

Bâtiment passif biosourcé à Preuschedorf



L'appel à projets 2013 « Bâtiments passifs » de la Région Alsace Champagne-Ardenne Lorraine et de l'ADEME accompagne financièrement et techniquement les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvre volontaires dans une démarche de réflexion globale pour réduire l'empreinte énergétique et environnementale des bâtiments.

L'appel à projets 2013-2014 « Écomatériaux » de la Région Alsace Champagne-Ardenne Lorraine vise à accompagner le développement de solutions constructives non reconnues recourant à des écomatériaux dans le cadre d'opérations de construction ou de rénovation de bâtiments énergétiquement performants.

Dans le cadre du pôle d'excellence rurale « Dynamiser l'économie de l'habitat durable, fondée sur la valorisation des ressources locales », porté à l'échelle du Parc naturel régional des Vosges du Nord, la Communauté de Communes Sauer-Pechelbronn a construit un bâtiment pilote qui innove dans :

- l'**habitat individuel dense**, offrant une alternative aux lotissements pavillonnaires traditionnels ;
- les **performances énergétiques** avec pour objectif d'atteindre le niveau passif ;
- la mise en œuvre des **ressources biosourcées**, principalement la paille, le hêtre et le pin sylvestre, d'origine locale.

Ce bâtiment, construit sur la friche pétrolière de Pechelbronn à Preuschedorf (67250), est constitué de deux maisons de type T5, reliées par une partie commune, des carports et une passerelle.

Plus qu'un enjeu énergétique, le concept du passif nécessite un travail accru à la conception pour obtenir des projets performants à coût maîtrisé.

La finalité de ces appels à projets est d'aboutir à la réalisation de bâtiments démonstrateurs et de contribuer à la reconnaissance technique des solutions proposées.

→ Les acteurs du projet

Maître d'ouvrage : Communauté de Communes Sauer-Pechelbronn

Architecture : Studio 1984

Entreprise du lot structure bois : MOB Alsace

Bureau d'études thermiques : Terranergie

Assistant à maîtrise d'ouvrage structure bois : CRITT Bois Épinal et FCBA

→ Composition du bâtiment

• 293 m² SHONRT

→ Coût

Construction : 442 000 € HT, soit 1 980 € HT/m² SDP

(hors transformation des bois), dont 66 000 € HT pour les fondations (nature particulière du terrain).

Charges estimatives (exploitation & maintenance & consommations 5 postes) : 7,32 € TTC/m²/an

→ Estimation de la consommation d'énergie

Cinq postes réglementaires RT2012 : 39,5 kWh ep/m² SHONRT.an

Chauffage et ECS : 10 kWh ep/m². SHONRT.an

et 21 kWh ep/ m² SHONRT.an

L'habitat passif est une notion désignant un bâtiment dont les besoins de chauffage sont très bas et la consommation énergétique globale faible. Il repose sur un concept global de construction à basse consommation d'énergie : architecture bioclimatique, isolation et étanchéité à l'air très performante, contrôle de la ventilation, traitement des ponts thermiques et limitation de la consommation des appareils ménagers.

Description de la qualité de l'enveloppe

L'un des points clé de la réalisation d'une enveloppe de qualité repose sur l'association et la coopération des différents acteurs du projet. Lors de la phase de conception, les échanges entre l'architecte et le bureau d'études thermiques permettent d'élaborer une enveloppe performante à coût maîtrisé grâce à un ensemble de choix techniques validés par les simulations thermiques dynamiques. Lors de la phase de construction, les performances énergétiques finales sont directement dépendantes de la bonne gestion des interfaces entre les corps de métier, notamment pour éviter les défauts d'étanchéité à l'air et les ponts thermiques. La maîtrise d'œuvre doit garantir une forte implication des entreprises et une bonne organisation entre elles tout au long du chantier. En effet, les entreprises intervenant sur le bâti doivent respecter une mise en œuvre précise et rigoureuse des matériaux de construction.

→ ISOLATION DU TOIT ET DES MURS EXTÉRIEURS

Les murs extérieurs sont isolés en bottes de paille de blé (épaisseur : 35 cm). La toiture est isolée en ouate de cellulose (épaisseur : 40 cm).

Mise en œuvre

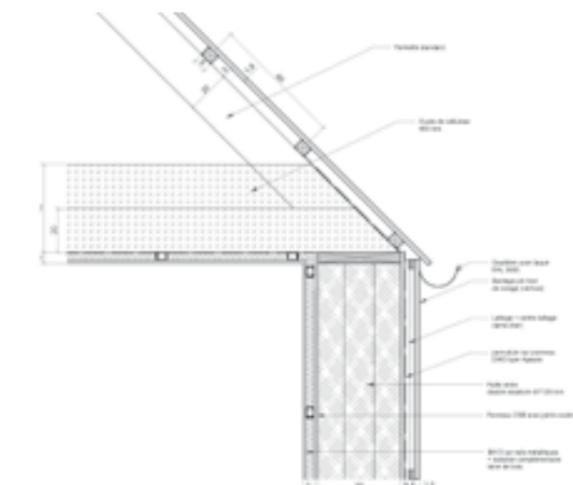
Dans les murs, les bottes de paille de blé sont re-compressées entre la double ossature en bois de hêtre lamellé collé. Le système de double ossature, entre lequel on intercale un panneau de laine de bois dense, permet de supprimer les ponts thermiques liés à la structure. En toiture la ouate de cellulose est répartie en vrac à plat directement sur le pare-vapeur armé.



→ MAÎTRISE DES POINTS SINGULIERS

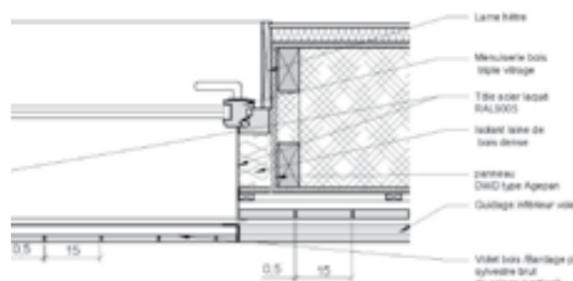
La conception de l'enveloppe permet d'éviter tout pont thermique et discontinuité de l'étanchéité à l'air. Les dormant des menuiseries extérieures sont ré-isolés par l'extérieur pour en optimiser l'efficacité.

Performances techniques



Toiture en comble perdu = 45 cm, $U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$:

- BA13 sur rail métallique + laine de bois côté intérieur : 50 mm
- Frein vapeur armé
- Ouate de cellulose en vrac : 400 mm
- Comble perdu ventilé et couverture bac acier



Murs extérieurs = 52 cm, $U = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$:

- BA13 sur rail métallique + laine de bois côté intérieur : 50 mm
- OSB scotché formant frein vapeur : 16 mm
- Paille entre double ossature : 380 mm
- Panneaux DWD laine de bois dense : 16 mm
- Lattage + contre-lattage lame d'air sur-ventilée : 45 mm
- Bardage : 25 mm



→ ISOLATION DU SOL

Le sol est isolé en polystyrène expansé (épaisseur : 20 cm)

Mise en œuvre

La nature particulière du terrain ne permet pas d'envisager la mise en œuvre d'un radier sur isolant, solution classique pour les bâtiments passifs. Des micropieux ayant été prescrits, c'est finalement un système plus économique accessible aux entreprises locales qui a été validé et mis en œuvre. Un système de puits busés a permis de limiter le surcoût lié au système de fondation mais en créant des problèmes de ponts thermiques. Finalement, un travail précis sur un double système d'isolation a permis de supprimer les ponts thermiques tout en assurant l'inertie nécessaire apportée par une chape thermique.

Performances techniques

Isolation continue des longrines en PE : 150 mm
 $U = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Isolation sous chape thermique en PE :
200 mm $U = 0,14 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$



→ ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Le projet fixe des objectifs ambitieux pour la réalisation de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe. Préalablement à la réception des ouvrages, plusieurs tests sont réalisés :

- 1 test d'infiltrométrie en cours de chantier (après le clos couvert) sur chaque bâtiment. La fuite maximum $N50 < 0,6 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ selon les critères du bâtiment passif est le niveau à atteindre impérativement.
- 1 test d'infiltrométrie sur chaque bâtiment en fin de chantier (2 à 3 semaines avant réception) : fuite maximum $N50 < 0,6 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$.

→ ISOLATION THERMIQUE DES PORTES ET FENÊTRES

Les fenêtres en bois sont de type triple vitrage à rupture de pont thermique :

- $U_g \leq 0,55 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ au nord et $U_g \leq 0,6 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ au sud.
- Facteur solaire des vitrages : $g \geq 0,5$ au nord et $g \geq 0,6$ au sud.

→ INERTIE ET APPORTS NATURELS

Les principes du bioclimatisme sont largement développés : orientation principale au sud et façades différenciées. Une chape thermique (épaisseur : 10 cm) sur tout le RDC des bâtiments apporte l'inertie nécessaire à la régulation thermique.

L'optimisation des équipements

La conception d'une enveloppe extérieure très performante est couplée avec des équipements (chauffage, eau chaude sanitaire et ventilation mécanique) optimisés dans leurs choix et leurs dimensionnements. Elle tient compte des particularités techniques et naturelles (déperditions, orientation du bâtiment, apports solaires passifs) du projet.

→ CHAUFFAGE & EAU CHAUDE SANITAIRE

Le chauffage est assuré par des **poêles à granulés**. Équipés d'une programmation et d'une régulation intelligente, ils modulent leur puissance de **2 à 6 kW** en fonction de la température ambiante et de sa consigne de chauffe. Ils disposent d'une **réserve de granulés de 17 kg minimum**.

L'énergie solaire gratuite est captée par des panneaux solaires thermiques combinés à un chauffe-eau électro-solaire.

Mise en œuvre

Les poêles sont parfaitement étanches à l'air et possèdent une prise d'air indépendante à l'arrière. Ils sont posés et raccordés aux arrivées d'air étanches.

Un **chauffe-eau électro-solaire de 350 L**, assure la production d'ECS. Il est équipé d'un serpentin d'échange en bas de ballon, d'une résistance électrique de 2 à 2,5 kW en milieu de ballon ainsi que d'un module de charge comportant une pompe solaire de classe A et une régulation intégrée. Sa constante de refroidissement est inférieure ou égale à 0,18 Wh/L.°K.j.

Performances techniques

Poêle :
Puissance nominale 4 kW, rendement minimal de 85 %.

Chauffe-eau électro-solaire :
Facteur de conversion $\eta_0 \geq 0,789$
Facteur optique $B \geq 0,81$
Surface brute d'un panneau > 2,3 m²
Absorption : 95 %

→ CONFORT D'ÉTÉ

Le confort d'été doit être spécifiquement étudié dans les bâtiments à ossature bois à isolation renforcée. Il s'agit d'apporter une inertie thermique suffisante, d'éviter les surchauffes liées aux vitrages et aux bardages et d'assurer une ventilation alternée.

Moyens mis en œuvre

Toutes les parties vitrées sont munies de volets coulissants pour éviter les surchauffes estivales. L'isolation renforcée du bâtiment ainsi que la capacité thermique relativement élevée des isolants assurent une bonne résistance à la chaleur. La ventilation des bardages et des combles perdus limitent également les surchauffes. La chape thermique apporte l'inertie nécessaire à un déphasage jour/nuit. Un by-pass à commande automatique permet de désactiver la récupération de chaleur de la ventilation pour passer en mode été en fonction d'une température d'air extérieure programmée (15°C).



→ VENTILATION

Chaque bâtiment est ventilé par sa propre centrale double flux à récupération de chaleur ; celle-ci assurant un renouvellement d'air 24h/24 en période d'occupation. Une centrale de ventilation double flux à récupération conçue pour l'insufflation et l'extraction d'air jusqu'à 293 m³/h, assure la ventilation du bâtiment.

Mise en œuvre

En amont de la CTA (Centrale de Traitement d'Air), des gaines rigides DN 160, en acier galvanisé et munies de joints, relie la prise et le rejet d'air à la CTA. En plus du joint de raccordement, les assemblages mécaniques sont étanchés au moyen d'une gaine rétractable à froid.

À la traversée du frein vapeur, un manchon EPDM est enfilé autour du conduit donnant sur l'extérieur. La collerette formant un retour sur le pare-vapeur est soigneusement scotchée à l'aide d'un ruban adhésif, parfaitement étanche à l'air.

Toutes les gaines situées en amont de la centrale de traitement d'air sont isolées par 100 mm de laine de roche GR32 ($\lambda \leq 0,032$ W/m.K), et ce jusqu'à la centrale de ventilation. Celle-ci est enroulée et fixée autour des gaines au moyen de colliers de serrage.

Performances techniques

Rendement certifié à 84 % pour une consommation de 0,29Wh/m³ selon PHI (PassivHaus Institut).

→ MUTUALISATION DES ÉQUIPEMENTS

Dans un souci de souplesse dans l'évolution des usages des bâtiments, les équipements (chauffage, eau chaude sanitaire et ventilation) sont individualisés. La toiture de la partie commune centrale est cependant conçue pour recevoir une centrale photovoltaïque collective.

→ DES MODES CONSTRUCTIFS INNOVANTS

Le projet vise l'exemplarité et l'innovation dans l'utilisation des bois en filière courte, en particulier le hêtre et le pin sylvestre. Pour apporter une valeur ajoutée à ces essences très présentes dans le massif des Vosges du Nord et souvent sous-valorisées (bois de chauffage ou d'industrie), deux champs d'expérimentation ont été abordés :

- l'utilisation de lamellé-collé de hêtre en structure (mur et plancher), une première en France ;
- l'utilisation de pin purgé d'aubier (bardage, structure des parties communes, carports et passerelle), naturellement imputrescible et offrant une alternative aux bois exotiques et aux traitements.

Le hêtre a par ailleurs été utilisé pour le parquet, les portes et les escaliers intérieurs, et le pin pour la charpente et le platelage de la passerelle.

Pour garantir la traçabilité des bois et leur mise en œuvre, la communauté de communes a choisi de scinder leur processus de transformation en autant de prestations que nécessaires :

- achat du bois provenant de forêts locales ;
- prestations de sciage et de séchage, de fabrication de lamellé-collé, de mise en œuvre des bois transformés sur le chantier.

Le potentiel d'innovation dans les systèmes constructifs valorisant le hêtre et le pin sylvestre ouvre de nouvelles perspectives pour un développement d'une filière forêt-bois, à l'ancrage local renforcé.

Volume de bois consommé

Structure + Enveloppe

(hors finitions, menuiseries et revêtements) :

- **Hêtre :**
17 m³ produits finis lamellés-collés
- **Pin sylvestre :**
32 m³ produits finis en structure et bardage +
12 m³ en lamellé-collé

Origine des bois

Hêtre : Froeschwiller (67360)

Pin sylvestre : Wingen (67250)

Lamellé-collé de pin sylvestre : Forêt Noire

Bois certifiés PEFC

→ ESTIMATION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

Consommation	Consommation d'après calcul règlementaire RT 2012		
	Énergie finale KWh / an	Énergie primaire KWh / an	Énergie primaire / m² de SHON KWh / m². an
Chauffage	1 331	1 331	9.2
Refroidissement	0	0	0
ECS	1 172	3 024	20.9
Auxiliaires	0	0	0
Éclairage	196	506	3.5
Ventilation	331	854	5.9
TOTAL	3 030	5 715	39.5

> MAÎTRISE DES CHARGES

La performance énergétique ainsi que celle des équipements sanitaires permet de réduire significativement les charges locatives.

> PLAN DE FINANCEMENT DE L'OPÉRATION

Coût des travaux :

442 000 € HT, soit 1 980 € HT/m² SDP (hors transformation des bois), dont 66 000 € HT pour les fondations (nature particulière du terrain), sont compris : annexes + carport + espace collectif + circulations verticales extérieures + passerelles et terrasse d'accès.

Coût de l'achat et de la transformation des bois :

79 000 € HT

Coût de la maîtrise d'œuvre :

64 000 € HT (architecte, BET fluides et structures)

Coût de l'assistance à maîtrise d'ouvrage : **53 000 € HT**

- ADEME - Région : **176 350 €**, dont 120 000 € au titre de l'appel à projets Écomatériaux dont 22 540 € au titre de l'appel à projets Bâtiments Passifs dont 33 810 € au titre de l'aide au Bois Construction
- Conseil départemental du Bas-Rhin : **90 000 €**
- FEDER - Massif des Vosges : **77 000 €**
- État - FMM - PER : **70 500 €**
- Financement du maître d'ouvrage : **305 000 € HT**, montage global de l'opération s'élevant à 718 000 € HT



Cette opération est soutenue par l'État dans le cadre du pôle d'excellence rurale « Dynamiser l'économie de l'habitat durable », porté par le Parc naturel régional des Vosges du Nord. Elle est par ailleurs inscrite dans le programme « 100 constructions publiques en bois local » porté par la Fédération Nationale des Communes Forestières. Elle a dans ce cadre été primée parmi 8 autres projets au niveau national.

Équipes du projet

Maître d'ouvrage :
Communauté de Communes Sauer-Pechelbronn
- 1 rue de l'Obermatt - 67360 Durrenbach -
info@sauer-pechelbronn.fr - www.sauer-pechelbronn.fr

Partenaire technique :
Parc naturel régional des Vosges du Nord

Architecte :
STUDIO 1984 - 75011 Paris - contact@studio-1984.com

Ingénierie thermique, développement durable :
TERRANERGIE - 88580 Saulcy sur Meurthe -
terrannerie@aliceadsl.fr

BET Bois :
IngénierieBois - 67800 Bischheim -
info@steuerwald-ing.de

BET structure :
MH Ingénierie - 67200 Strasbourg -
contact@be-mhi.fr

Économiste :
Plebicit - 67860 Friesenheim -
didier.garcelon@plebicit.fr

Assistants à maîtrise d'ouvrage sur les techniques constructives bois :

CRITT bois Épinal, FCBA

Entreprises : Scierie Heckmann-Ernenwein, Scierie Ehrstein, Scierie et commerce de Gunstett, Chêne Concept, Leon TP, Sotravest, MOB Alsace, CZ Concept, Menuiserie Ettwiller, Menuiserie Scheibel, Patrick Gasser, Menuiserie Schalck, DIPOL, Hittier et Fils Peinture, Électricité Wenger, Énergie renouvelables Laueffer, TP Klein
Autres partenaires : Fibois Alsace, ONF, Pôles Fibres-Énergivie, Fédération nationale des communes forestières.



“ Nous croyons en la force de démonstration du bâtiment ”

→ Le mot du maître d'ouvrage

« Le projet trouve son origine dans le constat partagé par les élus et les professionnels de la filière forêt-bois du territoire d'un manque de valorisation des ressources forestières locales.

L'objectif était de démontrer, à travers la construction d'un bâtiment pilote, qu'il était possible de construire avec les essences majoritairement représentées dans nos massifs forestiers des Vosges du Nord, à savoir le hêtre et le pin sylvestre.

Pour garantir l'utilisation des bois locaux, la Communauté de Communes a innové en achetant elle-même les grumes dans les forêts communales du territoire et en les faisant scier et transformer par les scieurs locaux, avant de les mettre à disposition du charpentier.

La difficulté principale résidait dans la prise de risque liée à l'utilisation de hêtre en structure, les certifications n'étant pas encore validées au moment de l'opération. Le CRITT Bois d'Épinal et le FCBA nous ont accompagné dans ces phases délicates et en particulier dans la mise en œuvre du lamellé-collé de hêtre, véritable innovation à l'échelle nationale.

Le retour d'expériences acquis au cours de l'opération doit permettre d'optimiser les techniques constructives afin qu'elles puissent être reproduites dans d'autres réalisations. Nous comptons fortement sur les professionnels qui participent à ce projet ainsi que toute la filière bois pour promouvoir cette reproductibilité !

Au-delà de cette mise en œuvre des bois locaux, l'ambition était également de produire des logements qui soient économes en énergie et démonstrateurs d'une forme d'habitat individuel dense, enjeu majeur y compris en zone rurale.

Nous croyons en la force de démonstration du bâtiment, afin d'inciter les professionnels à utiliser nos essences locales et de donner envie à nos concitoyens d'habiter autrement. »

Roger ISEL

Vice-Président de la communauté de communes Sauer-Pechelbronn

→ Le mot de l'architecte

« La volumétrie et le vocabulaire architectural simple des bâtiments répondent à la double contrainte de compacité (thermique) et d'économie de la construction (simplicité de mise en œuvre). Le programme est divisé en deux entités bâties articulées autour des espaces annexes servants et des équipements (carport/distribution horizontale et verticale/terrasse/abris de jardin, etc.). Les larges terrasses et les stationnements constituent une réserve importante de surface d'extension et de restructuration sans reprise de fondation. »

Jean Réhault,

Architecte Studio 1984

→ Le mot du thermicien

« Conception réfléchie et intransigeante sur la compacité, le bioclimatisme et l'énergie grise des matériaux employés, polyvalence d'usages (logement ou locaux tertiaires) : tels sont les ingrédients pour réussir les bâtiments des villages de demain. Certes l'isolement actuel des maisons (petit objet à facteur de compacité élevé) ne permet pas l'atteinte d'un niveau passif certifié. Le projet ne prendra tout son sens que lorsqu'il sera accolé à l'est et à l'ouest à son symétrique, supprimant ainsi les déperditions calorifiques d'une des 6 faces du parallépipède. Là est la clef du passif économique, écologique et la voie à suivre pour recréer une vie de village... »

Franck Loiseau

Terrannerie

Contacts et documents utiles pour monter votre projet

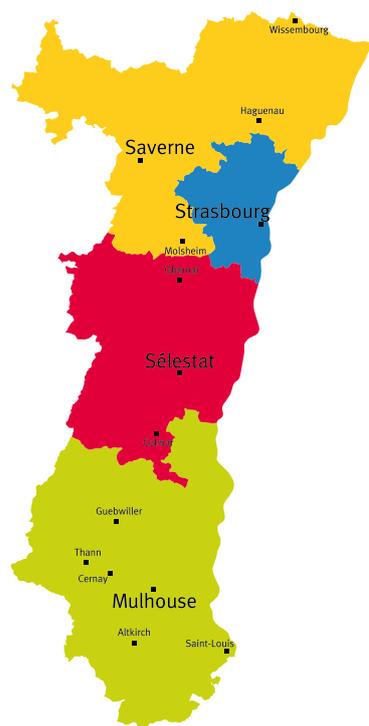
Maîtres d'ouvrages :

contactez les accompagnateurs de projets energievie.info :

- Marie-Dominique PARANIER (Région) - Agence de Saverne
marie-dominique.paranier@region-alsace.eu - 03 88 03 40 82
- Sébastien LAUB (Région) - Agence de Strasbourg
sebastien.laub@region-alsace.eu - 03 88 15 65 12
- Rémy GENDRE (Région) - Agence de Sélestat
remy.gendre@region-alsace.eu - 03 88 58 40 68
- Gautier PERRIN (Région) - Agence de Mulhouse
gautier.perrin@region-alsace.eu - 03 89 36 29 96

Professionnels du bâtiment :

contactez le centre de ressources energievie.pro
à l'INSA de Strasbourg
energievie.pro@insa-strasbourg.fr



Retrouvez également dans la docuthèque du site energievie.info :



Centre de ressources
du bâtiment durable
energievie.pro
pour les professionnels
du bâtiment en Alsace

energievie.pro@insa-strasbourg.fr · www.energievie.pro

Le centre de ressources energievie.pro du bâtiment durable en Alsace fait partie du programme energievie.info. Ses actions sont destinées aux professionnels du bâtiment : diffusion des bonnes pratiques, de l'offre de formation... Il est piloté et financé par l'ADEME, la Région Alsace Champagne-Ardenne Lorraine et l'INSA de Strasbourg.

energievie.pro



Région ALSACE
CHAMPAGNE-ARDENNE
LORRAINE

INSA
STRASBOURG