



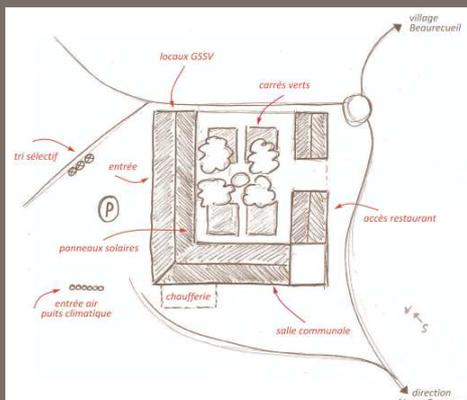
CREBA

CENTRE DE RESSOURCES
POUR LA RÉHABILITATION RESPONSABLE
DU BÂTI ANCIEN

Septembre 2019

Retour d'expériences

Tertiaire en pierre dure en Provence-Alpes-Côte d'Azur





DEMARCHE ENVIRONNEMENTALE POUR LA REHABILITATION D'UNE RUINE DU XIXE SIECLE

Les locaux du Grand Site Sainte-Victoire, situés à Beaurecueil dans les Bouches-du-Rhône (13), ont pris place dans un ancien centre de charité pour enfants datant du XIXe siècle. À l'état de ruine, cette ferme en pierre a bénéficié de 2010 à 2012 d'une réhabilitation énergétique et environnementale poussée. Malgré des modifications antérieures ayant porté atteintes au patrimoine, l'emploi de matériaux locaux et de techniques anciennes a permis de valoriser ce bâtiment emblématique du village de Beaurecueil.

Mis en ligne le 19 septembre 2019

INFORMATIONS

- 📍 **Zone géographique** : Provence-Alpes-Côte d'Azur
- 🏠 **Type de bâtiment** : Tertiaire
- 🧱 **Type de matériaux** : Pierre dure (grès, etc.)
- 🛡️ **Protection patrimoniale** : Bâtiment sans caractère patrimonial et hors secteur protégé
- 🏢 **Maîtrise d'ouvrage** : Grand Site Saint-Victoire - Syndicat Mixte des Massifs Concors / Sainte-Victoire (GSSV) ATHERMIA - AMO Environnement
- 👤 **Maîtrise d'œuvre** : Marjorie Bolikian (architecte mandataire) et BG Ingénieurs Conseils (bureau d'étude fluides et énergies renouvelables)

CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

- 🔴 **Avant travaux** : NC
- 🟢 **Après travaux** : 38 kWh/m².an
- 📄 **Informations** :

Consommation énergétique en énergie primaire pour le chauffage, l'ECS, le refroidissement, la ventilation et l'éclairage, calculées à partir d'un logiciel réglementaire pour la Réglementation Thermique des bâtiments existants. Calculs effectués pour les besoins du label Effinergie Rénovation.

Le bâtiment et son contexte

Aux abords immédiats du village du Beaucueil, la ferme est un ancien centre de charité pour enfants. Construite au début du XIXe siècle, elle est constituée de plusieurs bâtiments en pierre entourant une cour intérieure. La superficie des bâtiments est d'environ 1200 m² de SHON répartie sur deux étages.



Figure 1 : Vue aérienne de la ferme Beaucueil

La spécificité de ce bâtiment était d'avoir une forte valeur patrimoniale, à préserver lors de sa réhabilitation.



Figure 2 : Vue sur la montagne Sainte Victoire

Diagnostic avant travaux

Etat technique et sanitaire du bâtiment

La ferme était à l'abandon depuis le début du XXe siècle. Il restait du bâtiment les murs en pierres sèches et la toiture.



Figure 3 : La ferme avant réhabilitation

Les ouvertures, constituées d'arcs en brique de terre cuite, étaient, pour la moitié d'entre elles, en bon état. L'autre moitié, usée par le temps, menaçait de s'écrouler.

La totalité des pièces de la charpente était vermoulue. Des travaux de sauvegarde ont été réalisés en urgence plusieurs années avant le début des travaux de réhabilitation, afin de stopper la dégradation des bâtiments :

- tirants pour maintenir les murs qui menaçaient de s'écrouler ;
- enduit de ciment sur les parties de mur les plus détériorées ;
- béton sur le dessus des murs en ruine pour éviter les infiltrations directes de la pluie ;



Figure 4 : Murs en ruine couverts de béton

- mise en œuvre d'une toiture sur les parties de bâtiment comportant des murs en bon état.

Ces travaux, bien que nécessaires, ont malheureusement conduit à une perte patrimoniale irréversible, notamment au niveau de la toiture.

État énergétique

Le bâtiment à l'état de ruine ne présentait aucune isolation.

La ferme de Beaurecueil n'a jamais été chauffée, aucun réseau de distribution n'était présent.

État patrimonial et architectural

> Les éléments patrimoniaux remarquables

La ferme est représentative des modes constructifs provençaux :

- les murs imposants en pierres sèches, vieux de plus de 200 ans ;
- les encadrements en brique rouge de terre cuite donne du caractère aux façades.

> Les éléments patrimoniaux malmenés

Les éléments suivants ont subi les dommages du temps :

- les menuiseries en bois ont toutes été détruites et la moitié des encadrements a été détériorée (descellement des briques rouges) ;
- la toiture originelle a été complètement détruite, il ne restait, sur certains murs, que des rangs de génoises. Dans le but de stopper la dégradation du corps de ferme, une première réhabilitation de la toiture sans réflexion patrimoniale a été réalisée. La typologie de la charpente traditionnelle n'a pas été reproduite et la couverture est constituée de plaques en fibrociment (sans amiante) recouvertes de tuiles canal imitation provençales. Ce style a été reproduit sur la réhabilitation complète. Le caractère extérieur patrimonial de la toiture n'a donc pas été conservé ;



Figure 5 : Charpente réhabilitée avec des plaques en fibrociment

- le plancher intermédiaire en bois, soumis aux intempéries pendant des années du fait de la détérioration de la toiture, a été détruit. Il ne restait que les poutres. Des poteaux en béton ont été construits avant la réhabilitation pour soutenir ces dernières. Au final, elles ont toutes été enlevées pour laisser place à un plancher entièrement neuf et adapté au futur usage du bâtiment.

Projet de réhabilitation

Programme architectural et énergétique

> Cahier des charges du maître d'ouvrage

La ferme réhabilitée a pour but d'accueillir les locaux du GSSV, une salle communale et un restaurant.

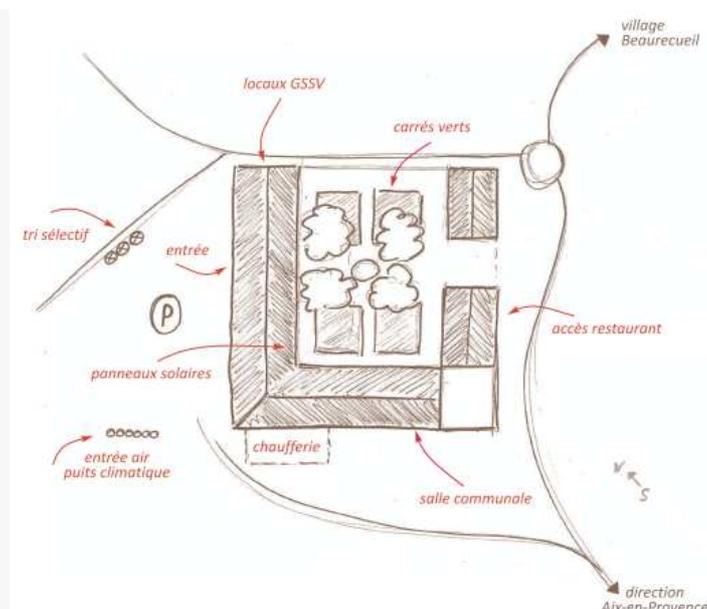


Figure 6 : Schéma des principaux usages de la ferme

Les objectifs du projet sont les suivants :

- revaloriser le patrimoine bâti existant sans dénaturer le site : faire de la ferme de Beurecueil un bâtiment emblématique de la commune tout en prolongeant le vocabulaire architectural déjà présent ;
- obtenir un niveau Effinergie Rénovation en travaillant sur des choix techniques cohérents avec le site et l'usage du bâtiment tout en garantissant le même confort aux différents usagers ;
- rechercher un bilan carbone le plus faible possible sur les phases conception, réalisation et usages futurs du bâtiment ;
- privilégier les matériaux biosourcés ;
- utiliser et réutiliser au mieux les matériaux locaux ;

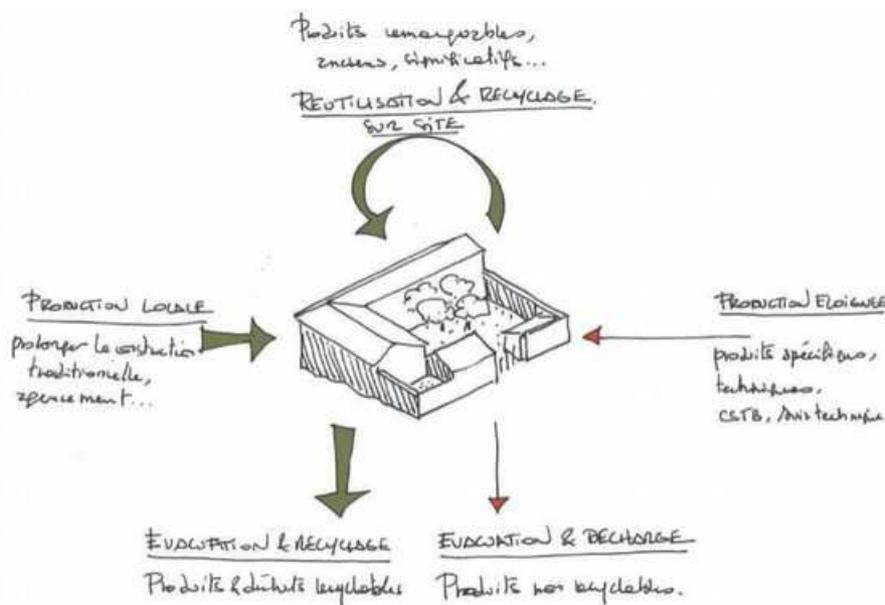


Figure 7 : Schéma du bilan carbone du bâtiment

- faire appel à des entreprises locales pour valoriser leurs savoir-faire ;
- mettre en place un chantier à faible nuisance ;
- faire de ce lieu une vitrine pour d'autres maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre, pour les entreprises et de façon générale pour l'ensemble des professionnels du bâtiment.

> Acteurs du projet

Le maître d'ouvrage a été accompagné d'une équipe d'ingénieurs et de techniciens de la construction. Il connaissait également très bien l'histoire et l'architecture de la ferme Beurecueil. D'autre part, il a été très sensible à la qualité environnementale, dont il a été le garant tout au long du projet, de la programmation à la réalisation, avec l'aide d'une assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) environnement.

Le choix du maître d'œuvre s'est fait sur la qualité de sa réponse au cahier des charges et sur ses compétences avec, par ordre de priorité :

- la Haute Qualité Environnementale (HQE) ;
- des compétences spécifiques en lien avec le projet (structure, thermique, bois, etc.) ;
- la mission ordonnancement, pilotage de chantier et coordination (OPC) ;
- les aménagements intérieurs et l'agencement des espaces communs et de l'accueil/exposition/documentation.

L'équipe de maîtrise d'œuvre retenue comportait un architecte diplômé par le gouvernement (DPLG), un bureau d'études spécialisé en environnement, un bureau d'études structure et un spécialiste sur la mission OPC. Elle était donc bien adaptée au projet et le dialogue avec l'AMO environnement a été fructueux.

Au final, une quarantaine de professionnels est intervenue et les entreprises locales ont été sollicitées autant que possible compte tenu de leur manque d'expérience concernant les solutions les plus innovantes.

Projet et études réalisés

Pour les besoins du programme, une étude thermique avec un logiciel de calcul réglementaire a été réalisée. Bien que les bâtiments construits avant 1948 ne sont pas correctement modélisés par ces logiciels, le calcul permet de déterminer la consommation énergétique conventionnelle après travaux, nécessaire pour vérifier l'atteinte du niveau Effinergie Rénovation.

Une étude de structure a également été réalisée afin de s'assurer que le bâtiment ne subirait pas de tassement différentiel dû à la surcharge engendrée par la réhabilitation, et le cas échéant, d'y remédier.

Synthèse

Il s'agit là :

- d'un projet de réhabilitation très lourd ;
- réalisé par un maître d'ouvrage très impliqué et des professionnels qui ont l'habitude du bâti ancien, mais pas forcément de la réhabilitation énergétique et environnementale performante ;
- qui intègre une démarche globale de réhabilitation énergétique ;
- mais qui s'inscrit également dans une démarche de conservation patrimoniale ;
- qui privilégie la réutilisation des matériaux lorsque cela est possible et l'utilisation des matériaux biosourcés issus d'une filière courte ;
- et où l'enjeu patrimonial se situe uniquement sur les murs et les ouvertures.

Travaux

Les études ont duré de 2010 à 2011 et le chantier de 2011 à 2012.

Structure

Afin de garantir la stabilité du bâtiment, de travaux de soutènement ont été entrepris. Des contreforts anciens sont également présents.



Figure 8 : Contrefort destiné à garantir la stabilité du bâtiment (source : CREBA)

Humidité

Les murs en pierre sèche locale sont bâtis sur des soubassements non capillaires qui ne montrent pas de signe de remontée d'eau du sol.

À l'extérieur, les murs comportant des parties enduites au ciment ont été décroûtées pour favoriser la respiration de la pierre, les autres parties grattées afin d'éliminer les particules instables. Un enduit à la chaux a ensuite été appliqué.

Pour éviter toute dégradation par l'humidité, les panneaux isolants sont séparés des murs par une lame d'air de 10 cm.

Pour éviter toute accumulation d'humidité qui pourrait favoriser le développement de moisissures et de champignons, il convient de ventiler par l'extérieur la cavité entre le mur ancien et l'isolation. Il est fortement déconseillé de la ventiler par l'intérieur, car l'air chaud et humide du local pourrait condenser au contact du mur, bien plus froid du fait de l'isolation par l'intérieur.



Figure 9 : Lame d'air de 10 cm entre les murs et les panneaux isolants

De plus, un pare-vapeur a été posé sur la paroi intérieure des panneaux isolants avant d'être recouvert de plaques de plâtre.



Figure 10 : Pose d'un pare-vapeur

Murs

Les parties entièrement démolies ont été reconstruites en moellons standards.

Les murs ont été isolés par l'intérieur avec la pose de 20 cm de laine de bois en deux couches croisées ($R \approx 5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$). Ce choix a permis d'obtenir une bonne isolation des murs et de mettre en œuvre un revêtement intérieur de finition standard (plaque de plâtre).



Figure 11 : Pose de deux couches croisées de laine de bois sur les murs et continuité de l'isolation entre la toiture et les murs

D'autre part, la perte d'inertie par l'isolation par l'intérieur est compensée par quelques murs de refend, non isolés pour un meilleur confort d'été, et par le choix qui a été fait de ne pas isoler le plancher bas sur terre-plein.

Plancher haut

La toiture a été réparée dans l'urgence avant que le programme d'une restauration exemplaire ait été réfléchi. L'objectif était de mettre le corps de ferme hors d'eau afin de stopper sa dégradation.

Les poutres en bois de la charpente n'ont pas pu être réutilisées pour la nouvelle charpente car elles étaient soit vermoulues, soit plus existantes. En revanche, celles encore en bon état ont été recyclées pour la réalisation du mobilier de jardin du site.

La couverture est constituée de plaques en fibrociment recouvertes de tuiles canal imitation provençal. Le caractère patrimonial de la toiture n'a donc pas été conservé.

En revanche, une isolation performante a été mise en œuvre lors des travaux de réhabilitation : mise en place sous les rampants de 30 cm de fibre de bois, pour une résistance thermique $R \approx 7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Grâce à sa capacité thermique et à sa densité, cet isolant biosourcé participe au bon confort d'été.



Figure 12 : Pose de la fibre de bois sous les rampants

Plancher intermédiaire

Un plancher en béton sur hourdis a été créé sur l'ensemble de la ferme.
Afin de limiter les ponts thermiques, des planelles isolantes ont été mises en place sur toute la périphérie du bâtiment.



Figure 13 : Création d'un plancher en béton sur hourdis sur la partie reconstruite

Plancher bas

Les pierres issues des démolitions ont été triées et réutilisées lors de la mise en œuvre des empierrements en fond de fouille. D'autre part, la terre crue du site a été utilisée en remplissage.

Le plancher bas sur terre-plein n'a pas été isolé en vue de favoriser le confort d'été, enjeu fort dans cette région.

En revanche, l'isolant intérieur a été prolongé d'une trentaine de centimètre dans le sol, ce qui permet de :

- limiter le pont thermique entre le plancher bas et le mur ;
- maximiser l'inertie thermique du plancher, car la descente d'isolant favorise les échanges thermiques avec l'ambiance intérieure plutôt qu'avec l'ambiance extérieure.

Cette disposition constructive est a priori efficace pour lutter passivement contre la surchauffe estivale.



Figure 14 : Tranchée réalisée à l'intérieur pour la pose de l'isolation périphérique

Une dalle béton quartzé de 13 cm d'épaisseur recouvre enfin la totalité du sol du rez-de-chaussée pour tirer parti d'une inertie encore plus forte. Cette disposition constructive a été instrumentée, afin de vérifier son impact sur les surchauffes estivales. Malheureusement, l'instrumentation a été défailante et les résultats n'ont pas pu être exploités.



Figure 15 : Armature de la dalle béton et remontée de l'isolation périphérique

Menuiseries

Le bâtiment comporte un nombre important de menuiseries.



Figure 16 : Vue d'une façade (source : CREBA)

Les ouvertures, avec leurs encadrements en brique rouge, apportent une valeur patrimoniale et identitaire forte aux façades du bâtiment. Il a été nécessaire de réparer les encadrements détériorés et de créer de nouvelles ouvertures respectant les formes caractéristiques du bâtiment.



Figure 17 : Encadrements en brique réparé (source : CREBA)



Figure 18 : Création de nouvelles ouvertures

Toutes les menuiseries ont donc été fabriquées sur mesure, en aluminium à rupteur de pont thermique, et comportent un double vitrage 4/16/4 argon à faible émissivité.
La pose au nu intérieur a permis la pose de fenêtres non cintrées dans la plupart des cas.



Figure 19 : A gauche, fenêtres en aluminium non cintrées (source : CREBA)

Aménagement intérieur

Ce corps de ferme a été complètement réagencé pour répondre à son nouvel usage de bureau.



Figure 20 : Bureau à l'étage (source : CREBA)

L'agencement intérieur et les meubles sont en grande partie en bois. Trois essences de ce matériau biosourcé ont été utilisées : le pin d'Alep, l'épicéa et le chêne.



Figure 21 : Omniprésence du bois dans les circulations au rez-de-chaussée (source : CREBA)



Figure 22 : Omniprésence du bois dans les circulations à l'étage (source : CREBA)

Le pin d'Alep utilisé a poussé localement, conformément aux exigences du maître d'ouvrage, qui souhaitait utiliser les filières locales en priorité (de la pousse jusqu'à la fabrication du produit).

Des ouvertures supplémentaires ont été créées pour avoir un accès plus important à la lumière naturelle.

Des enduits en terre crue paillée, réalisés à partir de la terre du site, ont été utilisés comme revêtements muraux sur les murs de refends. Ils sont perméables à la vapeur et favorisent l'inertie thermique du bâtiment.



Figure 23 : Enduit en terre crue paillée

Chauffage et eau chaude sanitaire (ECS)

Une chaudière à granulés de bois de 35 kW assure la production de chauffage et l'appoint du ballon d'ECS solaire.

Un silo textile est présent pour l'approvisionnement de la chaudière. Il est situé dans un bac en béton étanche semi-enterré contre le local technique de la chaufferie. Son approvisionnement en granulés de bois se fait par un raccord pompier à l'entrée du local technique.

L'émission est assurée par des ventilo-convecteurs de type unité indépendante en faux plafond que l'on trouve habituellement pour le chauffage de bureaux.

Un ballon solaire de 400 litres permet de couvrir les besoins d'ECS du bâtiment. 5,73 m² de capteurs solaires ont été installés sur un pan de toiture donnant sur l'intérieur de la ferme. Ils permettent de préchauffer l'ECS en amont de l'appoint (chaudière bois).



Figure 24 : Capteurs solaires

Enfin, ce bâtiment à usage de bureau n'est pas climatisé, ce qui constitue une exception en zone méditerranéenne.

Ventilation

> Centrale de traitement d'air

Le bâtiment dispose d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC) double flux couplée à un puits climatique et à la chaudière.

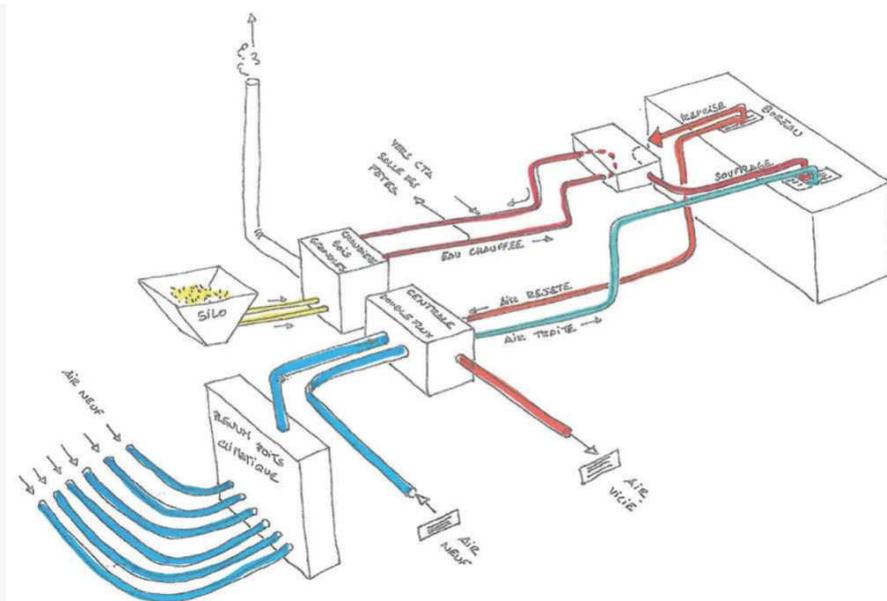


Figure 25 : Schéma de principe du couplage

La mise en place d'une VMC double flux permet de récupérer les calories de l'air vicié et de les utiliser pour réchauffer l'air neuf venant de l'extérieur en hiver et le refroidir en été.

Les débits d'air sont fixes dans les sanitaires. Afin de diminuer les débits et donc les besoins de chauffage et la consommation des auxiliaires de ventilation, un système de débit variable sur détection de CO₂, a été mis en œuvre pour les autres pièces.

Concernant le confort d'été, la centrale comporte un by-pass de l'échangeur permettant de bénéficier pleinement de l'apport de fraîcheur du puits climatique.

> Le puits climatique

Le puits climatique permet de refroidir ou de préchauffer l'air selon la saison en amont de la VMC double flux, grâce aux calories récupérées dans le sol. Il permet de diminuer l'apport de chauffage par la chaudière et d'avoir un rafraîchissement l'été.

Il est constitué de 6 tubes de diamètre 200 mm annelés avec paroi intérieure lisse. La mise en œuvre d'une pente de 2 % depuis les bornes de prises d'air jusque dans le local technique évite que les condensats s'accumulent dans les tubes.



Figure 26 : Tubes du puits canadien

Pour l'arrivée d'air neuf, chaque tube est connecté à une borne de prise d'air en acier inoxydable.

Problématiques transversales

> Ponts thermiques

L'isolation intérieure permet un bon traitement des ponts thermiques du plancher bas et haut. Elle est en revanche moins performante concernant le traitement du plancher intermédiaire :

- Plancher bas : Comme décrit précédemment, le bâtiment est sur terre-plein non isolé. Cependant, en vue de créer une « bulle thermique » au centre du plancher bas, la maîtrise d'œuvre a fait descendre l'isolant intérieur des murs d'au moins 30 cm dans le sol sans discontinuité. Cette disposition permet de réduire considérablement le pont thermique.
- Plancher haut : La toiture est isolée sous les rampants, la continuité avec l'isolant du mur est parfaite. Le pont thermique entre le plancher haut et les murs est donc très faible.
- Plancher intermédiaire : La présence de planelle isolante sur la périphérie du plancher permet de réduire le pont thermique, mais les zones d'appuis restent déperditives.
- Menuiseries : La pose au nu intérieur des menuiseries et des portes permet de ne pas avoir de pont thermique au niveau du tableau en isolation par l'intérieur.

> Gestion du renouvellement d'air

Afin de garantir le bon fonctionnement de la VMC, des travaux d'étanchéité à l'air sur l'enveloppe du bâtiment ont été réalisés. En effet, toute fuite d'air parasite d'air vient perturber le bon brassage d'air des volumes chauffés.

A la réception, une valeur d'étanchéité à l'air corrigée de 4,05 m³/h/m² a été obtenue, sachant qu'une trappe d'accès aux combles était manquante au moment du test d'étanchéité à l'air. A titre de comparaison, la valeur par défaut de la RT 2012 pour un bâtiment tertiaire neuf est de 1,7 m³/h.m³.

Rappelons que dans le cadre de la réhabilitation d'un bâtiment tertiaire, ni la réglementation thermique des bâtiments existants, ni le label Effinergie Rénovation n'exigent de valeur d'étanchéité à l'air. Ce résultat, même s'il a été jugé décevant par le maître d'ouvrage au vu des efforts fournis, fait de cette réhabilitation une réhabilitation précurseure, qui plus est, à une époque (2011) où les professionnels du bâtiment découvraient tout juste la notion d'étanchéité à l'air avec l'entrée en vigueur de la RT 2012.

Les fuites très importantes se situent :

- au niveau des dalles du faux-plafond,
- au niveau des membranes d'étanchéité à l'air, dégradées par des déchirements ou des percements ;
- au niveau des portes de service en bois, qui présentent des défauts d'étanchéité ouvrant/dormant ;
- au niveau des trappes de visite donnant accès au faux-plafond et aux gaines techniques ;
- au niveau des traversées des canalisations.



Figure 27 : Traversée d'écoulement des canalisations non étanche à l'air

Consommations et confort thermique après travaux

> En théorie

Le niveau Effinergie Rénovation a été atteint. En effet, l'étude thermique affiche une consommation de 38 kWhEP/m²/an après travaux. Pour le tertiaire, ce niveau correspond à une consommation inférieure de 40 % à la consommation conventionnelle de référence définie par la Réglementation thermique des bâtiments existants globale. Rappelons que le label BBC Effinergie Rénovation concerne les bâtiments construits après 1948 et le label Effinergie Rénovation ceux construits avant 1948. Les exigences de ces deux labels sont cependant identiques.

	Performance exigée par la Réglementation thermique des bâtiments existants	Performance du projet
Murs extérieurs en W/m ² .K	0,45	0,16
Plancher bas sur terre-plein en W/m ² .K	0,48	0,29
Toiture en W/m ² .K	0,25	0,12
Fenêtre en W/m ² .K	1,9	1,4

Les choix techniques et constructifs permettent a priori au bâtiment d'éviter le recours à la climatisation tout en offrant un excellent confort d'été. La simulation thermique dynamique (STD) que l'AMO HQE a réalisée indique en effet que la température ne dépasse pas les 28 °C en toute circonstance.

> En pratique

Concernant le chauffage, les thermostats de toutes les pièces oscillent entre 20 et 22 °C et le maître d'ouvrage estime sa consommation de bois à 10 tonnes de pellets. En considérant que 1 kg de pellets permet de produire 4,5 kWh (source : cndb.org), la consommation énergétique pour le chauffage et la production d'ECS de ce bâtiment s'élève à 30 kWhEP/m².an *.

* Hypothèse d'un rendement de 85 % et d'un coefficient de conversion en énergie primaire pour le bois de 0,6 : $(0,6 \times 10\,000 \text{ kg} \times 4,5 \text{ kWh}) / (1065 \text{ m}^2 \times 85 \%)$.

À l'usage, le puits climatique remplit sa fonction et permet d'abaisser la température à l'intérieur du bâtiment. Cependant pour le maintien du confort, les usagers ont dû apprendre à utiliser le bâtiment et adopter les bons comportements, par exemple, maintenir les fenêtres fermées en été afin de ne pas annuler le bénéfice du puits climatique.

D'autre part, les bureaux de l'étage sont plus agréables que les locaux du rez-de-chaussée en hiver et inversement en été, notamment le grand hall. L'inertie forte du plancher bas est mise en cause, elle rend le rez-de-chaussée inconfortable en hiver mais très agréable en été. L'équilibre isolation/inertie du plancher bas est à parfaire ou bien l'aménagement à optimiser. La compensation par des émetteurs radiatifs pour le chauffage peut aussi être envisagée.



Figure 28 : Le hall d'entrée (source : CREBA)

Les difficultés de confort sont aussi liées au choix d'émission de chauffage par vecteur air, car le déplacement de masses d'air peut provoquer de l'inconfort et stratifier fortement la température dans la pièce.

Quelques défauts sont apparus dans le temps :

- fissures, tâches et moisissures sur l'enduit de façade et particulièrement sur les murs nord ;
- déformation des portes en pin d'Alep ;
- apparition de fissures sur le béton ciré du rez-de-chaussée.

Reconnaisances obtenues

Cette réhabilitation a fait l'objet de nombreux articles et reportages en Provence. Le GSSV a même partagé et mutualisé son expérience en organisant pendant 2 ans des visites de son site complétées par un volet formation. Lors de ces visites, les visiteurs étaient invités à découvrir le site et ses installations techniques. Il était également possible de profiter d'un retour d'expérience sur ce projet de réhabilitation, que ce soit au niveau du chantier, des équipements, de l'enveloppe, de l'utilisation d'énergies renouvelables ou encore de la promotion d'éco-gestes et de retour sur le ressenti des usagers.

Elle a obtenu le label Effinergie Rénovation et est reconnue Bâtiment Durable Méditerranéen médaille d'Or en 2013.



Figure 29 : Entrée des locaux du GSSV (source : CREBA)



Figure 30 : Salle communale (source : CREBA)

Bilan financier

Pour rendre cette réhabilitation environnementale et énergétique exemplaire, le maître d'ouvrage a disposé d'un budget conséquent.



Figure 31 : Vue des extérieurs (source : CREBA)

Ainsi, la réhabilitation énergétique aura coûté plus de 2 200 000 € H.T. (fourniture et main d'œuvre), soit environ 1 800 €/m², réparti comme suit.

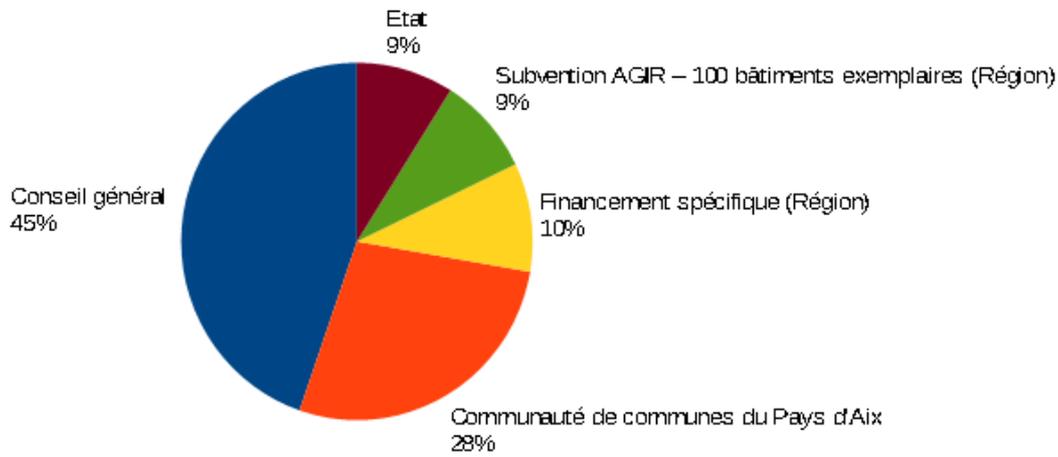


Figure 32 : Répartition des coûts (source : CREBA)

Difficultés rencontrées

La réhabilitation de ce bâtiment est une belle réussite et elle a été riche d'enseignements :

- La première difficulté a été d'obtenir des devis cohérents pour réparer les demandes de financement. Il a, en effet, été compliqué de trouver des candidats connaissant bien, à la fois l'approche environnementale, énergétique et patrimoniale, ce qui a entraîné des estimations de coûts finalement assez éloignées de la réalité.
- La communication a aussi été difficile vu la multiplicité des problématiques et des acteurs. Heureusement, une étroite collaboration entre le maître d'ouvrage et le maître d'oeuvre ont permis de résoudre la plupart des problèmes concrets qu'entraînent ce genre de projet.
- Par rapport au point précédent, il convient, dans ces phases de choix, de rester réaliste notamment par rapport à ce que les utilisateurs feront de ce bâtiment. Par exemple, en l'absence de système de climatisation, l'occupant n'a pas la possibilité de refroidir plus que de raison son ambiance, en contrepartie il faut des aménagements bioclimatiques qui garantissent le confort d'été. Il a donc été difficile de sortir de discussions théoriques vers des actions concrètes.
- A l'époque, cette réhabilitation était encore trop novatrice et peu normée : il y a par exemple eu des difficultés par rapport aux garanties décennales et/ou assurances.
- Plus spécifiquement :
 - Le respect des contraintes coupe-feu a été difficile.
 - Le choix de ne pas isoler le plancher bas pour fournir plus d'inertie au bâtiment a fait l'objet de longues discussions pour finalement être accepté par le maître d'ouvrage.
 - Utiliser du bois issu d'une filière courte a été très difficile et certainement impossible sans l'engagement personnel du coordinateur du pôle technique du GSSV. L'organisation entre le producteur local et le transformateur local a été facilitée par le maître d'ouvrage pour éviter que le bois ne provienne de Russie ou d'Autriche. Grâce à cette connaissance de la filière bois et de ces acteurs, 100 % du Pin d'Alep provient du site de la Sainte Victoire ;
 - Composer avec l'existant a été difficile (fabriquer des briques en terre cuite à l'identique de l'existant, surcoût du sur-mesure pour les menuiseries, réalisation de contreforts, etc.).

Cette fiche a été réalisée dans le cadre du projet CREBA – Centre de REssources pour la réhabilitation responsable du Bâti Ancien, soutenu par le Programme ministériel d’Action pour la qualité de la Construction et la Transition Energétique (PACTE). Il est piloté par le Cerema aux côtés de 4 partenaires : l’école des Arts et Métiers Paris Tech, le Laboratoire de Recherche en Architecture de l’ENSA de Toulouse, les associations nationales Maisons Paysannes de France et Sites et Cités Remarquables de France.

Plus d’informations :

[Site internet](#)
[Courriel](#)

Rédacteur de la fiche : Nicolas Cabassud (Cerema Méditerranée)

Crédits photos : Marjorie Bolikian (sauf mention contraire)
© 2018 Groupement CREBA

Partenaires :

