention sur le bâti a également une grande influence sur le confort. Comme évoqué précédemment, le corps humain est largement influencé par le rayonnement thermique. Les équipements techniques, quels que soit leur qualité, ne pourront éliminer l'inconfort dû au rayonnement de parois insuffisamment isolées. Pour bénéficier pleinement de toute l'efficacité des installations de CVC, il est souhaitable d'agir au préalable sur les qualités de l'enveloppe du bâtiment.

Ces mesures ont une incidence sur les coûts d'investissement et surtout sur les coûts de consommations énergétiques.

Mais les investissements sur le bâti sont souvent beaucoup plus conséquents que sur les équipements, ce qui amène le maître d'ouvrage, en fonction des moyens qu'il dispose de ne pas suivre cette logique.

Dans notre cas, aucun investissement n'a été fait au fil des années, le bâtiment s'est fortement dégradé que ce soit au niveau du bâti que des équipements, et l'inconfort est devenu général. Tout ceci est aggravé par le fait que les conditions climatiques d'été ont évoluées au cours de la dernière décennie.

De ce fait, les solutions les moins onéreuses, ne peuvent être que des solutions à court terme, en attente de mise en place d'un programme de rénovation énergétique à mettre en place sur plusieurs années.

Il n'est pas opportun de conserver ce bâtiment en l'état sans agir, celui-ci continuant à se dégrader.

Si des mesures d'urgences peuvent se mettre en place facilement pour éviter les problèmes liés aux conditions climatiques d'été de la prochaine saison (stores, clim mobiles avec les contraintes que cela comporte), il faudra profiter de ce délai pour bâtir un programme cohérent et efficace de rénovation.

Opérations sur le bâti

- Isolation des combles
- Remplacement des menuiseries
- Mise en place de stores

Opérations sur les équipements techniques

- Mise en place d'une installation réversible thermodynamique de type VRV ou a minima de locaux « refuges »
- Mise en place d'une ventilation double flux

Tableau de synthèse et de simulations de solutions

Scénario	Coût estimatif (avant études)	Impact confort Efficacité	Environnement Consommations	Observations
Pas d'intervention	0 k€	  	 	Situation actuelle
Traitement combles + rob.	80 k€	 	 	Bon rapport investiss ^t / gain consommations
Traitement combles + rob. + locaux refuges	110 k€ (Hyp : 2 locaux + mesures d'accompagnement)	 / 		Bon rapport investiss ^t / confort
Traitement de l'enveloppe (combles & façades) + rob.	230 à 290 k€ (selon étendue remplacement des stores)	 / 	  	Solution vertueuse mais limitée en termes de confort
Traitement de l'enveloppe + refuges + rob.	260 à 320 k€ (Hyp : 2 locaux + mesures d'accompagnement)		  	Solution qui reste vertueuse pour un confort amélioré
Traitement de l'enveloppe + clim type VRV	410 à 470 k€	  	 	Solution de confort optimum
Traitement de l'enveloppe + clim type VRV + ventilation double flux	520 à 560 k€	   	 	Solution permettant d'atteindre le maximum de confort

Nota : Tous les scénarios possibles / pertinents n'ont pas été représentés (ex : traitement combles + rob. + locaux refuges + stores -> 140 à 170 k€).