

La paille projets construits

Recherche **APROPAILLE**

*Vers une reconnaissance de la paille
comme matériau isolant dans la construction*

- Vadémécum 3 -



Avec le soutien de



Wallonie

A P R O P A I L L E

*vers une reconnaissance de l'usage de la paille
comme matériau isolant dans la construction*

La paille - projets construits

Vadémécum issu de la recherche « aPROpaille » - Appel à projet « ERable »,
sur base d'une subvention de la Région Wallonne dans le cadre d'un pro-
gramme de recherche d'intérêt général.

PARTENAIRES



UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN ARCHITECTURE & CLIMAT

DE HERDE André, Professeur
EVRARD Arnaud, Dr. Ingénieur Architecte
ROUCHE Sylvie, Infographiste



INSTITUT DE CONSEIL ET D'ÉTUDES EN DÉVELOPPEMENT DURABLE (ICEDD)

BIOT Benjamin, Architecte
KEUTGEN Gauthier, Ingénieur Civil Électricien



UNIVERSITÉ DE LIEGE (GeMME)

COURARD Luc, Professeur
LOUIS Arnaud, Ingénieur Civil des constructions



UNIVERSITÉ DE LIÈGE - GEMBLOUX (GxABT - UMC)

LEBEAU Frédéric, Professeur
LOUIS Arnaud, Ingénieur Civil des constructions



PAILLE-TECH SCRL

BONNERT Antoine, Architecte

AVEC LE SOUTIEN DE :



Wallonie

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	7
HISTORIQUE.....	9
ARCHITECTURE VERNACULAIRE	10
LA CONSTRUCTION INDUSTRIELLE	11
LE RETOUR AUX SOURCES.....	13
LA NORMALISATION DES MATÉRIAUX NATURELS	15
CONCLUSION	19
TECHNIQUES DE CONSTRUCTION EN PAILLE.....	21
RÔLE CONSTRUCTIF DE LA PAILLE	22
SYMBOLES DES RÔLES CONSTRUCTIFS DE LA PAILLE	23
Porteur.....	23
Mixte	23
Support	23
Isolant.....	23
NEBRASKA	24
GREB.....	29
CST (CELLULE SOUS TENSION).....	33
CASACALIDA	36
PAILLE-TECH	39
AUTRICHIENNE (ET ALTAR).....	42
CATALOGUE DE PROJETS : CAS D'ÉTUDES	47
EXTENSION NATURE & PROGRÈS - JAMBES	48
MAISON UNIFAMILIALE ZÉRO ÉNERGIE À MOXHE	54
MAISON EN GREB À BUZET	59
LA FERME À L'ARBRE DE LIÈGE	62
MAISON UNIFAMILIALE À TONGRINNE.....	67
UN BRIN DE PAILLE	73

CATALOGUE DE PROJETS: RÉPERTOIRE	79
ARC EN PAILLE	80
MAISON UNIFAMILIALE À LESSIVE	82
HABITAT GROUPÉ À MONT-SAINT-GUIBERT	83
LA CITE S'INVENTE ASBL À LIÈGE.....	85
GÎTE « LA LIGULE » À MIGNAULT (LE ROEULX)	87
UNE MAISON ÉVOLUTIVE À MALONNE	88
BÂTIMENT CONTEMPORAIN À BLANDEN	90
RÉNOVATION & EXTENSION À LIÈGE	91
MAISON UNIFAMILIALE À LIÈGE	92
UN ESPACE DE CRÉATION À UCCLE.....	93
MAISON UNIFAMILIALE À MONS	94
MAISON ET CABINET À MELLIER	95
ÉCO-RÉNOVATION D'UNE GRANGE À BEERSEL	97
BUREAU PROFESSIONNEL À FRANIÈRE	99
HABITAT GROUPÉ « LE ZESTE » À BAISY-THY	101
RÉNOVATION D'UNE TOITURE À TROOZ	102
MAISON UNIFAMILIALE À BASSILLY	103
LES PROJETS D'ALTAR	104
Maison unifamiliale à Bonlez.....	105
Maison unifamiliale à Fize-Le-Marsal	106
Maison unifamiliale à Villeroix.....	107
FOIRE AUX QUESTIONS (FAQS)	109

Source photo de couverture : « Maison Van Soom, 2002 ».

Nous invitons le titulaire des droits d'auteur qui se reconnaîtrait –et qui n'a pu être identifié à ce stade malgré les meilleurs efforts déployés à cette fin– à prendre immédiatement contact avec l'utilisateur de façon à régulariser la situation (climat@uclouvain.be).

INTRODUCTION

En novembre 2011, un consortium rassemblant l'Université catholique de Louvain (Architecture et Climat), l'Université de Liège (GeMMe et UMC), l'Institut de Conseil et d'Études en Développement Durable (ICEDD) et la jeune entreprise Paille-Tech est formé autour du projet de recherche «aPROpaille» financé par la DGO4 (Direction générale opérationnelle de l'Aménagement du territoire, du Logement, du Patrimoine et de l'Énergie) dans le cadre du programme ERable, organisé par le Service Public de Wallonie (DGO4 et DGO6, Direction Générale Opérationnelle de l'Économie, de l'Emploi et de la Recherche). Ce projet très complet a permis de déterminer les caractéristiques et performances des matériaux «terre» et «paille», de réaliser des simulations de comportement hygrothermique des parois en paille, de les comparer à des monitorings de bâtiments existants en paille, de réaliser une analyse de cycle de vie (ACV) de ce type de paroi... Outre la réalisation d'une plateforme Internet (www.apropaille.be) sur la filière belge, les principaux résultats de cette recherche ont été rassemblés fin 2015 dans trois vadémécums à destination d'un public large et varié. Ces vadémécums, dont le présent document en est la troisième partie, ont pour but d'offrir à tout un chacun une information rigoureuse, claire et compréhensible, des avancées récentes de ce domaine pour favoriser le développement de la filière de la paille utilisée comme matériau isolant dans la construction.

Afin de permettre aux acteurs du monde de la construction de s'approprier les connaissances relatives à ce matériau, ce vadémécum s'intéressera aux projets qu'il est possible de construire et montre que les possibilités architecturales que permet l'utilisation de ce type de matériaux sont multiples et sont à la hauteur de la créativité des concepteurs qui les font naître. Le premier chapitre retrace synthétiquement l'historique de ce type de construction. Le deuxième définit une série de modes constructifs fréquemment rencontrés dans la pratique sur base du rôle constructif que joue la paille dans les parois. Une série de fiches est alors présentée pour constituer un catalogue de projets qui sont repris sur la plateforme Internet. Certains projets, les «cas d'étude», sont plus détaillés et leurs fiches reprennent

l'ensemble des documents graphiques utiles pour comprendre leur plans, coupes et façades. Un dernier chapitre, intitulé «FAQs», tente de répondre aux questions les plus fréquemment posées sur la construction en paille.

HISTORIQUE

De la construction empirique à la construction normalisée.

ARCHITECTURE VERNACULAIRE

Si la construction en ballots de paille s'intègre parfaitement aux principes constructifs de l'architecture vernaculaire, elle reste pourtant une technique des plus contemporaines.



Fig. 1 : Techniques constructives d'architecture vernaculaire.

Depuis la nuit des temps, l'homme construit avec les matériaux présents sur le site. La terre, le bois, la pierre sont des matériaux que l'on retrouve dans toutes les constructions depuis des milliers d'années;

Par un jeu d'essais erreur, le savoir-faire empirique des artisans s'est enrichi au fil du temps ; L'empirisme, les coutumes, cultures locales et le climat ont donné une architecture vernaculaire intelligente typique à chaque région.

Chaque type d'architecture vernaculaire est une réponse logique globale : étable au nord pour protéger du froid, corps de logis au sud pour profiter des apports solaire, paille ou foin au grenier en hiver, au-dessus du corps de logis, grenier ventilé en été, matériaux constructif locaux, type d'inertie et d'isolation lié au climat (pisé et pierre dans les climats chaud, bois massif dans les climats froid, torchis dans les climats intermédiaire).

Les matériaux sont choisis sur ou à proximité du site : pierre, bois, paille, terre en proportions variable en fonction des régions, et donc de la disponibilité de ces matériaux.

Constructivement, il ne s'agit pas d'une superposition de différentes couches qui ont chacune un rôle bien particulier : finition, support de finition, frein vapeur, isolation, système structurel, support de finition extérieur, finition extérieur ; il s'agit au contraire d'un mur massif composite qui gère l'ensemble de ces fonctions de manière globale.



Fig. 2 : Photos actuelles de bâtiments construits au début XXème S aux USA.

C'est à la fin du XIXe siècle que des agriculteurs du Nebraska (États-Unis) ont utilisé les premières presses agricoles mécaniques. La paille n'était donc plus mise en vrac, mais elle était rangée en blocs droits et légers. La région du Nebraska manquant d'arbres et le sol y étant souvent très sableux, ces agriculteurs ont logiquement construit leurs habitations avec ce matériau.



Fig. 3 : Ballot de paille ayant plus de 100 ans aux USA.



Fig. 4 : Construction d'une des premières maisons en paille au Nebraska - XIXème S aux USA.

LA CONSTRUCTION INDUSTRIELLE

La naissance des matériaux industriels et de la normalisation de la construction.

En 1824, un brevet pour le ciment Portland est déposé, c'est le début d'une reconnaissance commerciale des matériaux de constructions, trente et un an plus tard, un second brevet est déposé, celui du « ferciment » connu sous l'appellation du béton armé.

Le ciment est un des premiers matériaux « universels » : sur base d'une recette identique, il est reproductible partout dans le monde, tout en gardant exactement les mêmes caractéristiques, contrairement au bois, la terre et

la pierre, matériaux bruts dont les caractéristiques peuvent varier suivant la région où le matériau est extrait.

Le fait de disposer de matériaux dont les caractéristiques sont plus homogènes soutient le développement rapide des méthodes de calculs numériques. Edmont Coignet et Napoléon de Tédesco publient en 1894 «un mode de calcul rationnel des ouvrages en béton aggloméré et en ciment armé».

Ces nouvelles techniques de constructions ne sont utilisées dans un premier temps principalement pour des bâtiments de grande taille : les immeubles de bureaux, des gares, des bâtiments industriels...

La situation évoluera encore à la fin de la deuxième guerre mondiale. D'une part, de nombreux artisans sont morts au combat, ce qui a provoqué une énorme perte du savoir-faire empirique. D'autre part, l'industrie de guerre était chauffée à blanc et il fallait la reconvertir en industrie de paix : industrie de l'agriculture, industrie pharmaceutique et industrie de la construction. Enfin, il y avait un besoin urgent et très important de reconstruction. Ainsi, ces matériaux industriels ont commencés à être aussi massivement employés dans la construction des logements.

Dans les années 1920, le Ministère de l'Agriculture du Nord Dakota aux États-Unis édite des manuels de construction en ballots de paille destinés à la construction de bâtiments agricoles. Cette initiative permet la diffusion dans plusieurs états de cette technique de construction.

De manière assez anachronique dans cette évolution de la construction, un ingénieur français, M. Feuillette, met au point un système constructif industrialisable en ossature bois et isolation en ballots de paille. Un article paru dans la revue « La Science et la Vie » de mai 1921 (n° 56) témoigne du système constructif mis au point par M. Feuillette. Il est d'une simplicité et d'une logique exceptionnelle. La «Maison Feuillette» existe toujours, c'est une des plus anciennes maison en paille d'Europe.



Fig. 5 : « Maison Feuillette ».

Notons que ce bâtiment vient d'être racheté par le Réseau Français de la Construction en Paille (RFCP), association française pour la promotion de la construction en paille, et qu'il hébergera un centre de formation.

En 1938, l'américain Russell Games Slayter d'Owens-Corning invente le procédé de production de la laine de verre.

Cette fabrication industrielle de matériaux « universels » et dont les caractéristiques sont constantes, ouvre la porte à la normalisation.

En 1976, c'est le lancement des premiers Eurocodes, qui sont les normes européennes de référence pour la conception, le dimensionnement et la justification des structures de bâtiment et de génie civil. L'Eurocode 5 concerne les structures en bois.

L'effet de cette normalisation n'est pas toujours positif et amène une « standardisation » de la construction qui remplace petit à petit les matériaux et techniques de construction empiriques. Ceux-ci perdent donc progressivement leurs parts de marché.

LE RETOUR AUX SOURCES

Empirisme, bioclimatisme, matériaux naturels et sains.

En 1979 une maison est construite en trois jours sur le terrain militaire du Larzac, ce qui symbolisera la lutte pacifique, écologique et anti-nucléaire, catégorisant par la même occasion les maisons en paille comme des solutions rurales, alternatives et bricolées



Fig. 6 : Ferme du Larzac - 1979.

Dans le cadre de différents mouvements écologistes et contestataires, les méthodes et les matériaux constructifs naturels, issus de l'architecture vernaculaire commencent à réapparaître un peu partout dans le monde. Ces solutions restent cependant cantonnées à un milieu très alternatif.

En 1995, le «Groupe de recherches écologiques de La Baie» au Canada met au point un nouveau système constructif empirique, et réalise la première construction par la technique sous l'appellation de ses initiales «GREB»¹.



Fig. 7 : Écohameau du GREB lieu d'expérimentation de la technique (GREB).

Cette technique constructive, bien que empirique, est très bien détaillée dans divers petites publications, ce qui permet à ce système constructif de se développer et d'apparaître en Europe, spécialement en France par l'intermédiaire de l'association «APPROCHE-Paille» (voir ci-dessous). En Belgique, il semble que la première maison en paille ait été dessinée et réalisée par l'architecte Mark Depreeuw (voir chapitre suivant).



Fig. 8 : 1999, première maison en paille en Belgique.

1. <http://www.greb.ca/>

LA NORMALISATION DES MATÉRIAUX NATURELS

La démarginalisation des matériaux vernaculaires.

Face à la marginalisation de la construction en matériaux vernaculaires, qui ne sont pas normalisés, ce qui freine les professionnels qui veulent les utiliser, différentes associations se créent à travers le monde pour tenter d'améliorer cette situation.

Aux USA, depuis 1983, le journal « The Last Straw » publie des articles sur des constructions en matériaux naturels à travers le monde.

En 1992, le projet de loi de « réduction de destruction de la paille de riz par le feu » passe en Californie, et oblige les agriculteurs à trouver de nouvelles alternatives pour utiliser la paille de riz ;

En 1996 « The California Straw Building Association » (CASBA) voit le jour en Californie.

De 1999 à 2007², avec la participation de CASBA et du département californien de l'alimentation et de l'agriculture, différentes recherches et tests sont effectués sur des murs en ballots de paille, pour arriver à ce que la construction en paille soit intégrée au code californien de la construction.

Il est important de noter que ce code porte essentiellement sur la construction en « ballots porteurs », c'est-à-dire sans ossature bois.

En 2001, les prémisses de la normalisation de la construction en paille en Autriche avec le programme « Haus der Zukunft ». Ce programme permettra la construction d'un bâtiment totalement innovant construit en ballots de paille, mais permettra également de délivrer une valeur d'isolation et une résistance au feu reconnues en Autriche.

En 2003, en France, l'ADEME participe au projet Montholier (Jura, France) mené par Samuel Courgey. Des erreurs de conceptions et de réalisations n'ont pas permis de rendre les résultats de cette opération aussi intéressants qu'ils auraient dû l'être. L'expérience est toutefois jugée réussie « médiatiquement ».

2. Sources : <http://www.strawbuilding.org/>



Fig. 9 : Projet « Montholier ».

En 2005, André de Bouter publie son premier ouvrage « Bâtir en paille » premier ouvrage francophone détaillant les techniques constructives en paille.

Bâtir en Paille

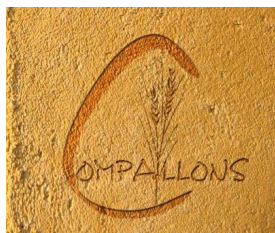


Guide pratique de la construction en bottes de paille

André de Bouter

Début 2005, l'association « APPROCHE-Paille » en France diffuse une nouvelle technique de construction, éloignée des principes habituels de construction en paille, la technique du GREB. Le dynamisme de cette association sur la toile et dans les médias a été à l'origine de nombreux projets.

En 2005 également, l'association « Les Compailleurs », se met en place grâce à Philippe Liboureau, dit « le pailleux ». Cette association mêle en son sein, maîtres d'ouvrages, auto-constructeurs et professionnels. Son forum devient le lieu de rendez-vous de toute la construction paille.



Toujours en 2005, l'association Casacalida se crée en Flandre. Grâce à des réunions régulières, différents architectes développent un système constructif particulier et très intéressant.

En mai 2006, André De Bouter (association La Maison en Paille) organise les premières rencontres nationales de la construction en paille à Celles sur Belle (France) qui rassemble les pionniers et les trois associations Approche Paille, les Compailleurs et Botmobil créée par Tom Rijven.

Le Réseau Français de la Construction en Paille (RFCP) sera officiellement créé en Novembre 2006 lors des secondes rencontres nationales de la construction en paille organisés par les Compailleurs; ce réseau est symboliquement sous la tutelle de l'association «les Compailleurs»³ et Philippe Liboureau en est le premier président. En plus des adhérents particuliers et professionnels, ce réseau regroupe des concepteurs, des institutions et des associations de sensibilisation à l'écoconstruction dans toute la France.

Fin 2007, l'asbl Grappaille, équivalent francophone de Casacalida, voit le jour en Belgique. Cette association n'existera que quelques années.

En 2007, l'architecte Henk Van Aelst, membre de l'association Casacalida, reçoit le prix Energie Award pour la réalisation d'une maison passive en paille, avec un bureau d'architecture à l'étage à Berlaar en Belgique.



Fig. 10 : Maison personnelle et bureau d'architecture de l'Architecte Henk Van Aelst, 2007.

En 2008, l'association FASBA en Allemagne commence les démarches pour l'obtention d'un agrément technique.

3. <http://www.compailleurs.eu/>

En 2009, Casacalida organise l'ESBG, European Strawbale Gathering, en Belgique. Ces rencontres européennes permettent à tous les pays de faire part de leurs avancées en matière de normalisation ou de développement.

En 2009, l'entreprise de construction Paille-Tech est créée en Belgique dans le but de préfabriquer des murs en ballots de paille.

En 2010, l'entreprise de construction Modcell (créée en 2007) dépose un brevet sur ses murs en ballots de paille préfabriqués en grande Bretagne.

La recherche aPROpaille démarre en novembre 2011.

En 2012, Le RFCP (réseau français de la construction en paille) publie les règles professionnelles. Il s'agit d'une étape très importante en France, étant donné que grâce à cette reconnaissance officielle, la construction en paille est reconnue comme système constructif courant. Toutes les entreprises de constructions pourront donc être assurées sans aucun surcoût.

Depuis la publication de ces règles professionnelles, plus de 5 entreprises de construction ont été constituées en France.

En 2014, l'association FASBA obtient un agrément technique pour la paille en construction de manière définitive. Celui-ci garantit un λ de 0.052 W/m.K ou 0.08 W/m.K selon l'orientation des fibres de la paille. Le classement au feu obtenu est B-s1, d0, soit « normalement inflammable ».

En 2015, l'agrément technique allemand peut être utilisé pour faire accepter une résistance au feu de 60 minutes (classe REI60). L'association FASBA entame des démarches pour mettre en place un agrément européen.

Du 20 au 25 août 2015, une nouvelle édition du European Strawbale Gathering (ESBG) a été organisée à Montargis, en France, sur le site de la maison Feuillète, racheté peu avant par le réseau Français de la Paille (RFCP). Lors de celle-ci, les différentes associations présentes ont décidé d'entamer des démarches pour créer une association européenne des acteurs de la paille en construction.

Le 4 décembre 2015, les partenaires de la recherche aPROpaille ont rencontré les représentants du Cluster Ecoconstruction, du Cluster Ecobuild

et de VIBE pour envisager la création d'une association belge de la paille. Une présentation publique des résultats de la recherche, des trois vadémécums et de la plateforme web (www.apropaille.be) qui en découlent, ont ensuite été présenté à un public nombreux à Louvain-la-Neuve.

En 2011, la région wallonne accepte de financer la recherche aPROpaille qui peut démarrer en décembre.

CONCLUSION

Bien que la construction en ballots de paille soit régulièrement assimilée à un type de construction «vernaculaire», dépassée et sans garantie, nous pouvons cependant constater que :

- Le travail de normalisation de la construction en paille permet de construire en ballots de paille presque partout dans le monde, en respectant toutes les normes de construction, et donc en donnant toutes les garanties nécessaires aux professionnels et aux futurs habitants.
- Sur l'échelle du temps de la construction, les ballots de paille, la laine de verre, le béton armé, ... sont des matériaux contemporains. A la différence près que l'utilisation du ballot de paille n'est qu'une évolution de l'utilisation de la paille (toiture en chaume, torchis, ...) qui sont des techniques de construction plusieurs fois centenaires, ayant prouvé leur durabilité.
- La normalisation de la construction en paille étant relativement récente, et bien qu'il existe d'excellents ouvrages publiés récemment, la littérature disponible sur le sujet doit faire l'objet d'une analyse critique avant de se lancer dans un projet de construction.

TECHNIQUES

DE CONSTRUCTION EN PAILLE

Historiquement, le ballot de paille participait à la stabilité du bâtiment, à son isolation et aux support des enduits de finition. Petit à petit, les techniques constructives se sont diversifiées et la paille n'y jouait plus toujours tous ces rôles. Ce chapitre présente les différents types de murs en paille qui sont rencontrés dans la pratique et identifiant systématiquement le rôle joué par la paille. Pour ce faire, quatre logos sont définis et seront utilisés dans la présentation des projets au chapitre suivant.

RÔLE CONSTRUCTIF DE LA PAILLE

Le ballot de paille peut assurer différents rôles dans la construction.

Historiquement, et empiriquement, le ballot de paille était le cœur d'un système constructif massif. Dans les premières maisons en ballots de paille, les ballots participent à la stabilité, à l'isolation et sont les supports de finition. Nous sommes ici clairement dans le cadre d'un système constructif directement issu de l'architecture vernaculaire, où le matériau mis en œuvre assure plusieurs fonctions dans le mur, exactement comme un vieux mur en pierre ou en brique.



Les techniques de constructions sont nombreuses et concernent principalement la réalisation des murs. Les toitures étant le plus souvent réalisées en ossature traversante, fermée par des panneaux sur chaque face.

D'une technique à une autre, la paille est sollicitée pour une, deux ou trois de ses caractéristiques : mécanique, thermique et structurelle. En effet, la paille peut être considérée comme un isolant, mais elle peut aussi jouer le rôle de support d'enduit (isolant auto-portant) ainsi qu'être élément structurel.

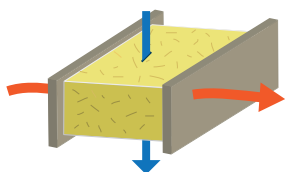
Combiner les rôles constructifs de la paille peut être un moyen efficace de réduire le bilan écologique global de la paroi.

De même, la manière dont la paille est sollicitée, et le choix du système constructif peut influencer le coût global de la construction et la proportion prix main d'œuvre/prix des matériaux sera réduite ; en d'autres mots, il faudra être attentif à l'implication sur les coûts de matériaux et de mise en œuvre lors des choix de conception.

Dans ce chapitre, les différentes techniques de construction en paille sont classées en identifiant le rôle « constructif » qu'y joue la paille.

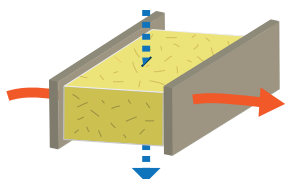
SYMBOLES DES RÔLES CONSTRUCTIFS DE LA PAILLE

Porteur



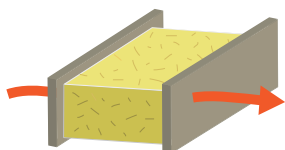
Le symbole représente le fait que, dans ce cas, la paille joue un rôle structurel, un rôle d'isolation et qu'elle sert de support aux enduits. C'est la sollicitation maximum du matériau.

Mixte



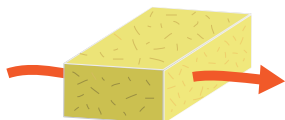
Le symbole représente le fait que, dans ce cas, la paille contribue partiellement à la reprise des charges, qu'elle joue un rôle d'isolation et qu'elle sert de support aux enduits. Le symbole est nommé «mixte» parce que l'ensemble enduit + bois + paille y sont considérés comme collaborants à la structure du mur.

Support



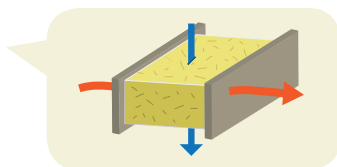
Le symbole représente le fait que, dans ce cas, la paille joue un rôle d'isolation et qu'elle sert de support aux enduits. La reprise des charges verticale et le contreventement ne sont pas assurés par la paille.

Isolant



Le symbole représente le fait que, dans ce cas, la paille ne joue plus qu'un rôle d'isolant.

NEBRASKA



Historique

Cette technique constructive, la plus ancienne concernant la construction en ballots de paille, connaît un nombre impressionnant de variantes.

Cela semble être la technique constructive la plus cohérente avec ce matériau.

Cette technique vient du 19^{ème} siècle, peu de temps après l'apparition des premières presses agricoles. Les premières traces de ce système constructif viennent de l'Etat du Nebraska, qui a donné son nom à la technique.

Cet Etat comptait d'immenses surfaces de culture. Les pionniers de ce système constructif furent donc des agriculteurs qui réalisèrent des logements saisonniers au milieu de leurs cultures, avec les ressources locales. L'interdiction de brûler la paille de riz, en 1992, a relancé l'intérêt de ce type de construction aux USA.

En grande Bretagne, l'association Amazonails a remis cette technique au goût du jour, en réalisant plusieurs dizaines de construction durant les dernières décennies. Cette association n'existe plus aujourd'hui et a été remplacée notamment par l'association Straw Works (<http://www.strawworks.co.uk/>) créée par Barbara Jones.

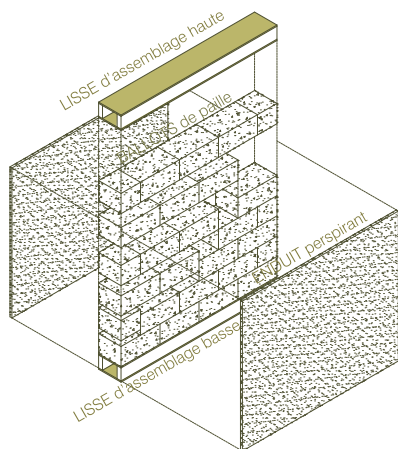


Fig. 11 : Axonométrie explosée du système Nebraska.

Description du système constructif

Les ballots de paille sont empilés en quinconce, comme de la maçonnerie.

Les ballots sont liaisonnés entre eux par des connecteurs verticaux (plusieurs systèmes existent), ces derniers assurant leur rôle constructif principal lors de la mise en œuvre; ils permettent une cohésion de l'ensemble avant la pose des lisses.

Les ballots sont montés sur un étage, et ensuite comprimés à l'aide de sangles, entre la lisse haute et la lisse basse.

La lisse haute sert de support de répartition aux appuis du plancher ou de la toiture.

Les murs sont enduits après tassement naturel ou forcés (environ 10 %).

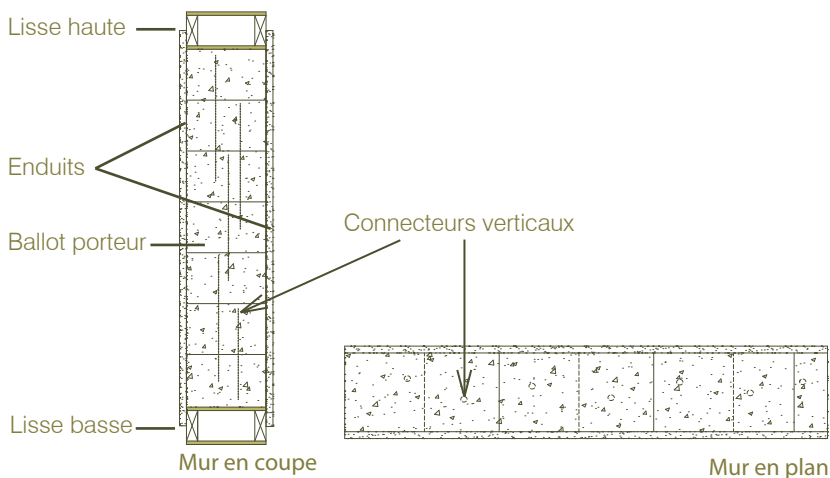


Fig. 12 : Vue en coupe et en plan du système Nebraska.

Conception

Ce système impose une conception simple et relativement rigide, car aucune charge ponctuelle ne peut être reprise sans modification hasardeuse.

Cela veut dire qu'il est presque impossible de transformer un plan existant et d'y insérer ce système constructif.

Le plan doit être réalisé sur base du système constructif.



Fig. 13 : Armazonails, National Trust Foot Print Project.

Normalisation – recherches – état des connaissances

De nombreuses études et recherches ont été réalisées sur cette technique de construction, dite «ballot porteur». Le livre de Bruce King traduit en français par André de Bouter «Concevoir des bâtiments en bottes de paille», offre un résumé de ces différentes recherches et est une source d'informations techniques exhaustive concernant la construction en ballots de paille d'une manière générale.

Il en ressort notamment, que dans le cadre d'une construction en «ballots porteurs», le complexe enduit/ballot de paille/enduit semble se comporter comme un matériau composite, la paille jouant le rôle de connecteur entre les deux couches d'enduit. Un système poteaux/poutre indépendant est parfois utilisé en complément pour reprendre des charges particulières. La modélisation de ce système est cependant délicates vu le peu d'outils de calcul adaptés et les incertitudes éventuelles sur les propriétés mécaniques des enduits.

L'Université du Nevada à Reno a réalisé un test sismique qui démontre la résistance structurelle de la technique «Nebraska» au séisme de la plus importante amplitude connue aux USA (voir sur Youtube: «Straw Building Passes Quake Test»). La maquette ne s'effondre pas, et, plus étonnant, la simple réparation des enduits suffit à rendre la résistance mécanique initiale.

En Europe, l'une des seules recherches que nous ayons à notre connaissance est celle de l'architecte Werner Schmidt : il s'agit d'une étude sur le comportement de ballots de paille soumis à différentes contraintes mécaniques. Suite à cette recherche, il s'est lancé dans la réalisation de plusieurs bâtiments très contemporains, réalisés en « big bales », soit des murs de 90 cm d'épaisseur.

D'une manière plus générale, pour le reste de l'Europe, par méconnaissance ou par peur de ce système constructif difficile à dimensionner, beaucoup d'architectes ou d'auto-constructeurs préfèrent souvent utiliser un système mixte (voir ci-dessous).



Fig. 14 : Exemples de projet de l'architecte Werner Schmidt.

Prescriptions spécifiques du ballot de paille

Le ballot de paille doit être d'une densité la plus constante possible, et idéalement, avoir des dimensions constantes également.

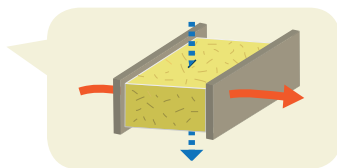


Fig. 15 : Mise en œuvre temporaire lors de l'ESBG2009 en Belgique.

Ouvrages de références et liens

- *Concevoir des bâtiments en botte de paille*, André de Bouter, Bruce King, éd La maison en Paille, 2009.
- *Batir en paille*, André de Bouter, éd La maison en paille, 2006.
- *Construction en paille porteuse*, présentation de Barbara Jones, Amazonails, <http://www.strawbalefutures.org.uk/>
- <http://www.atelierwernerschmidt.ch/>

GREB



Historique

Cette technique, qui associe plusieurs styles, a été mise au point par Patrick Déry du Groupement de Recherches Ecologiques de la Baie, le «GREB», dans l'arrondissement de «la Baie» au Canada, à 200 km au nord de Québec.



Fig. 16 : Première maison « GREB » au Canada, 1995 - JB Thévard.

Description du système constructif

Le système repose sur une double ossature en bois, espacée de l'épaisseur du ballot.

Les ballots sont empilés à plat – maçonnerie en quinconce – à l'intérieur de la double ossature. L'ossature, en surépaisseur de chaque côté du ballot, sert de support de coffrage.

Un enduit est alors coulé sur chaque face du ballot dans l'épaisseur des ossatures.

La technique consiste à construire une double ossature légère en bois, formant un couloir pour y installer les ballots de paille et permettant de les enrober d'un mortier allégé à la sciure de bois et coulé.



Fig. 17 : Double ossature bois du système GREB - JB Thévard.

L'originalité du système réside dans sa mise en œuvre aisée pour les auto-constructeurs en utilisant du bois transportable à la main et des coffrages de petites dimensions.

Ceux-ci permettent de couler facilement le mortier qui isole totalement la paille de l'extérieur, en apportant une bonne inertie thermique et en donnant un mur d'aspect parfaitement régulier aux finitions possibles

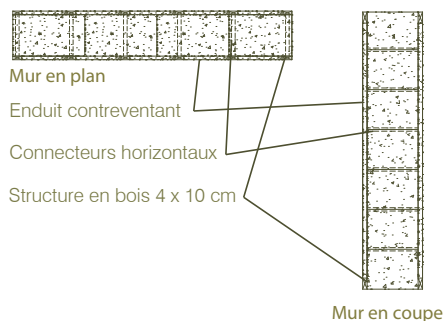


Fig. 18 : Vue en coupe et en plan du système GREB.

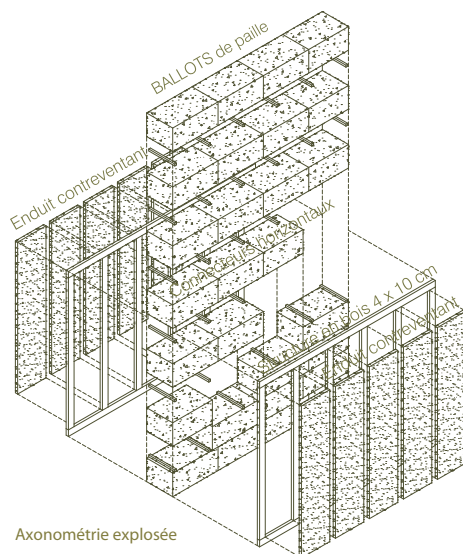


Fig. 19 : Axonométrie explosée du système GREB.

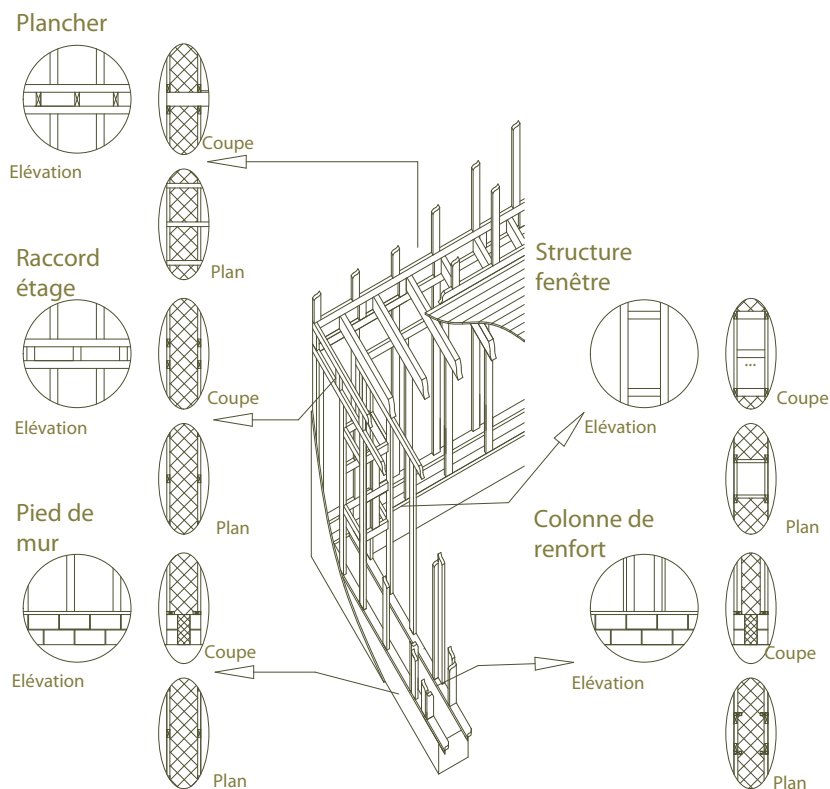


Fig. 20 :Détails du système GREB.

multiples, grâce à l'ossature bois présente sur chaque face.

Ce mortier coulé est très rassurant pour les auto-constructeurs qui ont peur de se lancer dans des enduits.

Conception

Hormis l'épaisseur du mur, il n'y a aucune recommandation particulière à la conception.

C'est d'ailleurs un des autres très gros avantages de cette technique constructive.

Ce système constructif permet de s'adapter à presque tout type de plan. Pas de modulation, possibilité de facilement reprendre des charges ponctuelle, de faire des murs courbes...

Normalisation – recherches – état des connaissances

Une thèse réalisée par Céline La Rosa, « Contribution aux mesures mécaniques sur la construction paille selon la technique du G.R.E.B » met en avant les limites des méthodes de calculs par éléments finis. Si on se limite à appliquer les méthodes de bases, en considérant que l'ossature bois doit assurer la stabilité du bâtiment à elle seule, les sections de bois prévues seraient plus importantes. Le rôle des enduits n'est en général pas considéré car leur résistance serait insuffisante. Il existe cependant des centaines de bâtiments réalisés selon cette technique dans le monde (dont plus d'une dizaine en Belgique).

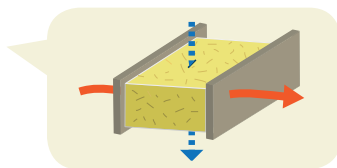
Prescription du ballot de paille

Un des tous grands avantages de ce système constructif est qu'il n'y a pas de prescription particulière pour les ballots de paille utilisés.

Ouvrages de référence et liens

- *Construire son habitation en paille selon la technique du GREB ed.3*, Vincent Brossamain, Jean-Baptiste Thévard, édition : A contrevent, 2005
- <http://www.greb.ca/>
- <http://documents.approchepaille.fr/pdf/construction-paille-greb.pdf>

CST (cellule sous tension)



Historique

Cette technique constructive mise au point par Tom Rijven au début des années 2000. Elle se base sur des réflexions techniques intuitives qui semblent parfaitement logiques.

Contemporaine et similaire dans l'esprit à la technique du GREB, elle pêche par sa mise en œuvre plus compliquée, mais gagne en sympathie auprès des incondtionnels des enduits en terre, et des adeptes de la construction avec des matériaux « ultra locaux ».

Description du système constructif

Il s'agit d'une technique hybride entre le ballot porteur et la technique du GREB.



Fig. 21 : Mise en œuvre du système CST par Tom Rijven.

L'ossature bois très légère (de 15 à 20 cm x 2,5 à 3 cm) est placée au centre de la paroi. Cette ossature est espacée d'un entre-axe un peu plus court qu'un ballot.

Les ballots sont insérés entre les montants par lits horizontaux. Chaque lit de ballots de paille est comprimé et maintenu dans l'ossature par deux liteaux (lattes à panne, 2,8 x 3,8 cm) qui moisent l'ossature.

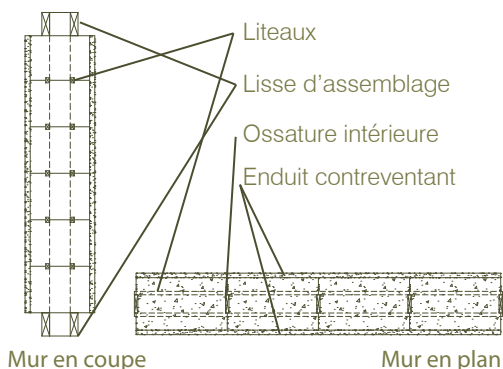


Fig. 22 : Vue en coupe et en plan du système CST.

Avant d'être mis en œuvre, les ballots de paille sont :

- Redressés : le bord arrondi est retravaillé à la main pour supprimer cet arrondi et ainsi garantir une mise en œuvre homogène de la paille.
- Trempés dans une barbotine de terre liquide, sur les deux faces à enduire et sur une profondeur de +/- 5 cm.

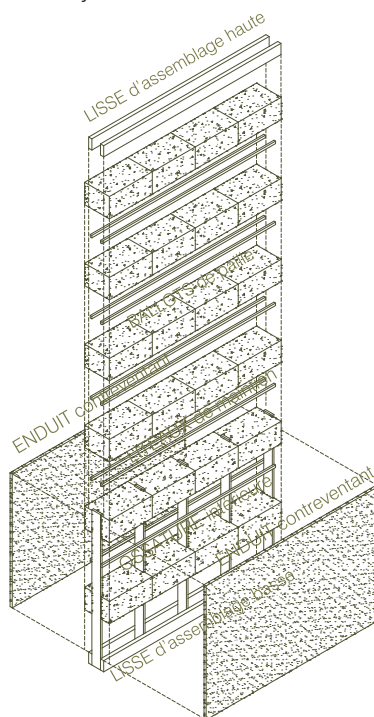


Fig. 23 : Axonométrie explosée du système CST.

Conception

Concevoir un bâtiment avec cette technique est assez contraignant : la modulation des murs et des baies doit respecter strictement ceux des ballots (en hauteur et en largeur).

Par ailleurs, les détails d'angle sont hors modulation, et il n'y a pas de détail type pour l'appui des planchers.



Fig. 24 : Exemple d'un chantier de Tom Rijken utilisant la technique CST.



Fig. 25 : Maison personnelle de l'architecte Herwig Van Soom, 2002.

Prescription du ballot de paille

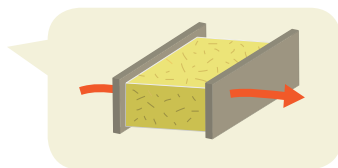
Le ballot est choisi très léger, +/- 50 kg/m³, soit environs 7 kg/ballot, pour plusieurs raisons :

- Après avoir été trempé dans la barbotine, il pèse près de 18 kg.
- Un ballot plus léger serait plus isolant.

Ouvrages de référence et liens

- *Entre paille et terre*, Tom Rijken, éd : Goutte de Sable, 2007, Athée.
- <http://www.habitatvegetal.com/>

CASACALIDA



Historique

Cette association belge est localisée à Leuven. Elle regroupe des architectes et d'anciens autoconstructeurs.

Le but de l'association est de promouvoir la construction en ballots de paille et d'accompagner les maîtres d'ouvrage désireux de se lancer dans cette aventure.

À l'opposé de la plupart des systèmes constructifs en paille, le système de Casacalida a été développé par des architectes.

A force de réunion de mise en commun de leurs expériences et détails, ils ont mis au point un système structural normalisé, permettant une mise en œuvre en autoconstruction des ballots de paille.

Depuis près de 15 ans, Casacalida a permis la construction de plus de cent bâtiments en Belgique, dont des bâtiments publics.

Description du système constructif

Le système structural est un poteau poutre en lamellé collé, de même profondeur que le ballot de paille, espacé de trois ballots, soit +/- 2.4 m.

La structure est contreventée par des tirants en acier, placés dans l'épaisseur de l'enduit.

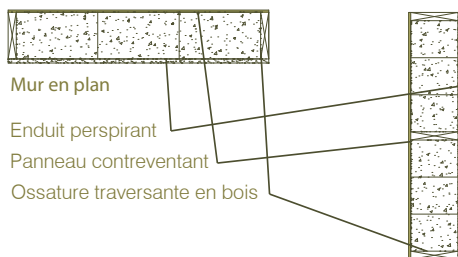


Fig. 26 : Vue en coupe et en plan du système Casacalida.

Les ballots sont insérés en quinconce entre les structures, et comprimés verticalement tous les trois tas, de +/- 10 %.

Maîtrise de la compression permet une modulation la plus juste possible.

Le système poteaux/poutre permet la réalisation de murs, toitures et planchers isolés en paille.

Conception

Le poteau/poutre permet une conception simple et ouverte et permet de structurer assez simplement le bâtiment.

Cependant, le bâtiment doit être conçu sur base du système structurel; il sera assez difficile d'intégrer ce principe constructif relativement strict dans n'importe quel bâtiment.

Notons tout de même que ce système mis au point par des architectes, et intégré suffisamment tôt dans la conception, ne connaît presque aucune limite.

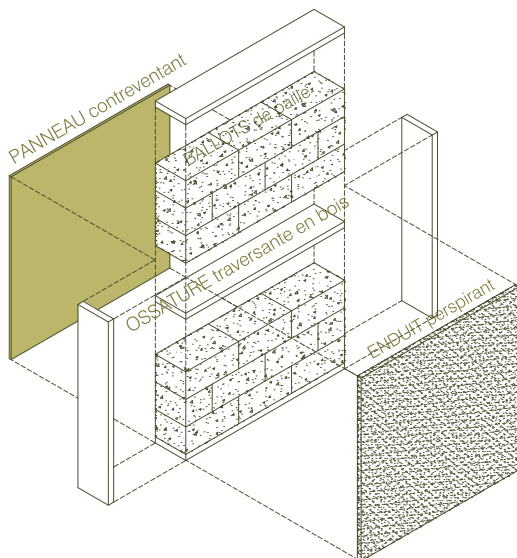


Fig. 27 : Axonométrie explosée du système Casacalida.

Le système poteaux/poutre en lamellé collé permet un dimensionnement statique qui respecte toutes les normes et prescriptions en vigueur (Eurocode 5).

La recherche effectuée par Casacalida s'est donc portée sur l'étude de nœuds constructifs permettant une mise en œuvre aisée et la meilleure qualité «durable et thermique».

La mise en œuvre du poteaux/poutre est assurée par entreprise.
Le remplissage des ballots de paille, et la mise en œuvre des enduits peut être assurée en autoconstruction, l'ASBL étant là pour épauler les maîtres d'ouvrage courageux.

Prescription du ballot de paille

Le ballot de paille nécessite une grande régularité dimensionnelle, afin de pouvoir garantir le meilleur remplissage possible.

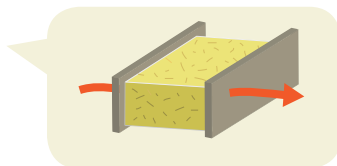
Le fait d'insérer trois ballots plutôt qu'un (maison Feuillette, CST...) laisse tout de même plus de souplesse.

Les ballots doivent également avoir une densité homogène, afin de garantir un bon remplissage sur toute la hauteur.

Ouvrages de référence et liens

- <http://casacalida.be/>

PAILLE-TECH



Historique

L'entreprise Paille-Tech a été créée en novembre 2009, après plus d'une année d'étude.

L'idée de départ de l'entreprise Paille-Tech était de rendre la construction en paille accessible à tout un chacun, sans que la moindre part d'auto-construction ne soit nécessaire, sans perdre en qualité environnementale par rapport aux techniques empiriques réalisables en autoconstruction, et à un prix abordable.

La préfabrication s'est imposée directement, pour travailler dans les meilleures conditions possibles, et avec des outils adaptés.

Description du système constructif

La préfabrication fait partie intégrante du système constructif de Paille-Tech.

Les murs sont assemblés à plat, en atelier, et sont livrés sur chantier avec un enduit terre plan de 4 cm en face intérieure, et un panneau contreventant et pare-pluie en face extérieure.

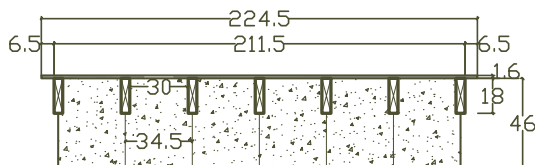


Fig. 28 : Vue en plan du système Paille-Tech.

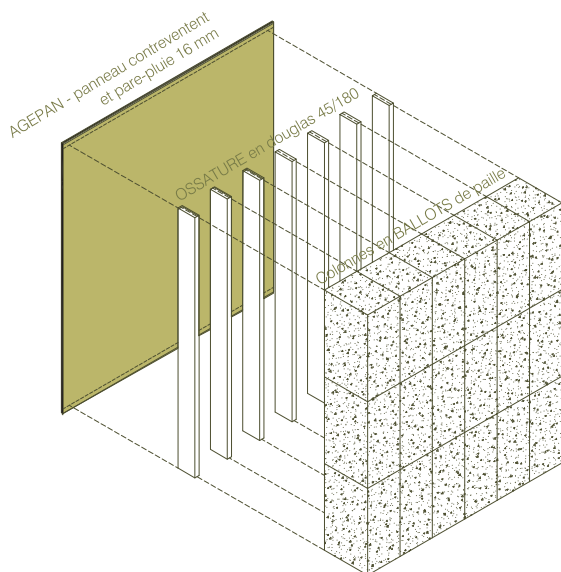


Fig. 29 : Axonométrie explosée du système Paille-Tech.

Conception

Paille-Tech se charge de moduler les bâtiments, sur base de plans existants, et peut répondre à presque toutes les demandes.

Afin de permettre un travail de modulation dès la conception, Paille-Tech développe une base de données avec tous ses éléments types.

La mise en œuvre n'est possible qu'avec une grue conséquente (min 80 T) et une équipe de monteurs spécialisés.

Néanmoins, les éléments et les protocoles de mise en œuvre élaborés par Paille-Tech permettent une mise en œuvre très rapide sur chantier (entre 3 et 5 jours pour une maison unifamiliale moyenne).

Prescription du ballot de paille

En collaboration avec l'entreprise Daniel Raymakers, Paille-Tech a défini un cahier des charges relativement strict de son ballot de paille :

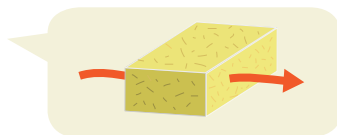
- Section fixe en 46 x 36 cm.
- Longueur : 80 cm, + ou – 2 cm.
- Fibres majoritairement perpendiculaires à la direction 2 (voir VM2, chapitre sur la conductivité thermique).
- Taux d'humidité < 18 %.
- Pas de trace de moisissure.
- Densité constante de 100 à 110 kg/m³.
- Ballot bien «rectangulaire», grâce notamment au stockage des ballots groupés.

De plus, pour plus de confort de manipulation, les ballots sont assemblés par paquets de 21 ballots. Il est ainsi aisé de manipuler de grandes quantités de ballots en peu de temps.

Ouvrages de référence et liens

- www.pailletech.be

AUTRICHIENNE (ET ALTAR)



Historique

Grâce à une position forte du pouvoir politique (primes pas uniquement basées sur les performances thermiques du bâtiment, mais sur un bilan environnemental global), la région du Vorarlberg en Autriche a développé beaucoup de systèmes constructifs utilisant des matériaux naturels qui obtiennent un bilan environnemental très intéressant.

Une des techniques constructive développée est un système constructif préfabriqué isolé en ballot de paille.

Description du système constructif

L'ossature est traversante, de l'épaisseur du ballot de paille, ce qui permet de refermer la structure sur chaque face du ballot de paille, tout comme la plupart des ossatures bois conventionnelles.

Les ballots sont insérés en force, verticalement dans l'ossature, par colonne de un ou deux ballots de large.

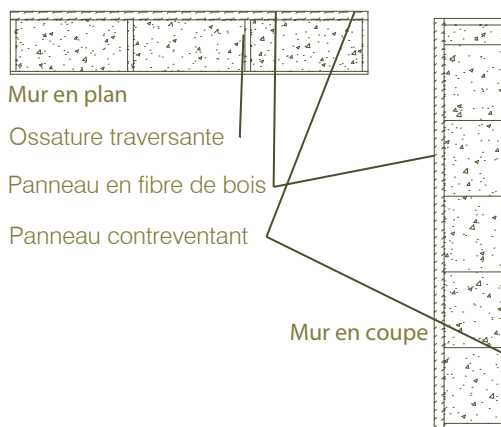


Fig. 30 : Vue en coupe et en plan du système Autrichien.

De grands caissons sont donc préfabriqués, transportés et posés directement sur chantier.

Cette technique relativement simple à mettre en œuvre, permet, en outre, un dimensionnement rapide suivant les Eurocodes.

En Belgique, l'entreprise ALTAR commercialise une version très proche de ce système constructif.

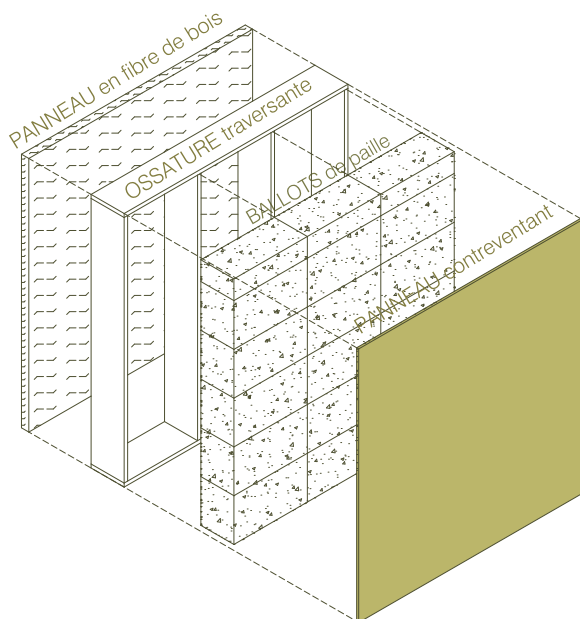


Fig. 31 : Axonométrie explosée du système Autrichien.

Conception

Le bâtiment est idéalement conçu sur base de la modulation du ballot, bien que des hors modules soit facilement réalisables.

Notamment grâce au fait qu'il est préfabriqué, ce système constructif est très simple à mettre en œuvre, et ne demande que peu de matériel spécifique, hormis bien sûr les moyens de levage.

Prescription du ballot de paille

Afin de faciliter la normalisation du ballot de paille, de se garantir un approvisionnement constant et la meilleure homogénéité, les ballots de paille sont recomposés en usines à partir de grosses balles rondes.

Ouvrages de référence et liens

- www.altar.be

CATALOGUE DE PROJETS : CAS D'ÉTUDES

Au sein de ce chapitre, une sélection de bâtiments construits en faisant usage de la paille sont présentés de manière détaillée. Un maximum de documents, textes et graphiques, ont été recueillis afin de présenter dans le détail ces projets jugés «remarquables».



Infos générales

Lieu : Jambes

Affectation : tertiaire

Type : construction neuve

Année de construction : 2007

Année d'occupation : 2009

Architecte : Luc Delvaux

Animateur : Herwig Van Soom

En chiffres

Surface habitable : 395 m²

Besoin de chauffage :

30 kWh/m².an

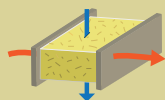
La paille

Mur : 154 m²

Technique :

formation en éco construction

Rôle constructif de la paille :



Un projet pédagogique et participatif ouvert à tous.

Description du projet

Nature et Progrès est une association qui mène différentes actions telles que la promotion de l'agriculture et du jardinage biologique ou le développement de l'éco-bioconstruction. L'association met un point d'honneur à renforcer la prise de conscience, la solidarité et l'échange entre les citoyens tout au long de ses différents projets.

En 2007, Nature et Progrès Belgique se trouve dans une phase de développement important. Il devient nécessaire d'adapter et d'agrandir les espaces existants du site de Namur, qui comprenait initialement une maison (bibliothèque/librairie, bureaux administratifs, services), des annexes (container et garages) et un jardin didactique.

L'association saisit alors cette opportunité pour en faire un chantier pédagogique et imagine un projet ambitieux en terme de choix constructif : être le premier bâtiment public en ballots de paille en région wallonne.

Le chantier permet d'impliquer le public vis-à-vis de l'écoconstruction et de l'auto-construction. Ainsi des bénévoles ont participé à la mise en œuvre des ballots et enduits intérieurs et des visites guidées ont été animées sur le site régulièrement.



Vue aérienne du site

L'extension construite est conçue pour abriter 3 fonctions réparties sur 3 niveaux :

1. Au niveau -1 : place au stockage avec de grands espaces de travail, qui permettent notamment de préparer les envois de la revue « Valériane » tous les mois.
2. Au rez-de-chaussée : il y a l'entrée principale, la librairie et un bureau.
3. À l'étage : on retrouve des bureaux paysagers pour les postes de travail en « open space ».

Un bloc sanitaire est prévu pour relier l'extension au bâtiment déjà existant.

L'extension est conçue pour respecter les principes du bioclimatisme, mais pas uniquement : elle s'inspire également, pour sa réalisation, des principes du Feng shui et du nombre d'or.

Lors de la conception, une certaine simplicité des volumes est recherchée et les proportions du nombre d'or sont utilisées pour les plans et les élévations. La concordance entre le choix des matériaux utilisés, les volumes intérieurs et les fonctions des locaux est pensée selon les principes de Feng shui. Les ouvertures principales sont placées au sud, avec la serre bioclimatique⁴ en façade. Celle-ci symbolise le lien entre les deux centres d'action principaux de Nature & Progrès : la bio-construction et le jardinage. Au nord, on retrouve peu d'ouvertures et une protection par rapport aux nuisances sonores car la ligne de chemin de fer est à proximité directe et la route est très fréquentée par les chars de l'armée.

4. Bioclimatique : se dit d'un habitat dans lequel la climatisation est réalisée en tirant le meilleur parti du rayonnement solaire et de la circulation naturelle de l'air.

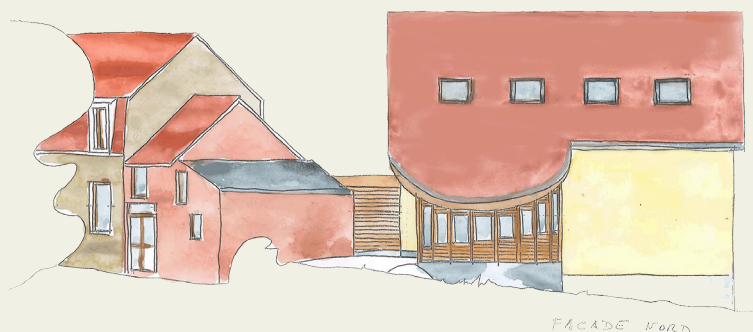
Le site présente plusieurs contraintes

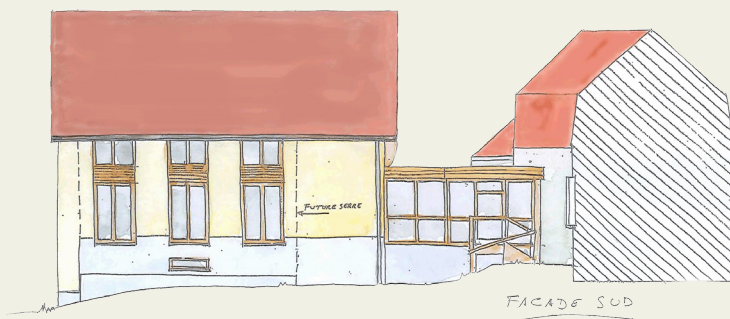
1. Le terrain est situé dans un plan communal d'aménagement. Cela induit l'existence de réglementations sur les volumes et les hauteurs par exemple, à respecter.
2. L'association Nature & Progrès à la volonté d'utiliser le moins possible de terrain pour préserver au maximum le jardin didactique qui doit pouvoir fonctionner pendant toute la durée des travaux
3. Les bureaux situés dans le container doivent pouvoir être utilisés en continu. Le container ne peut donc être supprimé avant d'avoir transféré ailleurs les bureaux qui s'y trouvent.

Vu les contraintes du site, la réalisation du projet se déroule en trois phases qui correspondent à la construction de différentes parties de l'extension.

La première phase, comprenant le volume principal et le bloc sanitaire, est réalisée d'août 2006 à novembre 2007. La pose des ballots de paille par les bénévoles a débutée dès la pose de la sous toiture.

Grâce à l'ouverture des espaces de travail dans le nouveau bâtiment, il a été possible d'enlever le container qui empêchait la construction du volume d'entrée. La réalisation de ce volume s'est déroulée d'avril à septembre 2009. Les murs de soutènement de la serre sont ensuite réalisés lors de la troisième et dernière phase de construction.





Témoignages

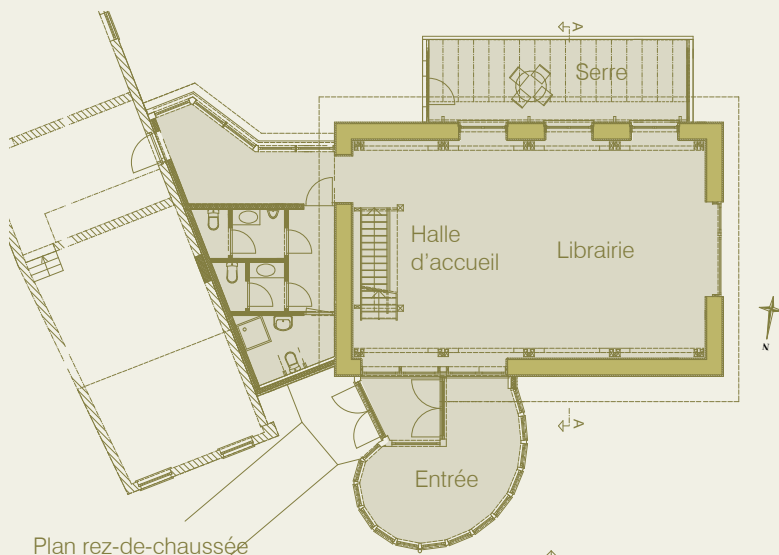
Points positifs du chantier :

1. La formation-action sur la réalisation des parois en ballots de paille a été une remarquable occasion de faire connaître davantage ce matériau et ses techniques de mise en œuvre et a été un déclencheur formidable de l'engouement et de l'imagination, tant pour les professionnels que pour les particuliers. Cette réalisation a aidé fortement à l'expansion d'une filière « paille » régionale.

Conseils pour un projet futur :

2. Tenir compte dès le départ du paramètre du budget, en allant dans le sens de la plus grande économie sans pour autant sacrifier les qualités architecturales et techniques du bâtiment.
3. Être à l'écoute des besoins du maître d'ouvrage et de son budget reste un élément déterminant pour dégager des solutions viables permettant l'aboutissement du projet.
4. Dès la phase de conception, mettre sur pied un comité de pilotage du projet et désigner un coordinateur privilégié collaborant avec l'architecte. Cela est primordial pour assurer le planning et le bon déroulement du chantier. Surtout pour un projet comme celui-ci, mêlant l'intervention d'entreprises et de groupes de professionnels ou particuliers participants à des stages de formation-action.

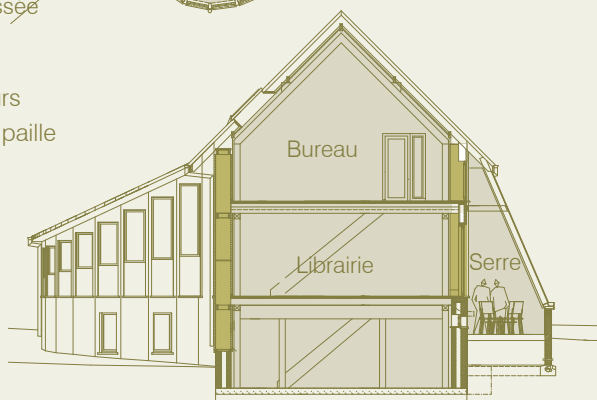
Documents graphiques



Légende des couleurs

- Eléments en paille
- Intérieur

Coupe AA

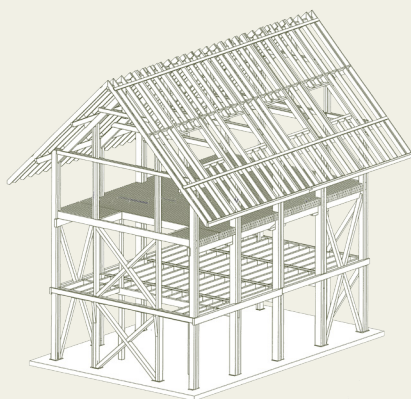


La structure portante du volume principal est constituée de cinq portiques en bois massif distants entre eux de 2,80 m. Elle prend appui sur un radier général en béton armé et supporte les planchers couvrant le niveau inférieur et le rez-de-chaussée. La structure portante est couronnée par les fermes⁵ de charpente traditionnelle.

5. En construction, une ferme est un élément (généralement triangulaire) d'une charpente non déformable supportant le poids du toit.

Le plancher couvrant le niveau inférieur est du type poutres principales reprenant un gitage traditionnel. Le plancher du rez-de-chaussée est du type «cloué», constitué de poutres en bois massif.

La paroi extérieure, constituée de ballots de paille, est considérée comme une peau et est auto-portante.



Axonométrie
de la structure.

Description des parois en paille



Enduit extérieur
à la chaux
5 cm

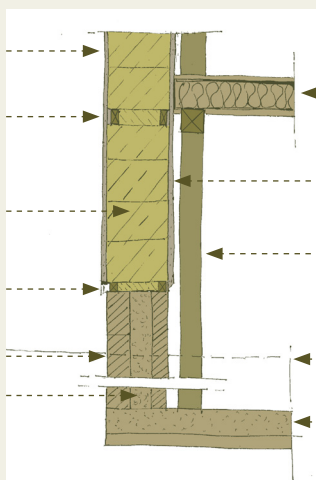
Echelle intermédiaire
remplie de paille en vrac

Ballots de paille
épaisseur
45 cm

Echelle d'assise remplie
de paille en vrac

Bloc béton

Remplissage argile
expansé 17 cm



NIVEAU REZ (librairie)

Plancher bois isolé
en laine de mouton

Enduit intérieur terre/
paille épaisseur 5 cm

Poteau de structure en
bois massif

Terrain naturel

Radier en béton armé
20 cm

NIVEAU INFÉRIEUR
(rangement)



Infos générales

Lieu: Moxhe (Hannut)

Affectation: résidentiel

Type: construction neuve

Année de construction: 2009

Année d'occupation: 2010

Architecte: ALTAR Architecture

Entreprise: maître d'ouvrage

En chiffres

Surface habitable: 250 m²

Besoin de chauffage:

0 kWh/m².an

La paille

Mur: 160 m²

Sol: 120 m²

Mise en œuvre: préfabriqué

Rôle constructif de la paille:



Quand innovation et bioclimatisme s'associent.

Description du projet

Située au cœur de la vallée de la Meuhaigne, dans le village de Moxhe, cette maison à flanc de colline est unique en Belgique car elle est la toute première maison préfabriquée en modules d'ossature bois remplie de paille.

Le conception du projet est avant tout axée sur les avantages énergétiques que peuvent apporter les données bioclimatiques du terrain et de son environnement. Ensuite vient la conception du volume et de l'enveloppe, et seulement après, vient la question des apports énergétiques alternatifs (solaires, géothermiques...).

Ainsi la configuration du terrain permet d'orienter la maison de manière à ce que la grande baie vitrée et l'ensemble des niveaux profitent pleinement des apports solaires tout en profitant du dénivelé du terrain pour encastrer une partie du bâtiment du côté nord.

Témoignage des occupants

La paille est un matériau bon marché, produit localement, écologique et qui s'inscrit donc parfaitement dans le concept «passif» que nous recherchons. Elle peut être utilisée comme matériau de construction, sous forme de ballots, ou comme ici pour son pouvoir isolant. Traditionnellement, les ossatures bois utilisant la paille comme isolant

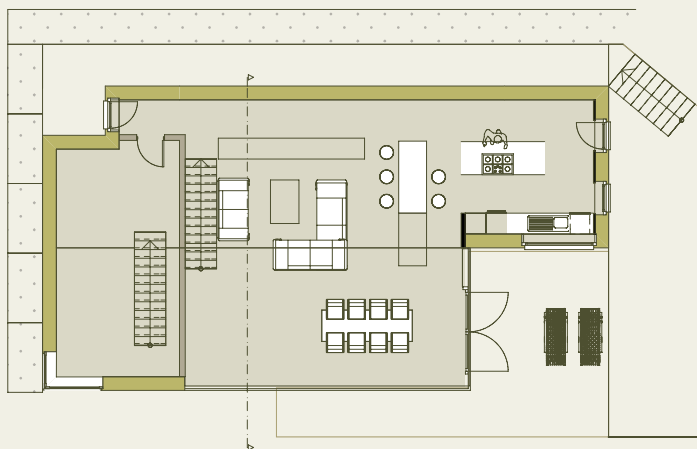
sont calibrées en fonction des dimensions des ballots. Dans notre cas, nous avons adopté la démarche inverse et fait réaliser des ballots aux mesures de la paroi.

Lorsque l'on construit avec de la paille, il y a un impératif absolu : préserver le matériau de l'humidité. L'assemblage des parois doit donc se faire à l'abri en atelier, et leur montage sur chantier doit également avoir lieu à l'abri des intempéries. Or, en cours de chantier, nous avons eu une petite fuite d'eau pluviale, ce qui nous a contraints à prendre quelques mesures pour que les parois touchées redevennent parfaitement sèches.

A l'époque où nous avons conçu la maison, le standard passif ne prévoyait pas de normes en ce qui concerne la surchauffe du bâtiment. Le point le plus délicat à gérer chez nous est le grand mur vitré. C'est une formidable source de chaleur lorsque le soleil donne dans les pièces mais c'est aussi une immense paroi plus fraîche. S'il fait 23° C en fin d'après-midi, la température intérieure peut descendre à 17° C. Pour l'appoint de chaleur, nous comptons donc sur un petit radiateur électrique avec thermostat. Mais à terme nous pensons installer un insert au bois avec prise d'air extérieure.

En règle générale, la ventilation mécanique contrôlée, la prise d'air frais dans le couloir devant les gabions et l'aération naturelle permettent de gérer correctement les pics de chaleurs, mais il est clair que lorsque la canicule perdure, la température intérieure peut devenir trop élevée. Nous pensons également faire installer bientôt une protection solaire sur environ la moitié de la hauteur du grand mur vitré pour atténuer l'ensoleillement intérieur lorsque c'est nécessaire. Si le projet était à refaire, nous prévoirions probablement de reculer ce mur vitré de quelques centimètres vers l'intérieur afin de pouvoir installer un rail pour une protection solaire. Mais à part cela, nous referions la même chose !

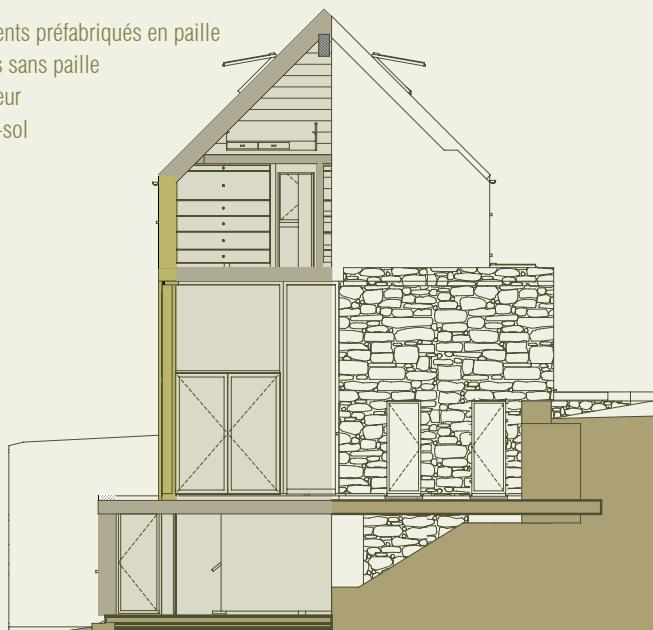
Documents graphiques



Plan rez-de-chaussée.

Légende des couleurs

- Éléments préfabriqués en paille
- Parois sans paille
- Intérieur
- Sous-sol



Coupe / Élévation.

Description des parois en paille

La recherche constructive se base sur un assemblage de matériaux existants pour créer une paroi standard qui servira pour les murs, les planchers et le toit.

La technique utilisée associe la dimension écologique des matériaux, le développement rationnel des techniques de construction (standardisation, simplicité, rapidité et efficacité) et l'économie d'énergie (standard passif) pour arriver à un projet original, flexible et financièrement abordable.

L'objectif est d'utiliser des matériaux produits localement comme le bois et la paille là où ils existent, permettant ainsi à des entreprises et artisans de se développer. La paille est l'isolant écologique par excellence, mais la technique recourt également à d'autres types d'isolants écologiques tels que la fibre de bois, la laine de bois, la cellulose ou le chanvre.

La paroi standard réalisée grâce à cette technique se compose d'une ossature en bois (type CLS)⁶ dans laquelle sont insérés des ballots de paille pressés de manière à ce qu'ils remplissent tout le volume entre les montants de l'ossature.

Du côté extérieur, un panneau isolant perspirant en fibre de bois est fixé à l'ossature et sert de support à divers parements (enduit pigmenté, bardage, etc.). Du côté intérieur est placé un panneau en OSB qui, d'une part sert de support à diverses finitions (plaques, enduits, bois, etc.) et d'autre part agit comme contreventement, freine vapeur et étanchéité à l'air.

L'ensemble ossature / paille / panneaux est préfabriqué en atelier, à l'abri, dans un environnement techniquement adapté à l'assemblage. Le montage des parois sur chantier est réalisé avec une grue. La mise en œuvre est simple, rationnelle et rapide.

Nous trouvons ce type d'assemblage en Autriche, mais c'est souvent sous une forme plus complexe, avec par exemple des ossatures doubles ou un système de poutre en I. Dès le départ, le souhait des concepteurs a été, au contraire, de simplifier le mode d'assemblage entre la structure en bois et l'isolation en ballots de paille.

Cette paroi présente un excellent indice de conductivité thermique U égal à 0,15 W/m²K. L'enveloppe extérieure isolante en fibre de bois assure l'absence de pont thermique et permet des raccords simples et des batées isolantes adaptées aux châssis passifs. Les finitions sont aisées, aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur, et les angles sont parfaitement droits.

6. Le «Canadian Lumber Standard» ou CLS est le bois le plus approprié pour l'ossature bois. Ce bois de construction provient essentiellement de 3 essences : Spruce, Pine, Fir. Raboté et arrondi, il est le choix idéal pour l'ossature bois et la construction passive.

Alors qu'une ossature traditionnelle est structurellement limitée à 2 niveaux sous toiture, les sections permettent ici de construire jusqu'à 5 niveaux sous toiture.





Un voisinage de qualité dans une maison saine.

Description du projet

Ce projet voit le jour à Buzet, un petit village en bordure de la forêt de Haute-Marlagne situé dans la commune de Floreffe. Il allie le côté social d'un habitat groupé aux performances énergétiques et au bien-être que procure une «éco-maison».

Le choix du système de construction se porte sur la technique «GREB», adaptée à l'auto-construction, elle permet de viser des performances énergétiques élevées, sans pour autant être à la norme passive, car le bâtiment est chauffé avec un poêle (seulement 5 stères de bois par an sont utilisées). Elle permet également une certaine facilité de mise en œuvre et donc une construction plutôt rapide.

Le projet se veut efficace d'un point de vue énergétique: l'utilisation de matériaux écologiques plutôt qu'industriels est privilégiée. Le bâtiment possède une bonne inertie thermique et donc aucune ventilation mécanique, ni aucun chauffage central ne sont prévus: l'énergie est apportée sous forme de panneaux photovoltaïques et thermiques. Cela permet de garantir une atmosphère intérieure saine, importante pour les enfants comme pour les adultes.

Les familles participantes ont également choisi de valoriser totalement l'eau de pluie recueillie.

Infos générales

Lieu : Buzet

Affectation : résidentiel

Type : construction neuve

Année de construction : 2009

Année d'occupation : 2011

Architecte : Architecture et Nature

Entreprise : maître d'ouvrage

En chiffres

Surface habitable : 200 m²

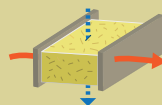
Besoin de chauffage :

22 kWh/m².an

La paille

Technique : auto-construction

Rôle constructif de la paille :

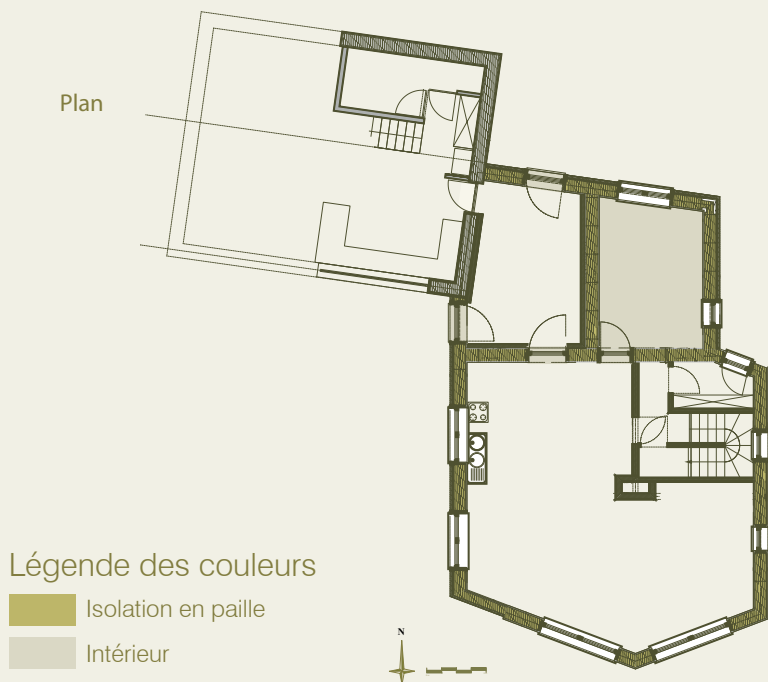


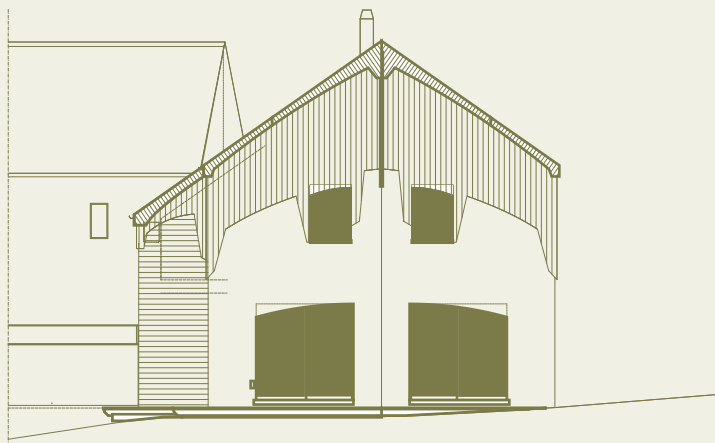
Témoignages

Le projet au sein d'un habitat groupé coïncide avec nos aspirations : un voisinage de qualité, des projets communs en cours et une vie sociale fluide pour les enfants. Nous ne regrettons pas le choix de la technique GREB. Le chantier a été rapide pour ce type de construction et elle est très convaincante sur le résultat final en ce qui concerne l'isolation, l'inertie thermique, et le confort intérieur. Elle est aussi parfaitement en adéquation avec notre envie d'auto-construction et de chantier participatif.

La vie dans le bâtiment est très agréable, tant du point de vue de la lumière que du confort thermique, de l'hygrométrie et de la qualité de l'air.

Documents graphiques





Description des parois en paille

Toute l'enveloppe murale de la maison est constituée du même type de paroi : une double ossature de CLS 38 x 89 mm, distante de 35 cm.

Les ballots de paille sont posés comme des « Lego » dans l'espace de 35 cm laissé entre les 2 ossatures. Un mortier de « chaux-sable-sciure » est coulé dans l'épaisseur des montants sur 38 mm par coffrage. L'ensemble « paille » est donc protégé de tous côtés par minimum 4 cm de mortier.

Côté extérieur, ce mortier de coffrage est soit recouvert d'un bardage (lattage, contre-lattage, bardage), soit recouvert d'un enduit de chaux en 3 couches. Côté intérieur, le mortier de coffrage est recouvert d'un enduit brut de plafonnage à l'argile sur 15 mm d'épaisseur en 2 couches.





Infos générales

Lieu : Lantin

Affectation : tertiaire

Type : construction neuve

Année de construction : 2010

Année d'occupation : 2011

Architecte : Atelier

d'architecture Alain Richard

Entreprise : Paille-Tech

En chiffres

Surface habitable : 770 m²

Besoin de chauffage :

60 kWh/m².an

La paille

Mur : 350 m²

Technique : préfabriqué

Rôle constructif de la paille :



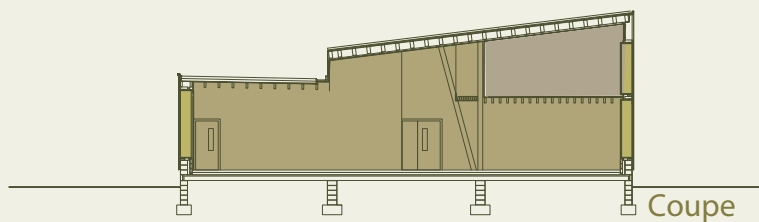
Une histoire de matériaux naturels pour un magasin bio.

Description du projet

L'objectif de ce projet est la construction, avec des matériaux naturels, d'un magasin convivial, spécialisé et durable qui propose une alimentation bio. Le magasin est lié à une ferme biologique, il est donc très important pour le maître d'ouvrage que les ballots utilisés proviennent de cette ferme. La quantité de ballots nécessaire à la construction est cependant trop importante pour que le maître d'ouvrage puisse en fournir la totalité. L'entreprise de construction Paille-Tech associée à ce projet se charge donc de se procurer la paille qui manque.

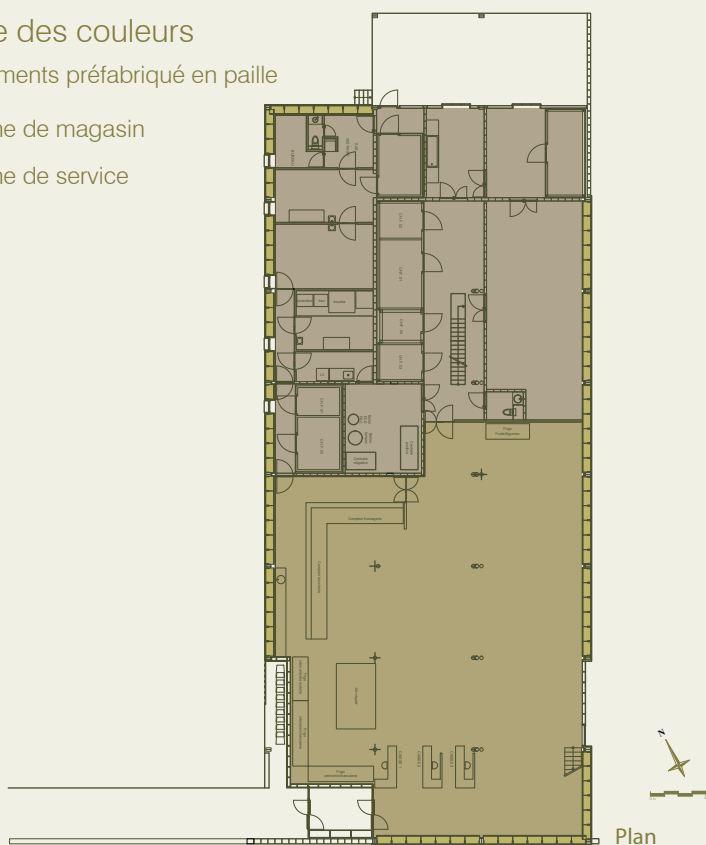
Le maître d'ouvrage, dans un souci d'économie d'énergie, fait également développer une récupération et un stockage d'énergie sur la chaleur produite par les chambres froides du magasin.

Documents graphiques



Légende des couleurs

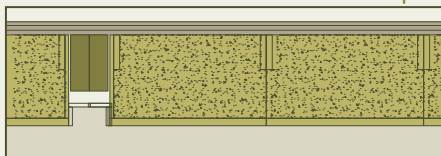
- Eléments préfabriqués en paille
- Zone de magasin
- Zone de service



Plan du magasin et des espaces de services.

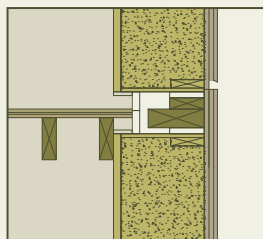
Description des parois en paille

Détail de mur en plan



Raccord d'un caisson
en paille préfabriqué à
la structure poteaux-
poutres

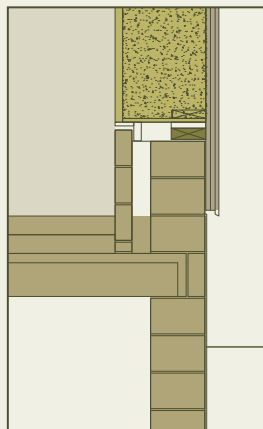
Détail de mur en coupe



Raccord des caissons
préfabriqués en paille
au niveau du plancher

Détail de mur en coupe

Pose d'un caisson
préfabriqué en paille
sur les murs de
fondations

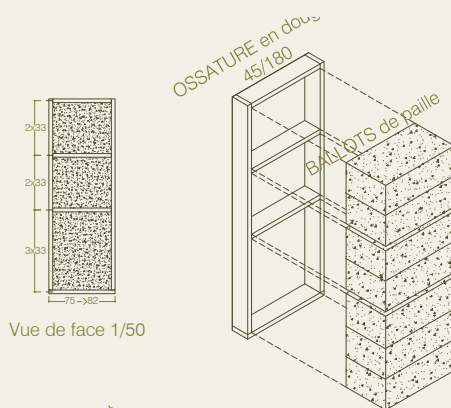


Légende des couleurs

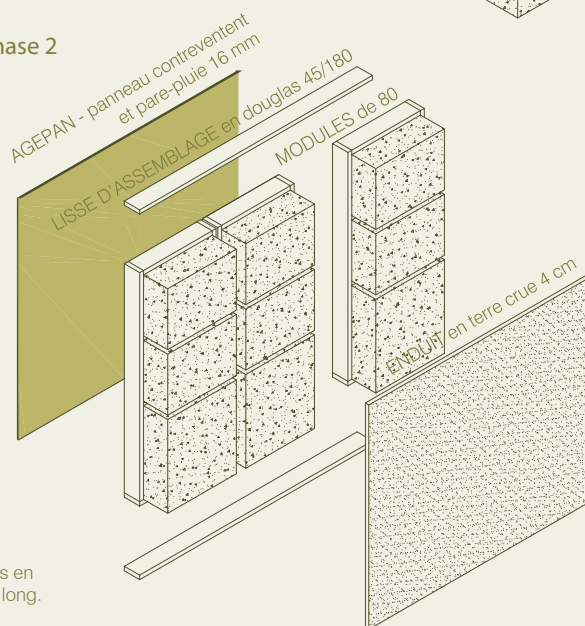
-  Éléments préfabriqués en paille
-  Structure poteaux-poutres
-  Bardage extérieur
-  Intérieur

Détail du mur en paille

Module de 80
Composition - Phase 1



Pre-assemblage - Phase 2



Assemblage des éléments en
mur de maximum 6 m de long.

Éléments préfabriqués par l'entreprise Paille-Tech

La structure du bâtiment est en poteaux poutres. Entre ceux-ci s'installent les caissons en paille préfabriqués par l'entreprise Paille-Tech.



Les caissons sont acheminés par semi-remorque depuis l'atelier et sont placés au moyen d'une grue. Ils sont composés d'un pare-pluie et d'une double structure de montants en bois de section 3 x 18 cm répétée tous les 78 cm. Entre les montants, sont insérés les ballots en pailles (46 cm d'épaisseur).

Le côté du caisson qui est à l'intérieur du bâtiment est recouvert d'un enduit en terre de corps de 4 cm d'épaisseur qui fera office de finition.



Lors de la mise en œuvre des caissons, ceux-ci sont protégés des intempéries.

Une fois le volume fermé, les protections sont enlevées. L'enduit poursuit alors son séchage.

Les raccords entre les caissons ont été mis en évidence, ceux-ci mettent une trame visuelle dans le magasin.



La finition extérieure est en bardage de bois vertical.



MAISON UNIFAMILIALE À TONGRINNE



Une maison qui intrigue et pousse au questionnement.

Description du projet

L'écologie se trouve au centre du projet des maîtres d'ouvrage, qui veulent une maison basse-énergie ou passive, avec une ossature en bois. Lorsque leur architecte propose de travailler avec Paille-Tech, ils sont séduits. La technique innovante, la certitude d'avoir un environnement sain et l'entrain de l'équipe les décident à franchir le pas. La façade arrière de la maison est orientée plein sud, pour bénéficier de la chaleur et de la lumière apportée par le soleil.

Une étude de stabilité révèle que le sol du site est en grand partie composé de roches à partir de 50 cm sous la terre, ce qui est positif pour la construction. Un écoulement d'eau passe sous la maison, mais suffisamment profondément pour que cela ne pose pas de problème de stabilité.

Témoignage

Malgré les rebondissements inhérents à la réalisation d'un tel projet, la réalisation du chantier s'est bien passée. Depuis notre emménagement début septembre 2013, nous avons pu apprécier les bénéfices d'une maison saine. Très peu d'odeurs, une chaleur agréable obtenue grâce à un seul convecteur électrique. Les murs en terre apportent une petite touche nature qui intrigue nos invités et les poussent au questionnement. La lumière apportée par les énormes baies vitrées dans les pièces de vie est un plus non négligeable.

Infos générales

Lieu : Tongrinne
Affectation : résidentiel
Type : construction neuve
Année de construction : 2012
Année d'occupation : 2013
Architecte : Desmedt-Purnelle
Entreprise : Paille-Tech

En chiffres

Surface habitable : 240 m²
Besoin de chauffage :
15 kWh/m².an

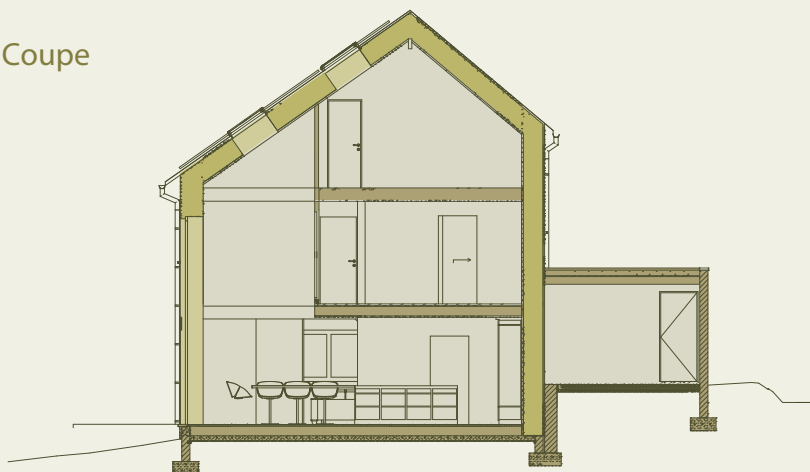
La paille

Toiture : 185 m²
Mur : 236 m²
Technique : préfabriqué
Rôle constructif de la paille :

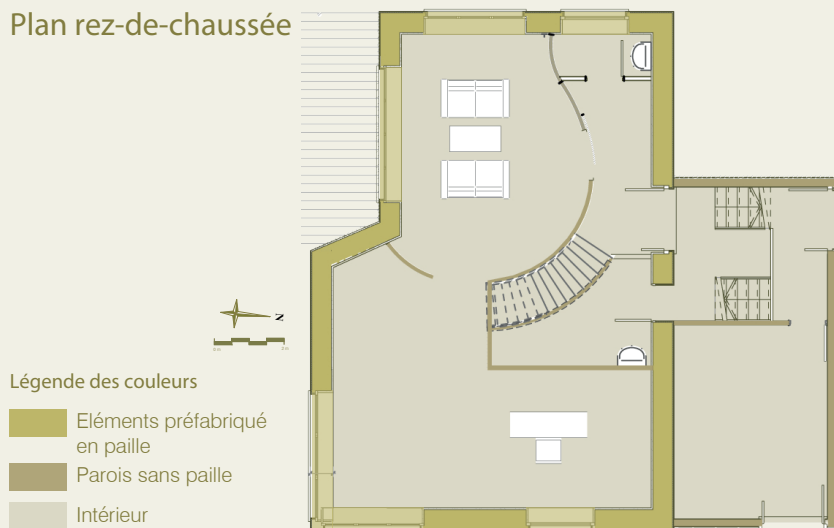


Documents graphiques

Coupe

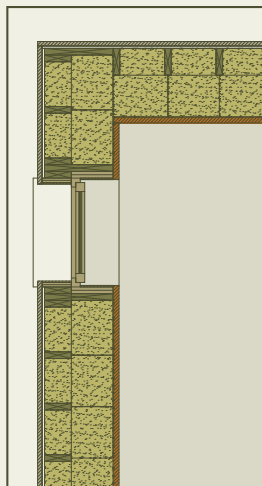


Plan rez-de-chaussée



Descriptions des parois en paille

Vue en plan



La structure porteuse est réalisée en douglas de 45/180 mm du côté extérieur du mur avec un entraxe de 36 cm. Le mur à champ extérieur fini avec un bois lamellé-collé aussi appelé « Glulam » de 45/460 mm couvert par un panneau d'Agepan qui est un panneau structural multifonctions, il est notamment étanche et perméable à la vapeur.

Légende des couleurs

-  Eléments préfabriqués en paille
-  Structure
-  Enduit extérieur
-  Intérieur
-  Enduit de terre

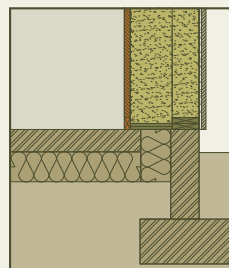
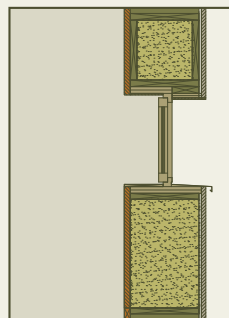
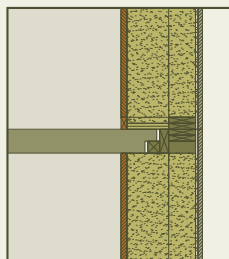
La grande baie vitrée est limitée par deux « Glulam » en traversant.

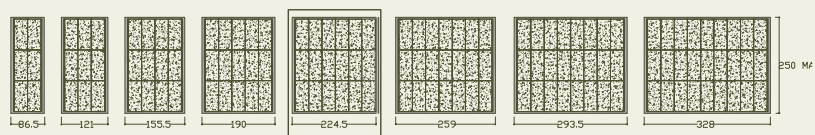
Le plancher en bois massif est composé de pièces en douglas de 45/180 mm contre cloué. Il est posé sur les 18 premiers cm de mur où se situe la structure porteuse des caissons de mur.

Les linteaux sont également composés en « Glulam » et ce de manière à composer une poutre. Les éléments de baie sont réalisés en ossature traversante.

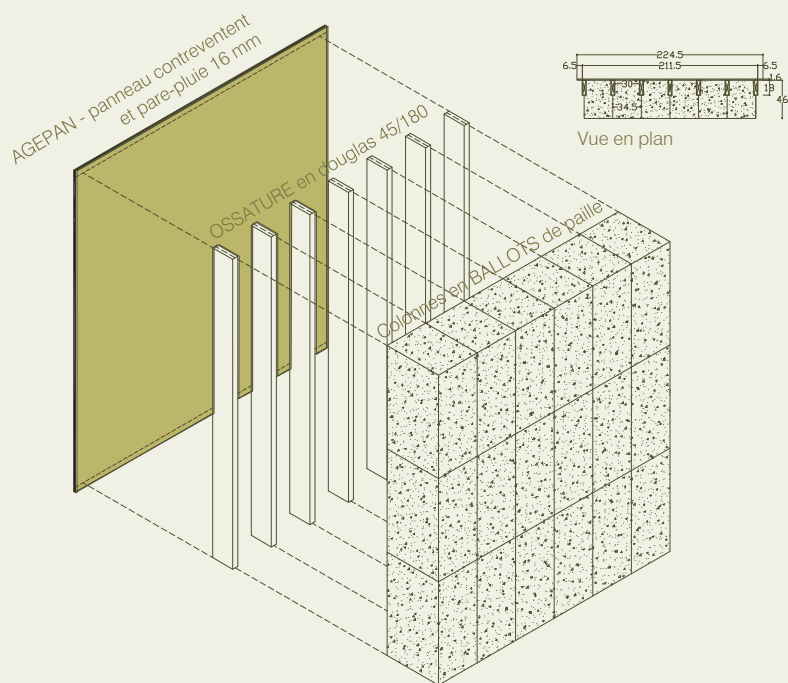
Les caissons de murs préfabriqués en paille sont posés sur une lisse basse. Celle-ci est solidement fixée au mur de fondation. A la pose du caisson, le mur est cloué sur toute sa longueur à la lisse basse.

Vue en coupe





De deux à dix colonnes de ballots



Mur de six colonnes de ballots

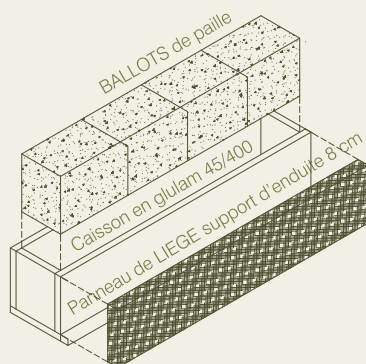
Mur exposé

Eléments type - les baies

LINTEAUX

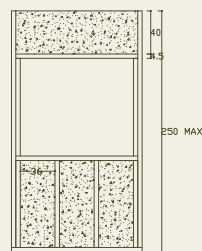


Linéau type



Linéau de deux mètres

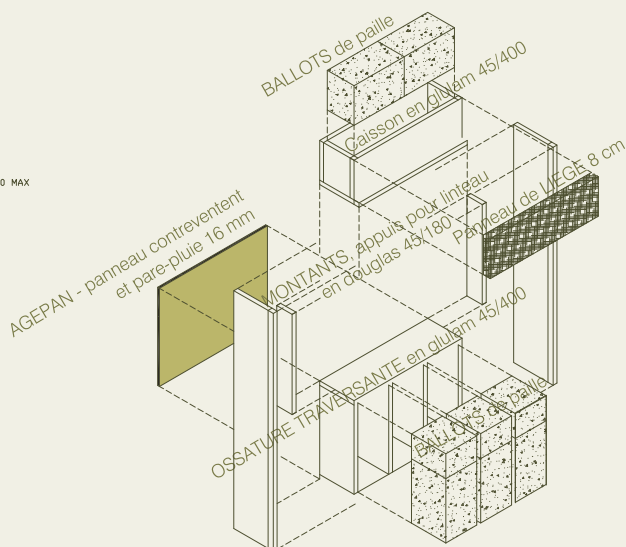
FENETRES



Fenêtre type



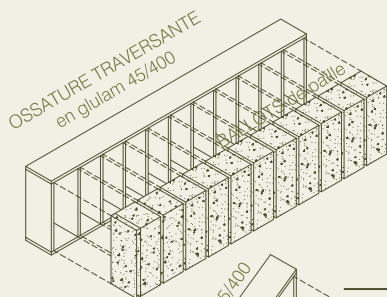
Vue en plan



Fenêtre trois ballots

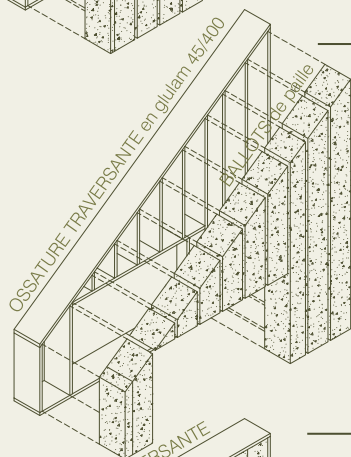
Eléments type - les baies : linteau de deux mètres

Eléments type en ossature traversante



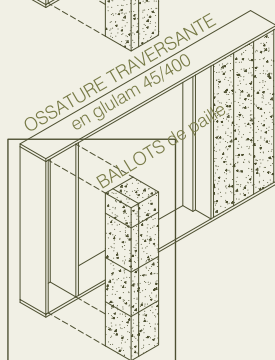
Vue en plan

Mur d'étage mansardé



Vue en plan

Mur pignon



 Idéalement un vide de 36 cm mais peut être adapté

Vue en plan

Hors modul - colonne un ballot



Et il n'y a jamais de condensation sur le miroir de la salle de bain !

Description du projet

Pour la conception de cette maison, l'objectif est de développer, à l'image du brin de paille, une habitation techniquement simple, saine et vivante grâce aux matériaux et techniques utilisés.

En tant qu'architecte, le maître d'ouvrage est convaincu que l'homme a besoin de pouvoir se réchauffer au coin du feu. Cette réflexion élémentaire mène à remettre en question le bâtiment standard « passif » qui, par définition, possède une inertie thermique telle qu'un système de chauffage n'est pas nécessaire.

Le maître d'ouvrage suit alors d'autres voies menant au confort, à l'autonomie énergétique et à un bâtiment « zéro carbone ». L'intention est de montrer qu'il est possible d'atteindre un besoin en énergie primaire global très bas, tout en abordant le projet sous l'angle de la simplicité technique et constructive et du confort ressenti.

Enfin, la configuration du terrain, avec de nombreux murs contre terre et une pente bien orientée, permet de concevoir une habitation dite bioclimatique.

La maison n'est donc pas passive mais les objectifs finaux sont identiques, c'est-à-dire minimiser les consommations d'énergie primaire et viser l'autonomie énergétique.

Infos générales

Lieu : Uccle
Affectation : résidentiel
Type : construction neuve
Année de construction : 2012
Année d'occupation : 2012
Architecte : Karbon'
architecture et urbanisme
Entreprise : Paille-Tech

En chiffres

Surface habitable : 110 m²
Besoin de chauffage :
41 kWh/m².an

La paille

Toiture : 53 m²
Mur : 70 m²
Technique : préfabriqué
Rôle constructif de la paille :



Pour la construction, chaque élément du projet est choisi en fonction de ses qualités techniques, écologiques et de son aptitude à garantir un environnement intérieur sain par sa nature, son aptitude à réguler le taux d'hygrométrie et sa capacité thermique (inertie et amortissement des différences de températures).

Témoignage

Nous avons emménagé dans une maison en chantier... Nous avons pu grâce à ça observer une amélioration de confort à chaque nouvelle phase terminée.

L'association béton de chanvre et poêle de masse fonctionne à merveille et joue un excellent régulateur de température. La température de confort est de 17-18 °C. Par grand froid, on perd seulement 1 °C pendant la nuit. A chaque vérification, la ventilation naturelle «tire» et il n'y a jamais de condensation sur le miroir de la salle de bain !

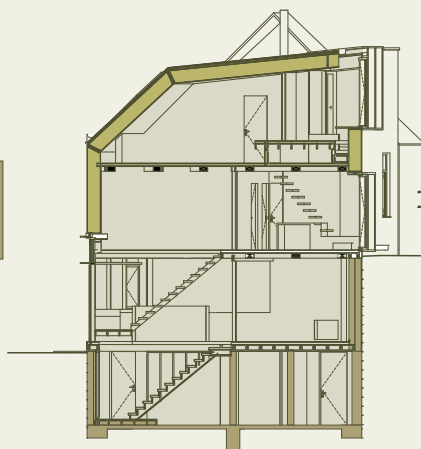
Si c'était à refaire

Notre maison possède une grande baie vitrée et cela aurait valu la peine de mettre du triple vitrage de manière à éviter le rayonnement froid. De plus, le mur chauffant lié au poêle de masse est un peu juste pour chauffer la salle de bain à 22° C, d'où le recours à un petit radiateur électrique.

Documents graphiques



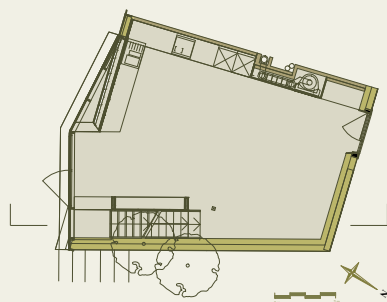
Élévation Sud



Coupe transversale

Légende des couleurs

	Eléments préfabriqués en paille
	Parois sans paille
	Ombrage
	Intérieur



Plan bel étage

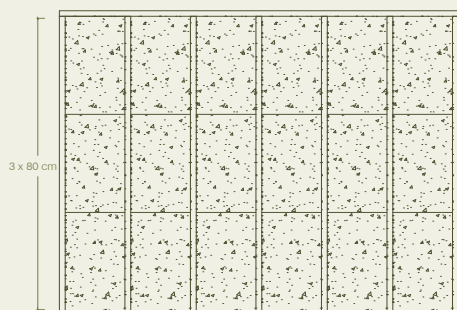
Descriptions des parois en paille

La paille est utilisée à la fois dans les murs et dans la toiture.

Pour ce qui est des murs, les modules sont réalisés en ossature traversante de 45/360 mm. Ils sont ensuite placés sur un entraxe de 50,5 cm afin de laisser un vide de 46 cm qui est la largeur des ballots. Face extérieure, c'est un panneau d'«Agepan» (étanche et perméable à la vapeur) qui assure un triple rôle : contreventement, pare-pluie et perspirant. Ce dernier rôle est essentiel, il permet à l'humidité générée par l'activité de l'habitat de pouvoir migrer vers l'extérieur. Sur ce panneau d'Agepan est placé un lattage sur lequel est fixé un panneau d'Heraklith (constitué de laine de bois) enduit d'un mélange chaux/plâtre, laissant ainsi une lame d'air entre les 2 types de panneaux.

Sur la face intérieure, un béton de terre enferme la paille dans le caisson. L'enduit de corps est réalisé à plat en atelier afin de profiter de l'apesanteur pour être appliqué. Une fois installé, un enduit de finition parachève l'ensemble du mur.

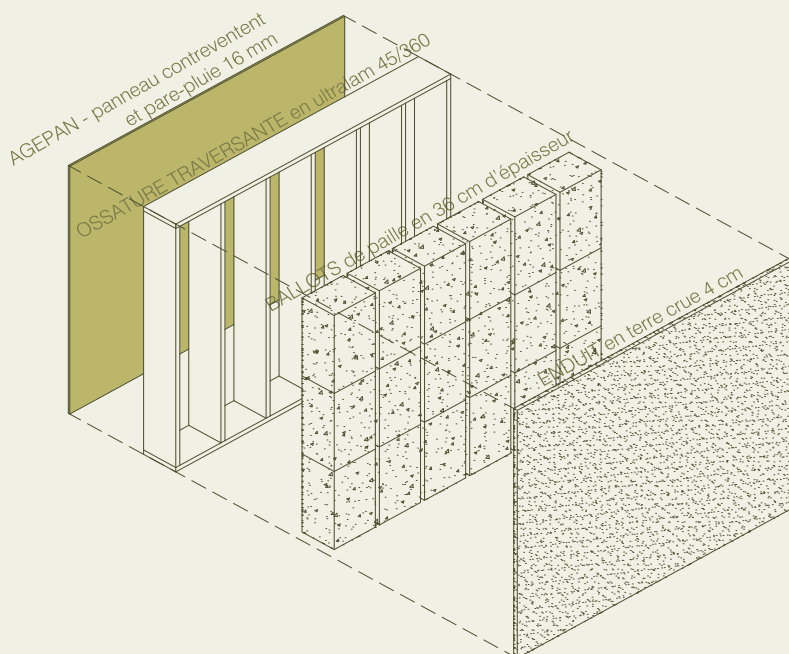
Caisson de mur



Vue de face



Vue de profil



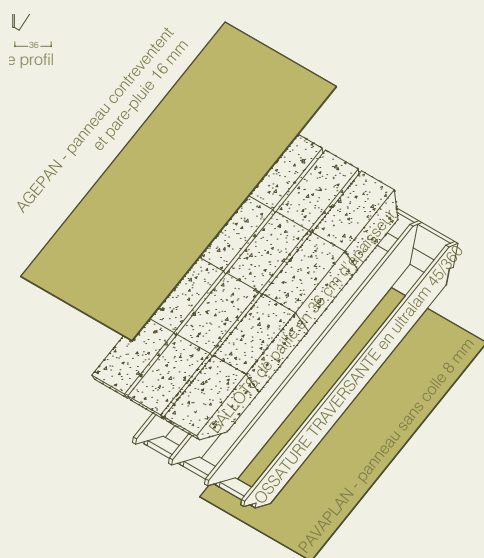
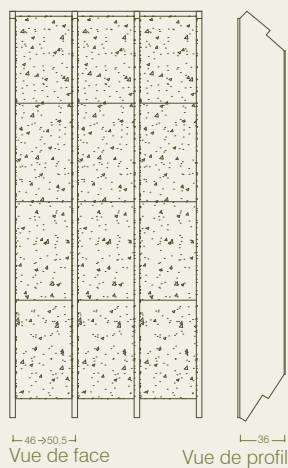
Pour ce qui est du toit, les caissons sont préfabriqués en atelier, ce qui permet une mise en œuvre à l'écart des intempéries et un environnement de travail plus confortable : accessibilité des outils, manutention aisée, travail au sol. Les caissons sont acheminés en semi-remorque jusqu'au chantier et disposés au moyen d'une grue.

La structure des caissons est réalisée à l'aide de poutres en «Ultralam»⁷ de 45/360 mm. Elles sont placées, tout comme les murs, sur un entraxe de 50,5 cm de manière à laisser un vide de 46 cm, la largeur des ballots. L'épaisseur isolante en paille est de 36 cm et possède une valeur du coefficient de transmission thermique U de 0,17 W/m²K environ. Plus la valeur de U est faible et plus la paroi est bien isolée. Par exemple, l'ordre de grandeur de U pour un mur est de 0,3 à 0,5 W/m²K.

Face intérieure, c'est un panneau de «Pavaplan» c'est-à-dire en fibres de bois (permet un contreventement intérieur) qui ferme le caisson et les finitions sont réalisées par des voliges. Face extérieure, c'est à nouveau, un panneau d'«Agepan» qui assure le triple rôle : contreventement, pare-pluie et perspirant. La couverture finale de la toiture est réalisée en zinc.

7. Matériau fabriqué par collage de lamelles de pin sans obier.

Caisson de toiture



CATALOGUE DE PROJETS : RÉPERTOIRE

Dans la lignée des cas d'études présentés ci-dessus, les chercheurs ont souhaité présenter davantage de projets en paille mais de manière plus succinctes. Ainsi, tous les projets de ce «répertoire de projets en paille» sont brièvement présentés par l'intermédiaire de quelques chiffres, textes et documents graphiques. De quoi se faire une idée de la richesse du patrimoine «paille» en Belgique.



Infos générales

Lieu : Stoumont
Affectation : résidentiel
Type : construction neuve
Année de construction : 2008
Année d'occupation : 2013
Entreprise : Maître d'ouvrage

En chiffres

Surface habitable : 150 m²
Besoin de chauffage :
10 kWh/m².an

La paille

Pignon : 35 m²
Mur voûte : 220 m²
Sol : 99 m²
Cloison : 18 m²
Technique : auto construction
Rôle constructif de la paille :



Une construction à la fois proche et respectueuse de la nature.

Description du projet

Cette maison unifamiliale est pour le moins assez originale. Elle est faite de voûtes en paille qui constituent le volume d'habitation. La réalisation de l'ensemble a nécessité deux années et demie de construction d'une personne à plein temps. Cette longue durée de travaux répond à une envie du maître d'ouvrage d'auto-construire et cela sans induire d'impact écologique négatif. Le maître d'ouvrage a également choisi de concevoir une habitation sans béton (+500 kg de ciment dans tout la construction) et avec des matériaux naturels et locaux. En outre, cela a permis de minimiser les frais de construction. Des vignes, du chèvrefeuille et des kiwis de Sibérie, aussi appelé kiwaïs ont été ajoutés sur la toiture : ce projet d'arc en paille est tout à la fois proche et respectueux de la nature.

Description des parois en paille

Les murs des voûtes sont constitués, du côté intérieur, d'une couche de peinture d'argile recouvrant un enduit de 5 cm d'épaisseur lui aussi en argile. L'enduit est directement appliqué sur la paille porteuse, ou auto-portante. Dix centimètres d'argile sont appliqué sur la surface extérieure du ballot. L'extérieur est réalisé de trois manières différentes. Au sud, un EPDM posé sur une structure bois (permettant de laisser un vide d'air) réalise l'étanchéité. Un géotextile peint est ensuite

posé sur la structure qui est finalisée grâce aux plants de kiwaïs et de vignes. Le milieu des voûtes est réalisé au moyen d'une bâche téflon (ETFE) afin de permettre à la vigne de se développer dessous. Le côté nord est réalisé de la même manière que le côté sud, mais avec une végétation en mousse végétale où dessus grimpent les vignes, le chèvrefeuille et le kiwaï.

Les pignons sont réalisés avec une ossature en bois isolée en paille. De part et d'autre, une couche d'argile est appliquée, suivie d'une couche de peinture à l'argile.

Sur le sol schisteux, une membrane plastique assure une première étanchéité en coupant l'humidité ascensionnelle. On retrouve ensuite un vide d'air avant d'avoir la paille comme isolant. Sur les ballots, une couche de terre est damée pour pouvoir y poser une finition en pierre ou en bois.



Infos générales

Lieu : Lessive

Affectation : résidentiel

Type : construction neuve

Année de construction : 2011

Année d'occupation : 2012

Architecte : Jean Marie Delhaye -

ARTerre Liège

Entreprise : Paille-Tech

En chiffres

Surface habitable : 170 m²

Besoin de chauffage :

30 kWh/m².an

La paille

Toiture : 110 m²

Mur : 180 m²

Technique : préfabriqué

Rôle constructif de la paille :



Une maison nichée près de la Lesse.

Description du projet

Ce projet se situe à Lessive, un village de l'Ardenne belge en bordure de la Lesse. Le bâtiment est conçu pour orienter les grandes baies vitrées au sud et un simple poêle à bois au rez-de-chaussée permet donc de garantir le confort de ce bâtiment même par période de grand froid. Le gros œuvre du bâtiment est construit par l'entreprise Paille-Tech et les finitions sont réalisées en auto-construction.

Description des parois en paille

L'entreprise Paille-Tech construit les murs préfabriqués et les caissons de toiture en atelier. Les murs sont construits à l'aide d'un panneau pare-pluie et contreventant, de paille (46 cm) placée entre la structure en bois sur 18 cm et d'un béton d'argile (4 cm). Les caissons de toitures possède également dans leur composition un panneau pare-pluie et contreventant, mais celui-ci est complété par de la paille placée entre des poutres (46 cm) et un panneau rigide exempt de colle. La finition intérieure de la toiture est réalisée avec un enduit d'argile qui joint l'ensemble des caissons.

HABITAT GROUPÉ À MONT-SAINT-GUIBERT



Un apprentissage positif pour les maîtres d'ouvrages.

Description du projet

Après avoir cherché quelques temps, les maîtres d'ouvrages ont finalement trouvé le terrain idéal pour accueillir leur projet d'habitat groupé. Il se trouve à proximité de Louvain-La-Neuve (un de leurs critères de choix), dans la commune de Mont-Saint-Guibert. L'espace constructible étroit et à forte dénivellation génère le dessin de deux maisons aux formes relativement complexes, hautes et étroites.

Les maîtres d'ouvrages essayent de faire le choix le plus écologique possible pour chaque matériau entrant dans la construction de leur bâtiment. La paille est choisie comme isolant et la terre du terrain est utilisée pour l'ensemble des enduits ainsi que pour le mélange terre-paille de remplissage des cloisons. Dès le départ, l'envie de construire en paille était présente. Un des auto-constructeurs s'est donc préalablement formé à cette technique particulière en France et en Autriche ainsi que lors de chantiers participatifs.

La maison n'est pas certifiée passive mais fonctionne comme telle : triple vitrage, étanchéité à l'air et ventilation mécanique contrôlée (VMC) sont au rendez-vous. La puissance de chauffage nécessaire correspond à ce qui avait été calculé théoriquement c'est-à-dire environ 2,5 kW.

La complexité du bâtiment et les techniques de mise en œuvre très peu mécanisées en auto-construction

Infos générales

Lieu : Mont Saint Guibert
Affectation : résidentiel
Type : construction neuve
Année de construction : 2008
Année d'occupation : 2010
Architecte :
Entreprise : maître d'ouvrage

En chiffres

Surface habitable : 170 m²
Besoin de chauffage :
30 kWh/m².an

La paille

Toiture : oui
Mur : oui
Technique : autoconstruction
Rôle constructif de la paille :



ont induit une durée de construction assez longue. Les maîtres d'ouvrages et tous les participants au projet ont retiré beaucoup d'apprentissages positifs de ce projet tout au long de la durée des travaux.

Description des parois en paille

Le mur est un assemblage de divers éléments : un enduit extérieur/bardeau, une structure en bois avec un remplissage en ballots de paille ou en mélange paille/terre, des panneaux OSB, une structure en bois avec un remplissage de mélange paille/terre des nattes de roseaux et un enduit intérieur.

Le mur est fait : de bardeaux extérieurs, d'une sous toiture en panneaux de fibres de bois, une structure bois avec un remplissage en ballots de paille, des panneaux OSB, une structure en bois avec un remplissage de cellulose (9 cm) et des panneaux «FERMACELL».

LA CITE S'INVENTE ASBL À LIÈGE



Un espace où protection de l'environnement rime avec éducation.

Description du projet

La CITE s'invente est une asbl d'éducation relative à l'environnement. Sa mission est de sensibiliser le plus grand nombre aux problématiques environnementales mais également de promouvoir les modes de vie durables.

Le projet principal de cette association est de créer un écocentre, c'est-à-dire un centre de démonstration, consacré à l'innovation et aux transferts des connaissances sur la protection de l'environnement et le développement durable. Il est destiné à accueillir des animations, des visites, des événements, des ateliers, des conférences, des formations, des projections, etc. à destination du grand public et des professionnels.

Ce projet se base sur la rénovation totale d'une ancienne maison ouvrière trouvée dans un état de délabrement avancé. Le bâtiment, situé sur le coteau de la citadelle de Liège, est restructuré, isolé et agrandi dans une démarche écologique à caractère bioclimatique. Il représente une opportunité unique de pouvoir réunir par la pratique, différents publics qui sont invités à s'intéresser et à partager leurs savoirs et compétences. La démarche amènera les visiteurs à être acteurs de leur découverte.

Infos générales

Lieu : Liège
Affectation : tertiaire
Type : rénovation
Année de construction : 2009
Année d'occupation : 2013
Architecte : Jean Marie Delhay - ARTerre Liège
Entreprise : Paille-Tech

En chiffres

Surface habitable : 280 m²
Besoin de chauffage :
27 kWh/m².an

La paille

Toiture : 61 m²
Technique : préfabriqué
Rôle constructif de la paille :



Description des parois en paille

Les caissons de toiture sont composés de poutres assemblées de 40/400 sur un entraxe de 80 cm, avec des chevrons de 6 cm croisés par rapport aux poutres. Ceux-ci ont un entraxe de 40 cm.

GÎTE « LA LIGULE » À MIGNAULT (LE ROEULX)



Nature et détente, que demander de plus ?

Description du projet

En 2007, José et Marylène décident d'accompagner leur fils Benoît dans un projet de tourisme et de bien-être à la ferme. Ils cèdent alors leur activité agro-alimentaire à la concurrence et se lancent dans la réalisation de ce beau projet comprenant cinq éco-gîtes, une salle de séminaire et un centre de balnéothérapie. La paille de blé est choisie comme élément porteur dans les murs et comme seul matériau d'isolation.

Description des parois en paille

Les ballots de paille, de section 1,2 m par 0,7 m, pressés à 100 barres et réalisés suivant 9 longueurs différentes, sont issus des champs de Patrick, un agriculteur mignaultois adhérant aux mesures agroenvironnementales.

Assemblés tel un Lego, ils composent les murs porteurs des gîtes. Un enduit composé d'argile et de paille hachée est appliqué sur ces murs afin de les protéger. Les cloisons sont composées d'une ossature bois remplie d'un mélange terre/paille. La chape isolante du sol est réalisée avec un « béton de paille » à base de chaux hydraulique et de paille broyée. La paille est également utilisée en tant qu'isolant dans la toiture plate.

Infos générales

Lieu : Mignault
Affectation : résidentiel
Type : rénovation
Année de construction : 2010
Année d'occupation : 2012
Architecte : GAMMA architecte
Entreprise : Maître d'ouvrage

En chiffres

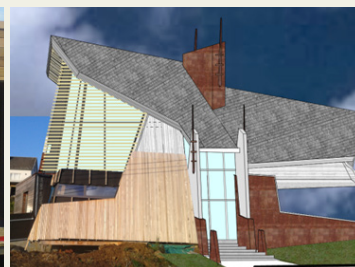
Surface habitable : 400 m²
Besoin de chauffage :
30 kWh/m².an

La paille

Toiture : oui
Mur : oui
Sol : oui
Cloison : oui
Technique : auto-construction
Rôle constructif de la paille :



UNE MAISON ÉVOLUTIVE À MALONNE



Infos générales

Lieu : Malonne

Affectation : résidentiel

Typ : construction neuve

Année de construction : 2013

Année d'occupation : 2014

Architecte : Grégory Milquet,

Architecture et Nature

Entreprise : Grégory Milquet,
maître d'ouvrage

En chiffres

Surface habitable : 100 m²

Besoin de chauffage :

45 kWh/m².an

La paille

Mur : 80 m²

Sol : 60 m²

Technique : auto-construction

Rôle constructif de la paille :



Une maison pleine de défis et la paille poussée dans ses retranchements constructifs.

Description du projet

Le programme consiste à construire une maison unifamiliale basse énergie en paille. Située au centre d'un petit îlot, le défi est d'offrir des vues vers la vallée tout en se « protégeant » des constructions voisines.

Le but est également d'éprouver la paille dans ses limites constructives et financières en incorporant dans la maison des murs courbes, des murs inclinés, une dalle de sol, ... et cela afin d'en tirer des enseignements et de pouvoir proposer à l'avenir des solutions « améliorées » pour les constructions en paille. Budget serré oblige, l'auto-éco-bio-construction totale est choisie comme partenaire naturel de la paille.

Pour ventiler encore davantage les coûts, le projet est découpé en plusieurs phases de construction. La phase actuelle est constituée d'une cellule de vie « minimum » servant de plateforme d'accroche à la phase suivante qui sera la construction d'un étage.

Les différentes pièces de la maison évolueront avec le projet : la cuisine se transformera en buanderie, le salon en chambre et la salle de bain en coin douche.

Description des parois en paille

Composition des parois verticales :

- Panneaux de fibres de bois « CELIT » (22 mm).
- Double ossature bois (180 mm et 90 mm) avec remplissage en ballots de paille.
- Panneaux OSB (15 mm).

Composition de la dalle de sol :

- Dalle en béton armé (120 mm).
- Liège expansé (40 mm).
- Remplissage de paille (180 mm).
- Panneaux OSB (22 mm).

BÂTIMENT CONTEMPORAIN À BLANDEN



Infos générales

Lieu : Blanden

Affectation : résidentiel

Type : construction neuve

Année de construction : 2001

Année d'occupation : 2002

Architecte : ORCA

architecten en ingenieur

Entreprise : maître d'ouvrage

En chiffres

Surface habitable : 265 m²

Besoin de chauffage :

100 kWh/m².an

La paille

Mur : m²

Technique : auto-construction

Rôle constructif de la paille :



Une première pour la paille.

Description du projet

L'idée est de faire une maison familiale en paille avec un style contemporain. Le projet, construit de 2001 à 2002, a permis de réaliser les premières expériences dans la construction en paille.

Le bâtiment est structuré par 28 colonnes en sapins des Ardennes qui tiennent une toiture en tôle, l'ensemble donnant la légèreté aux 750 ballots de paille et 25 tonnes d'argile protégé dessous.

Description des parois en paille

La paille est répartie dans les murs du bâtiment, dans lesquels on retrouve un total de 85 m² de paille autoportante et 170 m² de paille entre les colonnes.

RÉNOVATION & EXTENSION À LIÈGE



Quand la récup' permet la construction

Description du projet

Ce projet consiste en une rénovation et extension d'une petite maison ouvrière en ruine de deux pièces. À cette ruine, trois chambres, un séjour, une salle de bain et un local technique ont été annexés.

La volonté de partager les savoirs fait partie intégrante de la dynamique de projet des futurs habitants, mais aussi de toutes les personnes qui y ont contribué. Les deux années de chantier ont fini par passionner les auto-constructeurs pour la «récup'» qui ne cessent désormais de fonctionner un maximum avec des matériaux glanés dans le champ de l'abondance des ressources jetées.

Description des parois en paille

La technique du GREB est utilisée sur ce projet car elle est naturelle, induit un faible coût et permet un chantier en auto-construction. La paille est utilisée à la fois dans les murs et dans les cloisons du bâtiment.

Les murs sont faits en ballots de paille sur champ (36 cm) et sont recouverts à l'intérieur et à l'extérieur par un enduit GREB entre les structures en bois.

Les cloisons sont réalisées avec un mélange terre/paille placé entre les montants en bois, l'ensemble est ensuite enduit de terre.

Infos générales

Lieu : Liège

Affectation : résidentiel

Type : rénovation et extension

Année de construction : 2007

Année d'occupation : 2010

Architecte : Pierre Leblanc

Entreprise : maître d'ouvrage

En chiffres

Surface habitable : 144 m²

Besoin de chauffage :

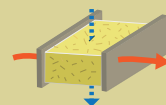
59 kWh/m².an

La paille

Mur : 160 m²

Technique : auto-construction

Rôle constructif de la paille :





Infos générales

Lieu : Liège

Affectation : résidentiel

Type : construction neuve

Année de construction : 2011

Année d'occupation : 2013

Architecte : Jean Marie Delhayé -

ARTerre Liège

Entreprise : maître d'ouvrage

En chiffres

Surface habitable : 150 m²

Besoin de chauffage :

15 kWh/m².an

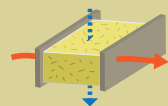
La paille

Mur : 150 m²

Sol : 85 m²

Technique : auto-construction

Rôle constructif de la paille :



Une petite construction haute perchée.

Description du projet

Le bâtiment est conçu sur les principes du bioclimatisme et utilise des matériaux naturels renouvelables. Tout en restant dans une logique éco-constructive, il se veut confortable et à bonnes performances énergétiques. Sa conception technique est définie pour pouvoir être réalisée en auto-construction. C'est donc la technique GREB qui est ici la plus appropriée.

Description des parois en paille

La paille est utilisée à la fois dans les murs et pour le plancher. Les murs en technique GREB sont réalisés à partir de ballot de paille à plat (46 cm) avec fibres inversées recouvert des deux côtés par du mortier GREB. Du côté intérieur, un enduit de 4 cm réalisé avec l'argile du terrain est ajouté. Sur le côté extérieur c'est un enduit à la chaux qui est utilisé.

La structure portante du plancher est assurée par des planches de Douglas fixées par le bas aux gîtes 10/30, entre lesquelles est placée une isolation en paille. Un géotextile, de l'argile et des panneaux OSB sont placés dessus et recouverts avec un plancher en chêne.

UN ESPACE DE CRÉATION À UCCLE



Des ateliers artistiques pour des jeunes en difficultés

Description du projet

La maison est sur deux niveaux, le rez-de-chaussée est destiné à offrir un espace pour des ateliers artistiques et/ ou d'artisanat en art-thérapie pour des jeunes en difficulté. À l'étage, on retrouve un petit studio avec une chambre, un salon, une salle de bain et une kitchenette.

Ne disposant pas d'un gros budget, la maitresse d'ouvrage opte volontairement pour une construction «brute» avec la terre crue restant apparente à l'intérieur, de même que les planchers et les cloisons en douglas, simplement poncés en surface là où il le fallait (c'est-à-dire au sol principalement). Cela donne du caractère à l'espace et permet d'économiser tous les enduits de finition. Etant une construction «sèche» et rapide, cela n'empêche pas d'éventuellement effectuer les enduits plus tard.

L'idée de confier la réalisation d'un espace de création à une entreprise d'esprit «créatif» a paru évidente, l'entreprise ayant été finalement jusqu'à réaliser une partie du mobilier : bureaux et étagères de leur «design».

Description des parois en paille

Le gros œuvre a été préfabriqué en atelier. Les murs sont composés d'un panneau pare-pluie et contreventant, de paille (46 cm) placée entre la structure en bois sur 18 cm et d'un béton d'argile de 4 cm d'épaisseur. Un enduit chaux/plâtre fait la finition extérieure et c'est le béton d'argile de gros œuvre qui fait la finition intérieure.

Infos générales

Lieu : Uccle
Affectation : résidentiel
Type : construction neuve
Année de construction : 2013
Année d'occupation : 2013
Architecte : P. de Merode
Entreprise : Paille-Tech

En chiffres

Surface habitable : 129 m²
Besoin de chauffage :
30 kWh/m².an

La paille

Mur : 83 m²
Technique : préfabriqué
Rôle constructif de la paille :





Infos générales

Lieu : Mons

Affectation : résidentiel

Type : rénovation et extension

Année de construction : 2010

Année d'occupation : 2013

Architecte : HAVRESAC

Entreprise : Paille-Tech

En chiffres

Surface habitable : 160 m²

Besoin de chauffage :

45 kWh/m².an

La paille

Toiture : 80 m²

Mur : 170 m²

Technique : préfabriqué

Rôle constructif de la paille :



Une maison préfabriquée de A à Z.

Description du projet

Ce projet est initialement pensé pour être réalisé entièrement en auto-construction. Cependant, après réflexion, le maître d'ouvrage souhaite libérer un maximum de son temps pour la réalisation de tous les travaux annexes. Il décide alors de faire totalement confiance à l'entreprise Paille-Tech pour la réalisation du bâtiment de A à Z. Il s'agit d'une première pour l'entreprise qui jusque-là ne réalisait que le gros œuvre des constructions. Tout c'est bien passé et le maître d'ouvrage n'est pas déçu de sa belle maison basse énergie.

Description des parois en paille

Comme à son habitude, l'entreprise Paille-Tech réalise le gros œuvre en atelier. L'élément paille se retrouve dans les murs et les caissons de toiture. La construction du mur se fait avec un panneau pare-pluie et contreventant, de la paille placée à l'intérieur d'une structure bois sur 18 cm et un béton d'argile épais de 4 cm. Pour les caissons de toiture, la paille est placée entre des poutres (46 cm). Les finitions sont réalisées avec un enduit chaux/plâtre à l'extérieur. Pour l'intérieur, un enduit d'argile joint l'ensemble des caissons et finit la maison.



12_03_2015

Un escalier en métal pour alléger la masse de terre et de bois.

Description du projet

L'objectif de ce projet est de construire un bâtiment où la partie résidentielle de la maison est clairement séparée de la partie professionnelle. Vu que le terrain est très pentu, le sous-sol est habitable en façade et offre l'espace nécessaire au cabinet médical. À l'arrière du sous-sol, on retrouve des caves en pleine terre.

Ce premier niveau est construit en dur avec une isolation classique. Une dalle en béton le sépare du reste de la maison qui est construite en paille et argile sur ossature bois.

Les murs des étages supérieurs sont donc en argile, en bois ou en chaux pour la salle de bain et l'arrière cuisine. Les sols sont en carrelage ou en parquet de bois. L'escalier central est en métal, il a été créé par un artisan local et allège agréablement cette belle masse de terre et de bois. L'argile de deux tons différents a été lissée partout pour une plus belle finition et les bords des fenêtres sont en arrondi.

De grandes baies vitrées, orientées au sud, permettent un accès à la terrasse et offrent une vue magnifique sur la forêt. Par contre, les trois autres côtés de la maison ont des ouvertures beaucoup plus modestes.

Infos générales

Lieu : Mellier
Affectation : résidentiel
Type : construction neuve
Année de construction : 2013
Année d'occupation : 2013
Architecte : AKSO Architecture
Entreprise : Paille-Tech

En chiffres

Surface habitable : 165 m²
Besoin de chauffage :
60 kWh/m².an

La paille

Toiture : 110 m²
Mur : 180 m²
Mise en œuvre : préfabriqué
Rôle constructif de la paille :



Le mot du maître d'ouvrage

La motivation qui a sous-tendu le projet est simplement la recherche d'un bien-être, lié à la proximité de la nature autour et dans la maison, associée à la nécessité actuelle d'une belle performance énergétique ; je pense que c'est réussi.

Témoignage des occupants un an après

Il y a maintenant plus d'un an que j'habite la maison...mais elle n'est terminée (jardin et car-port) que tout récemment. Cependant la couverture ardoise du car-port n'est pas encore réalisée !

L'hiver s'est passé à merveille, le bas où habite actuellement depuis 1 mois ma tante âgée de 95 ans est chauffé par le sol avec une pompe à chaleur: succès total pour ce qui est de la température dans les pièces. Par contre je n'ai pas encore une idée exacte du coût... et je trouve que la pompe à chaleur est trop bruyante à mon goût, mais personne ne s'en plaint! Ici c'est tellement calme: nous sommes à la porte de la forêt d'Anlier.

Le rez-de-chaussée (premier niveau paille-argile) est chauffé par un petit poêle anglais très sympa qui chauffe tout, même l'étage avec chambre et mezzanine.

Le tout gros avantage c'est que le matin, la température n'est jamais descendue en dessous de 19°, même par temps très froid et en laissant chaque jour mourir le feu, car je n'apprécie de faire feu continu: ça encrasse trop la vitre du poêle et la buse. J'ai consommé cet hiver 6 stères de bois maximum. Si je reste un jour sans chauffer (absente par exemple) la température reste stable autour des 19°. Dès mars je ne chauffe plus que très épisodiquement. Si j'ouvre la porte (pour aller chercher du bois par exemple) la maison ne se refroidit pas: c'est stupéfiant! C'est un des plus grands avantages de l'argile qui fait tampon aussi bien pour l'humidité que pour la température.

Petit détail: le revêtement de finition de la salle de bain et de l'arrière cuisine a été fait à la chaux pour sa capacité à absorber l'humidité et à durcir sous son effet.

Description des parois en paille

Les murs préfabriqués et les caissons de toitures sont construits en atelier par l'entreprise Paille-Tech. Les murs sont composés d'une succession de quatre éléments: le bardage (ou l'enduit), le panneau pare-pluie et contreventant, la structure en bois sur 18 cm remplie de paille (46 cm) et le béton d'argile sur 4 cm. Les caissons de toiture sont quant-à eux composés d'un panneau pare-pluie et contreventant, de paille placée entre des poutres (46 cm), d'un freine-vapeur et d'un volige raboté en finition gros œuvre.

ÉCO-RÉNOVATION D'UNE GRANGE À BEERSEL



Tout en harmonie et en simplicité.

Description du projet

L'entreprise Responsable Young Architects (RYA) SPRL réalise pour des maîtres d'ouvrage particulier ou public de l'architecture respectueuse de l'environnement, économe en énergie et construit en matériaux sains.

Dans le cadre d'une mission complète d'architecture à Beersel, RYA conçoit une intervention radicale sur une grange existante pour l'aménagement de locaux tout en harmonie et en simplicité, baignés de lumière naturelle. Pour atteindre le standard très basse énergie, RYA privilégie la mise en oeuvre de matériaux d'isolation telle que les ballots de paille au rez-de-chaussée et les fibres de bois insufflées en toiture. Les cloisons intérieures sont réalisées par le maître d'ouvrage en terre-paille et sont par après enduites de terre ou de chaux.

Description des parois en paille

Les murs existants en brique sont isolés par l'extérieur avec des ballots de paille placés à la verticale, en 36 cm d'épaisseur, dans des caissons réalisés en OSB. Les ballots sont comprimés afin d'empêcher tout vide dû au tassement de la paille dans le temps. Les caissons sont ensuite refermés par un panneau de fibre de bois «pare-pluie».

Les cloisons intérieures sont composées d'une ossature bois de 12 cm avec un remplissage de

Infos générales

Lieu : Beersel
Affectation : résidentiel
Type : rénovation
Année de construction : 2009
Année d'occupation : 2011
Architecte :
Responsable Young Architects
Entreprise : autoconstruction

En chiffres

Surface habitable : 130 m²
Besoin de chauffage :
40 kWh/m².an

La paille

Mur : 75 m²
Mise en œuvre : préfabriqué
Rôle constructif de la paille :



mélange terre/paille. De part et d'autre on retrouve une couche d'accroche et une finition en terre. Les cloisons qui délimitent les pièces humides ont des finitions en chaux plutôt qu'en terre.



Quand on peut lier l'utile à l'agréable.

Description du projet

Le projet est ici conçu par et pour l'entreprise Paille-Tech. Jeune et innovante, cette entreprise construit en matériaux naturels (paille, terre et bois) et locaux afin de répondre aux préoccupations actuelles de santé, d'environnement et d'énergie. Elle réalise généralement le gros œuvre des chantiers en préfabriquant des murs en ossature bois et des caissons de plancher ou de toiture dans ses ateliers. Le bâtiment servira au final de bureaux à l'entreprise. Mais sa particularité est que tous les éléments mis en œuvre pour cette construction sont des « tests ». Le projet permet notamment la validation de la première presse à mur-type développée par Paille-Tech et la validation des premiers assemblages et de leurs évolutions. Il permet également de tester les différentes formulations d'enduit de terre proposées par l'entreprise.

En plus d'être un bâtiment «test constructif», ce bâtiment est également monitoré dans le cadre de la recherche aPROpaille consacrée à la valorisation du ballot de paille comme élément de construction. Le choix, dans le cadre de ce monitoring, est de pousser le bâtiment à ses limites. Aucun chauffage ni aucune ventilation ne sont installés dans un premier temps. Le bâtiment évolue en fonction de ses besoins réels et non en fonction de besoins théoriques ou normatifs.

Infos générales

Lieu : Franière
Affectation : tertiaire
Type : construction neuve
Année de construction : 2012
Année d'occupation : 2013
Architecte : Paille-Tech
Entreprise : Paille-Tech

En chiffres

Surface habitable : 72 m²
Besoin de chauffage :
30 kWh/m².an

La paille

Toiture : 36 m²
Mur : 94 m²
Sol : 36 m²
Mise en œuvre : préfabriqué
Rôle constructif de la paille :



Description des parois en paille

Composition des parois verticales :

1. Panneau pare-pluie et contreventant
2. Paille 46 cm entre structure bois sur 18 cm
3. Béton d'argile 4 cm

Composition des caissons de toiture :

1. Panneau pare-pluie et contreventant
2. Paille entre poutre 46 cm
3. Pare-vapeur
4. Volige rabotée

Composition des caissons de plancher :

1. Panneau pare-pluie et contreventant
2. Paille entre poutre 46 cm
3. Panneau OSB
4. Béton de terre (5 cm)
5. Surface de chaux/plâtre (2 cm)

HABITAT GROUPÉ « LE ZESTE » À BAISY-THY



Lauréat 2012 du concours Bâtiment Exemplaire.

Description du projet

Ce projet est né d'une réflexion générale sur l'habitat durable, la proximité des ressources, la gestion de l'eau et la qualité de vie et de la santé. L'idée d'un habitat groupé réalisé en matériaux naturels et en auto-construction s'est petit à petit concrétisée. Le bâtiment est composé de cinq unités correspondant à quatre maisons mitoyennes basses énergies et une salle commune semi enterrée. Le gros-œuvre est réalisé en modules préfabriqués composés d'une ossature en bois comblée avec des ballots de paille et le reste est fait en auto-construction. L'énergie nécessaire est en grande partie fournie par les panneaux solaires thermiques et photovoltaïques placés sur le toit. En 2012, ce bâtiment est lauréat du concours Batex, Bâtiment Exemplaire en Région Wallone.

Description des parois en paille

Les murs sont préfabriqués avec une ossature bois légère sur 18 cm remplie de ballots de paille (46 cm). Autour de cela est placé : d'un côté, un bardage/enduit et un panneau pare-pluie et contreventant et de l'autre côté un béton d'argile de 4 cm d'épaisseur.

Les caissons de toiture sont construits à l'aide de poutres (46 cm). La paille comble les espaces vides entre les poutres. De part et d'autre de cet ensemble est placé : un panneau pare-pluie et contreventant, une couverture en tuile et un panneau rigide exempt de colle.

Infos générales

Lieu : Baisy-Thy
Affectation : résidentiel
Type : construction neuve
Année de construction : 2013
Année d'occupation : 2014
Architecte : Arkipel
Entreprise : Paille-Tech

En chiffres

Surface habitable : 730 m²
Besoin de chauffage :
30 kWh/m².an

La paille

Toiture : 390 m²
Mur : 400 m²
Technique : préfabriqué
Rôle constructif de la paille :





Infos générales

Lieu : Trooz

Affectation : résidentiel

Type : rénovation

Année de construction : 2011

Année d'occupation : 2011

Entreprise : Paille-Tech

En chiffres

Besoin de chauffage :

90 kWh/m².an

La paille

Toiture : 135 m²

Technique : préfabriqué

Rôle constructif de la paille :



Des travaux rapides et de qualité.

Description du projet

L'objectif de ce projet est de remplacer la toiture existante du bâtiment sans que les habitants ne quittent leur maison. L'enjeu est donc de réaliser des travaux de qualité le plus rapidement possible.

Description des parois en paille

Les nouveaux caissons de toitures sont composés d'une ossature en bois de 40 cm d'épaisseur (poutre en «I» de Steico) avec un entraxe de 80 cm et des chevrons de 6 cm. Les ballots de paille sont placés entre les poutres. Des panneaux OSB sont placés à l'intérieur et des panneaux «Celit» à l'extérieur. Le lattage est intégré à la pose.

MAISON UNIFAMILIALE À BASSILLY



Quelle satisfaction de pouvoir dire que l'on a construit sa maison soi-même.

Description du projet

L'idée de ce projet est de construire un bâtiment très basse énergie ou passif en utilisant un maximum de matériaux naturels. La paille s'est donc imposée tout naturellement car elle est disponible à proximité du chantier, c'est un très bon isolant et un support d'enduit de premier choix.

L'auto-construction s'est aussi naturellement imposée. C'est une grande satisfaction pour les maîtres d'ouvrage de pouvoir dire qu'ils ont construit eux-mêmes leur maison. C'est également une très bonne méthode pour limiter le budget de la construction.

Le premier hiver passé dans la maison a confirmé les très bonnes performances thermiques du bâtiment. Ce sont 3 à 4 stères de bois qui ont été consommées. Dans l'avenir, la consommation devrait tomber à 2 stères avec l'installation d'un poêle à bois plus performant. Le projet fonctionne exclusivement avec l'eau de pluie, et grâce aux toilettes sèches, la consommation du ménage est d'environ 70 m³ d'eau par an. L'eau chaude est produite par l'intermédiaire des panneaux solaires.

Description des parois en paille

Le mur est construit comme suit de l'extérieur vers l'intérieur : un enduit extérieur ou des bardeaux, suivis de panneaux d'Agepan (16 mm), d'une structure en bois avec remplissage en ballots de paille pour finir avec un enduit en terre comme parement intérieur.

Infos générales

Lieu : Bassilly (Silly)
Affectation : résidentiel
Type : construction neuve
Année de construction : 2009
Année d'occupation : 2011
Architecte : Jean Lecouvet
Entreprise : maître d'ouvrage

En chiffres

Surface habitable : 190 m²
Besoin de chauffage :
29 kWh/m².an

La paille

Mur : 155 m²
Technique : auto-construction
Rôle constructif de la paille :



LES PROJETS D'ALTAR



Construire une paroi multi-usages.

Description du projet

ALTAR architecture développe un système de construction passive très économique, et qui plus est en matériaux écologiques. La conception des projets se fait tout d'abord d'un point de vue énergétique en analysant l'environnement et les possibilités de constructions bioclimatiques. On retrouve ensuite une réflexion sur les volumes et l'enveloppe du bâtiment. Seulement après, et si besoin est, vient la question des apports énergétiques alternatifs (solaires ou géothermiques par exemple).

Description des parois en paille

Cet atelier d'architecture spécialisée a créé une paroi faite d'un assemblage de divers matériaux qui peut tout aussi bien servir pour les murs que pour les planchers ou les toits.

Cette paroi compile plusieurs avantages qui la rendent unique en son genre : les matériaux utilisés sont tous écologiques et la technique de construction qu'elle implique est standard, simple, rapide et efficace. C'est pourquoi son utilisation permet des projets originaux, flexibles et abordables à tous financièrement.

MAISON UNIFAMILIALE À BONLEZ



Description des parois en paille

1. Briques (90 mm)
2. Vide technique (40 mm)
3. Panneaux de fibres de bois compressé «DWD AGEPAN» (15 mm)
4. Structure bois et remplissage en ballots d'escourgeon
5. Panneaux OSB (15 mm)
6. Vide technique (40 mm)
7. Panneaux «FERMACELL» (10 mm)

Infos générales

Lieu : Bonlez
 Affectation : résidentiel
 Type : construction neuve
 Année de construction : 2010
 Année d'occupation : 2011
 Architecte : ALTAR architecture
 Entreprise :
 La Maîtrise du Charpentier

En chiffres

Surface habitable : 195 m²
 Besoin de chauffage :
12 kWh/m².an
 Maison certifiée passive

La paille

Mur : 205 m²
 Technique : préfabriqué
 Rôle constructif de la paille :





Infos générales

Lieu : Fize-Le-Marsal

Affectation : résidentiel

Type : construction neuve

Année de construction : 2011

Année d'occupation : 2012

Architecte : ALTAR architecture

Entreprise :

La maîtrise du Charpentier

En chiffres

Surface habitable : 225 m²

Besoin de chauffage :

25 kWh/m².an

La paille

Toiture : 205 m²

Technique : sur chantier

Rôle constructif de la paille :



Description des parois en paille

1. Briques (90 mm)
2. Vide technique (40 mm)
3. Panneaux de fibres de bois compressé «DWD AGEPAN» (15 mm)
4. Structure bois et remplissage en ballots d'escourgeon
5. Panneaux OSB (15 mm)
6. Vide technique (40 mm)
7. Panneaux «FERMACELL» (10 mm)

MAISON UNIFAMILIALE À VILLEROUX



Description des parois en paille

1. Enduit extérieur (10 mm)
2. Panneaux de fibres de bois (80 mm)
3. Structure bois et remplissage en ballots d'escourgeon
4. Panneaux OSB (15 mm)
5. Vide technique (40 mm)
6. Panneaux «FERMACELL» (10 mm)

Infos générales

Lieu : Villeroux
 Affectation : résidentiel
 Type : construction neuve
 Année de construction : 2010
 Année d'occupation : 2011
 Architecte : ALTAR architecture
 Entreprise : ALTAR

En chiffres

Surface habitable : 208 m²
 Besoin de chauffage :
11 kWh/m².an

La paille

Mur : oui
 Technique : préfabriqué
 Rôle constructif de la paille :



FOIRE AUX QUESTIONS (FAQS)

Une maison en paille ne brûle-t-elle pas plus rapidement ? Faut-il craindre les rongeurs ? Et la décomposition de la paille ? Toute personne intéressée par la construction en paille s'est posée un jour ces questions. Aujourd'hui, tentons d'y répondre.

1. Une maison en paille ne représente-t-elle pas un risque plus important face aux incendies ?

Une des inquiétudes des futurs maîtres d'ouvrage réside dans la vision de la paille dans une paroi. Dans leur esprit, leur maison est une torche sèche, prête à s'embraser à la moindre étincelle. La réalité est toute autre.

Le risque de voir la paroi s'enflammer est extrêmement réduit de par la compression exercée sur les ballots. La densité du ballot en lui-même et la compression qu'ils subissent entre eux dans la paroi ne laissent la place à aucune poche d'air susceptible d'alimenter un éventuel foyer. En présence d'un départ d'incendie, seule la paille en surface des ballots d'une paroi ouverte sur l'ambiance intérieure se consumerait. Une exposition au feu soutenue et prolongée pourrait, après un laps de temps important, conduire le foyer au centre du ballot via une combustion lente et exempte de flammes. Le dégagement important de fumée peut représenter un risque plus important que les flammes elles-mêmes, mais est également à considérer comme un moyen d'avertir les occupants d'un éventuel début d'incendie.

Le danger de voir un ballot se consumer petit à petit survient lorsque la paille est apparente et dépourvue de protection. Ce cas de figure est rare, voire inexistant, dans la construction en paille. Généralement, un enduit de terre est appliqué sur la face intérieure de la paroi et représente sans nul doute une importante couche de résistance au feu. Dans d'autres cas, des matériaux de type panneaux «OSB» ou plaques de plâtre sèches sont utilisés comme finition et participent à la résistance au feu de la paroi.

Globalement, les matériaux de finition et l'importante épaisseur de paille forment un complexe très résistant au feu. En considérant la couche protectrice formée par les matériaux de finition et la combustion très lente de la paille (si le foyer arrive à ce niveau), le temps disponible aux occupants pour quitter le bâtiment est largement supérieur aux exigences des pompiers.

Afin de casser les tabous autour de la construction en paille, le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment en France) a réalisé un test de résistance au feu d'une façade en paille. Après 30 min sous un feu intense, le foyer fut éteint et les parois ouvertes pour visualiser l'état de la paille. Le résultat ; les ballots contenus dans la façade incendiée ne présentent que de légères traces de combustion en surface, mais restent totalement intacts à l'intérieur.



Fig. 32 : Test de résistance au feu d'une façade en paille (CSTB, France)

- Source : lemoniteur.fr

D'autres tests eurent également lieu en Autriche, en Allemagne, en Angleterre et tous conclurent à des résistances variant de 30 à 90 min selon le matériau de finition employé.

Dans la grande majorité des cas, les incendies survenus sur des chantiers de construction en paille trouvent leurs origines dans la paille en vrac laissée au sol après la manipulation des ballots. Une cigarette abandonnée, une source de chaleur sans surveillance, un moment d'inattention, ... et la paille au sol s'enflamme rapidement, propageant le foyer au reste de l'habitation encore sans protections. Il est donc primordial de veiller à la sécurité des personnes et des matériaux sur chantier et à la disposition de moyens de lutte contre un début d'incendie (extincteurs, sources d'eau à proximité, ...).

2. Quid des insectes et des rongeurs dans ce type d'habitation ?

Les rongeurs ont deux objectifs : trouver de la nourriture et un abri. Un ballot de paille de bonne qualité contient très peu de graines, ils ne représentent donc pas une source d'alimentation suffisante pour les rongeurs. Rappelons également que la paille en elle-même n'est pas ingérée par les rongeurs. En termes « d'abri », le taux de compression appliqué aux ballots, le soin apporté au remplissage de la totalité de l'ossature bois et les matériaux de finition ne permettent pas aux rongeurs de pénétrer la paroi et/ou d'aménager une cavité suffisante que pour y loger.

Une bonne mise en œuvre de la paille et la présence de couche de protection (grillage, matériau de finition épais et dense (ex :un enduit terre),...) dissuaderont rapidement les rongeurs.

Du point de vue des insectes, ceux-ci ne s'intéressent pas aux éléments composants la paille (ex: lignine), il est donc peu probable de voir des insectes privilégier des parois en paille. En ce qui concerne l'usage du bois, il existe des traitements adéquats pour limiter les invasions, mais il est rare à l'heure actuelle d'entendre parler de soucis de ce type sur chantier.

En outre, les insectes ne sont pas nécessairement à considérer comme une mauvaise chose. Certains d'entre eux se nourrissant de moisissures, en cas de prolifération ils représenteront un signal vivant que la paroi présente des problèmes d'étanchéité à l'eau ou à l'air.

L'importance du choix des finitions intérieures et extérieures et de la qualité de mise en œuvre de celles-ci est donc primordiale pour garantir une barrière efficace contre l'intrusion et la prolifération de rongeurs ou d'insectes dans la paroi. Cette remarque n'est pas exclusive à la construction en paille mais s'applique bien à tout type de construction. Il est en effet possible de constater la présence de ce genre d'indésirables dans des couches composées d'isolant plus classiques.

3. Les assurances couvrent-elles les maisons en paille ?

Des craintes similaires ont été constatées lorsque les premières maisons en bois sont apparues en Belgique. Il suffit d'un contact avec un assureur ouvert au dialogue pour se rendre compte que les craintes sont inexistantes et qu'une habitation en bois est traitée comme toute autre habitation.

La question de la paille peut facilement être traitée par les informations communiquées dans les trois vadémécums de la recherche afin d'informer un professionnel de l'absence de risques spécifiques face à un départ d'incendie.

4. Des maisons en paille... mais pourquoi pas en foin ?

L'usage de ballots de foin pour la construction n'est pas recommandé en raison de sa tendance à l'autocombustion en cas de taux d'humidité trop important. Le foin, chargé en humidité, entame un processus de

décomposition plus rapide que celui de la paille lors duquel il dégage une chaleur importante pouvant entraîner l'autocombustion du ballot. Il est fréquent de lire dans la presse des cas d'incendies de hangar chez des agriculteurs qui ont stocké un foin trop humide.

Outre cet aspect déjà non négligeable, le foin renferme plus de fibres variées et de graines susceptibles d'intéresser les rongeurs et autres insectes. L'usage de ballot de foin est donc également déconseillé pour cette raison.

5. Les maisons en paille vieillissent-elles bien ?

Il n'y a qu'à parcourir le vademécum 3 de la recherche aPROpaille, d'autres inventaires de maisons en paille ou la littérature traitant de ce sujet pour se rendre compte qu'il existe encore à l'heure actuelle des maisons en paille vieilles de plus d'un siècle. Non soumise à l'humidité, au vent ou au soleil, la paille ne subit aucun cycle de dégradation. Bien à l'abri, elle peut donc voir défilé les siècles sans perdre de ses performances.

La maison feuillette construite en 1921 à Montargis est l'exemple type de la durabilité d'une maison en paille. Cette habitation est toujours habitable aujourd'hui et devrait prochainement accueillir le Centre Nationale de la Construction en Paille⁸

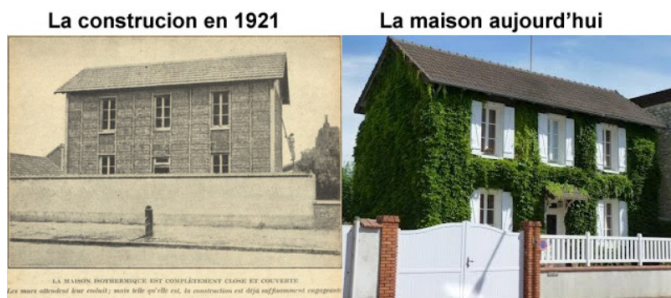


Fig. 33 : La maison feuillette, construite en 1921 à Montargis, France
Source : www.bio-espace.com

Quelques bâtiments en paille ont également été conservés sur le continent américain, en témoignage de l'apparition du mode constructif « Nebraska », véritable élément déclencheur de la construction en paille dans le monde.

8. <http://maisonfeuillette.compailions.eu/>

6. Quel budget compter pour une maison en paille ?

La question est valable pour tout type d'habitation et ne trouve réponse que dans une multitude de paramètres. Quelle serait la surface de cette maison ? Quelle technique de mise en œuvre est employée ? Passer par une entreprise ou effectuer une part des travaux soi-même ?

Le coût du ballot de paille est de l'ordre de 2 € TVAC pour un ballot de 15 kg et 80 cm de long suivant l'agriculteur (en 2013). Sur cette base, et connaissant le nombre de m², il est possible d'évaluer le coût du poste « isolant », (hors main d'œuvre donc). Généralement, il s'avère ridicule face au coût total de l'habitation (moins de 1 %). Pour une maison moyenne de 110 m², on compte approximativement 234 m² de parois (murs et toiture), soit +/- 700 ballots pour isoler le bâtiment. A 2 € le ballot, le coût du matériau isolant pour l'habitation s'élève seulement à 1 400 € TVAC.

Le choix du mode de mise en œuvre est un élément crucial à prendre en compte. Le travail en préfabrication par une entreprise permet la rapidité d'exécution et une protection face aux intempéries contrairement à un chantier d'autoconstruction qui durerait plusieurs mois. Son coût apparent sera par contre a priori plus élevé.

Le succès de l'auto-construction dépendra de la motivation du candidat bâtisseur et du temps qu'il aura à consacrer à son habitation. Un chantier de ce type peut se révéler être très long et éprouvant tant physiquement que psychologiquement (tâches difficiles, surcharge de travail, vie de famille, ...). Si le coût apparent s'en retrouve fortement réduit, il ne sera pas pour autant évident de traverser la période de chantier.

Le chantier participatif reste une solution intermédiaire intéressante et à moindre coût. Par un appel à la solidarité ou via une communauté voir des proches, un grand nombre de personnes se rassemble sur le chantier pour exécuter un plus grand nombre de tâches sur un laps de temps plus court.

