

Le bloc moteur de la VMC double-flux, placée au grenier

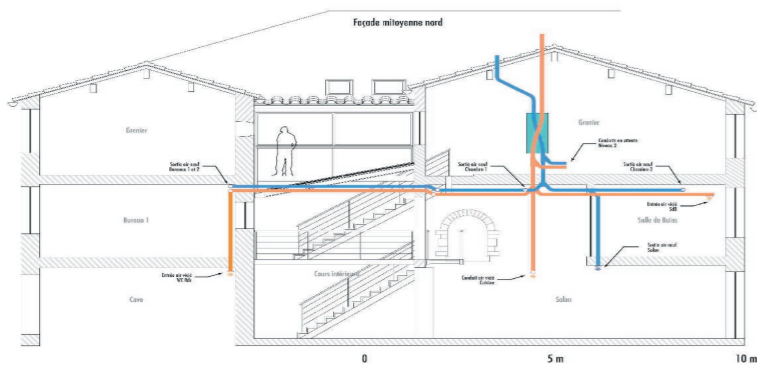


Le bureau d'étude estime que pour limiter la fréquence de surchauffe ($T > 25^{\circ}\text{C}$) à 10% de l'année, il est nécessaire d'atteindre un taux de ventilation supérieur à 1,5 volume par heure en moyenne journalière. Une surventilation nocturne a été envisagée afin d'améliorer ce confort d'été. Des ouvertures placées aux extrémités de la maison permettent une circulation d'air dans l'ensemble des pièces de vie. Les conduits de la VMC sont calorifugés lorsqu'ils traversent un local non chauffé afin d'éviter les chocs thermiques et les risques de condensation inhérents. Les propriétaires ont volontairement laissé apparent les conduits de ventilation qui circulent sous les passerelles d'accès du second étage. Ce détail esthétique exprime le volonté de départ d'un style «loft» et moderne.

Le passage des conduits de ventilation



Le passage des conduits de ventilation



Le schéma de distribution du système de ventilation double-flux

LE CHAUFFAGE - EAU CHAUDE

Les 65 kWh/m² par an de besoins de chauffage sont couverts par une chaudière gaz à condensation. La chaudière est reliée à un plancher chauffant au rez-de-chaussée et à des radiateurs à chaleur douce à l'étage. Elle possède un rendement de 99 / 93% pour une charge de 30 / 100%. Elle est située hors du volume chauffé. Les propriétaires ont fait installer un chauffe-eau solaire individuel. Il permet d'assurer 50 à 60% des besoins d'eau chaude à l'année. En Bourgogne, il permet l'autonomie l'été et la mi-saison. Hors saison de chauffe, il peut assurer les besoins par temps ensoleillé, même par des basses températures. Lorsque le soleil n'est pas clément, la chaudière condensation assure la relève. Ce fonctionnement été-hiver est intéressant car il permet de stopper la chaudière sur la moitié de l'année, ce qui la fatigue moins. D'autant qu'une chaudière s'encrasse facilement lorsqu'elle tourne au ralenti. Sur ce projet, l'Architecte des Bâtiments de France a imposé l'orientation des capteurs à l'Ouest ainsi que leur intégration à la toiture. Ce qui causé des soucis au maître d'ouvrage au niveau de l'étanchéité de la toiture, faute d'abergements adaptés.

ÉCLAIRAGE - AMBIANCE

Les propriétaires ont installé des ampoules à faible consommation d'énergie. 90% de l'éclairage est constitué de LED (diode électro-luminescente). Outre leur durée de vie (30 000 à 50 000 heures), et très peu énergivores (90% d'économie d'énergie par rapport à une ampoule à incandescence), elles s'allument instantanément et supportent bien les allumages à répétition. Cependant leur faisceau lumineux réduit nécessite une autre conception de l'éclairage des pièces. Le parti pris du maître d'ouvrage a été d'en disposer plusieurs réparties aux quatre coins de chaque pièces de vie afin de créer un éclairage indirecte en utilisant les surfaces des murs. Il est possible de moduler leur intensité et leur coloration afin de varier l'ambiance lumineuse. La photo ci-dessus offre un point de vue sur la cuisine dont les cloisons ont été désolidarisés du plafond afin d'éviter un effet de cloisonnement visuel.

Une ampoule composée de 3 LED d'une puissance de 1,5 W chacune



Le parti pris du maître d'ouvrage a été d'en disposer plusieurs réparties aux quatre coins de chaque pièces de vie afin de créer un éclairage indirecte en utilisant les surfaces des murs. Il est possible de moduler leur intensité et leur coloration afin de varier l'ambiance lumineuse. La photo ci-dessus offre un point de vue sur la cuisine dont les cloisons ont été désolidarisés du plafond afin d'éviter un effet de cloisonnement visuel.

Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement de Saône-et-Loire

6 quai Jules Chagot - BP 225 - 71308 Montceau les Mines Cedex - Tél. 03 85 69 05 25 - Fax. 03 85 69 05 30 - Mail caue71@orange.fr

INSTALLATION DE CHAUFFAGE

Chauffage

chaudière gaz à condensation WEISHAUP type WTC15-A; puissance modulante de 4,3 à 14,7 kW.

Achat 7 500 €
main d'oeuvre 2 000 €
Total TTC (TVA 5,5%) 10 022,5 €
Installateur: SPEREN à MOROGES (71)

Chauffe-eau solaire

capteurs intégrés 4m²
Orientation ouest
Ballon ECS de 300L
Marque : WEISHAUP
Installateur : SPEREN A MOROGES (71)
en juillet 2009

Matériel ht 4 000 €
main d'oeuvre ht 1 000 €
Total TTC (TVA 5,5%) 5 275 €
Prime PECB 1 500 €
Crédit d'impôt (50%) 2 000 €

ÉNERGIE SOLAIRE

1m² capteur solaire en Bourgogne = 200 à 400kg de CO₂ évités par an (selon l'énergie substituée) = 300 à 500 kWh gratuits par an soit l'équivalent de 30 à 50 l de fioul

Matériaux

- Ossature bois en douglas non traité de la scierie à SIGY-LE-CHÂTEL (71)

- 30 cm de fibre de bois dans les combles et en plancher sur garage

- 20 cm de ouate de cellulose soit 300 sacs en provenance d'Allemagne fournis par SYMBIOSE (69) avec frein vapeur à hygrométrie variable DORKEN INTELLO® PROCLIMA™

- isolation du plancher bas par 8cm de polyuréthane HD sous plancher chauffant

- Double vitrage aluminum 4/16/4 Ug= 1,1 - basse émissivité

POUR EN SAVOIR PLUS, CONTACTEZ



ESPACE INFO>ÉNERGIE
Tél. 03 85 69 05 26

infoenergie-caue71@wanadoo.fr
coordonnées de tous les EIE sur :

N° vert : 0 810 060 050

2010

HABITAT BIOCLIMATIQUE

Opération

Rénovation lourde d'une maison en pierre au centre ville de Cluny. Maison mitoyenne sur deux flancs (Nord et Sud)
En secteur sauvegardé

A répondu à l'appel à projet 2007 de la région Bourgogne

Certifié Bâtiment Basse Consommation (BBC) rénovation :

67.6 kWhEP/m².an (chauffage + eau chaude + auxiliaire + éclairage)
(objectif < 80 kWhEP/m².an)

Maître d'ouvrage privé

Résidence principale d'une famille de 4 personnes

Maîtrise d'oeuvre

Conception, suivi du lot métallique et dépôt du permis par :

CLAUDE VEYRET -architecte DPLG à VILLEURBANNE (69)

Conception, suivi des travaux et auto-construction

par les propriétaires

Bureau d'étude ENERGELIO (59)

Chronologie

Achat de la maison 2005
Dépôt du permis de construire 2005
Démolition et réfection du mur qui porte la verrière 2005 - début 2006
Études début 2007
Enménagement oct - 2009
Réception des travaux à venir

Surface

294 m² Surface habitable

Coûts

Achat maison 130 000 €
Montant des travaux 204 000 €
Coût total 334 000 €
Coût au m² SHON 1 136 €/m²



Le schéma d'implantation urbain

MAISON D'HABITATION

Clunisois - Maître d'ouvrage privé

12

façade Ouest qui donne sur la rue



Le projet est situé en centre ville de Cluny et prend place dans un bâti en pierre qui a connu maintes reprises, notamment au XII^{ème}, XVIII^{ème} et XX^{ème} siècle. La rénovation d'une maison en secteur sauvegardé s'avère être un défi intéressant. Il s'agit d'intervenir en respectant et préservant l'identité du bâtiment sans nécessairement le figer au rayon d'un musée d'histoire. Le parti pris du maître d'ouvrage a été d'apporter une touche contemporaine au bâti ancien. Les travaux ont été validés par l'Architecte des Bâtiments de France. Il est le garant de la sauvegarde du patrimoine, il donne son avis sur les travaux effectués dans le périmètre de protection des monuments historiques Il s'agit à l'origine de deux batiments en pierre reliés par une cour intérieure et dont chacune des façades donne sur une rue distincte.



Vue de la cour centrale, transformée en serre intérieure

Les propriétaires ont muri leur projet pendant trois années au cours desquelles ils se sont documentés auprès de professionnels, dans différents salons, par des visites à l'étranger, en lisant des revues et des ouvrages spécialisés. Au fur et à mesure des renseignements glanés, le projet a subi des réorientations. L'essence du projet est de restaurer un habitat ancien dans un esprit contemporain façon «loft». Ils ont consulté un architecte afin de concevoir les plans de la maison ainsi que pour suivre la réalisation de la couverture métallique de la serre. Les propriétaires souhaitent vivre dans un habitat biosourcé c'est à dire un environnement sain, composé de matériaux peu ou pas polluants, d'origine végétale. C'est la raison pour laquelle ils ont

porté une attention particulière à l'installation électrique en se protégeant des champs électromagnétique par des gaines blindées et des rupteurs de champs. Ces équipements limitent l'émission de champs électromagnétiques dont l'effet sur la santé demeure méconnu.

Le maître d'ouvrage a consulté un bureau d'étude afin de réaliser différents scénarii d'optimisation énergétique. Avant travaux, l'étude a révélé des besoins de chauffage (hors eau chaude) à 148 kWh/m² par an.

La première optimisation baisse les besoins à 71 kWh/m² et concerne le traitement des ponts thermiques, l'isolation des murs, planchers bas et toitures ainsi qu'une ventilation double flux. La seconde optimisation vise en plus des travaux cités précédemment à remplacer les fenêtres du second étage par des menuiseries en bois triple vitrage avec isolation renforcée, ce qui conduit à des besoins de 65 kWh/m² en chauffage. Il s'agit de l'option retenue pour la réalisation des travaux.



LES TRAVAUX

La première étape a été de démolir tout un pan de mur qui donne sur la cour afin d'ouvrir l'espace d'un des deux bâtiment. Ce pan de mur a été remonté en béton armé percé de larges ouvertures donnant sur l'espace de vie: cuisine et salon. Puis la cour intérieure a été couverte par une grande verrière apportant de la luminosité et la chaleur directe du soleil. En été, une toile se déroule sur la verrière de manière à protéger le volume de la surchauffe. Le mur du fond contre lequel s'appuient les escaliers, en mauvais état, a été démol



Le coffre contenant la toile de protection solaire

puis totalement remaçoné à la chaux par le maître d'ouvrage. Un enduit à la chaux hydraulique recouvre certaines parties intérieures du mur en pierre. Les travaux ont révélé des pierres de taille issues de l'abbaye du X^{ème} siècle, en grande partie démolie à la révolution et dont les pierres ont été vendues aux plus offrants. Le plancher en béton d'origine du 1^{er} étage a été démol



La dalle béton du 1^{er} étage au-dessus de la cuisine a été cassée et remplacée par un plancher bois isolé par 10cm de ouate de cellulose pour améliorer l'acoustique

FOCUS: LE TRAITEMENT DES PONTS THERMIQUES

Les ponts thermiques constituent le point faible de l'isolation, ce sont les parties par où s'échappe majoritairement la chaleur. Ils sont également la source de condensation pouvant dégrader la qualité de l'air ambiant. C'est le phénomène de paroi froide qui, au contact d'un air chaud chargé en humidité, condense. Les ponts thermiques dits linéiques se mesurent avec le coefficient Ψ (psi), plus ce coefficient est grand, plus les déperditions linéiques sont importantes.

Les photos ci-dessous mettent en évidence les points sujets à ponts thermique. Il s'agit principalement des ruptures d'isolation aux liaisons dalle-façade, cloisons-façades etc. Ces liaisons ont été rompues afin d'être comblées par un isolant. Ce traitement permet d'éviter que les calories s'échappent par la dalle en contact avec le mur grâce à l'isolant et améliore donc grandement l'efficacité thermique globale.

Pour les murs de refends porteurs, impossibles à percer, ils ont été couverts par 10 cm d'isolant sur une distance de 1 à 1,5 m par rapport aux liaisons avec l'extérieur (au niveau des fondations et du grenier qui est non chauffé).



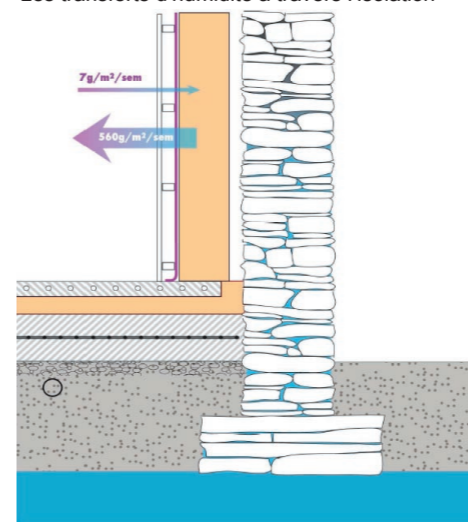
La dalle béton a été cassée aux endroits où elle était non porteuse et désolidarisée du mur extérieur pour supprimer le pont thermique

Le mur de refend qui soutient la verrière a lui aussi été construit avec un vide à sa jonction avec le mur mitoyen



L'ISOLATION DES MURS EN PIERRE

Les transferts d'humidité à travers l'isolation



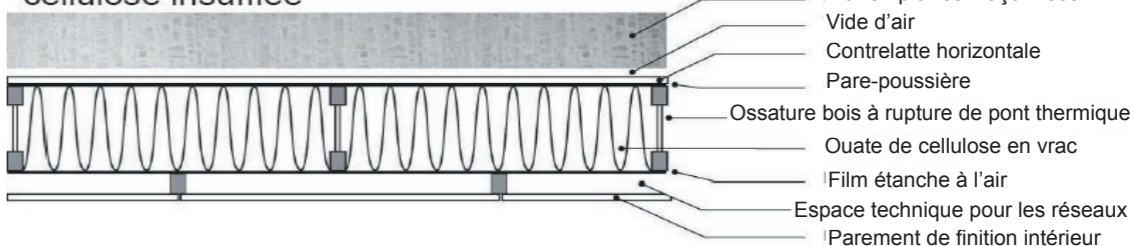
Un mur en pierre n'est pas isolant, cependant sa grande masse lui confère une inertie thermique importante. Cette inertie permet de conserver une fraîcheur confortable malgré un été caniculaire et conserver la chaleur plus longtemps en hiver. Les murs en pierre déphasent la chaleur plus longtemps qu'un mur en parpaing ou en bois et réduisent ainsi sensiblement les variations de température entre l'espace chauffé et l'extérieur. Toutefois il est nécessaire d'isoler ces murs afin que les calories générées à l'intérieur de la maison soient ralenties par l'isolant. Il convient de prendre garde au choix de l'isolant car les murs anciens réagissent différemment à l'humidité et certains isolants peuvent engendrer des désordres. C'est la raison pour laquelle il a été choisi d'isoler avec de la ouate de cellulose, un matériau ouvert à la diffusion de la vapeur d'eau, permettant ainsi au mur de continuer à réguler l'humidité.

Le mur a été isolé par l'intérieur avec 20cm de ouate de cellulose entre montants. L'ossature bois qui reçoit l'isolant est éloignée de quelques centimètres du mur afin de créer un vide d'air réduisant les risques de condensation dans l'isolant.

En effet, l'isolant provoque une brusque chute de température dans sa structure. Ce refroidissement brutal de l'air entraîne une condensation, le point de rosée, qui va dépendre de la température et de l'humidité de l'air. Le vide d'air permet d'éviter que l'isolant se charge en humidité par adsorption au contact de la pierre. Le frein vapeur hygrovariable permet d'adapter la régulation de l'humidité à travers le mur selon la saison, en étant plus étanche en hiver et plus ouvert en été, pour une bonne évaporation sous l'effet de la chaleur. L'avantage de la ouate de cellulose est qu'elle conserve son pouvoir isolant malgré le fait qu'elle ait été soumise à de l'humidité. Cependant, l'isolation par l'intérieur a l'inconvénient de freiner l'inertie du mur en pierre.

Les calories produites en interne sont ralenties par l'isolant et peinent à se stocker dans le mur en pierre. Elles seront également freinées dans le sens inverse, annihilant le rayonnement direct du mur masse.

Système constructif avec isolant en ouate de cellulose insufflée



L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

On peut voir sur le schéma ci-dessus le film frein vapeur qui assure l'étanchéité à l'air. Ci-contre, à droite, un exemple de calfeutrage au niveau du linteau d'une porte donnant sur un local non chauffé. Ci-contre, à gauche, une porte en bois massive donnant sur un local non chauffé qui respecte les standards passifs et en bas à droite, un zoom sur le joint de la porte spécialement conçu pour une étanchéité à l'air optimale.



L'étude thermique a évalué les fuites par les défauts de l'enveloppe avant travaux à 3,5 volumes par heure sous une pression de référence de 50 pascals. L'hypothèse proposée selon les travaux d'optimisation prévue serait de 1,25 volume par heure. Seule la réalisation d'un test d'étanchéité à l'air grâce à une porte soufflante permet de mesurer les fuites d'air réelles de l'habitation. Ce test consiste à mettre la maison en pression et dépression afin de constater le volume d'air qui s'échappe par les défauts d'étanchéité de l'enveloppe.

LA VENTILATION

La ventilation est assurée par une VMC double flux à haut rendement (88%). C'est à dire qu'elle est capable de récupérer les calories issues de l'air vicié à 88% afin de les libérer dans l'air insufflé par le biais d'un échangeur. Cela permet de réaliser moins de pertes de chaleur par renouvellement d'air. Les consommations du ventilateur ainsi que du dégivreur ont

été évaluées à 877 kWh/an. La ventilation double-flux participe également au confort d'été mais d'autres aspects ont été étudiés afin d'éviter les surchauffes.

CURIOSITÉ



La dalle du rez de chaussée en béton ciré entoure le puits avec un encadrement en pierre de Bourgogne

L'enduit à la chaux recouvre le mur situé sous la verrière qui donne sur le garage et les WC

