

RETOUR D'EXPERIENCE

Projet rehabilitation bâti ancien

Janvier 2016



Rénovation d'un immeuble de ville à couts modérés

Plan :

1. Présentation du projet
2. Retour d'expérience par lots
3. Retour d'expérience global

1. Présentation du projet

Présentation rapide du projet, typologie et travaux réalisés. Durée de l'étude : 3 ans.

1.1. Mode constructif

Le mode constructif de ce projet correspond à la typologie n°9 de 123Réno, immeuble de ville type « Marseillais 3 fenêtres » de 1900 (<http://www.123reno-med.eu/>):



MARIE
MEDITERRANEAN BUILDING
RETHINKING FOR ENERGY
EFFICIENCY IMPROVEMENT



TYPOLOGIE N°9

Ce type de logements représente environ 6,5 % des logements de la région PACA

IMMEUBLE DE VILLE DE VILLAGE

avant 1850

CONTEXTE | URBANISME HISTOIRE | ÉCONOMIE

Immeuble de ville dans tissu urbain dense, conçue dès son origine comme immeuble collectif, ou transformé à partir du regroupement de plusieurs maisons de ville. Son origine peut être assez ancienne (depuis moyen âge jusqu'au début du XIX^{ème} siècle).

A vocation principale d'habitat, peut abriter des activités à rez de chaussée (commerce surtout...).

FORME URBAINE

Alignée sur rue, mitoyenne sur trois côtés (mono orientation), mitoyenne sur deux côtés (double orientation sur cour, jardin ou rue) ou immeuble d'angle. Gabarit R+2/3+combles. Insérée dans un tissu homogène d'immeuble de centre ancien. Orientation aléatoire conséquence de sa situation dans le tissu urbain.






QUALITÉ ARCHITECTURALE ET PATRIMONIALE

Qualité urbaine (gabarit, continuité), patrimoine architectural variable : modeste (encadrements peints, encadrements pierre, menuiserie de porte quelquefois, chaîne d'angle...), parfois ornementé. Dans la conception d'origine, les logements sont en général très petits au regard des normes actuelles, n'intégrant pas de pièces d'eau, ni de cheminement de gaines etc. Il en résulte des agencements complexes et de qualités variables suivant les moyens et motivation des maîtres d'ouvrages.

RÉPARTITION SUR LE TERRITOIRE

Centre ville ou village - partout en Provence-Alpes-Côte d'Azur.
Souvent sous protection de Monuments Historiques (secteurs protégés, abords de Monuments Historiques).

TRAVAUX POUVANT AVOIR ÉTÉ EFFECTUÉS

Création des pièces d'eau (salle de bain, cuisines) et de conduits d'aération individuels (ou utilisation d'anciens conduits de chauffage à des fins de ventilation).
Doublages des murs intérieurs. Aménagements des combles, création de terrasse en toiture. Création de duplex. Division d'un logement en plusieurs à des fins locatives (chambres, studios).

PRINCIPES CONSTRUCTIFS

Murs et façades	Maçonnerie de moellons ou pierres de taille, hordés au mortier de chaux ou plâtre-chaux, refends en même matériaux que les façades ou constitués d'une simple cloison, cloisons en briques ou galandage bois et briques
Planchers et plafonds	Structure bois, revêtement terre cuite ou parquet, plafond ou faux plafond, plâtre sur lattes, plancher bas sur cave ou terre-plein, combles perdus non isolés
Charpente et couverture	Structure bois et tuiles ou lauzes ou bardeaux
Escalier	Balancé dans cage, en pierre ou bois en enfustage.
Menuiseries	Bois - fenêtres simple vitrage + volets battants extérieurs (persiennes ou pleins) parfois volets intérieurs.
Éléments d'accompagnement	Passées de toiture (protection intempéries), balcons ...

ÉNERGIE | ÉQUIPEMENT DE CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE

A l'origine chauffée au bois (cheminées puis poêle dans pièces communes) et évolution vers chauffage par radiateurs (électrique ou relié à système de chauffage central suivant les moyens et motivation des maîtres d'ouvrages). Choix de l'énergie liée à la disponibilité sur le site.

Dans certains logements, il arrive que de nouveaux propriétaires (bailleurs principalement) suppriment un équipement de chauffage central par une solution de chauffage électrique (convecteurs, panneaux rayonnants, clim réversible).

La production d'eau chaude sanitaire est réalisée par chauffe-eau électrique ou par le système de chauffage central, et parfois par chauffe-eau gaz.

CONFORT THERMIQUE | VENTILATION

Inertie due principalement aux mitoyens, façades et refends.

Espace tampon en combles et en rez de chaussée, non habités à l'origine.

Plusieurs types de ventilation existent :

- ventilation naturelle permanente par cheminées et ouvrants ;
- ventilation naturelle avec bouche d'aération ou

petite menuiserie, pour les pièces humides, donnant sur un puits de lumière (cage d'escaliers ouverte ou puits de lumière) ou sur une cour intérieure ;

- ventilation naturelle dans les pièces humides (salles de bain et wc) par un conduit de ventilation individuel

Dans certains cas, les occupants équipent les bouches d'aération d'un ventilateur, afin de forcer le renouvellement d'air.

POINTS FORTS	<ul style="list-style-type: none"> ■ Charme (valeur esthétique et culturelle) ■ Situation urbaine centrale ■ Compacité
POINTS FAIBLES	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pas d'isolation thermique, ni acoustique ■ Possible exigüité des logements - à regrouper pour améliorer le confort ■ Peuvent présenter des problèmes d'éclairage (faibles nombre d'ouvertures + orientation contrainte + masque + pièces en second jour) ■ Distribution peu rationnelle ■ Travaux en copropriété demande adhésion de tous ■ En cas de division, difficulté d'imposer des obligations de résultats réglementaires (thermique, phonique, sismique...) ■ Les différents travaux d'amélioration / agencement (contre-cloisons, remplacement de menuiseries etc.) peuvent avoir dégradé le bâti (condensation sur les murs et plafonds, acoustique) et le confort d'été

Capture du site 123 Réno sur la typologie immeuble de village

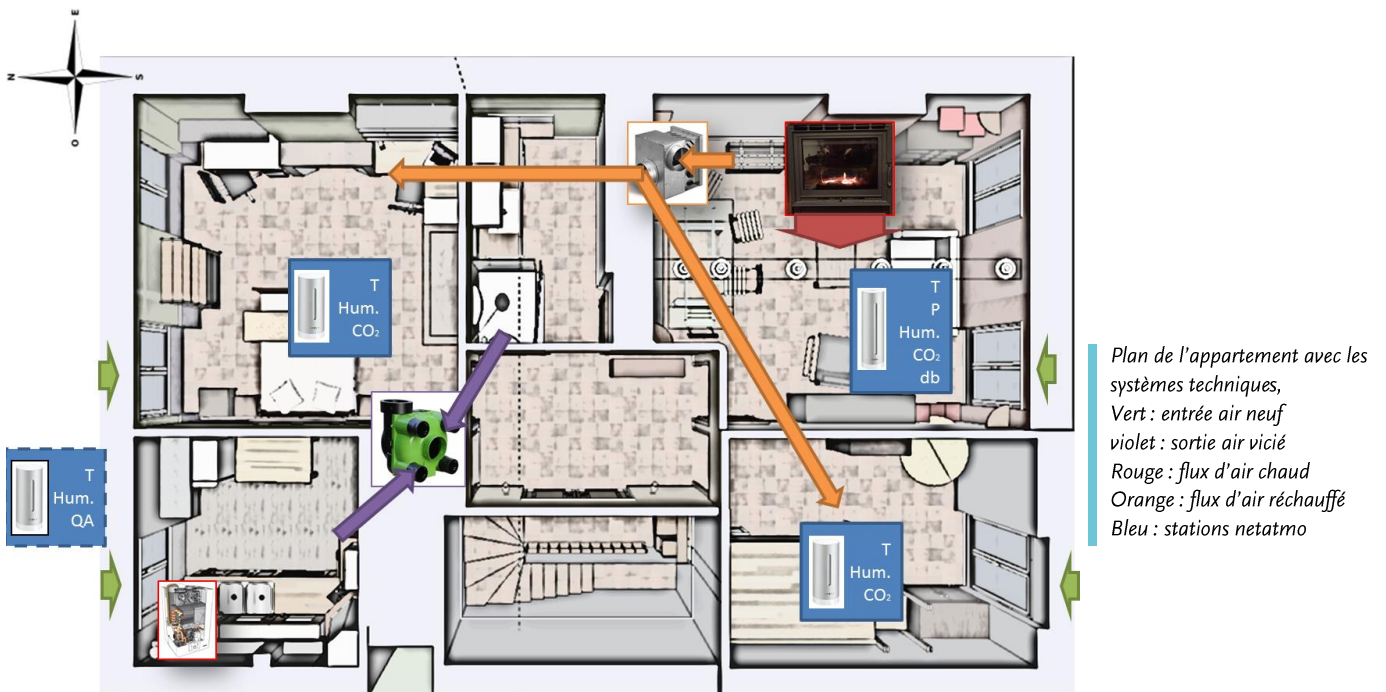
1.2. Specificités

- T3 70 m², 2eme étage/2
- Le projet est bi-orienté Nord/Sud, avec 6 ouvertures (3+3)
- Nord : cuisine (1 fenetre) et grande chambre (2 fenetres)
- Sud : petite chambre (1 fenetre) et salon (2 fenetres)
- Dernier étage/2 sous combles perdus
- ECS gaz instantannée et chauffage insert à bois + 1 radiateur bain d'huile d'appoint
- VMC simple flux dans pièces d'eau
- Installation d'un système de suivi de la QAI *netatmo* (3 modules int +1 ext) permettant un suivi sur 3 saisons Température, humidité, CO₂.
- Fenetres double vitrage en aluminium de 15 ans présentant des fuites d'air et des problèmes d'ouvertures

1.3. Travaux réalisés ou en cours

- Stations Netatmo pour suivi des paramètres : 170 € + 2 x 70 = 310 €
- Remplacement système de chauffage: poêle à gaz ancien par insert dans cheminée existante dans le salon. (Dec. 2014) - 1300 € pièces + 1500 € install. = 2700 €
- Répartiteur de chaleur installé pour chauffer les chambres avec l'insert (Janv. 2015) - 400 € pièces
- Isolation des combles perdus avec du metisse-coton recyclé 40 cm soit R=7 (oct. 2015) – 2700 € install.
- Changement des fenetres (2016) -

1.4. Plan technique du projet :



2. Retour d'expérience par lot

2.1. Passage poêle à gaz/insert à bois

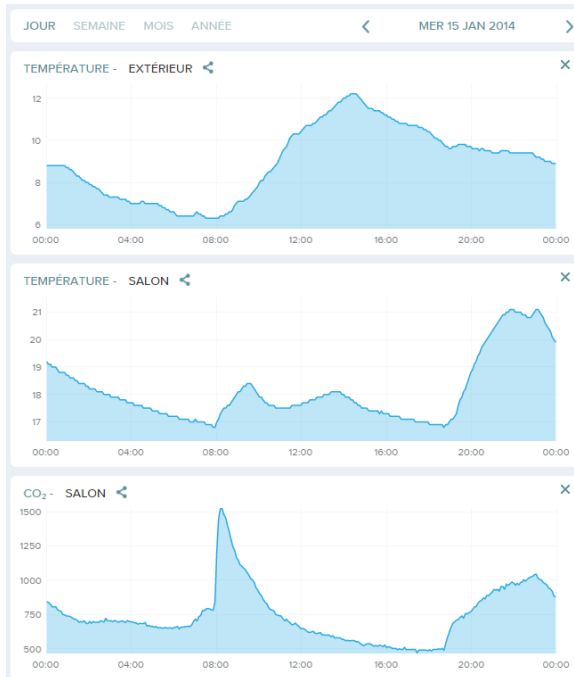
L'appartement était équipé d'un poêle à gaz ancienne génération du type de celui ci-dessous disposé au centre de l'appartement :



Poêle à gaz ancien

La position centrale du poêle a gaz permettait la diffusion de la chaleur dans toutes les pièces de la maison de manière équitable, par contre l'absence d'inertie était très

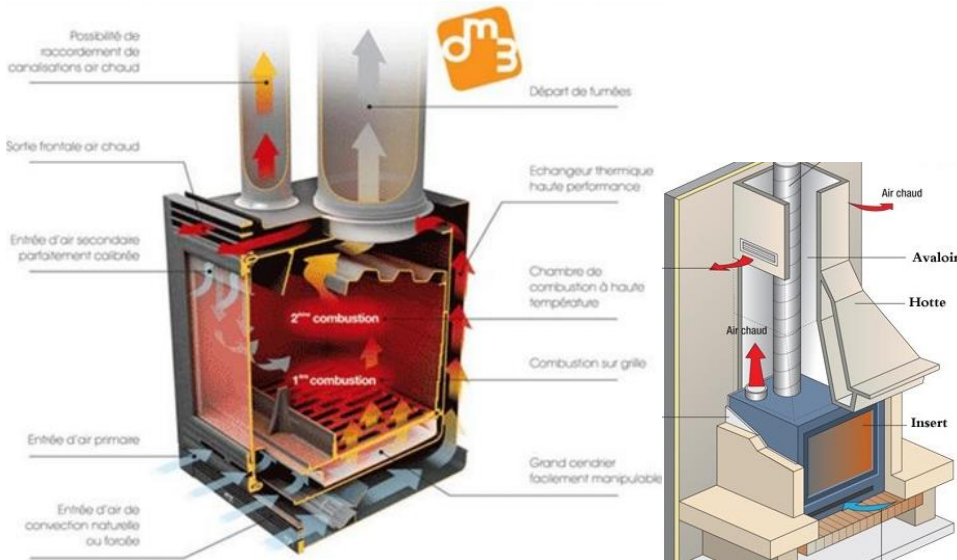
pénalisante. La température du logement était en dessous de 20°C pratiquement tout l'hiver comme le montre les relevés de température de la station.



Courbes de température et CO₂

De plus on peut noter la présence d'un pic de CO₂ important à l'allumage (+1500 ppm) dans la pièce principale dû à des problèmes de tirage de la cheminée et à une non-conformité du conduit d'extraction des fumées. Des taux importants de CO ont été constatés par l'entreprise de maintenance.

Il a été remplacé par un insert **Deville Regain 50** dans la cheminée existante d'époque d'une puissance de 7 kW (rendement 79 %) permettant de chauffer un volume de 240 m³ correspondant au volume de l'appartement (220 m³) pour 900 €.



Insert Deville Regain 50, note technique de fonctionnement Et Installation type d'un insert dans une cheminée neuve.

Il est équipé d'une ventilation automatique diffusant la chaleur dans la pièce (+ 400 € en option). Ce système permet de récupérer l'air frais de la pièce sous l'insert, de le réchauffer dans une double paroi et de le souffler au dessus (ouvertures au dessus de la vitre). La solution a l'avantage d'être intégrée, discrète et très performante (l'air sortant à +70°C). Elle remplace des solutions équivalentes en neuf qui consistent à installer des grilles de ventilation dans la hotte de la cheminée du type du schéma ci-dessus.

Disposé dans la pièce de vie, il bénéficie d'une bien plus forte inertie, chauffant le mur porteur et étant conçu en fonte. Il a par contre fallu trouver un moyen de distribuer la

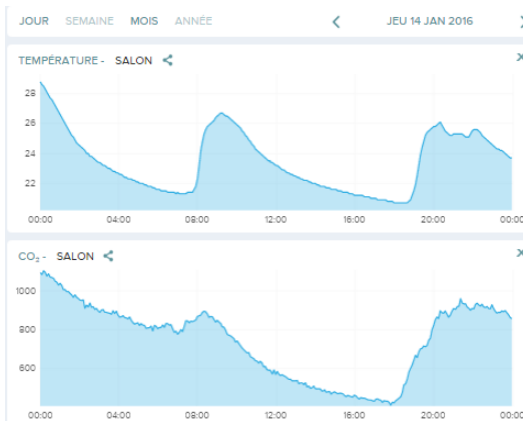
chaleur dans les chambres, trop éloignées de la source de chaleur pour en bénéficier directement (vf. Plan).



Photos de l'insert DEVILLE Regain 50 + ventilation intégrée installée dans la cheminée d'époque

Un diffuseur de chaleur a été installé par la suite comme vu dans le paragraphe suivant permettant la repartition de la chaleur dans les chambres.

Le problème de pollution intérieure au CO₂ constaté avec le chauffage au gaz n'est plus d'actualité comme le montre ci-dessous, dans le cas de l'allumage du système de chauffage sans occupation (au départ au travail). On note un léger pic de CO₂ entre 07h30 et 08h30 qui correspond à la présence d'un adulte.



Suivi du taux de CO₂ dans le cas de l'allumage de l'insert sans occupants dans le logement

2.2. Diffuseur d'air chaud

Le principe est très simple, il consiste à récupérer l'air à l'endroit le plus chaud et de l'envoyer dans les autres pièces comme le schéma ci-dessous :

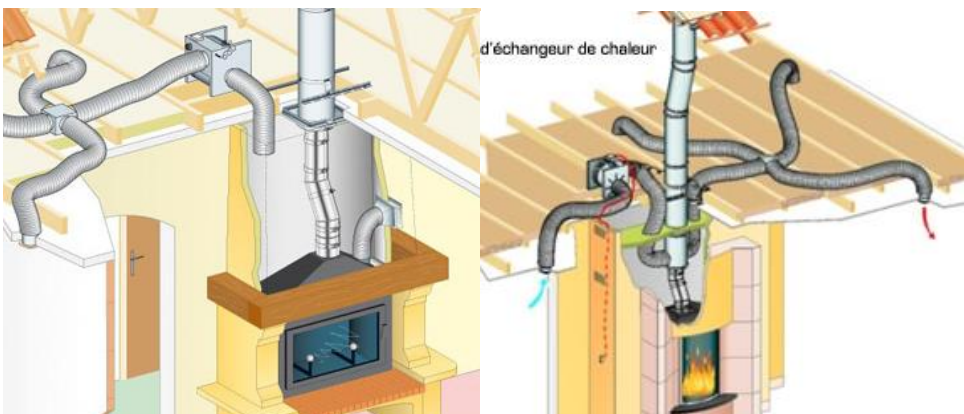


Schéma type de l'installation d'un diffuseur d'air chaud avec ou sans échangeur thermique sur le conduit.

Il est possible de le brancher directement sur le conduit de cheminée (2eme exemple ci-dessus), mais les températures atteintes sont assez élevées (+150°C) et demandent une mise aux normes des combles, ainsi que dans ce cas, la destruction du conduit de cheminée dans les communs. Les températures atteintes nécessitent des précautions tant sur les gaines que sur les bouches de diffusion. Il a donc été choisi d'utiliser l'air chaud de la pièce (env. 28-30°C à 3,2 m au dessus de l'insert) et de s'accomoder d'une température

plus basse (17-19°C) pour les pièces de nuit, avec appoint électrique en cas de besoin (1 radiateur bain d'huile sur minuteur).



Installation du diffuseur d'air chaud, boîtier de ventilation suspendu

Ce système nécessite simplement un accès aux combles et ne demande pas de compétences particulières ou d'outils spécifiques par rapport à une VMC classique. L'entretien et la pause dépend de l'accès aux combles. Il faut prévoir un nettoyage des bouches de soufflage une fois par an comme toute VMC double flux.

A noter que le modèle choisi dispose d'un déclenchement automatique sur température réglable, et la possibilité de déconnecter le thermomètre pour passer en marche forcée.



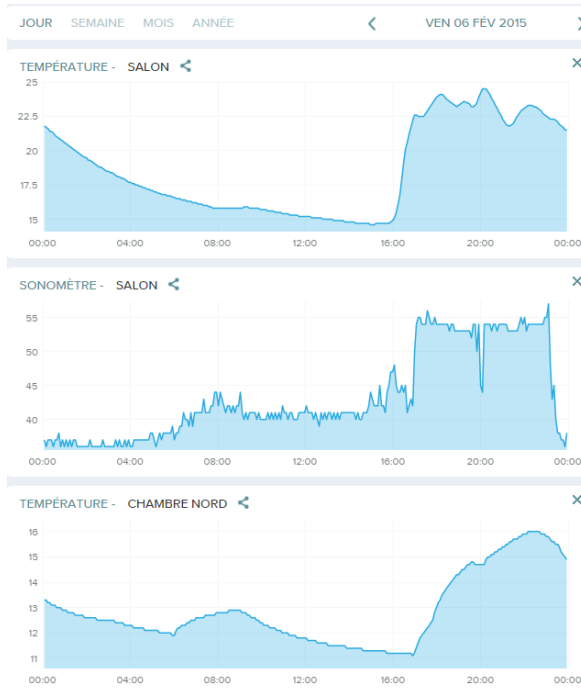
Installation du diffuseur d'air chaud terminée, entrée d'air, boîtier de ventilation et gaines de sortie d'air, avant isolation des combles.

Dans ce cas, l'installation a été faite sur un interrupteur sans fil permettant l'allumage de n'importe où dans la maison sans passage de gaines entre les combles et l'appartement. Cette solution très pratique en rénovation permet de réaliser des modifications électriques sans passage de gaines dans les pièces pour un coût maîtrisé (30€ en grande surface de bricolage pour 1 module ci-dessous).



Bouche de ventilation du système et interrupteur sans fil

Le problème de ce système est **le bruit engendré** par le bloc de ventilation en métal, qui diffuse dans des conduits en métal et des bouches d'air en métal, contrairement à un système de VMC en général tout en PVC. Nous voyons sur les courbes ci-dessous que la station du salon enregistre environ 53 dB en bruit de fond lorsque le système est allumé. Bruit plutôt gênant au quotidien, forçant à arrêter dès que possible le système (cf. paragraphe suivant).

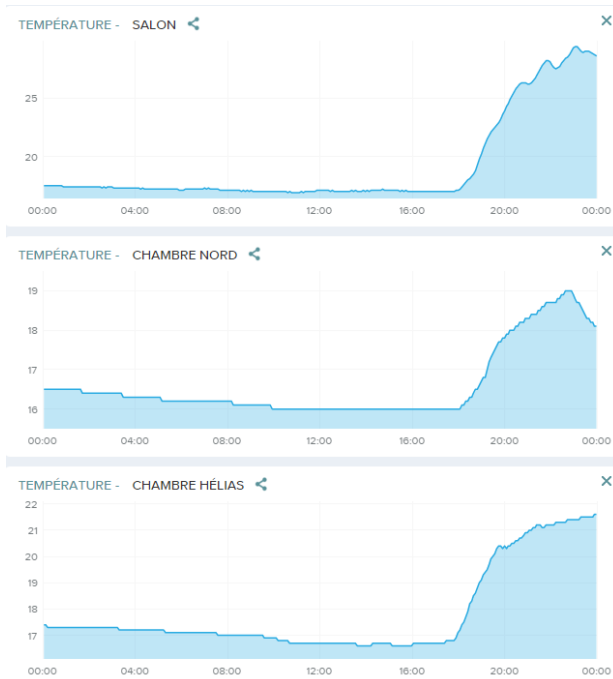


Courbes de suivi Netatmo température, sonomètre du salon et température chambre Nord

Sur la dernière courbe on note cependant que ce système permet de gagner en période de grand froid entre 2 et 4°C dans la pièce la plus éloignée et soumise au vent froid du nord (température très basse dans l'exemple : 12 °C à 16 :00).

Sur un autre exemple plus représentatif (système optimisé) on note que le système présenté permet de monter les pièces de :

- 9°C en 2h00 dans le salon, grâce à l'insert,
- 3°C sur le même temps dans la chambre sud (4°C en 3h30),
- 3°C en 3h30 dans la chambre Nord plus froide et plus sensible au vent



Courbes de suivi Netatmo température des 3 pièces suivies

Les performances atteintes correspondent aux exigences du maître d'ouvrage avec des températures relativement basses dans la chambre Nord.

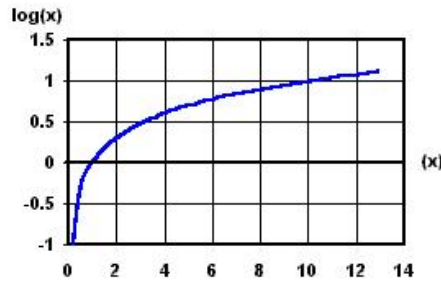
2.3. Acoustique des bouches de ventilations

Rappel:

C'est une fonction logarithmique qui définit les dB et non une fonction linéaire comme pour définir la masse, la température ou la longueur. Le décibel est plus difficile à évaluer que d'autres mesures comme le mètre ou le kilogramme. Pour doubler la puissance sonore d'un piano par exemple, deux pianos ne suffiront pas.

$Y = \log(x)$

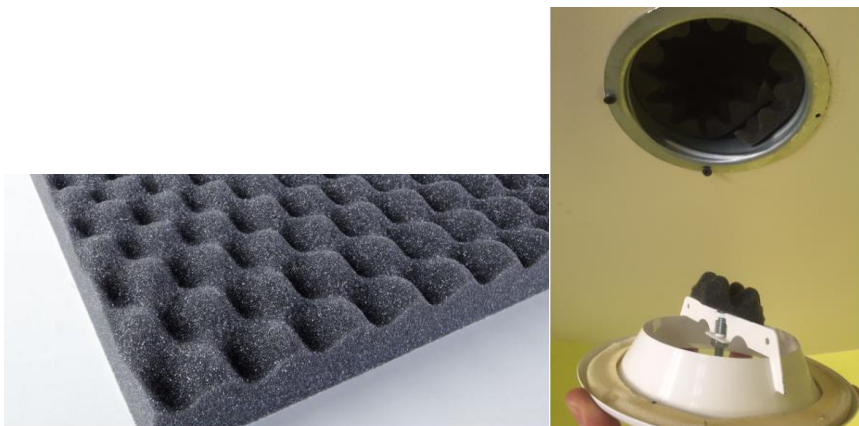
Voici l'allure d'une courbe logarithmique de base 10 : $y = \log(x)$ (pour $x=10$ $y=1$)



Courbe logarithmique de base 10 $y = \log(x)$

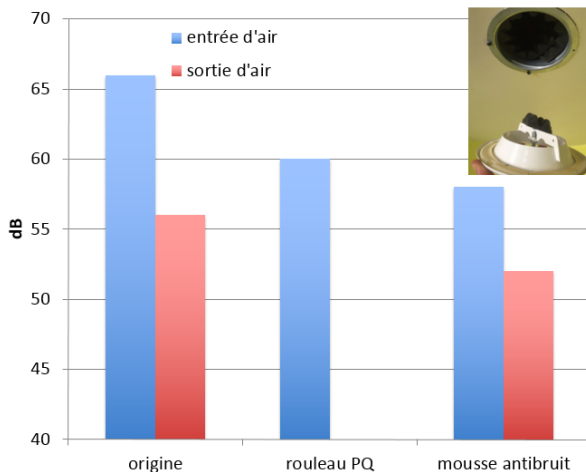
Pour régler le problème de bruit, il suffit d'installer un absorbant de son dans le conduit. Une solution simple consiste à glisser un rouleau de papier toilette ou d'essuie-tout a peine entamé dans la bouche (diamètre 125mm). Cette solution tient plus du bricolage mais fonctionne (cf. courbes ci-dessous). Par contre il faut être vigilant à ne pas aspirer le papier dans le moteur de VMC (ce qui pourrait engendrer une casse du moteur) et donc le fixer « durablement ».

une solution de mousse acoustique a été installée dans les canalisations de VMC comme ci-dessous :



Isolant acoustique en rouleau et installé dans la bouche de ventilation

Cette solution économique (max 15 € pour 3 bouches) permet de diminuer le bruit de 8 dB en entrée et 3-4 dB en sortie (chambres) comme le montre le graphe ci-dessous :



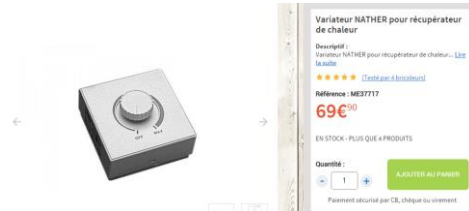
Mesure de bruit sur les bouches de ventilation avec et sans isolant acoustique

Les mesures ont été faites à l'aide d'un smartphone disposé à env. 1 m de la bouche dans des conditions similaires.

La différence est importante en particulier dans la pièce à vivre où le bruit de l'entrée d'air obligeait à couper ce système.

L'entretien consistera à nettoyer le mousse en la lavant lors de l'entretien annuel.

Une autre solution plus honoreuse est d'acheter un régulateur pour VMC permettant de diminuer le flux donc les bruits de moteur et d'air.



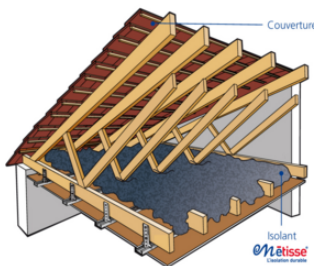
Exemple de variateur pour diffuseur de chaleur

2.4. Effet isolation combles en Metisse 40 cm, R=7

L'isolant des combles perdus a été posé avant l'hiver 2015-2016, permettant la comparaison avec la fin de l'hiver précédent toutes configurations équivalente par ailleurs. Le choix du matériau Métisse en vrac a été fait en prenant en compte :

- l'état de la toiture (rénovée il y a plusieurs années aux points critiques, mais quelques légères fuites en cas des fortes précipitations),
- Sa bonne résistance à l'eau (le coton sèche facilement),
- Ses propriétés favorisant le confort d'été,
- Ses faibles émissions de substances volatiles (classé A+),
- Ses propriétés acoustiques (présence d'un axe routier à proximité),
- Les engagements sociaux et écologiques de la marque

Isolation combles perdus



En rénovation, l'isolation des combles permet de réaliser jusqu'à 30 % d'économies sur la facture énergétique. Fortement soumis aux déperditions thermiques, les combles constituent une priorité pour réduire la consommation globale d'énergie d'un logement.

- **Produit conseillé :** Flocon (il est possible aussi de choisir le rouleau RT, si vous comptez aménager vos combles par la suite)
- **Quelle épaisseur choisir ?** 329 mm de flocon
- **Astuce :** Métisse® Flocon est traité avec des retardateurs de flammes. Cependant, il est impératif de :
 - respecter un écart de feu de 20 cm avec les conduits de fumée
 - ne pas mettre Métisse® Flocon en contact avec des spots encastrés
 - vérifier la conformité des installations électriques

Fiche produit sur le site du constructeur

Résistance Thermique R* (m².K/W)	Épaisseur minimale à mettre en oeuvre (mm)	Épaisseur après tassement (mm)	Poids à déposer au m² (Pouvoir couvrant en kg/m²)**	Nombre de sacs pour couvrir 100 m²***
3	188	141	2,8	29
4	251	188	3,8	38
5	313	235	4,7	47
6	376	282	5,6	57
7	439	329	6,6	66
8	501	376	7,5	76

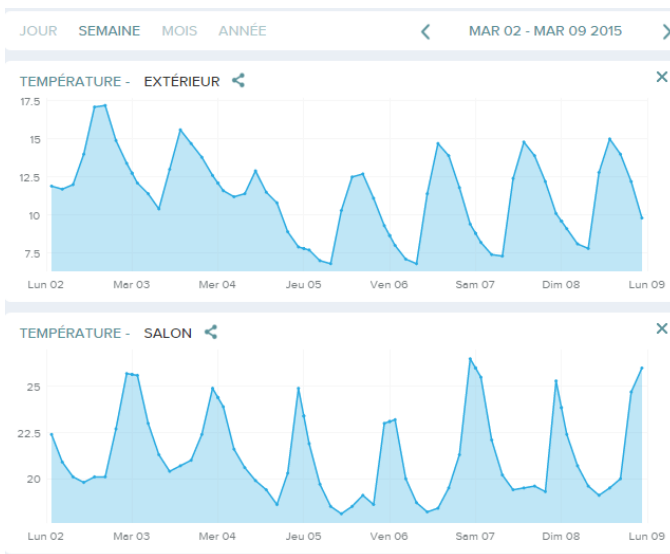
* Valeurs données pour un soufflage à 15 kg/m³ représentatif des machines disponibles sur le marché - ** La résistance thermique est obtenue par le respect du pouvoir couvrant (kg/m²) - *** Pour un sac de 10kg.

Dans le même temps, les entrées d'air des cheminées de la chambre nord et de l'ancien poêle à gaz, représentant chacune environ 15 cm² d'entrée d'air froid, (plus particulièrement en période de vent fort) ont été bouchées et calorifugées pour empêcher les courants d'air dans les locaux. Ce point de détail n'est pas à négliger lors de la présence de cheminée inutilisées. Il faut par contre toujours garder la possibilité de revenir à l'état initial en évitant de maçonner ces ouvertures.



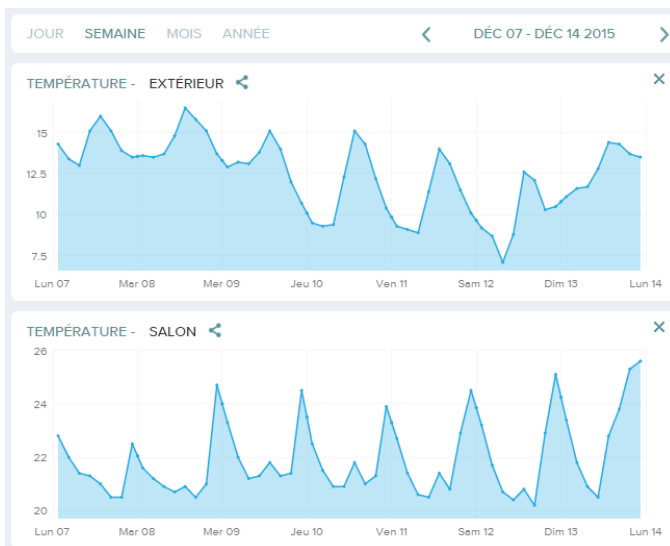
Isolation des combles avec le Metisse recouvrant le diffuseur de chaleur et les gaines de diffusion de l'air chaud.

Voici le suivi des températures lors d'une semaine début Mars sans isolant



Semaine type d'hiver sans isolant

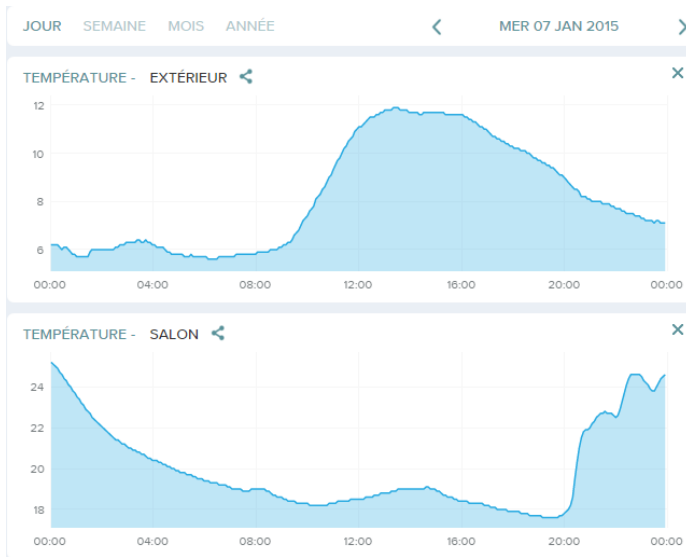
A comparer avec une semaine équivalente début décembre une fois l'isolant posé (pour des températures extérieures similaires).



Semaine type d'hiver avec isolant

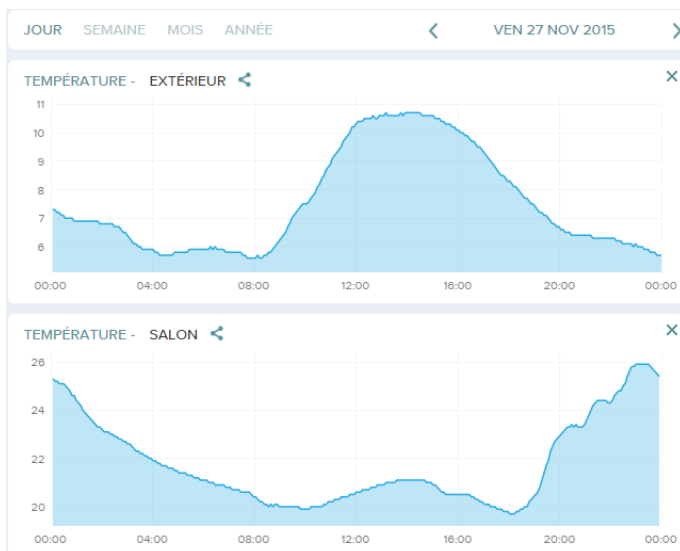
Les températures avec isolant ne descendent pas en dessous des 20°C, tandis que sans isolants, les courbes sont un peu en dessous alors qu'il faisait globalement plus chaud sur cette semaine.

Le zoom d'une journée type avec et sans isolant montre que si la température extérieure varie de 05 à 12 °C, la température du salon sans isolant varie de 17,6 ° à 25 °C.



Journée type sans isolant

Contre 19,7 et 26 °C avec des formes de courbes équivalentes (soleil en journée permettant un pic d'environ 1°C autour de 12h-16h). On remarque donc que le minimum augmente d'environ 2°C, ce qui a été constaté sur la durée et est représentatif.



Journée type avec isolant

Note : Le confort ressenti entre 17 et 19 °C est réellement différent, à ces températures, 2°C permettent de passer d'une sensation de froid à une température acceptable pour un adulte en bonne santé.

2.5. Analyse des factures

Le suivi des factures n'a pas été effectué en détails, et la différentiation ECS/chauffage ne peut-être effectuée, cependant nous avons les relevés pour l'année 2014 (chauffage gaz) et 2015 (chauffage bois).

Période	Volume total (m ³)	Volume/mois (m ³)
22/05/2013>24/09/2014	515	32,2
24/09/2014>24/09/2015	316	26,3

Soit une baisse plutôt faible de l'ordre de 18 %.

Cette valeur n'est cependant pas représentative car :

- dans la 1ere période sont comptés 4 mois d'été qui ne sont pas comptés sur la zeme période (lissage des consommations mensuelles de la première période)
- la deuxième période comporte 3 mois de début d'hiver avec un chauffage au gaz (changement du système de chauffage en Décembre 2014).
- Le bois n'est pas comptabilisé car fourni gratuitement

2.6. Gestion du taux de CO₂ dans un espace confiné.

L'instrumentation de l'appartement permet aussi de suivre le taux de CO₂ contenu dans une pièce. Cela a permis de relever des anomalies de ventilations ayant des retombées importante sur la santé des occupants. Voici un retour d'expérience simple :

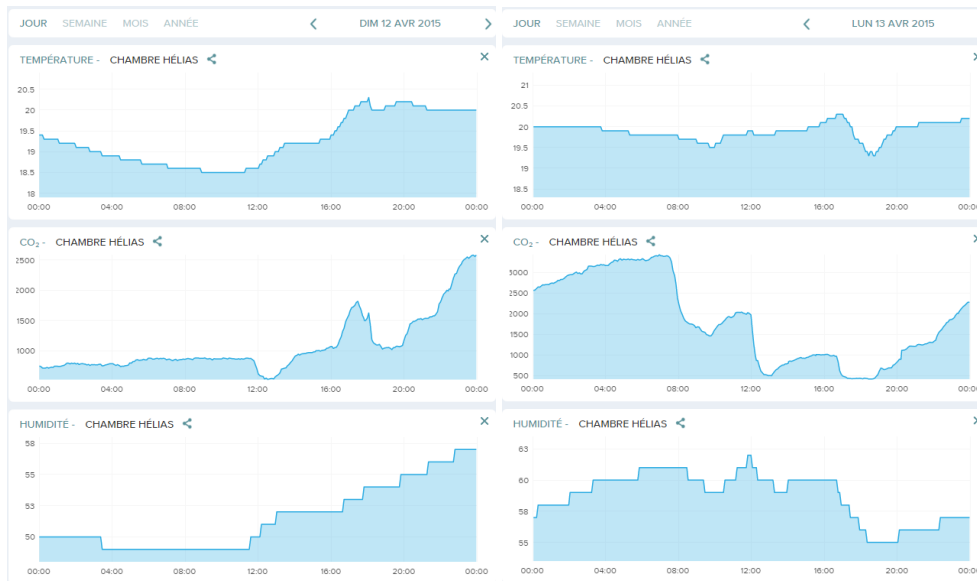
Situation: Chambre classique (sud) fermée, non ventilée (pas d'entrées d'air frais), non chauffée, pendant 1 nuit en avril (reproduit pendant 2 autres nuits). Température extérieure entre 10 et 18 °C.

Dimensions: 10m² au sol (proche de ce qui se pratique dans la majorité des logements), 3,2m de plafond soit 32 m³ d'air. –compter plutôt 25m³ dans du moderne–

Occupation: 1 enfant de 3 ans couché à 20 :00 + 1 adulte couché à 21 :45. Levé environ 07 :00 , soit une nuit de 11h00.

Construction: Fenêtres double vitrage aluminium sans entrée d'air de + de 15 ans (peu ou pas de défauts d'étanchéité) ; porte ancienne non étanche fermée.

Les mesures entre deux jours :



Mesures intérieures d'une nuit d'occupation pour suivi du taux de CO₂.

Observations :

1. On peut suivre très précisément l'utilisation de la pièce avec le taux de CO₂ : ventilation par ouverture des fenetres le dimanche à midi puis sieste vers 16 :00, avec un pic à 1000ppm de CO₂ ouverture de la porte de la chambre, puis apparition très nette d'un pic de CO₂ dans la chambre au couché du petit puis à nouveau au couché de l'adulte. Le CO₂ qui monte inexorablement jusqu'à 3400 ppm (!) et semble se stabiliser jusqu'à l'ouverture de la porte pour redescendre à la moitié (donc encore au-dessus de 1500 ppm), puis revenir à la normale à ventilation complète par ouverture des fenêtres (sous les 500 ppm à midi).
2. On voit par ailleurs l'humidité passer dans le même temps de 49 (valeur pièce non occupée la semaine précédente) à 62 % qui a plus de mal à redescendre que le CO₂.
3. La température est très stable 20°C toute la nuit il n'y a pas d'influence sur ce paramètre.

Conclusions :

Les niveaux de CO₂ atteints dans cette pièce typique d'une chambre moderne sont assez élevés, même si « non toxiques », et montrent l'importance de la ventilation dans les pièces de nuit en particulier et en général dans les espaces confinés.

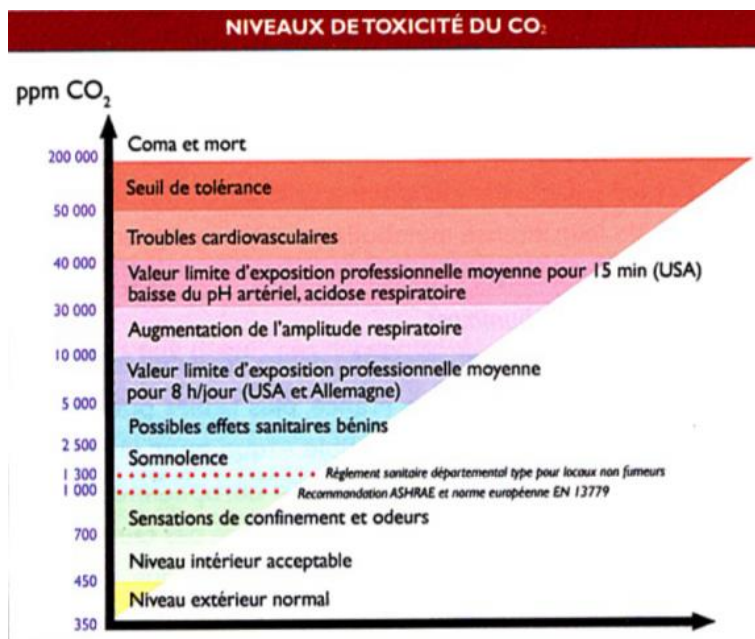
Rappels :

- la teneur en CO₂ se mesure en pourcentage de volume d'air ou en « ppm » (partie par million)
- 1.000 ppm est égal à 0,1% de gaz carbonique dans l'air
- l'air frais ambiant en campagne contient 330 à 400 ppm de CO₂

la recommandation du règlement sanitaire départemental (RSD) indique de ne pas dépasser un seuil en CO₂ de 1.000 ppm (partie par million) "dans des conditions normales d'occupation", avec une tolérance à 1.300 ppm dans les lieux où il est interdit de fumer, "sans fondement sanitaire explicite de ces deux valeurs", souligne toutefois l'Anses.

une récente étude expérimentale sur 22 sujets humains adultes suggère un effet propre du CO₂ sur la performance psychomotrice (prise de décision, résolution de problèmes) à partir de 1.000 ppm (étude Satish et al., 2012).

Cependant il faut garder en tête le graphe suivant sur le niveau de toxicité :



Niveaux de toxicité en ppm de CO₂

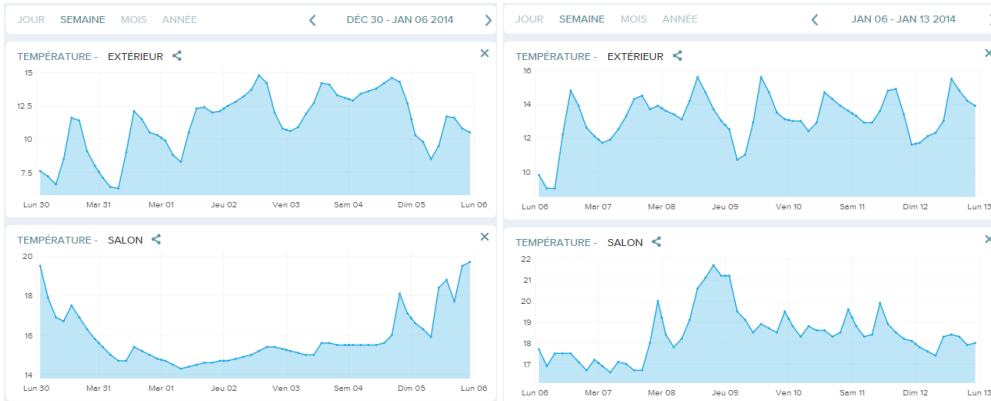
3. Retour d'expérience global

3.1. Effet cumulé des travaux de rénovation sur une période d'innocupation

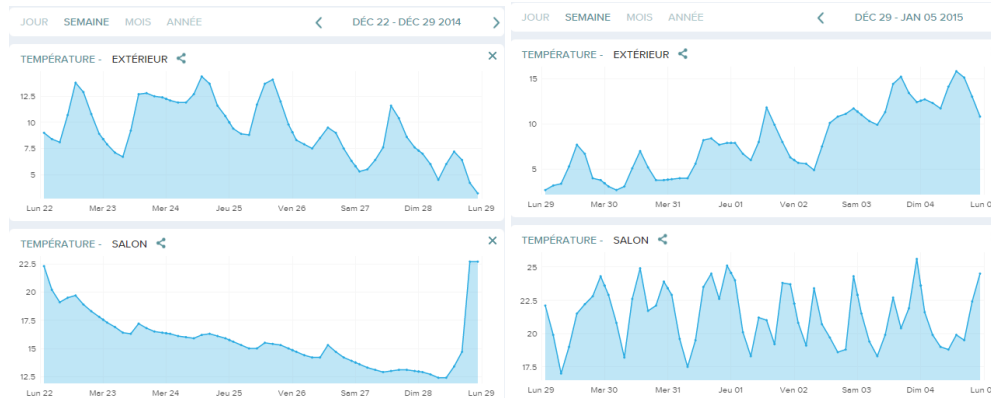
Voici 3 périodes d'innocupation du lieu en hiver permettant de voir la différence sur les relevés de températures dans le salon puis dans la chambre nord (à partir de 2015). Nous avons pris la semaine d'innocupation suivie de la semaine de chauffe pour voir le temps qu'il faut pour retrouver des températures acceptables.

Les températures extérieures sont comparables (entre 7 et 15 °C) bien que nettement plus fraîches en 2014 (grande période à 5°C).

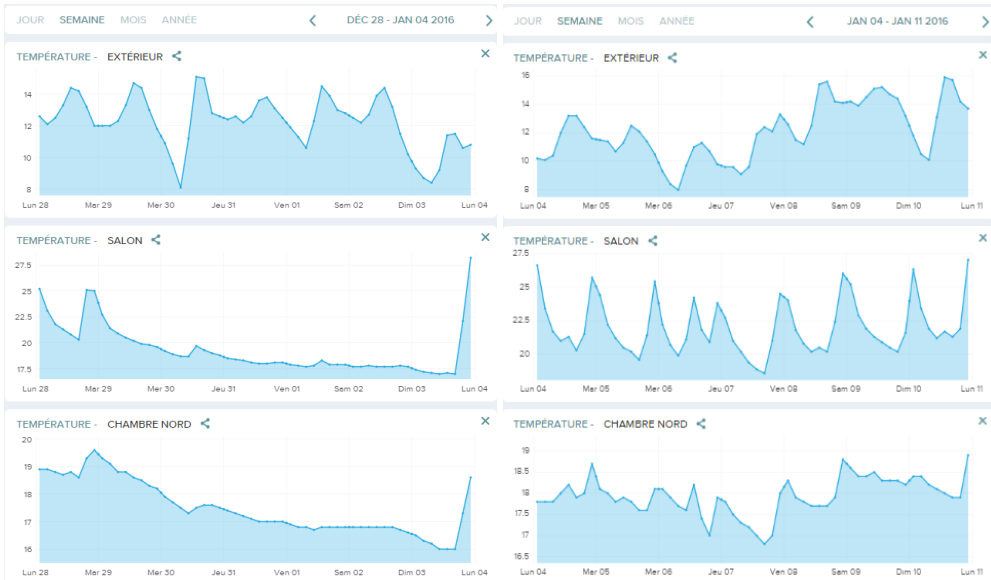
- Noel 2013 : chauffage gaz sans isolant



- Noel 2014 : chauffage bois sans isolant



- Noel 2015 chauffage bois avec isolant et répartiteur de chaleur



Mesures extérieures et intérieures d'une semaine d'inoccupation suivie d'une semaine de chauffe.

En 2013 les températures extérieures ont été de l'ordre de 12,5°C sur la quinzaine. A la première vague de froid, le salon est descendu de 20°C à 14°C en 2 jours. Il a fallu ensuite 4 jours pour retrouver des températures de l'ordre de 19 °C .

En 2014, une période à 10°C fait baisser la température en 3 jours à 15°C dans le salon soit un équivalent à 2013, puis une vague de froid ($T < 7^{\circ}\text{C}$) vient baisser la température à 12.5°C (pas de points de comparaison les autres années). Par contre malgré la vague de froid,

l'insert permet de remonter quasi-immédiatement à une température moyenne de 20°C (17-18 la nuit, 24 le jour) dans le salon (pas de données pour les autres pièces).

En 2015, la température extérieure est de l'ordre de 12°C avec des chutes à 8°C. Au bout de 5 jours, la température du salon est tombée à 17,5°C tandis que la chambre au Nord indique 16°C. La semaine de chauffe permet de remonter aisément à des températures confortables dans le salon (20°C sans chauffage et 25°C avec). La chambre au Nord dont on dispose des températures pour cette période revient facilement à 18 °C sans variations jour/nuit. (A comparer avec des températures de l'ordre de 14 °C les autres années).

3.2. Conclusions :

Entre 2013 et 2015, dans des conditions extérieures équivalentes (à l'avantage de 2013 pour 1 ou 2°C + présence de soleil) et dans un habitat non occupé et non chauffé, **l'isolation des combles a permis de gagner 3 à 4°C dans le logement !**

Dans la période de chauffe suivant l'innoculation, **l'isolation et l'insert permettent de retrouver des températures habituelles en beaucoup moins de temps** (1 jour contre 4) température par ailleurs bien plus élevées : 22°C en moyenne en 2015 contre 19°C en 2013, soit à nouveau 3°C.

Dans la chambre Nord sensible aux conditions hivernales, grâce à l'isolation et au diffuseur d'air chaud, **la température est passée de valeurs extrêmes (entre 12 et 15°C) à des valeurs acceptables pour une chambre d'adulte (18°C en moyenne).**

Ces travaux :

- Remplacement système de chauffage : 2700 €
- Diffuseur de chaleur : 400 €
- Isolation des combles perdues : 2700 €

Donc **5800 € soit un peu plus de 80 €/m²** ont permis un gain de confort immédiat et facilement mesurable, le tout pour un coût d'exploitation nettement diminué. Le projet est aussi passé 100 % en EnR pour le chauffage (avec un abonnement à Enercoop pour l'appoint électrique et l'éclairage). Les coûts d'usage ne baissent pas sensiblement mais les paramètres ne sont pas comparables d'une année sur l'autre et le confort gagné n'est pas mesuré par ces valeurs.

Un focus montre l'importance de la ventilation dans les pièces de nuit.

Cette rénovation sur bâti ancien (+100 ans) a permis une remise aux normes énergétiques à moindre coût et une baisse significative des consommations pour un meilleur confort dans le respect structurel et architectural du bâti et des parties communes avec une très grande résilience.

Nos partenaires :



Contactez Benoît Vion-Dury
bvion-dury@envirobatbdm.eu
 04 95 043 044
www.envirobatbdm.eu
 envirobat**bcm**