

Renouvellement de qualification CEPHD par le biais du projet exemple

La Galachère

Immeuble collectif de 12 logements locatifs

4 rue de la Galachère à Saint Héand (42570), France

(Base de données Passivhaus 4495)



Sébastien NGUYEN, Chargé de projets maîtrise d'ouvrage

Données du bâtiment :

Chantier démarré en octobre 2012, livré en avril 2014, certifié le 21 septembre 2015.

<u>Eléments clés</u>: Une structure béton, avec des murs de façade ossature bois ; ossature mixte bois/acier indépendante pour les terrasses et coursives, une chaudière condensation gaz de faible puissance (35 kW), une VMC double flux collective, une production d'eau chaude solaire (18 m² de panneaux solaires), l'installation de hottes aspirantes de cuisine à recyclage, des menuiseries extérieures en bois triple vitrage, une « instrumentation » de l'immeuble pour un suivi précis des consommations.

Valeur U mur béton 0.12 W/(m².K)

Valeur U mur ossature bois 0.12 W/(m².K)

Valeur U toiture 0.15 W/(m².K)

Valeur U fenêtre 0.95 W/(m².K)

PHPP Besoin de chaleur de chauffage annuel 15 kWh/(m²a)

PHPP Besoin en énergie primaire 108 kWh/(m²a)

Test d'infiltrométrie n50 0.6 h⁻¹

Récupération de chaleur 82%

Project overview

"La Galachère" is the answer to 3 main objectives pursued by Loire Habitat, a public social housing company:

- Imagine a building that would be built in 2020, following the thermic orientations made in the Grenelle de l'Environnement 2 by the French government;
- Rent affordable dwellings with a high quality of use, in a place designed for well-being;
- Design a replicable project.

This building is made of 12 dwellings and was delivered in April 2014.

Its global design and orientation were chosen after being modeled with Passive house planning package (PHPP) software. It is largely facing the South, with every apartment having a view on the West where is a magnificent landscape.

The structure is a mix of concrete and wood. Floors, posts and shear walls are made of concrete, while the other walls are made of wood. Balconies and passageways have their own independent structures.

To achieve its Passiv Haus objective, besides a thick insulation the project depends on a small collective gas condensing boiler (35 kW only), 18 m² of solar panels for the domestic hot water, a double flow CMV with heat recovery, triple glazed wood windows, kitchen recirculation hoods and an energy monitoring system.

Making a building with low energy consumption was only one of the main goals of this project. We also aim at making a living place with a high quality of use, of comfort and aesthetics, encouraging the tenants to use environmental friendly modes of transport.

Energy monitoring gives us many teachings about how a Passive Haus building works, does it meet our tenants' needs, or those of a social housing company? This project was globally considered as a success and was shown throughout the country.

At Loire Habitat's scale, based on what we learned on this project, I was asked to develop another Passiv Haus project in Montbrison.

So I am currently managing "La Madeleine", a project including a 24 dwellings building and 10 individual houses. The whole operation is aiming a Passiv Haus certification and the construction should begin during July 2019, for an expected delivery in March 2021.

Table des matières

1.	. Des	cription du projet	5			
	1.1.	Le contexte	5			
	1.2.	Le projet	6			
	1.2.1.	Un parti architectural qui privilégie la qualité d'usage	6			
	1.2.2.	Spécificités techniques pour atteindre l'exigence « Maison Passive »	8			
	1.2.3.	Une communication au fil du temps	10			
	1.3.	Photos	11			
2	. Plar	ns du bâtiment	13			
3	Dét	ails et coupes	18			
	3.1.	Liaison plancher/mur	18			
	3.2.	Murs de façades – Menuiseries extérieures	19			
	3.3.	Liaison mur/dalle des combles	20			
4	. Etai	nchéité à l'air	22			
	4.1.	Composition de l'étanchéité	22			
	4.2.	Tests d'étanchéité	23			
5	. Ven	itilation	24			
6	. Rés	sultats PHPP	26			
7	. Coû	Coûts de la construction				
8	Ret	ours d'expériences	26			
a	Publications					

1. Description du projet

1.1. Le contexte

Loire Habitat, Office Public de l'Habitat du Département de la Loire, s'est lancé le défi de réaliser le premier projet de logements locatifs sociaux en collectif « passifs » sur le département de la Loire.

A travers ce projet, Loire Habitat poursuit un triple objectif :

- répondre aux obligations du Grenelle 2 de l'Environnement qui exigera des constructions neuves de niveau passif voire à énergie positive à l'horizon 2020,
- proposer à la location des logements de qualité et économes, dans un environnement où il fait « bon vivre »,
- permettre la reproductibilité de ce type de produit.

La commune de Saint-Héand a répondu favorablement à ce projet-pilote en proposant un site « La Galachère » présentant les atouts nécessaires pour relever ce défi :

- une situation en centre-bourg permettant des déplacements piétons (ne pas perdre en déplacements automobiles ce que l'on économise par une construction passive),
- proche des commerces et des services (faire vivre les centralités rurales),
- et une orientation sud permettant de bénéficier pleinement des apports solaires indispensables.

Pour réaliser ce projet, Loire Habitat s'est associé les services d'une équipe de maîtrise d'œuvre ayant une antériorité dans ce domaine et une bonne expérience en logement social ainsi qu'une expertise en « maîtrise d'usage »:

Architecte mandataire : AGENCE SARM – Jérôme Tardy

Architecte co-traitant HQE: ATELIERS DES VERGERS – Aline DUVERGER

BET Fluides HQE: ITF

BET Structure: GUIVIBAT

Économiste de la construction : CM ECO

1.2. Le projet

Les études ont abouti à la création de 12 logements dans un immeuble de 3 étages sur rezde-jardin avec garages distincts.

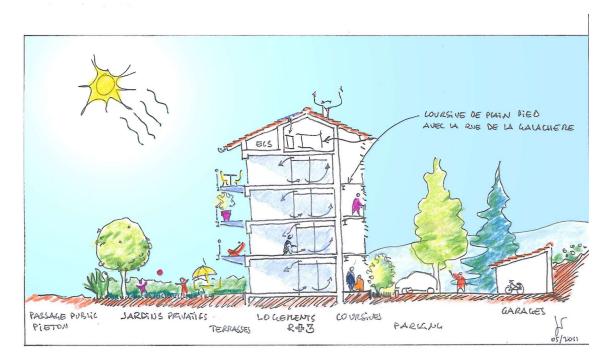


Image : coupe transversale schématique

1.2.1. Un parti architectural qui privilégie la qualité d'usage

Au-delà de la performance thermique liée au label « Passivhaus », nous avons été particulièrement attentifs à la Qualité d'Usage du projet, à l'intégrer dans une démarche globale éco-responsable ainsi qu'à son architecture. Ce qui s'est notamment traduit par :

Du fait d'une forte déclivité du terrain :

- Création d'une passerelle qui rapproche l'immeuble du centre bourg et facilite l'utilisation des modes de déplacements doux.
- Installation d'un ascenseur pour une accessibilité maximale (à l'époque non obligatoire en R+3) afin de proposer une offre locative pour tous.

Des services communs pour le « Vivre ensemble » :

- Escalier, coursives et paliers éclairés naturellement et protégés des intempéries (terrain à plus de 650 m d'altitude)
- Allée piétonnière en belvédère bordée d'arbres et de bancs face à la vue sur la plaine et les monts du Forez, et leurs couchers de soleil somptueux ...
- Espace « prairie » pour les enfants avec jeux,
- Etendage commun pour le linge en pied d'immeuble, à l'abri des regards.



Image: façade Nord

Une recherche d'intimité et de facilité de la vie quotidienne :

- Des celliers d'étage, de plain-pied avec le logement, pour ranger les vélos, les encombrants (jeux d'extérieur, poussettes,...), les réserves alimentaires sèches...
- Une façade qui « décroche » pour offrir l'ouest et sa vue sur la plaine et les monts du Forez, mais aussi plus d'intimité aux terrasses extérieures et balcons
- Un espace « jour » traversant
- Une proposition originale pour les sanitaires PMR : une double porte (83+63) modulable pour optimiser l'espace (possibilité de rangement si la personne n'est pas PMR), derrière le vantail semi-fixe de 63 cm.

Une recherche d'économie d'énergie et donc d'économie de charges pour les locataires :

- Optimiser les apports en énergies par une conception bio-climatique afin de limiter au maximum les consommations, donc les charges locatives (éclairage naturel dans les parties communes, apport d'énergie par une orientation des ouvertures au sud, ventilation double-flux...)
- Une seule gaine technique par logement avec tous les appareils sanitaires à proximité immédiate.

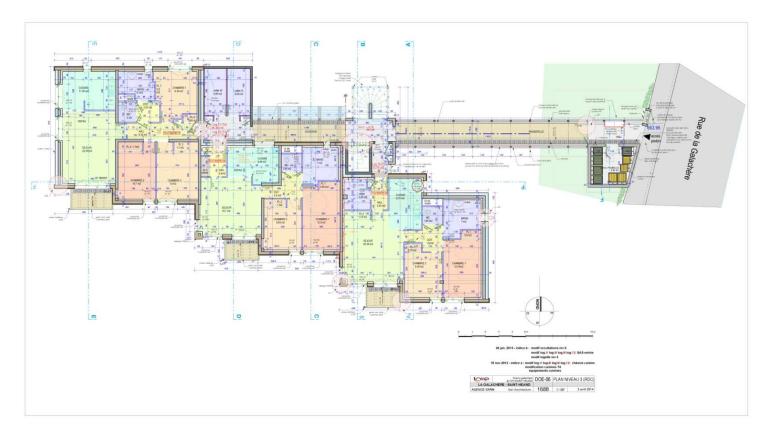


Image: plan du R+3

1.2.2. Spécificités techniques pour atteindre l'exigence « Maison Passive »

Loire Habitat a fixé plusieurs exigences et labels à obtenir pour se garantir de l'atteinte des objectifs :

- Label « Passiv Haus » par la Maison Passive France
- Certification Qualitel avec option BBC Effinergie de Cerqual
- Certification Habitat et Environnement de Cerqual, avec la cible chantier propre
- Respect de la charte QEB Région (niveau BBC+) et de l'appel à projet de la Région Rhône-Alpes :
 - ✓ Solaire thermique collectif
 - ✓ Bois et terre crue dans le logement social (niveau 1 : mixte bois-béton).

Les orientations mises en œuvre pour atteindre le label Passiv Haus :

- une conception du bâtiment qui minimise les déperditions et favorise les apports gratuits : compacité, orientation, isolation, traitement des ponts thermiques, forte étanchéité à l'air, récupération de chaleur, logements traversants avec une orientation privilégiée au sud
- des équipements performants (chauffage, production ECS, ventilation double flux, ...)
- le recours aux énergies renouvelables (ECS solaire, apport solaire par parties vitrées au sud).

Ces orientations se sont ainsi traduites en solutions techniques simples :

- Des structures refends béton, murs de façade ossature bois avec façade en lames de bois de pays fabriquée en atelier et livrée avec une lasure de pré-grisaillement; ossature mixte bois/acier pour les terrasses et coursives pour la suppression des ponts thermiques
- Des combles ventilés
- Une chaudière basse condensation (gaz naturel) de faible puissance (35 kW), soit 3 kW par logement (puissance due à la production eau chaude sanitaire)
- Une VMC double flux collective basse consommation à récupération de chaleur (certifié PHI)
- Une émission du chauffage par air grâce au réchauffage du double flux. Une solution qui amène tout le confort du fait de l'exceptionnelle qualité de l'enveloppe thermique, sans parois froide. De la place gagnée, dans les pièces par l'absence des radiateurs, un aménagement plus facile. Des précautions drastiques ont été prises dans la conception de la diffusion d'air pour un silence total de fonctionnement et une absence de courants d'air.
- Une production d'eau chaude solaire (versant sud de la couverture en tuiles) à proximité du local technique placé en combles (18 m² de panneaux solaires) qui vise 50% d'apport gratuit et EnR sans carbone.
- La fourniture et la pose de hottes aspirantes de cuisine à recyclage
- Des menuiseries extérieures en bois peintes en usine avec garantie 10 ans, recevant un triple vitrage (performance au sud : g=0.6 et Ug=0.7W/m2K : autres façades : g=0.46 et Ug=0.5W/m2K)
- Une gestion alternative des eaux de pluie faisant la part belle aux noues d'infiltration.
- Une « instrumentation » de l'immeuble pour un suivi précis des consommations, l'objectif étant d'atteindre la performance prévue et de la conserver dans le temps
- La fourniture d'ampoules basse consommation en pré-équipement des logements.

Une insertion dans le site qui « va de soi » :

- Les voitures au nord, avec les garages en protection, en partie encastrés dans le talus, les jardins et terrasses au sud ainsi que la façade principale pour des apports solaires gratuits maximaux.
- Une volumétrie non massive avec une toiture en tuiles en harmonie avec le village.

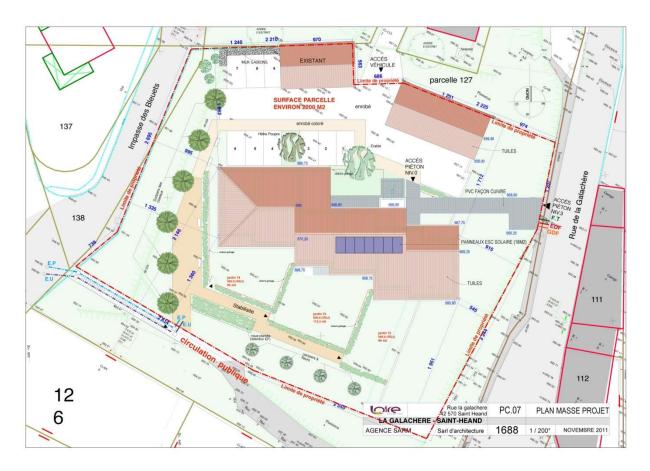


Image: plan masse PC

1.2.3. Une communication au fil du temps

Un comité de pilotage, associant maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre et partenaires institutionnels a été mis en place dès l'esquisse. Ainsi, la démarche architecturale a été explicitée dans ses enjeux, ses questionnements, ses choix. Tous ont également répondu présent à la visite de chantier en mai 2014 qui fut l'occasion pour eux de voir se concrétiser une architecture dont ils avaient suivi la gestation.

Une réunion de présentation des résultats après plus d'un an d'exploitation s'est tenue en novembre 2015.

Les entreprises ont été fortement mobilisées et formées, notamment à l'étanchéité à l'air nécessaire au label. Cela a donné lieu à une période de préparation de chantier active et participative où le carnet de détail des architectes (37 pages!) s'est transformé en Plans d'Atelier des entreprises.

Une formation a également été dispensée auprès des agents de Loire Habitat intervenants sur le site mais également aux futurs locataires pour aboutir à une appropriation des lieux et usages avec la création d'un « carnet de l'habitant ».

Un accompagnement post livraison a été mis en place, avec une réunion sur place avec les occupants 6 mois après la livraison pour recueillir les ressentis, les avis et pour percevoir l'adaptation du projet aux usages.

1.3. Photos



Image: Façade Sud



Image: Façade Nord

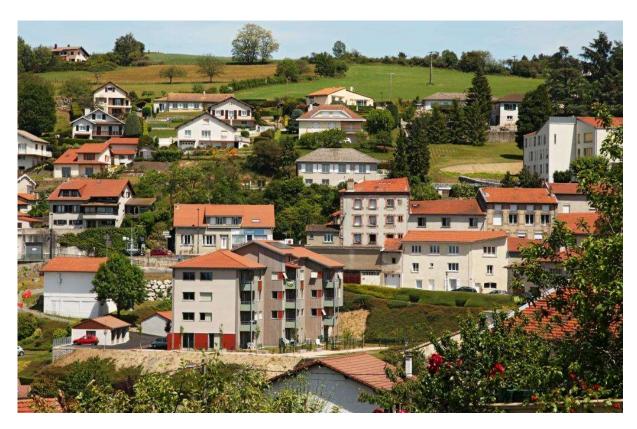


Image : Intégration dans l'environnement



Image : Intérieur d'un logement

2. Plans du bâtiment









3. Détails et coupes

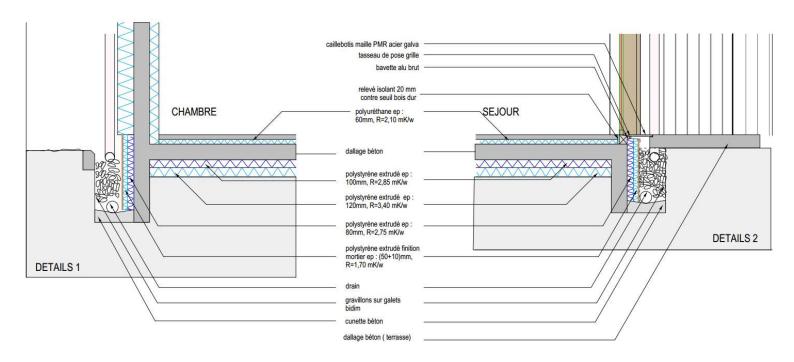
3.1. Liaison plancher/mur

Le projet reposant sur une structure mélangeant bois et béton (planchers béton, murs pignons en béton et les façades principales en ossature bois), il fallait valider chaque cas de figure. Ci dessous, nous avons le détail de la liaison plancher sur sol plein et murs de façade. A gauche dans le cas dalle béton/mur béton et à droite le cas dalle béton/mur en ossature bois.

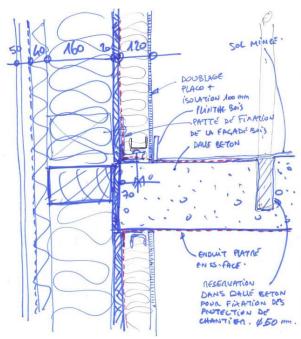
Une attention particulière est portée pour couper les ponts thermiques en mettant un isolant entre la dalle béton et le revêtement de sol, et en veillant à la continuité de l'isolation au niveau de la liaison sol/mur.

L'étanchéité à l'air est réalisée par le béton, naturellement étanche, et dans le cas des ossature bois par un OSB en face intérieure, caché et protégé par un doublage plâtre. Il figure sur le détail par une ligne rouge. La continuité d'étanchéité entre le béton et le mur en ossature bois ou entre plaques d'OSB est réalisée par des adhésifs adaptés.

DETAILS PIEDS DE FAÇADES



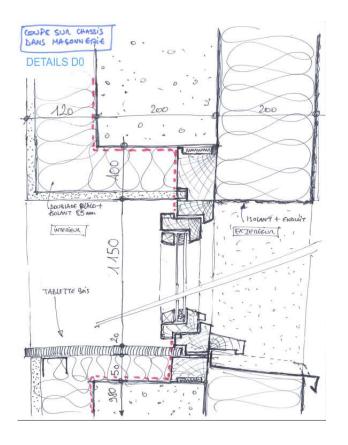


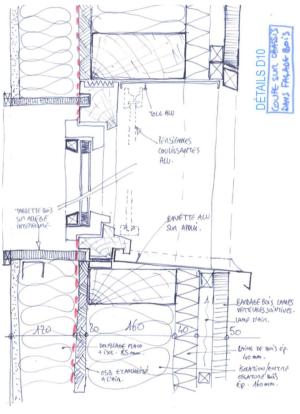


Dans les niveaux, la liaison entre le plancher béton et les ossature bois est détaillée dans le croquis à gauche.

L'étanchéité à l'air, représentée par le pointillé rouge, reprend le principe évoqué auparavant : Le plancher en béton est naturellement étanche. Le mur en ossature bois est rendu étanche par des plaques OSB de 20 mm. La liaison entre plaques et entre plancher béton et mur en bois est réalisée par des adhésifs adaptés.

3.2. Murs de façades – Menuiseries extérieures





Les détails ci dessus figurent la mise en place des menuiseries extérieures en bois triple vitrage dans des murs béton (à gauche) ou des murs en ossature bois (à droite).

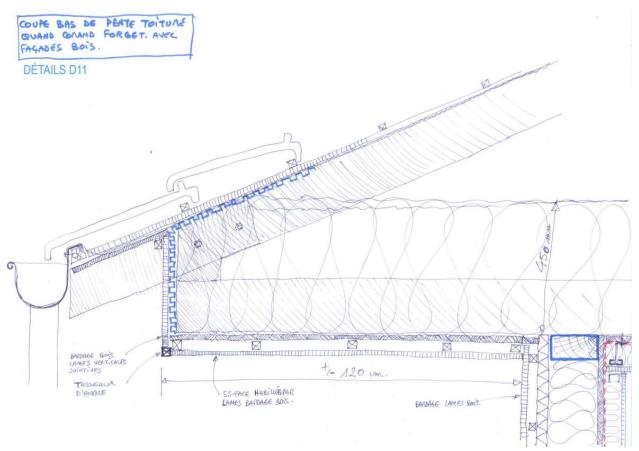
Le travail a principalement consisté en la réduction du pont thermique entre la menuiserie et son support, notamment en faisant remonter les isolants contre le dormant de la menuiserie.

Un moyen de réduire au mieux les ponts thermiques liés à l'intégration des menuiseries a été de remplacer les volets roulants que l'on retrouve habituellement dans les constructions de logements neufs en France pour passer en persiennes métalliques à projection. Cette solution permet de supprimer la réservation du coffre de volet, ainsi que le passage du câble électrique servant à la motorisation du volet roulant. La persienne métallique à projection permet également d'améliorer le confort d'été et de réduire en pratique les consommations électriques d'éclairage.

Les simulations sur PHPP ont permis de positionner la fenêtre au mieux : Au nu extérieur du mur béton, juste avant l'ITE, et au nu intérieur sur les murs en ossature bois.

La barrière marquant l'étanchéité à l'air est déssinée en pointillés rouge. Pour maintenir la performance, les menuiseries sont posées avec compribande et adhésifs adaptés au support pour faire le lien menuiserie / support.

3.3. Liaison mur/dalle des combles



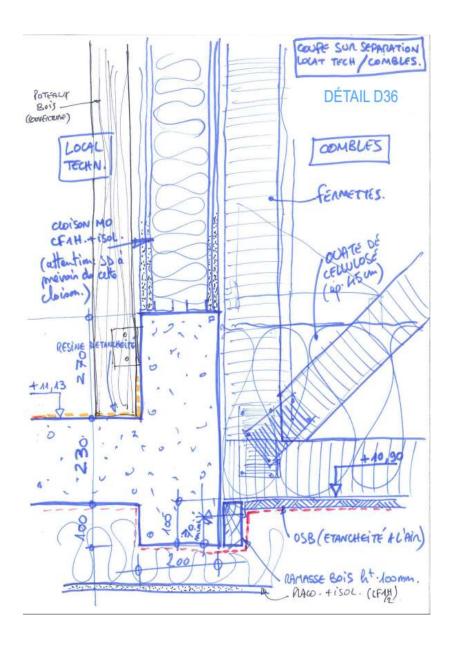
Dans notre cas, l'étanchéité à l'air se traite simplement avec un adhésif de liaison entre le mur et le plafond réalisé en plaques d'OSB (en bas à droite sur le schéma ci dessus). Un

faux plafond vient ensuite faire l'habillage intérieur. Cette solution permet de traiter efficacement l'étanchéité à l'air et la distibution des réseaux dans les plafonds.

Au niveau thermique, la performance se traite en déroulant 45 cm d'isolant en ouate de cellulose en comble.

La chaufferie et le local VMC de ce projet se situent en combles. Nous avons donc créé une vraie dalle béton en combles pour accueillir les matériels et assurer des conditions d'entretien satisfaisantes.

Le détail ci dessous explique comment est traitée la liaison entre le plancher béton du local technique et les fermettes de la charpente. On voit que l'on a cherché à maintenir une continuité d'isolant entre le plancher du local en béton et le logement en dessous.



4. Etanchéité à l'air

4.1. Composition de l'étanchéité

Le projet a été réalisé avec une structure mélangeant bois et béton (planchers béton, murs pignons en béton et murs sur les façades principales en ossature bois). L'étanchéité à l'air est réalisée par le béton, naturellement étanche, et dans le cas des ossature bois par un OSB en face intérieure, qui sera caché et protégé par un doublage plâtre.

La continuité d'étanchéité entre le béton et le mur en ossature bois ou entre plaques d'OSB est réalisée par des adhésifs adaptés.

Pour s'assurer de l'atteinte de la performance durant tout le chantier, nous avons décidé de faire une sensibilisation des entreprises au démarrage des travaux, mais aussi au moment de l'arrivée des entreprises de second oeuvre.

Nous avons commandé une campagne de tests en cours de chantier, à la fin du clos et couvert. Plutôt que de tester des logements, nous avions décidé de tester la performance d'étanchéité niveau par niveau. Nous avions laissé des réservations dans les murs béton entre logements, et nous avons ainsi pu tester un niveau entier à chaque fois. Il était simple de refermer de façon étanche les trous ainsi prévus.

Les tests intermédiaires furent très satisfaisants, alors que la première campagne de tests de fin de chantier mesura une étanchéité au delà du 0.60 vol/h attendu. Après de nombreuses recherches, nous avons découvert que l'entreprise d'électricité, en retard, avait fait appel à d'autres ouvriers en plus de ceux initialement prévus sur le chantier, sans nous en avertir. Ceux ci n'étaient pas sensibilisés aux performances attendues et l'entreprise a réalisé des trous dans l'enveloppe étanche, pour passer ses gaines, sans prévenir les autres corps d'état.

Nous avons donc essayé de reprendre tous les percements que nous avons pu identifier, ce qui nous a permis au final d'atteindre un n50 à 0.58 vol/h, mais nous continuons à penser que certains trous n'ont pas pu être repris.

4.2. Tests d'étanchéité



Attestation de perméabilité Passiv Haus

Ce document certifie que

Le bâtiment de 12 logements collectifs situé Rue La Galachère 42570 SAINT-HEAND et dont le maître d'ouvrage est l'entreprise LOIRE HABITAT 30 rue Palluat de Besset 42000 SAINT-ETIENNE est conforme au critère d'étanchéité à l'air de la certification PASSIV HAUS avec n50 ≤ 0.60 vol/h.

Pour le bâtiment de logements collectifs considéré :

Logement	Volume chauffé en m ³	n ₅₀ moyen en vol/h	V*n ₅₀
1	139.35	0.510	71.068
2	175.26	0.565	99.021
3	215.08	0.370	79.579
4	175.26	0.710	124.434
5	215.08	0.455	97.861
6	139.35	0.595	82.913
7	175.26	0.575	100.774
8	215.08	0.435	93.559
9	187.11	0.590	110.394
10	175.26	0.745	130.568
11	215.08	0.575	123.671
12	185.85	0.945	175.628

n₅₀ immeuble = Σ(n50 i * Volume chauffé i) / ΣVolume chauffé i =0.582 vol/h

Nom du mesureur (N°autorisation MB 0299-3): Fabrice DELORME Date et signature : 11/05/2014

ASTB sas au capital de 10 000 Euros RCS SAINT-ETIENNE N°Siret : 528 624 299 00020 Code APE/NAF : 7120 B

5. Ventilation

Le recours dans ce projet à une VMC double flux à récupération de chaleur fut une première pour moi.

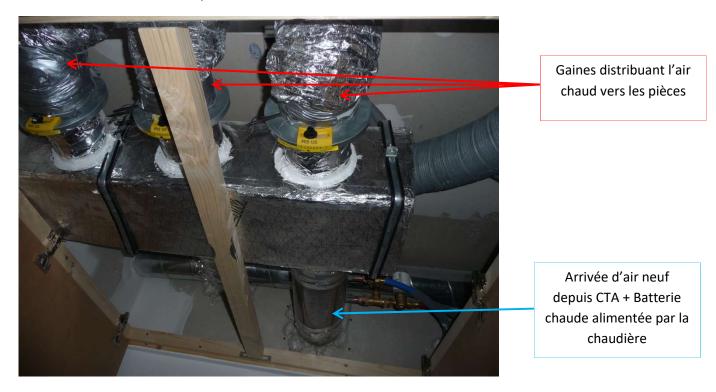
Nous avions initialement opté pour un système collectif avec récupération de chaleur par échangeur rotatif, certifié Passiv Haus. Ensuite nous nous sommes décidés pour le modèle «Gold RX Series» de la marque SWEGON de grande efficacité de récupération de chaleur (82%) et de faible consommation (0,45 Wh/m³)



Les gaines arrivent dans les logements au niveau des WC, où nous avons prévu des plafonds entièrement démontables pour permettre des réglages et un entretien facile.

Le chauffage est intégralement assuré par la VMC: La récupération de chaleur sur l'air extrait permet de préchauffer l'air neuf.

Des gaines d'eau chauffée par la chaudière collective, et pilotée par le thermostat de chaque logement, arrivent dans le plafond du WC pour fournir les calories permettant à l'air qui arrive de la CTA d'atteindre la température demandée.



Vue sur le système de distribution VMC + chauffage depuis la trappe en plafond des WC

Cet air chaud est ensuite distribué dans les pièces du logement par le réseau de VMC. Aucun appoint complémentaire n'est requis.

En complément de ce système et pour offrir un peu plus de confort à nos locataires, nous avons mis en place des séche serviettes dans les salles de bains.

Compte tenu de l'emprise de l'installation, des besoins pour son entretien et de la topologie du site, nous avons décidé de mettre le local CTA dans les combles de l'immeuble, qui était en fait au même niveau que la voirie publique qui dessert notre immeuble.

Nous avons décidé de mettre en place des hottes de cuisine à recyclage, pour réduire l'encrassement des gaines et des filtres en extraction, tout en préservant l'étanchéité à l'air, et nous avons réalisé une campagne d'information des locataires pour leur expliquer le concept Passiv Haus et les rassurer notamment sur le fonctionnement de la VMC double flux.

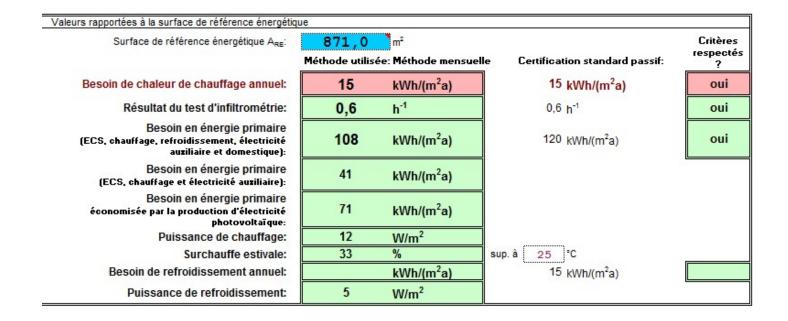
Au final, nous avons pu constater le bon fonctionnement de l'installation et l'atteinte des performances attendues, mais nous avons été confrontés à un problème de recyclage d'odeurs par la VMC, qui étaient renvoyées ave l'air neuf sur l'ensemble des logements..

Après de nombreuses et longues recherches, nous avons décidé, en accord avec le fabricant, de procéder au remplacement de la CTA par échangeur rotatif par une CTA à échangeur à plaques. Les paramètres ont dû être adaptés en conséquence mais l'ensemble donne désormais satisfaction.



CTA à échangeur de chaleur à plaques (contre-courant) utilisé à la Galachère

6. Résultats PHPP



7. Coûts de la construction

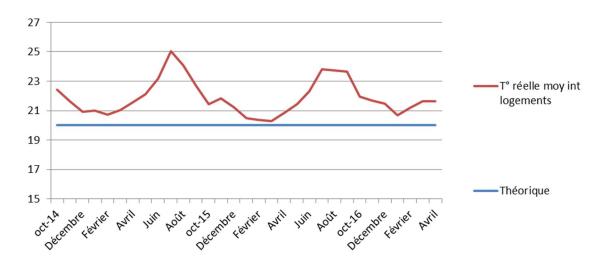
- Surface habitable: 880 m² pour 12 logements
- Coût de construction hors VRD : 1 480 000 € HT, soit 1 682 € HT / m² SHAB.
 Inclus fondations spéciales, passerelle et ascenseur
- Prix de revient financé : 2 200 000 € TTC, soit 2 500 € TTC / m²

8. Retours d'expériences

Le dossier de la Galachère étant la première expérience passive de Loire Habitat, nous avons fait instrumenter l'ensemble de l'immeuble pour suivre les consommations énergétiques, le confort ressenti et être averti en temps réel en cas de dysfonctionnement.

Ci après figurent quelques retours parmi les plus instructifs sur les 3 premières années de suivi.

Température mensuelle moyenne des logements

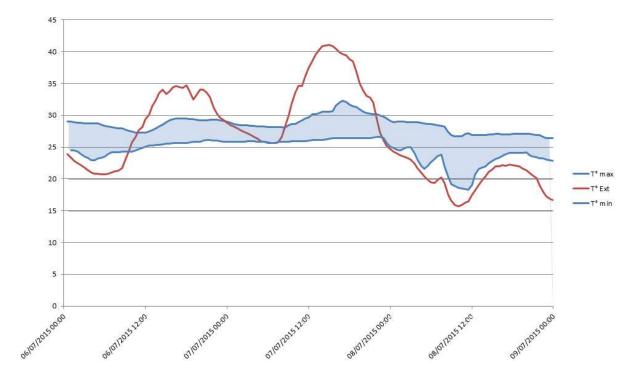


On remarque tout d'abord que, comme on pouvait s'y attendre sur des logements en location, la température réelle intérieure est bien supérieure au 20°C retenu dans la modélisation PHPP. La température moyenne intérieure mesurée dans les logements est de l'ordre de 21.5°C.

On peut également lire que la température moyenne ne descend jamais au dessous de 20 °C, ce qui est une première satisfaction par rapport au concept Passiv Haus.

La température moyenne mensuelle reste également inférieure à 25°C en été ce qui semble aller dans le sens d'un bon confort d'été, avec un second été mieux maitrisé que le premier. On peut y voir les effets d'une correction des comportements des locataires liés aux sensibilisations complémentaires menées par Loire Habitat, mais cela reste à confirmer notamment en lien avec la température extérieure (l'été 2015 était peut être plus frais ?).

Températures relevées (min-max) lors d'une journée particulièrement chaude



Le graphique ci dessus représente les températures du logement le plus chaud et du logement le plus frais durant des journées particulièrement chaudes. (Les différences proviennent du comportement des locataires et de son usage des protections solaires).

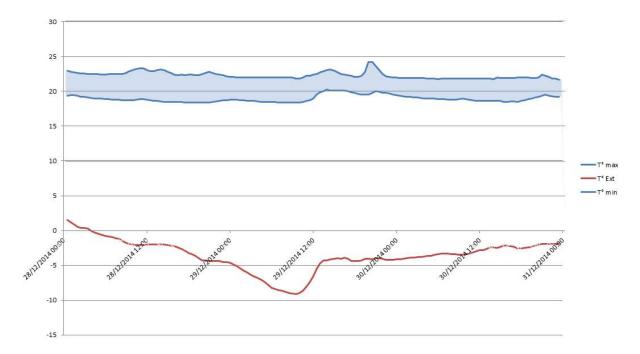
On en déduit que le comportement de l'ensemble des autres logements de l'immeuble se retrouve dans la zone bleue, la température extérieure mesurée étant représentée en rouge.

On constate le bon comportement global de l'immeuble en confort d'été, avec un écart sensible entre la température extérieure et celle du logement, ce qui se traduit par un sentiment de fraîcheur lorsque l'on rentre chez soi.

L'ensemble des logements a un comportement assez homogène avec cependant une différence nette (3°C en moyenne) de température intérieure selon le bon usage ou non des protections solaires.

Enfin, les comportements vertueux permettent de profiter largement du rafraîchissement nocturne ou matinal et de largement abaisser la température intérieure (8 juillet 2015 entre minuit et midi).

Températures relevées (min-max) lors d'une journée particulièrement froide



On mesure de la même façon les températures des logements et la température extérieure, mais ici dans le cas d'une froide journée d'hiver.

Encore une fois, on remarque une bonne homogénéité des températures pour l'ensemble des logements, avec des cas particuliers.

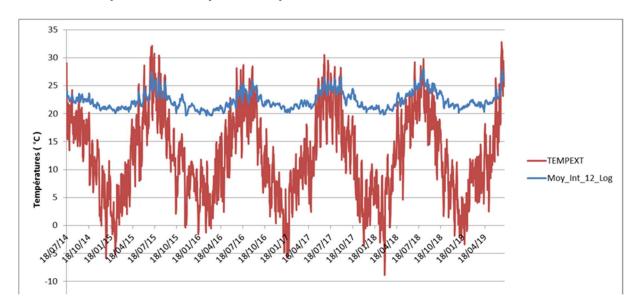
Ainsi, après des recherches complémentaires, nous avons compris que le logement le plus frais était occupé par une personne jeune et dynamique, qui ne ressentait pas le besoin de mettre en service son appoint de chauffage. Elle se contentait de la température de l'air en sortie de VMC, soit entre 18 et 20°C.

Ce retour permet de mesurer directement l'efficacité de la VMC Double Flux (température extraite des logements de l'ordre de 23°C en moyenne pour une température d'air neuf insufflé de 18°C par une température extérieure négative!) et valide le concept Passiv Haus en confort d'hiver.

A l'inverse, le logement le plus chaud maintenait son thermostat en position maximum. Cela nous a permis de percevoir l'apport réalisé par la batterie chaude (jusque + 5°C).

L'immeuble maintient globalement des températures confortables malgré des journées complètes en températures négatives.

Température moyenne depuis la mise en service de l'immeuble



Ce dernier graphique représente la température moyenne de l'ensemble des logements (en bleu), comparée à la température extérieure (en rouge), depuis la mise en service de l'immeuble.

Il donne des indices sur la pérennité de la performance dans le temps, en sachant que certains locataires ont été remplacés durant cette période : Fraîcheur en été, maintien de la chaleur en hiver.

Par rapport aux hypothèses émises sur le premier graphique, et même si on voit mal ici l'été 2014, nous pouvons confirmer que l'été 2015 était un des plus chauds, et on perçoit un confort d'été mieux maitrisé, grâce aux sensibilisations complémentaires et des modifications de comportement.

Le suivi énergétique et du confort des locataires a permis au final de valider le concept du logement passif appliqué au logement locatif social et au fonctionnement spécifique de Loire Habitat.

En nous appuyant sur cette opération, nous avons ainsi décidé de lancer une seconde opération de logements visant une certification Passiv Haus : La Madeleine à Montbrison, qui comporte un immeuble de 24 logements et 10 pavillons. Le chantier démarre en juillet 2019 et vise une livraison au 1^{er} trimestre 2021.

La Galachère a validé un certain nombre d'idées ou de matériels/matériaux comme les persiennes à projection, qui permet d'avoir une occultation sans impacter l'étanchéité à l'air, tout en permettant de bloquer le rayonnement solaire en été en laissant passer la lumière naturelle, la ventilation double flux ou l'utilisation de parois en ossature bois, qui sont depuis utilisés sur d'autres projets de Loire Habitat, sans que ceux-ci soient nécessairement de niveau passif.

La réalisation de ce projet a aussi mis en évidence l'utilité du suivi énergétique sur les projets performants voire le besoin de trouver un dispositif sécurisant Loire Habitat dans l'atteinte et le maintien de la performance énergétique dans le temps. J'ai ainsi mis en place des missions de commissionnements sur d'autres projets ambitieux en terme de performance thermique (la réhabilitation du siège de Loire Habitat ou le projet de la Madeleine).

A titre plus anecdotique, la pertinence du concept Passiv Haus et les résultats mesurés ont incité l'ingénieur en charge du suivi énergétique de la Galachère à aller passer avec succès une certification CEPH.

9. Publications

La Galachère est officiellement le 1^{er} projet de logements passifs collectifs, ainsi que le 1^{er} projet de logement social certifié Passivhaus dans le département de la Loire.

La réussite de ce projet a fait l'objet de nombreuses distinctions, allant du niveau local au niveau international, et a fait l'objet de nombreux articles de presse. Parmi les principales distinctions, on peut citer :

- Le Prix Spécial du Jury de la Fédération des OPH lors du Solar Décathlon Europe,
- Le Prix Climat de Saint Etienne Métropole,
- Une présentation du projet lors du Forum International Bois Construction,
- Une présentation du projet lors du Salon Passi'bat.

Le projet a également fait l'objet d'articles dans le Moniteur, la lettre Vecteur Gaz de GRDF, la revue habitat naturel, le journal du BTP, le journal local le Progrès, l'Essor, etc. et il a été présenté à de nombreuses reprises auprès de professionnels du bâtiment (bailleurs sociaux, architectes, bureaux d'études) ou d'institutionnels (réseau Ville et Aménagement Durable, élus, financeurs,...)