

LAURÉAT DE L'APPEL
À PROJETS RÉGIONAL
BÂTIMENTS ÉCONOMES
DE QUALITÉ
ENVIRONNEMENTALE
EN MIDI-PYRÉNÉES

NEUF | LOGEMENT SOCIAL | PAILLE | BOIS | FILIERES LOCALES

11 /
RÉDACTION
2013



LOGEMENT SOCIAL NEUF EN BOIS-BETON-PAILLE LACAUGNE (31)

Nombre de logements **5**
Nombre de niveaux **2**
Surface **482 m²** (SHON)
Contexte **espace rural**
Altitude **302m**
Démarche qualité
HQE

Maîtrise d'ouvrage
SA HLM des Chalets
Maîtrise d'oeuvre
Agence Axel Letellier
Début des travaux
Juin 2013
Livraison prévue
Septembre 2014

Lacaugne, petit village situé dans le piémont pyrénéen, affiche malgré sa taille, des **ambitions très marquées en matière de respect de l'environnement** et plus largement de **développement durable**. Son maire, Madame DEDIEU-CASTIES, a souhaité mettre en place une équipe afin de répondre à l'**appel à projet régional «Bâtiments économiques de qualité environnementale en Midi-Pyrénées»** pour continuer l'aménagement du village dans ce cadre.

De la même manière que la Maison de l'Artisanat et de l'Environnement, le projet répond aux **objectifs du Pays Sud Toulousain** à savoir retrouver le lien entre développement durable et habitat, promouvoir de nouvelles solutions en matière d'urbanisme rural, encourager la création de logements à loyers modérés, encourager la filière bâtiment du territoire et faire face au problème du vieillissement.

Sur le plan opérationnel, les choix constructifs se sont très vite orientés vers un **mariage béton-bois-paille** : une stratégie alliant des structures partiellement en béton pour pouvoir gérer au mieux l'inertie thermique et assurer le contreventement, et des murs extérieurs réalisés en ossature bois à remplissage de bottes de paille.

Cette opération fédère ainsi toute une équipe autour de la réalisation de 5 maisons qui permettent à la fois de **répondre au besoin social de la commune** et à son **développement économique**, tout en **privilégiant des solutions respectueuses de l'environnement**.



TÉMOIGNAGES



Une élue locale témoigne

Françoise DEDIEU-CASTIES (Maire de Lacaugne, vice-présidente de la Région Midi-Pyrénées chargée du Développement durable)



L'identification dans le cadre du PLH (Plan Local de l'Habitat) du Volvestre, d'un **manque de logements sociaux sur ce territoire**, et l'opportunité du **1er appel à projets « Bâtiments Économes »** intitulé à l'époque « Logements sociaux emblématiques du Développement Durable » ont permis à ce projet de voir le jour. L'engagement de la municipalité dans le domaine de la qualité environnementale des bâtiments, a déjà fait ses preuves notamment au travers de la Maison de l'Artisanat du bâtiment et de l'Environnement. Cette création de logements locatifs sur la commune, qui confortera certainement l'école élémentaire récemment réouverte, a constitué une occasion supplémentaire de démontrer cet engagement.

« Les porteurs du projet ont su rassurer les élus les plus réticents, dont moi, quant à l'opportunité de l'alliance bois-paille. Nous avons dépassé le syndrome des trois petits cochons ! »

Le partenariat engagé avec la Société des Chalets nous a ainsi conduit à travailler sur un **projet de logements HQE** avec un réseau de partenaires. Nous avons validé le projet du Cabinet Letellier pour son caractère innovant, tant dans le choix des matériaux que dans leur mise en œuvre.

La maîtrise d'ouvrage témoigne

Gilles RONDEAUX (Responsable de programmes, GIE Garonne Développement, SA HLM des Chalets)

Le projet est né d'une collaboration entre la mairie de Lacaugne et la SA des Chalets, dans le but d'apporter une réponse à l'appel à projets régional. Une équipe a donc été formée avec la maîtrise d'œuvre conduite par le cabinet Axel Letellier. Dans un premier temps, nous avons mené un travail de conception visant à **minimiser autant que possible les besoins en matériaux et en énergie**. C'est pourquoi nous avons visé à l'époque un niveau de consommation énergétique de 40% meilleur par rapport à la valeur de référence fixée par la réglementation.

Le **recours à la paille**, matériau naturel, très isolant, et de surcroît produit et disponible localement, **répondait parfaitement aux objectifs du concours**. Nous avons également prévu de récupérer l'eau pluviale grâce à la réalisation de noues paysagères avec des plantations d'osier favorisant l'absorption et l'infiltration.

En tout cas, les expériences vécues lors de ce projet influenceront certainement nos choix pour que **la construction des futurs logements soit toujours plus respectueuse de l'environnement et des enjeux sociaux**, et cela **avec des coûts maîtrisés!**



TÉMOIGNAGES



La maîtrise d'œuvre témoigne

Céline LASSALLE (Ingénieur conducteur de travaux, Agence Axel LETELLIER)



L'opération de 5 villas à LACAUGNE, est le premier projet réalisé par l'agence Axel LETELLIER en **ossature bois et isolation en paille**. Lors de la conception, nous nous sommes entourés d'un conseiller environnemental, du bureau d'études ECO-ETUDES, spécialisé dans la construction en paille, afin de déterminer les détails techniques de mise en œuvre. Il a fallu plusieurs mises au point afin d'appréhender certains points clés de cette méthode de construction : gestion de la stabilité au feu, de l'acoustique ou de l'étanchéité à l'air.

La **précision des détails** réalisés en concertation avec M. FLOISSAC, bureau d'études ECO-ETUDES, le cabinet Axel LETELLIER, et le bureau de contrôle VERITAS, a permis lors de la phase chantier de guider les entreprises et de **faciliter ainsi la conception et la validation des plans d'exécution**.

En cours de chantier, la méthode de préfabrication des murs a été retenue. Les caissons ont donc été réalisés en atelier, puis posés, tel un système de LEGO sur chantier. Cela a permis de se protéger des aléas de la météo et de travailler en temps masqué, et donc de réduire ainsi le délai global de l'opération.

A ce jour, **l'implication de tous les acteurs** dans le cadre de cette opération innovante, autant maîtrise d'ouvrage, bureau d'études, cabinet d'architecture ou entreprise a été essentielle pour le bon déroulement du projet. »



Pourquoi la paille ?

Luc FLOISSAC (Conseiller environnemental, bureau d'études ECO-ETUDES)



La paille est un **matériau intéressant techniquement, dense, isolant**, qui présente une résistance thermique (R) d'un peu plus de 7 pour une épaisseur de 37 cm. Pour comparaison, le triptyque classique (parpaing + laine de verre + plaque de plâtre), aurait un R de 3 pour la même épaisseur de mur. Avec la paille, la paroi est donc un peu plus de deux fois plus isolante qu'une paroi classique d'épaisseur identique.

Par ailleurs le recours à la paille comme isolant apporte un supplément non négligeable. En effet, **les isolants lourds se comportent mieux en été que les isolants légers**. La chaleur estivale est ainsi fortement amortie par son passage au travers de la paille. Nous avons également un bénéfice environnemental, puisque **la paille est**

« Avec la paille, la paroi est donc un peu plus de deux fois plus isolante qu'une paroi classique d'épaisseur identique. »

un matériau largement disponible localement en France. Pour illustrer la disponibilité de ce matériau, pour fournir en isolant tous

les logements neufs construits, il faudrait seulement 5% de la paille produite en France chaque année.

TÉMOIGNAGES

Une entreprise actrice du projet témoigne

Alexis HEIMROTH (Conducteur de travaux, Menuiserie ANTRAS)

Restée fidèle à son Ariège natale, après plus de 50 ans de croissance et d'innovation, la Menuiserie ANTRAS rayonne aujourd'hui dans toute la région Midi-Pyrénées. Elle exerce ses compétences dans des activités telles que la construction d'ossatures bois, de charpentes, d'extensions et surélévations, l'isolation thermique par l'extérieur et les menuiseries.

Que retenir-vous de cette expérience avec le matériau paille ?

Avant tout, je tiens à signaler qu'il s'agissait de notre **première expérience avec la paille** utilisée comme isolant. Nous avons donc dû nous former de manière à développer les **compétences nécessaires pour garantir un travail de qualité**.

« Le geste artisanal d'autrefois s'enrichit de la technicité d'aujourd'hui pour créer et innover dans le domaine de la construction. »

Il faut voir selon moi ce temps passé en formation comme un **investissement d'avenir** oeuvrant à l'**enrichissement du capital humain** de notre entreprise. Ainsi de nouvelles

compétences sont venues compléter celles déjà acquises dans les techniques de l'ossature et la charpente. Le geste artisanal d'autrefois s'enrichit de la technicité d'aujourd'hui pour créer et innover dans le domaine de la construction.

Comment vous êtes-vous formés à cette nouvelle technique ?

Pour nous former à cette technique constructive, nous avons tout naturellement décidé **d'acquérir les « Règles professionnelles de construction paille »** rédigées par le Réseau Français de la Construction en Paille (RFCP).

Nous avons ainsi pu découvrir tous les éléments nécessaires pour mettre en place un **cadre technique garantissant une mise en oeuvre correcte des bottes de paille** utilisées en tant que remplissage isolant. On y trouve également une partie très intéressante qui présente les **bonnes pratiques** ainsi que les **écueils à éviter**. L'ouvrage est très complet et propose de nombreux documents pratiques, des procédures, des fiches de contrôle, des bordereaux de suivi,...

Pouvez-vous partager avec nous un exemple concret d'utilisation de ces règles professionnelles ?

Pour nous approvisionner en paille, il nous a fallu nous rapprocher d'un agriculteur capable de nous proposer des bottes conformes aux préconisations des règles professionnelles. En effet, **un cahier des charges** très précis établit les exigences à observer pour garantir la **qualité des bottes de paille**. Le contrôle porte entre autres sur l'humidité relative, la masse volumique et les dimensions des bottes.

De plus, notre maîtrise de l'Assurance Qualité en vigueur depuis longtemps dans l'entreprise, associée aux points de contrôle précisés dans l'ouvrage, nous a permis de créer des **fiches de contrôle adaptées à ce produit** et d'assurer un **suivi de qualité tâche après tâche**.



GENERALITES SUR LA PAILLE

Caractéristiques générales

Dimensions moyennes : 37 x 47 x 100 cm
Poids moyen : 15 à 20 kg la botte (selon densité de récolte, type de céréales)
Masse volumique : 100 kg/m³
Conductivité thermique : λ utile = 0,052 W/m.K (botte posée sur chant)

Excellent rapport performance thermique / coût

Compter entre **2 et 3 bottes par m² de mur** pour un coût situé **entre 3 et 5 euros le m²** pour un **R de 7,1 m².K/W**
- **Résistance thermique équivalente** à celle obtenue avec **25 cm de laine de verre dernière génération**
- Coût moyen équivalent à la construction de murs «conventionnels» parpaings avec doublage isolant

Performance environnementale

Energie grise (part non renouvelable) nécessaire pour assurer une fonction d'isolation répartie sur **1 m² de mur en paille non porteuse** (en élément de remplissage, avec liteaux de compression), hors ossature et enduits, d'une résistance thermique de 7,1 m².K/W : **7,87 MJ***

A titre de comparaison, un panneau semi-rigide en laine de verre d'épaisseur 240 mm nécessite 143 MJ* soit légèrement plus de **18 fois plus d'énergie d'origine non renouvelable au cours de son cycle de vie** pour assurer une isolation de résistance thermique légèrement moins performante, à savoir un R de 6,85 m².K/W*.
Changement climatique : **-9,63 kg équivalent CO₂*** par mètre carré isolé (puits de carbone)

* Source : Base de données INIES (base nationale française de référence sur les impacts environnementaux et sanitaires des produits, équipements et services pour l'évaluation de la performance des ouvrages)

Résistance au feu

Tests au feu: la paille compressée se consume très lentement
Euroclasse feu de la paille: B-s1,d0 (avec enduit, 8 mm de terre)
• Paille + enduits terre / chaux : résistance prouvée au feu > 2 heures

Disponibilité de la paille

Pour **1 maison de 100 m²** (100m² de mur + 130 m² de toiture), il faut compter environ **500 petites bottes de paille**, soit une masse de **10 tonnes**, qui correspond à la production de **2 ha de blé**.

Pour illustrer la **disponibilité de ce matériau**, il faut rappeler que 40% de la paille produite annuellement est broyée et retourne au sol après les moissons et qu'il suffirait **seulement 5% de la paille produite en France chaque année pour construire tous les logements neufs** (individuels ou collectifs).

Assurabilité

Les règles professionnelles de construction en paille validées en juillet 2011 par la C2P* permettent de couvrir un large panel des techniques qui emploient la botte de paille en remplissage de structures bois.

Il s'agit désormais d'une **technique courante du point de vue des assureurs**.

* C2P - Commission Prévention Produits de l'Agence Qualité Construction qui valide notamment les Avis Techniques de produits de construction et les règles professionnelles de construction.



ZOOM TECHNIQUE

Principales techniques rencontrées pour l'isolation en bottes de pailles :

- **Ossature bois** que l'on remplit au fur et à mesure avec les bottes de paille
- **Caissons livrés vides**, la paille est mise dans les caissons sur le chantier
- **Caissons pré-remplis**, préfabrication en atelier, caissons livrés remplis sur chantier

Principaux points de vigilance et exigences à observer

3 principes de base sont à respecter au moment de la pose : la paille doit être sèche, les bottes doivent être solidaires de la structure bois, et un système doit empêcher le tassement des bottes.

Points de vigilance :

- **Choix des bottes de paille** (selon dimensions, taux de compression, taux d'humidité...)
- **Choix des parements**
- **Gestion de la migration de la vapeur d'eau**
- **Étanchéité à l'eau et à l'air des jonctions entre éléments constructifs** : on veillera notamment à la qualité de réalisation des points singuliers tels que les hauts et bas de murs, les jonctions entre parois, l'entourage des menuiseries, les prises de courant, etc...

Les clés de la réussite : un travail de conception soigné suivi d'une mise en œuvre de qualité

- **Importance du travail de conception.** Préoccupation commune à tous les systèmes constructifs : faire le moins de trous possibles et éviter les ponts thermiques ! Pour toutes les jonctions, plafonds, parois verticales, dalles, ouvertures, il faut gérer soigneusement l'étanchéité à l'air, et donc mettre en place des rubans adhésifs, des mastics, ou des joints comprimés, en général c'est au moins les 2 : bande comprimée + bande adhésive.
- **Qualité de mise en œuvre.** Pose soignée des bottes, remplissage des vides résiduels, réalisation méticuleuse de l'étanchéité des tours de baies, angles, bas de mur et autres jonctions entre éléments constructifs.

Intérêt du test intermédiaire d'étanchéité

QUAND ? Lorsque le bâtiment est hors d'eau, hors d'air, et que les différents éléments destinés à garantir l'étanchéité à l'air (frein-vapeur, bandes adhésives, joints comprimés, etc...) ont été posés.

POURQUOI ? Double intérêt : on peut corriger les défauts éventuels et on sait quel était le niveau d'étanchéité avant l'intervention des entreprises du second œuvre.

Pour plus d'informations techniques à propos de la construction paille

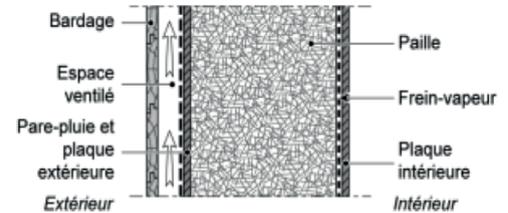
Contact : Réseau Français de la Construction en Paille (RFCP)

Site internet : <http://www.compallons.eu/contact-1>

Comment se procurer les Règles Professionnelles ?

Chez votre libraire ou sur Internet via le site du RFCP :

<http://www.compallons.eu/>



Vue en coupe d'une paroi isolée avec de la paille.

Description de la technique employée sur ce chantier

Caissons bois livrés pré-remplis avec des bottes de paille

- **Système constructif :** Mariage bois / béton / isolant paille
- **Fonction du béton :** bonne isolation acoustique + contreventement du bâtiment + inertie thermique (pour le confort d'été). L'idée étant d'avoir une enveloppe bien isolée et un noyau rigide et massif pour assurer à la fois l'inertie thermique et le contreventement du bâtiment.
- **Mode de fixation des caissons :** système de double lisse basse + renfort avec des équerres métalliques
- **Gestion de l'étanchéité entre caissons :**
 - Pose d'un pare pluie coté extérieur : directement fixé sur les caissons.
 - Pose d'un frein vapeur coté intérieur : rejoint le plafond, collé à la dalle en béton.
 - Pose de bandes adhésives et joints comprimés aux points singuliers (jonctions entre éléments constructifs).
- **Parement :** bardage bois – douglas avec lame d'air ventilée.



LA MISSION D'OBSERVATION DU **CeRCAD**

Le CeRCAD (Centre de Ressources de la Construction et de l'Aménagement Durables) a pour mission d'accompagner les professionnels du bâtiment dans l'évolution de leur métier face aux nouvelles exigences réglementaires et aux enjeux du développement durable. C'est dans ce contexte que le centre de ressources a développé sa collection **BâtiBuzz** : des fiches techniques pour...

... Valoriser les opérations significatives

Cet accompagnement se traduit par l'identification et la valorisation d'opérations significatives en Midi-Pyrénées pour apporter plus de visibilité aux projets et aux acteurs et ainsi permettre les synergies.

Dans ce cadre, le CeRCAD propose une série de fiches intitulées « **BâtiBuzz - Retours d'expériences** » regroupant des informations techniques, des témoignages et des illustrations pour chaque opération livrée référencée.

... Promouvoir et diffuser les bonnes pratiques

Certains projets font l'objet d'une analyse plus approfondie suite à une visite organisée en collaboration avec la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre. Cette analyse multicritère a pour vocation la capitalisation des bonnes pratiques et leur diffusion.

L'intérêt de cette démarche repose sur la richesse des échanges au sein d'un groupe pluridisciplinaire composé de plusieurs partenaires du CeRCAD : ADEME Midi-Pyrénées, ARESO, ARPE Midi-Pyrénées, FFB Midi-Pyrénées, Région Midi-Pyrénées, DREAL Midi-Pyrénées, Réseau Ecobâtir, EnviroBAT Midi-Pyrénées, Midi-Pyrénées Bois, Union Régionale des CAUE de Midi-Pyrénées, Union Régionale des CAPEB Midi-Pyrénées.

La synthèse de cette analyse est proposée dans la fiche intitulée « **BâtiBuzz - Regards croisés** ». Basée sur un système de cotation organisé en 6 thèmes et 20 sous-thèmes, les résultats sont illustrés à travers deux empreintes : l'une simplifiée reprenant les grands thèmes et l'autre, plus détaillée, reprenant l'ensemble des sous-thèmes.

... Echanger sur les retours d'expérience en phase chantier

Le centre de ressources a également souhaité attirer l'attention des professionnels de l'acte de construire sur des techniques constructives spécifiques en organisant des visites de chantier des opérations lauréates de l'appel à projets régional « Bâtiments économes de qualité environnementale ». La synthèse de ces visites est proposée dans une troisième fiche intitulée « **BâtiBuzz - Visites de chantier** ».

Direction de publication

Toute l'équipe du CeRCAD Midi-Pyrénées :
Lise Birard, Jocelyne Blaser, Jonathan Kuhry, Illona Pior.

Conception graphique et mise en page

Atelier de création Arterrien : www.arterrien.com

Remerciements

Le CeRCAD adresse ses remerciements à la maîtrise d'ouvrage et à la maîtrise d'œuvre pour leur coopération et leurs contributions écrites, ainsi qu'à ses partenaires investis dans cette démarche depuis 2011.

Crédits photos

RFCP, CeRCAD Midi-Pyrénées.

Contact

nouscontacter@cercad.fr
www.cercad.fr