

RAPPE – Rénovation Architecturale Patrimoniale et Performance Energétique

Un habitat social, écologique et rénové – Peau neuve dans le logement social.

Société HLM les Châlets

Présentation du projet

RAPPE est un projet pilote mené par Luc Floissac chercheur au GRECAU - LRA de l'école d'architecture de Toulouse dont l'objectif est de rechercher des solutions de réhabilitation économique conjuguant performances énergétique et environnementale. Ce projet a vu le jour dans le cadre de la réhabilitation d'une vieille maison toulousaine afin de créer trois logements sociaux dont le maître d'ouvrage est la SA HLM des Chalets. La maîtrise d'ouvrage du chantier a été réalisée par le cabinet d'architecture Jean-François Collart.



Etat des lieux

Le bâtiment à rénover est une maison toulousaine de 320 m² comportant 3 appartements mitoyens en duplex.

A l'extérieur, les murs sont constitués de « briques foraines » (constituées de terre cuite) parfois associées à des galets qui sont recouverts par un enduit de ciment partiellement dégradé.

Le sol du RDC est une dalle de béton coulée sur une ancienne dalle de terres cuites posées à la chaux sur le sol.

Les murs de refend (murs mitoyens entre chaque appartement) sont constitués d'un soubassement de pierre et de briques cuites surmonté d'adobes (briques de terre crue). Compte tenu de leur présence à l'intérieur du bâtiment, ces murs lourds ont un grand intérêt par leur capacité à contribuer à l'inertie thermique du bâtiment et à participer passivement à la régulation de la

vapeur d'eau dans celui-ci.

Les menuiseries anciennes sont très endommagées.

Le système de chauffage est ancien et mal conçu. Il doit être complètement remplacé.

Objectif du projet

RAPPE a pour objectif de mener une réflexion afin d'obtenir des bâtiments performants sur le plan des consommations énergétiques, de préserver et conserver le patrimoine architectural tout en respectant une démarche environnementale.

Pour cela, ce projet considère :

- l'impact environnemental du projet lui-même (cycle de vie des matériaux...).

- l'utilisation des matériaux à faible contenu en énergie grise et à fort potentiel de stockage de CO₂ (bois, matériaux d'origine végétale...).

- les performances techniques des solutions techniques choisies.

- le coût économique des opérations de réhabilitation dans le cadre d'une probable augmentation du prix des matériaux conventionnels (isolants issues de la pétrochimie, métaux...) en raison des tensions sur le marché du pétrole et des exigences environnementales (taxe carbone, systèmes pollueur/payeur).



SITUATION



LOCALISATION

FICHE d'IDENTITE

projet
rénovation écologique pour du logement social

localisation

223 route de Bayonne
3100 TOULOUSE

maîtrise d'ouvrage

Société HLM Les Châlets

maîtrise d'œuvre

J.F. COLLART - architecte
L. FLOISSAC – LRA/GRECAU – ENSA de Toulouse

programme

bâtiment comportant 3 appartements mitoyens sur 2 niveaux chacun.

surface

332 m² de surface habitable.

coût

343.000€HT soit 1.200€HT/m².

financement

PREBAT.

réalisation

durée du chantier : début 2008 à mi 2009.

RAPPE un projet ambitieux

RAPPE conjugue différentes approches dont l'approche économique et la performance thermique.

Les objectifs retenus dans le cadre de ce projet sont de :

- conserver la volumétrie du bâtiment existant,
- aménager 3 appartements dont un pour personne à mobilité réduite,
- utiliser certains dispositifs efficaces et performants : ouvertures, systèmes de chauffage, ... ,
- prendre en compte l'importance de la ventilation, de l'inertie thermique, des problèmes de vapeur d'eau, la fragilité des isolants, la consommation énergétique, les émissions de CO2,
- minimiser le coût global des travaux.

Différents scénarios ont été étudiés à partir de logiciels de simulation thermique :

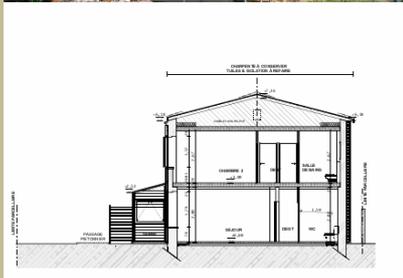
- A. bâtiment existant non isolé
- B. bâtiment isolé par l'extérieur sans serre
 - B1 vitrage classique
 - B2 vitrage argon
- C. bâtiment isolé par l'extérieur avec serre, vitrage argon et ventilation

Préconisations faites suite à l'étude des différents scénarios

1. gestion des soubassements
drainage terrain
piquage enduits ciment
2. isolation périphérique
30 cm de pouzzolane en vrac
3. isolation des murs
par l'extérieur en feutre de bois
bas de murs isolés sur les 50 premiers centimètres avec des plaques de liège
4. isolation des combles
fibres végétales ouate de cellulose en vrac sur 30 cm
5. menuiseries extérieures et doubles vitrages en 4-16-4 argon (U = 1,5)
volets de bois
6. chauffage
chaudières individuelles à condensation au gaz
conduit de fumée pour poêle à bois en complément
ECS et chauffage par 30 m² de panneaux solaires.



PHOTOS CHANTIER



PLAN MASSE

Comparaison de stratégies : démolition / réhabilitation ou reconstruction ?

Dans le cadre du projet, une comparaison entre différentes stratégies de démolition / reconstruction ou de réhabilitation du bâtiment a été étudié avec le logiciel COCON. On a supposé le bâtiment reconstruit à l'identique sur le plan morphologique

Les stratégies étudiées sont les suivantes :

A : reconstruction : fondation en béton, parpaing, laine V, plaque de plâtre, planchers béton, tuiles, menuiserie en pvc).

B : reconstruction : fondation béton, monmur, planchers béton, toiture végétalisée, menuiserie en aluminium.

C : reconstruction : fondation béton, parpaing, feutre de bois, dalle chanvre, plancher béton, bac acier, menuiserie en Bois.

D : reconstruction : fondation béton+pierre ponce, paille, dalle terre, plancher bois, bardeaux, menuiserie en bois.

E : Réhabilitation Standard : soubassement pur, laine de verre, plaque de plâtre, planchers béton, tuiles, menuiserie en pvc.

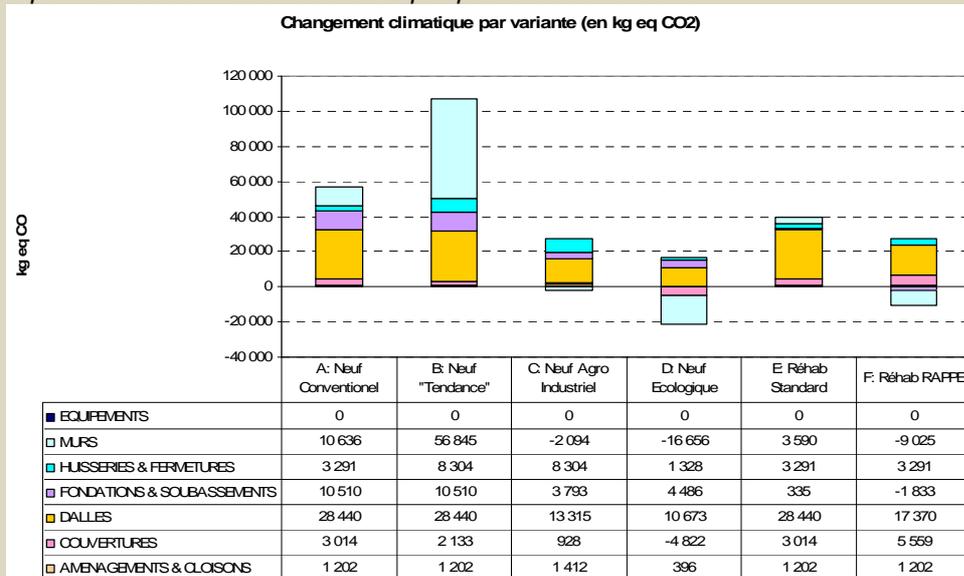
F : Réhabilitation RAPPE : soubassement liège, feutre bois extérieur, plaque de plâtre, plancher bois, tuiles, menuiserie en pvc.

En dehors de la réhabilitation « RAPPE », les prix ont été estimés en fonction des prix moyens du marché à Toulouse en 2008.

Ce projet montre que l'impact environnemental d'une réhabilitation lourde est inférieur à la démolition puis la reconstruction du bâtiment. Il est donc important de se donner les moyens de comparer différentes stratégies d'intervention.

Notons que l'utilisation de matériaux renouvelables à faible contenu énergétiques et stockeur de carbone est tout à fait compatible avec les nécessités d'une réhabilitation.

Répartition des émissions de CO2 par poste de construction



- Le coût d'une réhabilitation lourde performante d'un point de vue thermique et environnemental est comparable à celui de la reconstruction d'un bâtiment conventionnel. A ce prix, les performances thermiques et les prestations de la réhabilitation sont nettement meilleures.

- La solution B, avec des matériaux « techniques » cuits est plus onéreuse et moins vertueuse sur le plan environnemental que toutes les autres stratégies.

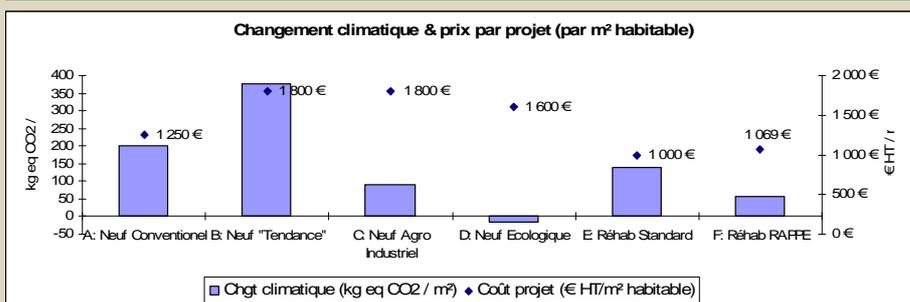
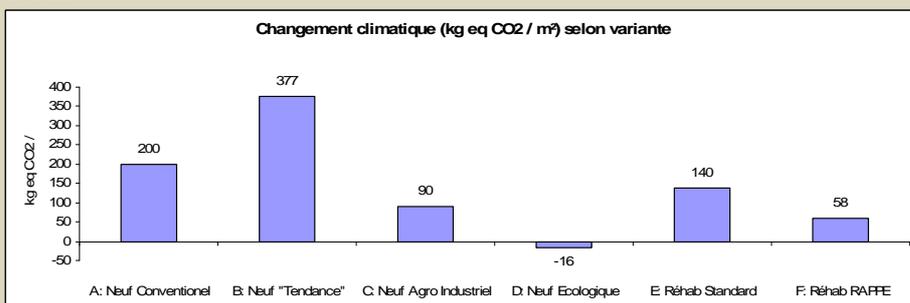
- La solution C améliore nettement le bilan environnemental de l'opération mais à un prix relativement élevé.

- La solution D est dans une optique résolument écologique de matériaux locaux quasi bruts est la plus performante sur le plan environnemental mais à un prix encore élevé.

- La réhabilitation selon les techniques les plus « standard » est la moins chère (du fait des économies d'échelle) mais conduit à se priver des qualités essentielles d'un bâtiment existant (inertie, matériaux de caractère).

- La réhabilitation telle que nous l'avons menée permet d'avoir des consommations d'énergie de fonctionnement faibles, un bilan environnemental très honorable à un coût très raisonnable tout en préservant certaines des qualités essentielles du bâtiment existant (en particulier son inertie).

Comparaison des émissions de CO2 et de leur prix pour les différentes stratégies étudiées



GESTES TECHNIQUES

Isolation par l'extérieur

L'isolation par l'extérieur a pour premier objectif d'offrir de bonnes performances thermiques. En effet, les problèmes de ponts thermiques y sont plus facilement résolus. Les isolants couvrent ainsi l'intégralité des façades. Les liaisons planchers-façade et cloisons-façade (abouts de planchers et nez de refend) qui forment des points faibles dans le cas de la réalisation d'une isolation intérieure sont ici traités. Ceci se traduit par des économies de besoins de chauffage.

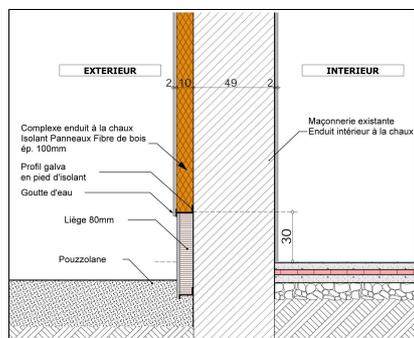
D'un point de vue économique et technique, les techniques d'isolation par l'extérieur sont encore plus judicieuses lorsque le changement des menuiseries est nécessaire. En effet, la pose des menuiseries s'en trouve simplifiée et les volumes habitables agrandis.

La sélection d'un matériau d'isolation par l'extérieur n'est pas aisée. Soumise aux caprices de la météo, aux chocs, une isolation extérieure doit offrir de bonnes performances thermiques et mécaniques. Selon les nécessités du projet, cette isolation peut être protégée par une 2^e peau périphérique (bardage ou enduit).

Dans notre cas, la réalisation d'un bardage aurait été à la fois trop coûteuse et esthétiquement trop éloignée de l'aspect du bâtiment existant pour être acceptable. Les matériaux susceptibles d'être enduits, aussi denses que possible tout en ayant une faible conductivité thermique, ont donc été retenus. Paramètre supplémentaire, le matériau recherché devrait offrir une faible résistance à la vapeur d'eau afin de ne pas offrir d'obstacles à la migration vers l'extérieur d'une partie de l'humidité qui remontent souvent au travers des murs des bâtiments anciens.

Après examen de différentes solutions, des panneaux de feutre de bois ont été choisis. Ces panneaux mi-durs, ne se tassent pas, ne s'affaissent pas, ne s'effritent pas avec le temps. Ce matériau accepte tous les revêtements : peinture, papier, chaux, enduits, terre crue et peut être facilement recouvert de bois, etc..., ce qui laisse une grande richesse pour l'expression de la nouvelle façade.

Plans du projet



- $\lambda = 0,04$
- perméabilité vapeur
- évacuation extérieure des excès éventuels d'humidité
- utilisation liège en bas est un isolant insensible à l'eau liquide

D'autre part, de la production jusqu'au recyclage, les produits au feutre de bois remplissent toutes les exigences écologiques. Le bois, en tant que matière première renouvelable, représente une ressource renouvelable. Lors de la production, sur des installations ménageant l'environnement, il n'est sciemment ajouté aucun produit ignifugeant, fongicide, pesticide ou liant synthétique. Les panneaux de feutre de bois résistent bien au vieillissement et sont, après quelques dizaines d'années, parfaitement réutilisables. Grâce aux composants naturels qu'ils contiennent, ces panneaux peuvent être aussi bien recyclés, compostés, qu'utilisés pour produire de l'énergie thermique.



Les panneaux d'isolation sont collés et visés.

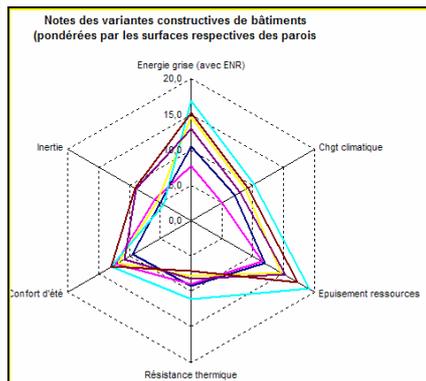
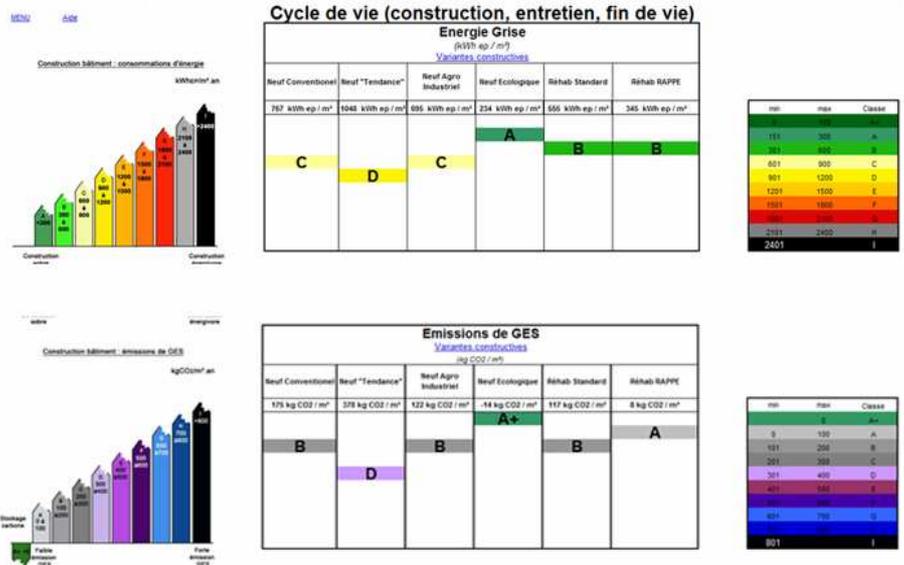
L'isolation par l'extérieur permet d'offrir des prestations intérieures de qualités (mur apparent en pierres et galets) à des prix très intéressants.

Traitement humidité et étanchéité à l'air

L'humidité et l'étanchéité à l'air ont été traitées à partir de divers moyens :

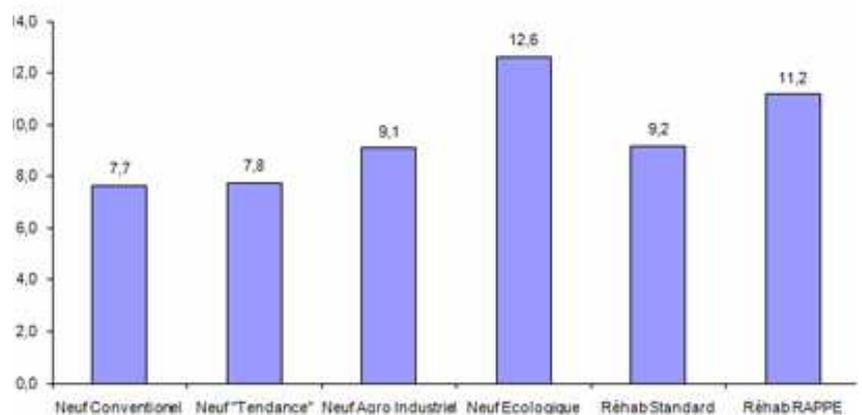
- au piquage de l'enduit ciment présent sur les murs périphériques et de refends,
- à la mise en place d'une isolation extérieure perméable à la vapeur d'eau. Ce choix d'isolation permet de se prémunir contre les remontées d'humidité et de favoriser l'évacuation de l'humidité et de la vapeur d'eau au travers de parois perspirantes,
- la fixation des menuiseries à l'extérieur de la maçonnerie dans l'épaisseur de l'isolant. Une double étanchéité à l'air est mise en place au contact entre la menuiserie et la maçonnerie.

Comparaison des impacts énergétique et environnemental à partir du logiciel COCON



Comme le montre les différents graphiques, radars et étiquettes présentés, le projet RAPPE analysé dans COCON est un des projets les plus performants et les mieux notés en comparaison aux 5 autres solutions alternatives.

Note moyenne par bâtiment



Comparaison des notes attribuées par le logiciel COCON selon différentes approches constructives pour le bâtiment RAPPE.

Le projet RAPPE est équivalent ou mieux évalué en comparaison à une réhabilitation conventionnelle.



Lancé en 2006, ce projet avait anticipé la prise de conscience des enjeux du bâtiment en regard avec le changement climatique en se fixant des objectifs de minimisation des impacts environnementaux du processus de construction. Les objectifs de consommation d'énergie durant le fonctionnement du bâtiment avaient eux aussi été fixés à 50 kWh ep / m² / an de besoins de chauffage. Il est certain qu'aujourd'hui ces objectifs auraient été revus avec un niveau d'exigence plus élevé. Toutefois, nous estimons que dans ce cadre, les choix techniques réalisés auraient été très proches de ceux que nous avons réalisés.

PAROLES d'ARCHITECTE

Jean-François COLLART

A COMPLETER



Jean-François COLLART est architecte DPLG. Son agence est composée de 5 personnes :

- Lui-même à la direction,
- Agnès POUGET : architecte DPLG,
- Imme SAGEMÜLLER : qui obtient le Diplom Ingenieur Architekt à la Technische Universität de Berlin,
- Joëlle LE GLEAU : architecte DPLG
- Nathalie DENAT : secrétaire.

Depuis plus de 20 ans, Jean-François COLLART intègre dans sa réflexion et son travail la démarche HQE Haute Qualité Environnementale. Il prend en compte dans ses projets urbains et architecturaux les qualités architecturales, la qualité de vie des futurs usagers, le confort climatique, le coût énergétique, et d'exploitation du bâtiment, l'impact sur l'environnement, etc.

Une partie de son travail, dont on peut apprécier les qualités architecturales et environnementales est présentée sur le site Internet de l'Agence COLLART : <http://www.collart-archi.com>.

CONTACT

Agence COLLART
Architectes DPLG
Architecture bio-climatique
Programme HQE
Restauration traditionnelle

6 place du Château
31590 VERFEIL

05.34.27.44.47

contact@collart-archi.com

Fiche technique 1 :

Isolation des murs par l'extérieur

Problématique :

- Assurer l'isolation thermique de murs anciens,
- Se prémunir contre les remontées d'humidité,
- Limiter les ponts thermiques (atout de l'isolation par l'extérieur)
- Favoriser l'évacuation de l'humidité et de la vapeur d'eau au travers de parois perspirantes.

Projet RAPPE :

La solution retenue dans le projet est une isolation extérieure à base de fibres de bois. Elle permet d'assurer :

- Une isolation performante ($\lambda = 0,04$)
- Une perméabilité à la vapeur d'eau de l'isolant et de son enduit susceptibles d'évacuer vers l'extérieur les excès éventuels d'humidité.

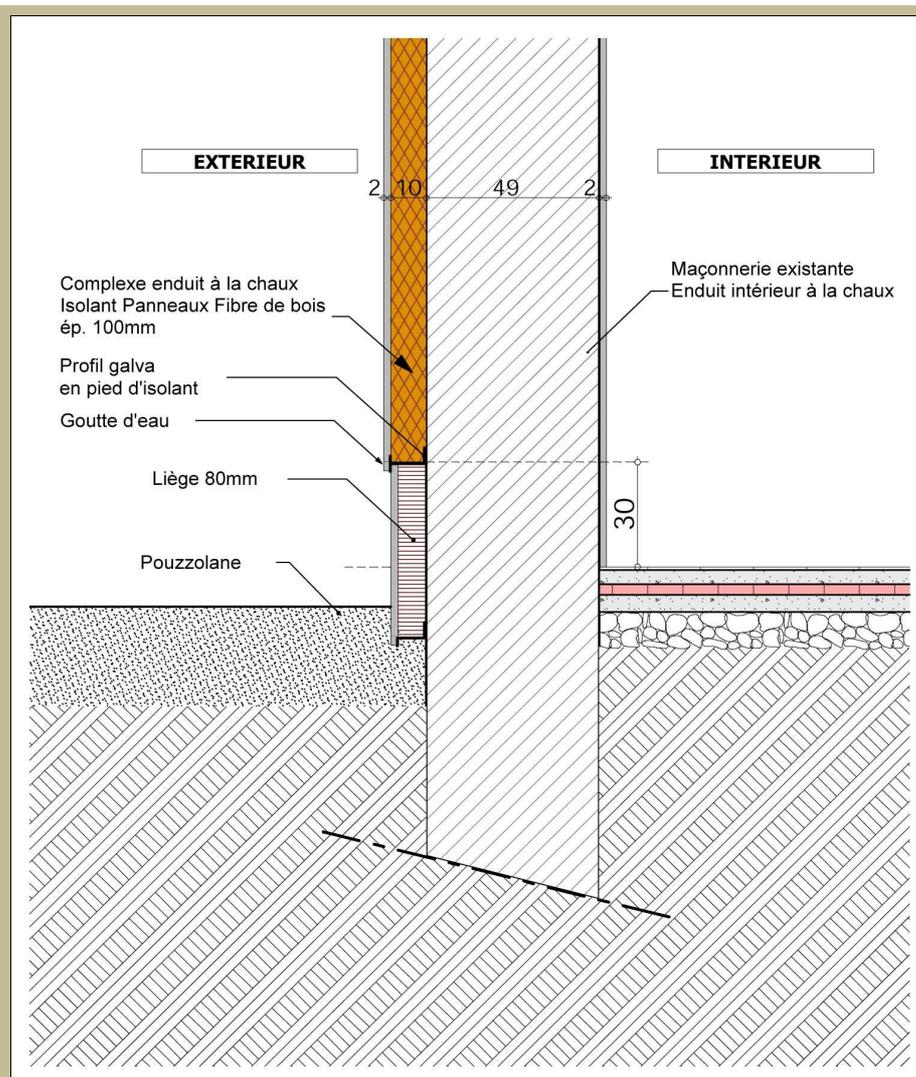
L'utilisation de liège en bas de mur permet de disposer à cet endroit sensible d'un isolant insensible à l'eau liquide.

La pouzzolane étendue autour du bâtiment sur une épaisseur de 30 cm environ et une largeur de 2 m permet :

- d'isoler légèrement les soubassements et fondations.
- D'éviter de mettre en place une barrière aux remontées d'humidité qui pourrait conduire à guider celles-ci vers le bas des murs.

L'isolant est bouveté / rainuré afin de garantir une excellente étanchéité.

Les enduits sont réalisés en trois couches (accroche, corps avec trame à base de fibres de verre, finition). Les 3 couches d'enduits sont d'une épaisseur de 8mm chacune et sont appliquées à la spatule crantée.



Fiche technique 2 :

Isolation thermique des combles et ouvertures

Problématique :

- Assurer l'isolation thermique d'un comble,
- Proposer une solution compatible avec :
 - ✓ une isolation par l'extérieur,
 - ✓ une corniche existante,
 - ✓ l'absence de besoins d'aménagement des combles.

Projet RAPPE :

La solution retenue pour l'isolation des combles permet d'assurer :

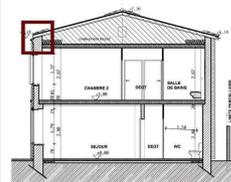
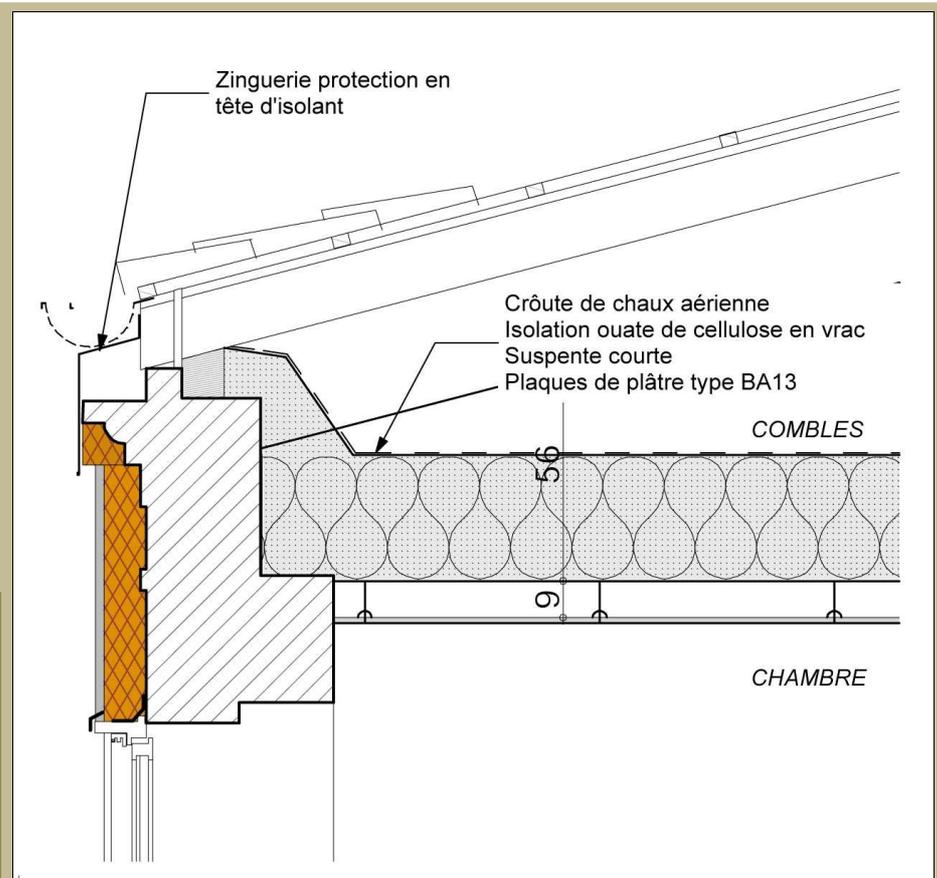
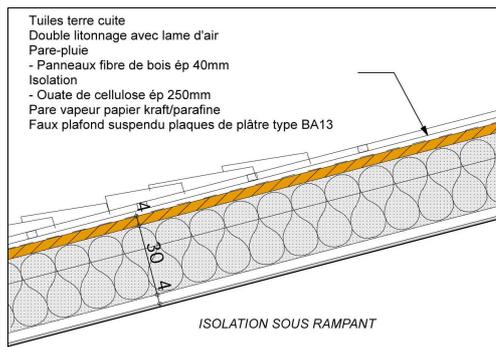
- une isolation épaisse (30 cm) à coût réduit.
- un bon confort d'été grâce à la ventilation des combles

L'isolant est posé au contact de la corniche car l'isolation de la corniche n'aurait pas véritablement diminué le pont thermique existant à ce niveau.

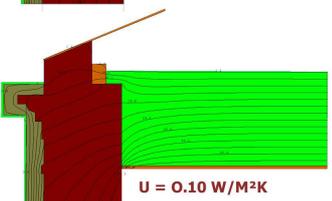
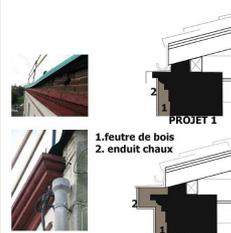
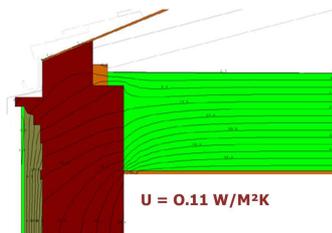
Une solution alternative aurait pu être employée en isolant directement la sous face de la toiture.

Cette solution présente toutefois des inconvénients qui sont les suivants :

- une isolation épaisse est délicate à poser dans ce cas de figure,
- Le coût des travaux est sensiblement plus important que dans la solution précédente du fait des contraintes de mise en œuvre.
- le confort d'été est plus difficile à assurer.



PONT THERMIQUE : CORNICHE



Fiche technique 3 :

Gestion de la dalle du RDC rez-de-chaussée

Problématique :

- Disposer un dallage au dessus de l'existant,
- Eviter de favoriser les remontées humides dans les murs.

Projet RAPPE :

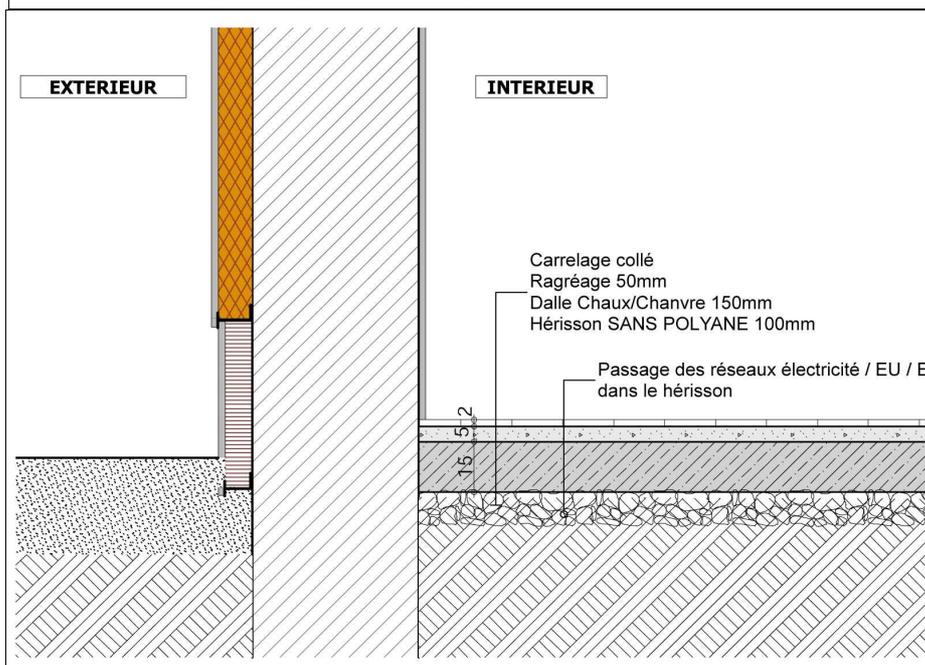
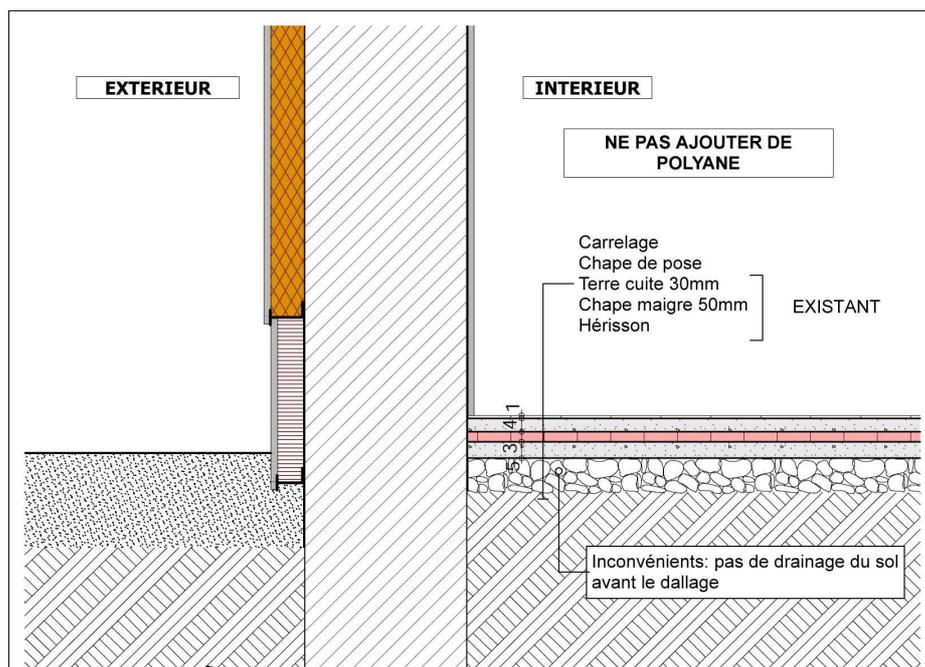
La solution retenue est très économique. Elle consiste à poser un nouveau dallage par-dessus l'ancien. Dans ce cas de figure, il est important de ne pas disposer de barrière étanche sous la dalle afin de ne pas guider l'humidité sous-jacente vers les murs.

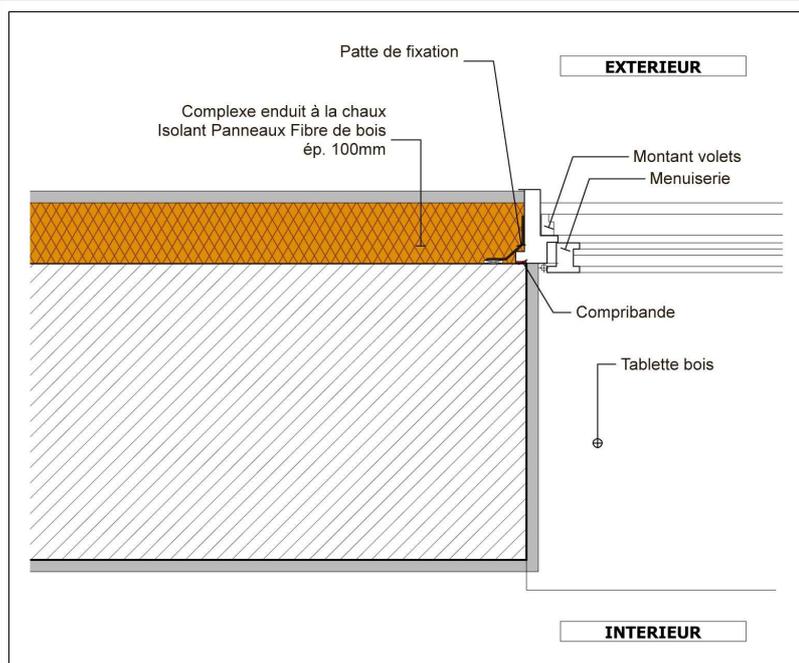
Notons toutefois, qu'un hérisson aurait sans doute été utile afin de limiter à nouveau les risques de remontées d'humidité.

Une solution alternative aurait pu être employée en réalisant une dalle légèrement isolante (type chaux chanvre). Cette solution présente différents avantages. Ces points forts sont les suivants :

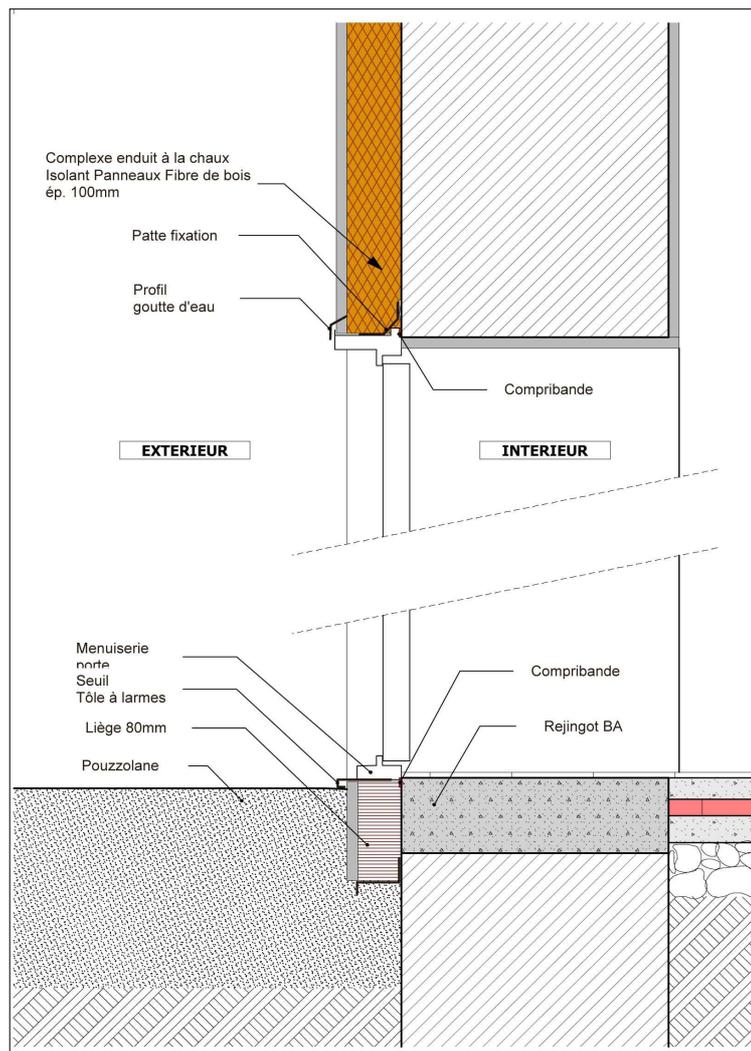
- offrir un plus grand confort (absence de sensation de sol froid).
- laisser migrer vers le haut l'humidité et d'éviter ainsi de la guider vers les bas de murs.

Cette solution a été écartée pour des raisons budgétaires.





Coupe des fixations de menuiseries intérieures



Gestion des détails de menuiseries au niveau de la porte d'entrée.

Fiche technique 4 :

4.1 Gestion des détails de menuiseries

Problématique :

- proposer des menuiseries dans un contexte d'isolation extérieure,
- limiter les ponts thermiques.

Projet RAPPE :

La solution retenue consiste à fixer les menuiseries à l'extérieur de la maçonnerie dans l'épaisseur de l'isolant :

- les tableaux sont dressés afin de disposer d'une surface plane susceptible de recevoir les menuiseries,
- les menuiseries sont fixées à l'aide d'équerres métalliques et d'un appui sur une pièce de bois fixée à la maçonnerie.
- une double étanchéité à l'air (bande de compression + joint) est mise en place au contact entre la menuiserie et la maçonnerie.



Un pont thermique subsiste au contact entre le châssis de la menuiserie et la maçonnerie. Il aurait été préférable d'y insérer une plaque d'isolant thermique. Les joints d'étanchéité à l'air sont appliqués entre la menuiserie et la maçonnerie.

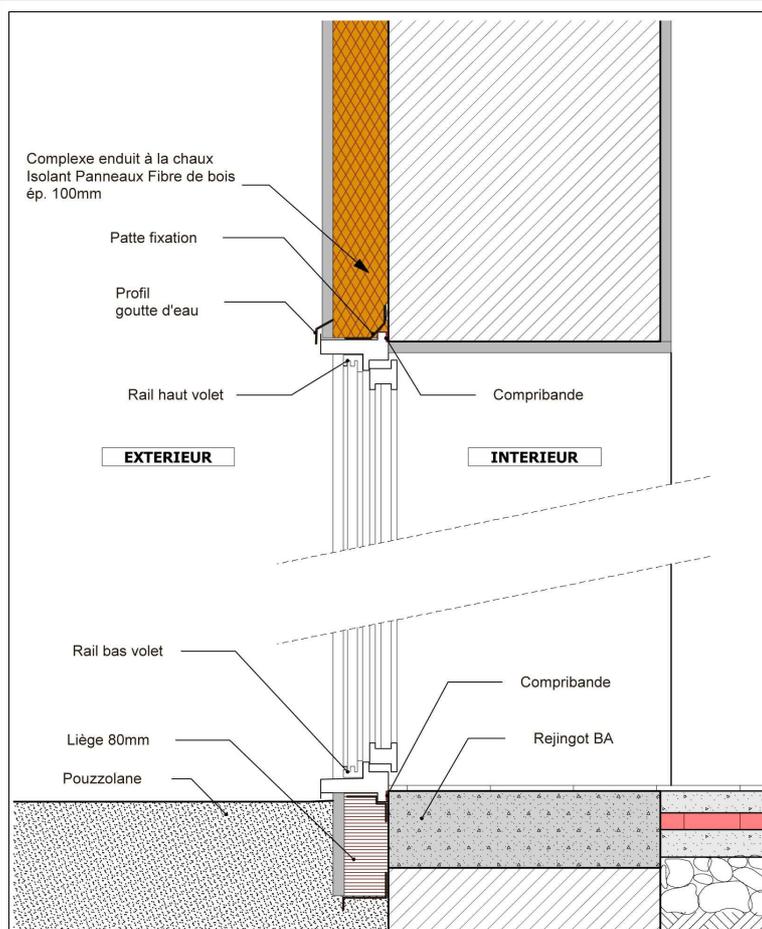
4.2 Gestion des portes d'entrées

Problématique

- Eviter les infiltrations d'eau au contact menuiserie / isolant.
- Protéger l'isolant des chocs au niveau des seuils de portes.

Projet RAPPE :

En partie haute, la solution retenue consiste à fixer un profil de type goutte d'eau dans l'isolant au-dessus des menuiseries. Ceci permet d'éviter la pénétration de gouttes d'eau à l'interface entre ces deux éléments. En partie basse, la solution retenue consiste à fixer un profil rigide de type tôle à larmes qui protège l'isolant.



4.3 Gestion des portes fenêtres

Problématique :

- Eviter les infiltrations d'eau au contact menuiserie / isolant.
- Protéger l'isolant des chocs au niveau des seuils de portes.
- Autoriser la pose de volets

Projet RAPPE :

En partie haute, la solution retenue est identique à la précédente (gestion des portes d'entrée).

Les volets de type persienne sont fixés dans le cadre de la menuiserie. Ceci en simplifie la pose.

En partie basse, la solution retenue consiste à la menuiserie dans le rejingot en béton.

NOMS de l'ENSEMBLE des acteurs du PROJET (entreprises etc.)