

De la prise en compte des enjeux environnementaux
du secteur de la construction...
...à la réalisation concrète de projets d'écoconstruction

ÉCO MATÉRIAUX

CONSTRUIRE DURABLEMENT EN MIDI-PYRÉNÉES



Photo Joël B. Chêne



Photo S. Montreau



Photo S. Montreau



Photo S. Montreau

Exposition sur les écomatériaux dans le bâtiment proposée par :
l'Agence Régionale Pour l'Environnement de Midi-Pyrénées (ARPE)
l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie - Délégation Midi-Pyrénées (ADEME)
Avec le soutien de l'Etat et de la Région Midi-Pyrénées

Dans le cadre du Programme Régional de Lutte contre l'effet de serre et pour le Développement Durable (PRELUDE 2) - 2008

Conception et fabrication : Nuances du Sud

Pour leur collaboration :
merci à Florent Dehaine (CE3 - consultant HQE), Graziella Filoni (Conférence de l'Artisanat Pyrénéen),
Luc Floissac (GRECAU), Vincent Seppellades (ARCE / FFB Midi-Pyrénées).

Les enjeux environnementaux et sanitaires du secteur du bâtiment [1]

1

Aujourd'hui, le secteur de la construction doit intégrer les principes du développement durable.

De la mise en chantier à la déconstruction, il faut désormais se préoccuper, entre autres, d'économiser les ressources naturelles, de limiter les émissions de gaz à effet de serre (transports, fabrication, etc.) et veiller à la santé des artisans et occupants. L'utilisation des écomatériaux est une des réponses à ces préoccupations.

IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

Le bâtiment, c'est chaque année en France :

DES MATIÈRES PREMIÈRES PUISÉES DANS LES MILIEUX NATURELS



DES PRODUITS TRANSFORMÉS



DES DÉCHETS DE CHANTIER



DU TRANSPORT DE MATIÈRES PREMIÈRES OU DE PRODUITS TRANSFORMÉS



DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE GÉNÉRANT DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE



IMPACTS SUR LA SANTÉ

La qualité de l'air intérieur est une préoccupation majeure de santé publique*. Une attention toute particulière est aujourd'hui apportée aux produits cancérigènes, mutagènes et reprotoxiques. Certains matériaux ont été mis en accusation (amiante et plomb) et d'autres produits utilisés actuellement ont un impact sanitaire plus ou moins négatif.

Composés Organiques Volatils (COV)

- Hydrocarbures, synthétiques ou naturels, pouvant se trouver facilement sous forme gazeuse dans l'air ambiant et être inhalés.
- Émis par des vernis, colles, solvants, peintures, produits de traitement des bois, plastiques, etc.
- Certains COV sont allergisants, irritants voire cancérigènes.

Fibres

- Issues de l'amiante, des fibres de verre, laine de verre, de roche, de liège (sous-produit de la métallurgie), des fibres végétales et des fibres chimiques réfractaires (verres purs, basalt).
- Certaines fibres sont irritantes, voire cancérigènes.

Moistures

- Due à une humidité mal évacuée dans les logements (sources d'humidité : respiration, cuisson, bain, douche).
- Provoquent des troubles allergiques et respiratoires.

Radon

- Gaz radioactif, présent dans certains sols granitiques et certains matériaux de construction (granits, schistes, pierre poreuse, pozzolane).
- Cancérigène.

* Source : Santé Publique France, 2019

EN MIDI-PYRÉNÉES



Les enjeux environnementaux et sanitaires du secteur du bâtiment [1]

1

Aujourd'hui, le secteur de la construction doit intégrer les principes du développement durable.

De la mise en chantier à la déconstruction, il faut désormais se préoccuper, entre autres, d'économiser les ressources naturelles, de limiter les émissions de gaz à effet de serre (transports, fabrication, etc.) et veiller à la santé des artisans et occupants. L'utilisation des écomatériaux est une des réponses à ces préoccupations.

IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

Le bâtiment, c'est chaque année en France :

DES MATIÈRES PREMIÈRES PUISÉES DANS LES MILIEUX NATURELS



DES PRODUITS TRANSFORMÉS



DES DÉCHETS DE CHANTIER



DU TRANSPORT DE MATIÈRES PREMIÈRES OU DE PRODUITS TRANSFORMÉS



DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE GÉNÉRANT DES ÉMISSIONS DE CO2 À EFFET DE SERRE



IMPACTS SUR LA SANTÉ

La qualité de l'air intérieur est une préoccupation majeure de santé publique*. Une attention toute particulière est aujourd'hui apportée aux produits cancérigènes, mutagènes et reprotoxiques. Certains matériaux ont été mis en accusation (amiante et plomb) et d'autres produits utilisés actuellement ont un impact sanitaire plus ou moins négatif.

Composés Organiques Volatils (COV)

- Hydrocarbures, synthétiques ou naturels, pouvant se trouver facilement sous forme gazeuse dans l'air ambiant et être inhalés.
- Émis par des vernis, colles, solvants, peintures, produits de traitement des bois, plastiques, etc.
- Certains COV sont allergisants, irritants voire cancérigènes.

Fibres

- Issues de l'amiante, des fibres de verre, laine de verre, de roche, de liège (sous-produit de la métallurgie), des fibres végétales et des fibres chimiques réfractaires (verres purs, basalt).
- Certaines fibres sont irritantes, voire cancérigènes.

Moistures

- Due à une humidité mal évacuée dans les logements (sources d'humidité : respiration, cuisson, bain, douche).
- Provoque des troubles allergiques et respiratoires.

Radon

- Gaz radioactif, présent dans certains sols granitiques et certains matériaux de construction (granits, schistes, pierre poreuse, pozzolane).
- Cancérigène.

* Source: Agence de la Qualité de l'Air - Santé et Environnement

EN MIDI-PYRÉNÉES

- La fourniture des matériaux a été étudiée en 2004 : environ 25 millions de tonnes de roches ont été produites (soit une tonne de 200 kg de roche par m² de surface de 5 étages soit 1 km²), pour une demande globale de 100 à 150 millions de tonnes de roches de 100 à 150 kg par m² - (étude URBISIM, 2004) - Midi-Pyrénées, ADFP Midi-Pyrénées).

- Le secteur de la construction est en plein essor, avec une croissance record : 18 000 logements permis entre 2003 et 2004.



Gros œuvre : le système constructif

4

Le système constructif définit la façon dont la structure porteuse du bâtiment est conçue. Il présente un impact très important sur le choix ultérieur des matériaux (parois, cloisons, planchers, parements intérieurs et extérieurs, etc.). Réciproquement, la volonté d'utiliser certains matériaux impactera le choix du système constructif (bois, paille, etc.).

On distingue 3 grands types de systèmes constructifs :

1 SYSTÈMES À OSSATURE OU POTEAUX/POUTRES

La structure porteuse est une ossature avec des contreventements assurant sa stabilité. Elle repose sur les fondations et supporte les planchers et toitures. La différence entre la technique « ossature » et « poteaux/poutres » réside dans la section des composants de l'ossature, leur espacement et donc dans les volumes intérieurs. Des structures mixtes peuvent être réalisées. Un large choix est possible pour le remplissage des parois.

- Pour la structure, le bois est privilégié. Il faut choisir de préférence du bois de cœur (duramen), sans excroissances locales, certifié et possible PEFC ou FSC, et ne nécessitant pas de traitement chimique pour une telle utilisation (ventouse et charpente).
- Les contreventements de ce type sont relativement légers, nécessitent un traitement moins important de matériaux, et permettent des économies sur le poids « finalisé ».
- Remplissage technique des parois : brique de paille, mélange bœuf isolant (béton de chaux, terre / végétal), paroi renforcée avec composants écologiques, maçonnée (brique terre crue ou cuite, brique végétal / liège).



2 SYSTÈMES À ÉLÉMENTS PORTEURS LOURDS

La structure porteuse est de la maçonnerie de petits ou grands éléments assemblés au mortier, ou un matériau coulé entre 2 panneaux de coffrage (banchés). Les matériaux utilisés sont divers et variés, allant du bloc béton à la brique de terre crue en passant par les diverses briques de terre cuite. Le choix du liant est aussi un point important, avec un montage à la chaux et à la terre par rapport au ciment (impact environnemental moindre, bonne perméabilité à la vapeur d'eau).

Une isolation thermique est nécessaire : intérieure, extérieure ou intermédiaire (double paroi avec isolation interne, plus rare, plus chère).

Ces techniques nécessitent un traitement de matériaux important. Pour limiter l'impact global du bâtiment, il convient de choisir ceux aux plus faibles impacts environnementaux, en prenant en compte le type de mortier possible et le cycle de vie dans son ensemble. Par exemple :

- La terre crue / brique de terre compressée, pisé, bauge...
- La terre cuite, glaïze ou creuse : énergie grise importante due à la cuisson à haute température, mais bonne respirabilité et bon comportement hygrothermique.
- Les pierres et galets.
- Des briques silico-calcaires (chaux et sable siliceux autocollant).
- Vitrifier les briques avec des granulats recyclés ou plus ou moins grande proportion.

3 SYSTÈMES À ÉLÉMENTS PORTEURS ET ISOLANTS

Ces techniques sont intéressantes car le matériau est à la fois porteur et isolant, ce qui limite dans une certaine mesure le recours à des isolants (sans leurs impacts environnementaux et sanitaires).

La structure porteuse isolante peut être mixte : constituée de maçonnerie de petits ou grands éléments, assemblés avec un mortier adapté.

Ce sont des briques à isolation rigide : monomur de terre cuite, de terre crue, de pierre poreuse, béton cellulaire, ne nécessitant à priori pas d'isolation complémentaire (selon la performance thermique recherchée). Le monomur de pierre poreuse présente une énergie grise faible par rapport à la terre cuite et au béton cellulaire, mais la pierre poreuse est un gisement limité que l'on ne trouve pas en France.

Les briques à isolation rigide permettent d'écarter des parois homogènes constituées d'un seul matériau (intéressant pour la déconstruction et le recyclage). Les parois techniques sont considérablement réduites. Ces options permettent une bonne régulation hygrothermique (bonne thermique et régulation de l'humidité du local).

La structure porteuse isolante peut être végétale : constituée de bois massif rempli (roncins, madriers) ou en panneaux contrecollés multicouche. La faible conductivité thermique du bois lui confère un certain pouvoir isolant : cette technique nécessite cependant une isolation complémentaire pour atteindre des performances thermiques intéressantes. Il est aussi possible d'utiliser des bords de paille (technique « Rétrovia »), sans aucune norme ni DTU.

Le bois est intéressant pour son potentiel de stockage de carbone et son comportement hygrothermique. Son usage peut permettre le développement d'une filière locale de production. Il faut faire toute attention aux déformations dimensionnelles saisonnières et à l'humidité à l'air avec les bois massifs remplis.



Gros œuvre : fondations, dalle, structure porteuse, charpente

5

La qualité du gros œuvre impacte très fortement la durée de vie potentielle du bâtiment.

1 LES FONDATIONS

Les fondations sont un point très important, et dépendent de la nature du sol et de sa stabilité. Respecter les textes réglementaires implique d'utiliser du béton armé ou de l'acier (DTU 13). Les techniques utilisant des pieux en bois sont également intéressantes pour les bâtiments légers à ossature bois.

Des alternatives plus écologiques existent, mais ne disposent d'aucun texte officiel ou de norme (problèmes d'assurances et de garantie). Il s'agit de fondations en béton cyclopées romain (mélange de chaux aérienne, terre argileuse, galets, pierres et graviers, avec une armature de bambous et de pieux de châtaigniers). Ces fondations, souvent peu profondes, sont relativement souples par rapport au béton armé et semblent plus adaptées aux problèmes de mouvements de terrain.

2 LE MUR DE SOUBASSEMENT

Partie inférieure des murs reposant sur les fondations d'un édifice

Le mur de soubassement sera de préférence en éléments porteurs isolants (type monocoque) pour limiter les ponts thermiques au niveau des dalles. Une barrière de capillarité et un drainage périphérique devront impérativement être mis en place entre les fondations et le soubassement pour éviter des remontées d'humidité dans les murs. Le mur de soubassement peut être construit en pierres naturelles ou en galets banchés avec un mortier chaux/sable (pour respirer, évacuation des remontées d'humidité, esthétique, pas d'ordures nuisibles à géré), mais ces techniques ne sont pas réglementées et peuvent donc entraîner des problèmes d'assurances et de garantie. Si des parois de béton sont utilisés, une isolation périphérique en panneaux de liège est une bonne solution, le liège étant très durable même pour une telle utilisation.

3 LES DALLES, CHAPES ET PLANCHERS

Les techniques utilisées dépendent fortement du système constructif et des caractéristiques du bâtiment. Le béton de ciment est très souvent utilisé sous diverses formes (dalle coulée, poteaux et entrevous) en raison d'avantages divers (solidité, séchage rapide, préfabrication, acoustique...). Mais des solutions plus écologiques existent :



Béton avec laine (Photo : C. Lecomte)



Béton avec laine (Photo : C. Lecomte)

• Des dalles en béton de chaux et/ou de terre.

En effet la chaux présente des qualités multiples que le ciment, tant au niveau du bilan écologique, de la perméabilité à la vapeur d'eau, que de la relative souplesse mécanique (éviter les fissurations).

• ajouter des aggrégats végétaux ou minéraux dans les dalles de béton de ciment ou de chaux. Cela permet d'améliorer l'isolation thermique et phonique, ainsi que le bilan écologique (notamment potentiel de stockage de carbone avec des aggrégats végétaux) : chanvre, copeaux de bois, argile expansée, pousailles naturelles (cendre volcanique), perlite, vermiculite.

• ou planchers en bois, tout en tenant compte de l'isolation phonique dès la conception (remplissage d'isolant, de béton léger, de mélange terre/végétal). Il pourra être en bois massif, poteaux composites (lamelle collée, en « I »), planchers caissons ou éléments préfabriqués. Les fixations seront si possible mécaniques (dous aux collés, vis ou clous) pour éviter les émissions de COV dues aux collés. Il est possible cependant de trouver du bois lamellé collé sans formaldéhyde.

4 LA CHARPENTE ET LA TOITURE

CHARPENTE

Le bois reste le matériau le plus intéressant, tant au niveau de ses propriétés mécaniques qu'écologiques. Le choix se fera sur quatre critères : l'origine, le fournisseur, le genre et l'essence.

Si le bois est de bonne qualité (dusamen, bois de cœur), que l'essence choisie correspond bien à l'usage et que les artisans sont compétents. Il est possible d'éviter le traitement avec des produits chimiques nocifs pour l'environnement et la santé. Il existe des traitements relativement écologiques : sel de bore ou borax (très soluble dans l'eau, donc à éviter pour des usages extérieurs), minéralisation aux silicates, électrolyse...

TOITURES

Le choix des matériaux de couverture doit se faire en tenant compte de l'identité paysagère du territoire. Les solutions les plus répandues en Midi-Pyrénées sont les tuiles de terre cuite et les ardoises (ou lauzes, plus épaisses).

Les autres solutions écologiques :



Béton avec laine (Photo : C. Lecomte)

• Bardage de bois : choisir si possible une essence locale, pouvant être débité en fines plaques (chêne, mélèze, châtaignier, hêtre, résine rouge, acacia, aloué) ; la technique devient gréable avec le temps : les bois forment vieillissent mieux que les bois exotiques ;

• Chaux (chaux, plâtre, argile, roseaux, sarcelles) : Les avantages de cette solution sont nombreux : stockage de carbone, récupération d'un co-produit agricole, matière première renouvelable, faible énergie grise, bonne recyclabilité, très bonne isolation thermique.



Béton avec laine (Photo : C. Lecomte)

• Tuiles végétales (pente maximum de 35°) :

Cette solution présente des intérêts écologiques, sanitaires et de confort indéniables : fixation des poussières atmosphériques et des pollens, inertie thermique (hiver comme été), isolation relative dépendant des épaisseurs mises en jeu, régulation des débits d'eau de pluie.

- 3 types : systèmes extensifs de faible poids (petites plantes adaptées aux conditions climatiques difficiles) peuvent être supportés par une charpente existante ; systèmes semi-extensifs qui utilisent des bacs de rétention ; systèmes intensifs, plus lourds, avec des plantes et arbrustes ligneux. Les autres types de matériaux (bois, bitumes et plastiques) viennent en second plus pour des questions écologiques.

Le second œuvre (1) : l'isolation thermique

6

LE RÔLE DE L'ISOLATION THERMIQUE

L'isolation thermique permet de réduire les dépenses thermiques : à travers les différentes parois opaques (murs, toitures), de limiter les consommations d'énergie de chauffage, voire de climatisation, et de diminuer les émissions de gaz à effet de serre induites. L'isolation permet aussi d'accroître le confort hygrothermique. En effet, les parois non isolées sont froides en hiver et provoquent des sensations d'inconfort : c'est l'effet « paroi froide ». Une bonne isolation supprime cet effet.

1 Les produits d'isolation peuvent avoir des impacts négatifs sur l'environnement et la santé. Il convient donc de les choisir avec soin, en considérant d'autres critères que la performance énergétique : type de matière première, degré de transformation, nocivité, durabilité, comportement incendie,...

DES MATÉRIAUX ALTERNATIFS ADAPTÉS À DIFFÉRENTS USAGES



EN VRAC

- Matériaux :** bottes de paille, liège en vrac, granulés de bois, chènevotte, ouate de cellulose, laine de bois, de lin, de coton, de mouton, bûles d'argile expansée, perlite, vermiculite...
- Utilisations :** dans les parois verticales (attention au tassement de l'isolant dans le temps), dans les combles et planchers, toitures (avec calottes de remplissage).

Leur mise en œuvre se fait par directement ou remplissage de calottes, par insufflation dans des calottes ou cavités formées, par projection et flocage, ou par incorporation dans des bétons allégés.



EN ROULEAU OU PANNELS SEMI-RIGIDES

- Matériaux :** laine de bois, de chanvre, de cellulose, de lin, de coton, de mouton...
- Utilisations :** parois verticales, rampants et planches, toitures.

Réalisés de façon à pouvoir être mis en œuvre manuellement entre des éléments de structure, ce sont les isolants les plus utilisés. Il faut être vigilant à l'installabilité et à leur hygiène. Dans les parties habitées, ils doivent être protégés par une contre-paroi rigide (plafond, contre-réseau).



EN PANNELS RIGIDES ET COMPOSITES

- Matériaux :** panneaux de liège expansé, de paille, de laine de bois, bois feutré, fibres de bois minérales, panneaux de laine de cellulose, panneaux de roseaux, verre cellulaire.
- Utilisations :** parois verticales, sous toiture, rampant, planches.

Suffisamment rigides et résistants à la compression pour participer aux efforts structuraux de la maison (comme les isolations sous dalle), ou pour recevoir directement les enduits de finition. Les matériaux isolant sont souvent associés à d'autres pour constituer des complexes de doublage prêts à poser (isolant + panneau de finition).

ISOLATION INTÉRIEURE, EXTÉRIEURE

La position de l'isolation joue beaucoup sur le comportement hygrothermique de la paroi, et sur l'isolation thermique en particulier.

Une isolation par l'intérieur :

- Minimise la rupture des réseaux électriques, des encastrement de fenêtres...
- Se permet pas de bénéficier de l'inertie thermique de la paroi.
- Implique la présence de joints thermiques (jonction de paroi, seuil de dalle...).
- Diminue la surface habitable.
- Nous ne change pas l'aspect extérieur du bâtiment.

Une isolation par l'extérieur :

- Se révélera pas en bâtiment vide pour la mise en œuvre.
- Permet de bénéficier de l'inertie thermique de la paroi.
- Limite fortement les ponts thermiques.
- Se dissimule par la surface habitable.
- Nous modifie l'aspect extérieur du bâtiment.

INERTIE THERMIQUE

Pour l'inertie thermique d'un matériau est élevé, plus il mettra de temps à s'échauffer ou à se refroidir.

ISOLATION ET CONDENSATION

Une attention particulière doit être apportée aux phénomènes de condensation de vapeur d'eau dans les parois. L'air intérieur d'une habitation contient de la vapeur d'eau. Lorsque celle-ci arrive vers l'extérieur à travers le mur et atteint une zone de température froide, elle-ci se condense et prend la forme d'eau (gouttes, rosée...). qui mouille les composants de la paroi (dont l'isolant) et peut éventuellement les détériorer.

2 solutions existent pour éviter ces phénomènes de condensation :

- La pose d'un pare-vapeur du côté « chaud » de l'isolant,** complètement étanche à la vapeur d'eau (isolation continue au DTU). Seul problème : les défauts de mise en œuvre sont fréquents et induisent une concentration de la vapeur d'eau à certains endroits, ce qui amplifie la dégradation des éléments du mur. En exemple, une laine minérale mouillée perd totalement son pouvoir isolant et aura tendance à se dégrader beaucoup plus vite.
- La pose d'un brise-vapeur du côté « chaud » de l'isolant** (hors DTU), qui laisse diffuser la vapeur d'eau de façon uniforme sur les parois (pas de concentration de l'humidité à certains points), en association avec une paroi « respirante ». Ces parois sont constituées de matériaux présentant des coefficients de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau décroissants de l'intérieur vers l'extérieur afin que la vapeur d'eau puisse être correctement évacuée de la paroi. Une règle préconisée est l'usage d'un coefficient de résistance 5 fois plus élevé à l'extérieur qu'à l'intérieur (c'est-à-dire $\mu_{ext} \geq 5 \mu_{int}$).

Attention, un système de ventilation est dans tous les cas nécessaire pour renouveler l'air intérieur vicié.

ISOLATION ET CONFORT D'ÉTÉ

Si tous les isolants fonctionnent relativement bien en hiver, il n'en est pas de même l'été. Pour se protéger efficacement de la chaleur estivale, certaines propriétés sont nécessaires pour les isolants de toiture : densité et capacité thermique pour pouvoir stocker de la chaleur sans trop s'échauffer, et faible diffusivité thermique pour permettre un bon déphasage dans le temps du flux de chaleur.

Contrairement aux matériaux couramment employés (polyuréthane, laine de verre) : la laine de bois haute densité, la ouate de cellulose haute densité, le liège présentent ces caractéristiques.

LA RÉSISTANCE THERMIQUE

La première isolant d'un matériau est caractérisé par sa résistance thermique R, qui s'exprime en m².K/W (mètre carré degré Celsius par watt) : plus R est grand, plus le matériau est isolant.

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

e : épaisseur de l'isolant, s'exprime en mètre (m)
λ (lambda) : conductivité thermique. Se s'exprime en W/m.K (watts par mètre et par degré Celsius).
Plus λ est petit, plus le matériau est isolant.

EN MIDI-PYRÉNÉES

Plusieurs filières de production de matériaux écologiques existent dans notre région : le chanvre, la laine de mouton et les lièges de terre crue.



Source : ADEME (2018)

Le second œuvre [2] : fenêtres, cloisons, parements

7

LES FENÊTRES : LE BOIS BIEN SÛR !

Pour les fenêtres, le **bois** est le matériau le plus indiqué du point de vue écologique, si possible en choisissant une essence locale, **certifiée PEFC® ou FSC®**, et ne nécessitant pas de traitement chimique (éviter à tout prix les bois traités). Un entretien régulier est nécessaire, pour lequel il est préférable de choisir des produits qui s'inscrivent dans la masse du bois en préservant son aspect, plutôt que des produits formant une pellicule en surface.

Les autres types de matériaux sont nettement moins intéressants sur le plan écologique :

- **Aluminium et acier** : issu de matières premières non renouvelables, avec une forte énergie grise, ils sont cependant très bien recyclables. Bons conducteurs de la chaleur (nécessité d'un dispositif spécial d'isolation pour une utilisation en climatisé), ils demandent peu d'entretien pour une très bonne durabilité.
- **PVC (polychlorure de vinyle)** : issu d'un dérivé du pétrole, il présente une énergie grise importante et émet des produits toxiques (en usage et en cas d'incendie ou d'incinération). En revanche il ne demande pas d'entretien et peut être peint.

Une solution alternative consiste à utiliser des châssis mixte bois / aluminium : la structure de la fenêtre est en bois avec un parement extérieur en aluminium (pour la résistance aux intempéries et la durabilité).

© 2010, Programme Inter-Associations d'Écologie Urbaine

© 2010, Agence Régionale de l'Énergie

LES CLOISONS INTÉRIEURES

Le choix du type de cloison dépend beaucoup du système constructif et des pièces considérées, et peut nécessiter une isolation thermique et/ou acoustique.

Le bois est bien sûr à conseiller car il a de nombreux avantages :

- Il se présente sous différentes formes : planches de bois massif ou panneaux composites (particules, contreplaqué, OSB, fibre de bois sans formaldéhyde) sur ossature, panneaux de bois contre-collés multicouches.
- Un remplissage écologique des parois creuses peut être envisagé pour agir sur l'isolation thermique, phonique et sur l'inertie thermique : isolant en vrac ou en panneaux, terre et/ou végétal en vrac, granulats minéraux inertes réemployés ou recyclés.
- Ce type de cloison est démontable et réutilisable, contrairement aux types maçonnerie.

Plus courantes, et permettant souvent d'améliorer l'inertie des bâtiments (notamment ceux à ossature bois), on trouve les solutions maçonnées. Quelques exemples :

- Les **boîtes de terre crue**, avec d'éventuels aggrégats végétaux : matière première locale, faible énergie grise, très bonne qualité de régulation de la température intérieure et de l'hygrométrie.
- Les **briques légers** avec des aggrégats isolants, végétaux (chanvre) ou minéraux : le liant peut être de la chaux et/ou du ciment.
- Les **blocs de béton cellulaire** (isolant thermiquement mais peu inertes) d'une épaisseur moindre que pour les blocs de béton porteurs.

Une solution intermédiaire est de concevoir une structure bois à colombages avec un remplissage écologique local, isolant voire isolant : boîtes de terre crue / cailloux, bousille, terre pleine bousille, béton de chanvre, etc.

© 2010, Programme Inter-Associations d'Écologie Urbaine



Boîtes de terre crue (briques)



Boîtes de terre crue (briques) empilées



Boîtes de terre crue (briques) empilées

LES PAREMENTS INTÉRIEURS

Les parements intérieurs sont l'interface entre l'ambiance intérieure et le SSI. Ils jouent donc un rôle dans la régulation hygrothermique. En rénovation, ils permettent si besoin de rectifier les parois, et doivent dans tous les cas les laisser bien « respirer » afin d'éviter les problèmes d'humidité (il faut pour cela une bonne perméabilité à la vapeur d'eau).

Les parements intérieurs écologiques peuvent être réalisés de plusieurs façons :

- **Panneaux** : gypse/cellulose, terre crue, bois brut ou composites.
- **Briques de parements** : terre crue, silico-calcaires.
- **Enduits épais** : chaux, terre, plâtre ; ils peuvent être isolants (correction thermique : suppression de l'effet « paroi froide » de certains murs massifs) en y ajoutant de préférence des fibres végétales (paille, chanvre, lin), voire des particules minérales.

Remplacement à la chaux d'un mur de brique de terre crue

(Photo : F. Bouchard - Bois et Chaux de Toulouse)



Enduit épais paille

(Photo : F. Bouchard - Bois et Chaux de Toulouse)



LES PAREMENTS EXTÉRIEURS : BOIS, CHAUX ET TERRE

LE SARGAGE BOIS

On utilise des lames en bois massif ou composites, ou des bardeaux de bois brut (cèdre ou de préférence feuillus, pour un meilleur vieillissement). Il est préférable de choisir des bois résistants naturellement sans traitements particuliers. Les bois changent de teinte en vieillissant, de façon différente selon la pose (verticale ou horizontale) et les orientations (sud, ouest,...).



Sargage bois (lames de bois)



Sargage bois (lames de bois)

LES ENDUITS EXTÉRIEURS

Les enduits doivent être imperméables à l'eau, et peuvent contenir des isolants thermiques en vrac (de préférence, végétaux, voire minéraux ou synthétiques). Cependant, afin de permettre aux murs de « respirer » et éviter les problèmes d'humidité (très important, surtout en rénovation), il faut choisir des enduits bien perméables à la vapeur d'eau. À titre d'exemple, un enduit au ciment laisse passer 45 à 50 grammes de vapeur d'eau par m² et par jour, un enduit plastique 10 à 40 g/m²/j, un enduit à la chaux naturelle 300 g/m²/j.



LA CHAUX

C'est le liant le plus conseillé (énergie grise moins importante que le ciment, bonne perméabilité à la vapeur d'eau) pour les enduits extérieurs. Des enduits terre/chaux et chaux/ciment (mortier blanc) peuvent aussi être mis en œuvre.

L'écoconstruction

3

CHOISIR L'ÉCOCONSTRUCTION

C'est réduire les impacts tout au long du cycle de vie du bâtiment, depuis sa mise en chantier jusqu'à sa démolition « du berceau à la tombe ».



LES CRITÈRES DE CHOIX D'ÉCOMATÉRIAUX

L'emploi des écomatériaux est une des solutions permettant de limiter les impacts d'une construction. La définition d'un écomatériau dépend de différents critères et de leur hiérarchisation, et peut donc varier d'une personne à l'autre : certains mettront en avant les impacts sur la santé, d'autres ceux sur l'environnement.

CHOIX MULTICRITÈRES

Pour choisir un matériau à mettre en œuvre, 5 critères sont à prendre en compte :

- CRITÈRE TECHNIQUE**
 - Fonction première du matériau (porteur, isolation, étanchéité, comportement hygrothermique, etc.).
 - Sécurité et facilité de mise en œuvre, durabilité, facilité d'entretien, confort d'utilisation.
- CRITÈRE ENVIRONNEMENTAL**
 - Abondance, caractère renouvelable et/ou naturel des matières premières.
 - Impacts environnementaux aux différents stades du cycle de vie du matériau.
- CRITÈRE SANITAIRE**
 - Impacts sanitaires aux différents stades du cycle de vie du matériau (pour le constructeur comme pour l'utilisateur).
- CRITÈRE ÉCONOMIQUE**
 - Coût selon la fonction, la qualité et la durée de vie.
 - Développement de filières locales de production et de transformation.
- CRITÈRE SOCIAL**
 - Image auprès des utilisateurs.
 - Conditions sociales de production.

1 - Les conditions actuelles d'accès à la certification des produits et à la couverture par les assurances représentent un frein à l'usage des écomatériaux.



- Des techniques ancestrales et largement répandues dans nos régions, par exemple la construction en terre crue, ne sont pas considérées comme traditionnelles ou courantes par les assurances.

AGRÈMENTS TECHNIQUES DES MATÉRIAUX

Tout matériau de construction doit faire l'objet d'une certification technique par des organismes officiels (CSTB - Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, AFNOR - Agence Française de Normalisation, etc.) pour permettre aux bureaux et ouvrages d'être assurés.

Pour les techniques couramment utilisées (domaine traditionnel), la mise en œuvre doit respecter des normes : documents techniques unifiés (DTU), règles de l'art (pratiques dérivées de longues dates) ou règles professionnelles (bonnes pratiques à respecter et supports de validation des ouvrages par les assurances).

Pour un produit nouveau ou non certifié (domaine non traditionnel), le CSTB peut délivrer pour une durée limitée un avis technique (ATC) pour attester de l'aptitude à l'emploi du matériau, ou un avis technique d'expérimentation (ATEX) pour permettre sa mise en œuvre expérimentale sur chantier. Pour les matériaux innovants, une expertise de techniques nouvelles (ETN) peut être réalisée par des bureaux de contrôle agréés.

ASSURANCES DANS LE SECTEUR DE LA CONSTRUCTION

Pour évaluer les risques potentiels, les assureurs font une distinction entre différentes techniques, qui peut différer d'une compagnie à l'autre : techniques courantes (TC), non courantes (TNC) ou innovantes (TI).

La plupart des écomatériaux relèvent encore des TNC. Lorsqu'ils doivent être mis en œuvre, l'entrepreneur doit faire une déclaration préalable à son assureur pour l'extension des conditions de garanties légales (assurance dommages ouvrage, assurance responsabilité décennale) sans paiement de surprime.

Le dialogue avec l'assureur est donc à privilégier.

Ecomatériaux : revêtements de sols et finitions

8

REVÊTEMENTS DE SOL

Les carreaux de terre cuite et les pierres naturelles sont des matériaux dont l'usage est très répandu en Midi-Pyrénées. Ils sont très durables, sains, et avec un impact environnemental limité (cuisson pour la terre cuite, et extraction en carrière et façonnage pour les pierres).

Les alternatives aux sols en PVC et en céramique (consommant beaucoup d'énergie à la cuisson) sont :

- les **fibres végétales** sisal, jute, coco ; mais attention aux acariens et aux poils,
- les **liésins naturels** : mélange d'huile de lin, de farine de bois, de liège, de résines naturelles, de minéraux et de pigments,
- le **bois massif** ou en panneaux composites,
- des **mélanges liants de terre et/ou de chaux**, avec des pigments naturels.



Sol en fibre d'ortie (Photo G. Bouteau)



Sol en fibre (Photo G. Bouteau)



Sol en fibre et galets (Photo G. Bouteau)

TRAITEMENTS DE SURFACE : PEINTURES, VERNIS, LAQUES, LASURES...

Les constituants des **solutions classiques** sont souvent issus de la pétrochimie et peuvent être néfastes pour l'environnement et la santé des utilisateurs. À l'inverse, les **solutions plus écologiques** proviennent en majorité de ressources naturelles et renouvelables, mais peuvent également contenir des produits nocifs et allergènes ! Ceux-ci sont cependant moins toxiques, plus respectueux de l'environnement, et présents en moins grande quantité que dans leurs cousins chimiques ou synthétiques.

Les solutions :

- Exiger systématiquement des **produits avec étiquetage de la composition**, et éviter ceux comportant l'étiquetage réglementaire des produits dangereux (toxique, irritant, etc.).
- Choisir des **produits labellisés**, avec pour chaque label un cahier des charges spécifique : « NF » - Environnement « France », « Ange Bleu » et « Nature Plus » (Kilomètres), « Écolabel Européen » et ses déclinaisons nationales.
- Choisir des **produits naturels** (eventuellement à composer soi-même) : peinture au lait de chaux (badigeon), peinture à la caséine, peinture minérale aux silicates, laques et lasures naturelles sans solvants, pigments naturels, dispersion à base de résines naturelles, huile d'olive, huile de lin, cire d'abeille, etc.



Peinture (Photo G. Bouteau)



Peinture (Photo G. Bouteau)



Badigeon à la chaux (Photo G. Bouteau) - Sol de terre et cailloux



Écolabel européen



Label NF Environnement (France)



Label Ange Bleu (Allemagne)

ENDUITS INTÉRIEURS DE DÉCORATION, MURS ET PLAFONDS : STUC, TADELAKT ET SGRAFFITO

À l'intérieur, l'enduit a aussi un rôle esthétique. La chaux et la terre sont les matériaux privilégiés pour des questions environnementales et sanitaires. Des terres colorées ou des pigments naturels peuvent être introduits.

On distingue différentes techniques offrant un côté esthétique très intéressant :

- Le **stuc** est un enduit de finition utilisant comme liant la chaux et/ou le plâtre. Lisse et doux, il peut être modelé et passé à la cire naturelle.
- Le **taadelakt** est une technique ancienne d'enduit à la chaux de Marrakech. Il est imperméable, lisse et brillant. Il peut être utilisé partout (salle de bain, extérieur) et en association avec d'autres matériaux (bois, carrelage).
- Le **sgraffito** : plusieurs couches de couleurs différentes sont superposées, et les premières couches sont grattées afin de faire apparaître des motifs en relief.

Attention : certains enduits vendus en kit sont constitués de produits chimiques et ne sont pas du tout naturels.

Voici les photos à colorier pour le 1^{er} atelier. Merci à Marie-Cécile Bouteau.



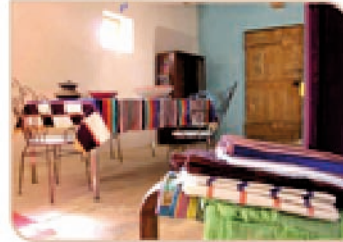
Coloration de stuc



Coloration stuc



Sgraffito sur enduit terre-pierre



Sol de terre et cailloux

Quelques réalisations en Midi-Pyrénées

9

UNE MAISON INDIVIDUELLE DANS LE SUD TOULOUSAIN (HAUTE-GARONNE)

DESCRIPTION

- Construction d'une ferme lauragaise d'allure traditionnelle à environ 25 km au sud de Toulouse ; 300 m² dont 170 habitables
- Démarche autodidacte
- Construction, avec des matériaux locaux et écologiques (terre, bois, paille, rafle de maïs)
- Conception bioclimatique



GROS ŒUVRE

- Structure bois, remplissage des parois par un mélange terre/paille banché
- Dalles en béton de terre
- Toiture en terre cuite



SECOND ŒUVRE

- Isolation en copeaux de bois
- Cloisons en brique de terre crue ou cuite



FINITION

- Enduits terre (intérieur) et terre/chaux (extérieur)
- Revêtement de sol en grès cérame, terre cuite ou terre brute (traitée à l'huile de lin)



Structure bois (photo F. Bonnet)



Mélange terre/paille banché (photo F. Bonnet)



Exo-poutre (photo F. Bonnet)

UN BÂTIMENT D'ENTREPRISE DANS LE SUD TOULOUSAIN (HAUTE-GARONNE)

DESCRIPTION

- Bâtiment d'entreprise dans une zone certifiée ISO 14001
- Architecte : Jean François Collart
- Conception bioclimatique
- Démarche HQE pour la conception (cibles prioritaires : matériaux, énergie, confort, chantier propre)
- Environ 1000 € HT/m²



GROS ŒUVRE

- Structure bois en Douglas et cœur en maçonnerie (terre cuite et crue)



SECOND ŒUVRE

- Bardage extérieur en mélèze non traité
- Isolation en ouate de cellulose soufflée (murs et toiture)
- Parements intérieurs en plaques de gypse cellulosé



FINITION

- Peinture à la chaux
- Revêtement de sol : carrelage au rez-de-chaussée et linoléum naturel à l'étage



Structure bois (photo Collart)



Exo-poutre (photo Collart)



Exo-poutre en Douglas de bois dur (photo Collart)

Quelques réalisations en Midi-Pyrénées

10

UNE HABITATION ET GÎTE DANS LES MONTS DE LACAUNE (SUD AVEYRON)

DESCRIPTION

- Rénovation d'un ancien hameau (6 bâtiments distincts, dont 2 granges), pour la création d'une habitation et d'un gîte
- Démarche autodidacte,
- Utilisation de diverses techniques d'écoconstruction, à faibles impacts environnementaux et sanitaires, et réutilisation de matériaux disponibles localement (planches de châtaigner et douglas, ardoises) :



GROS ŒUVRE

- Structure bois (en extension et contre des murs à l'intérieur) et remplissage en béton de chanvre ou mélange terre/paille banché



SECONDE ŒUVRE

- Isolation : chanvre (vrac et panneaux), ouate de cellulose, laine de mouton, liège
- Parements intérieurs : plaque de plâtre cartonnée écolabellisée, plaque de gypse cellulosique, OSB (planchers, cloisons, sous toiture), plaques de liège
- Enduits chaux



FINITION

- Huile dure, vernis et lasure écolabellisés sans solvant toxique, peinture à la chaux (badigeons)



Sur l'ancien hameau de Lacau (photo : J. Arnaud)



Remplissage bois de charpente (photo : J. Arnaud)



Isolation avec ouate de cellulose (photo : J. Arnaud)



Remplissage de l'ancien bois de charpente (photo : J. Arnaud)

UNE HABITATION ET GÎTE DANS LE SUD TOULOUSAIN (HAUTE-GARONNE)

DESCRIPTION

- Rénovation d'une ancienne ferme, pour la création d'une habitation et d'un gîte, à 45 km au sud de Toulouse
- Démarche autodidacte, réalisée par un bâtisseur sans formation technique de base
- Utilisation de diverses techniques d'écoconstruction, à faibles impacts environnementaux et sanitaires :
 - chanvre sous diverses formes (béton, enduit, vrac),
 - bois (copeaux pour isolation et pose pluie en sous-toiture),
 - peinture à la chaux,
 - terre crue et cuite.
- Démarche de sensibilisation des publics

Vue générale (photo : J. Arnaud)



Remplissage bois de charpente (photo : J. Arnaud)



Isolation de l'ancien bois de charpente (photo : J. Arnaud)