



choisir ses MATÉRIAUX

Changer
ses critères de choix

Prendre en compte
leur qualité écologique



UNE COMBINAISON DE FACTEURS

Le prix et la facilité d'approvisionnement sont souvent les critères de sélection principaux des produits de construction. Mais leurs capacités et leurs impacts environnementaux doivent absolument les compléter.

SAVOIR MAÎTRISER les détails de mise en oeuvre

Dans le cadre d'une éco-rénovation, des choix précis s'imposent dès le début de la conception. Ils couvrent le champ des travaux de A à Z, du gros-œuvre aux finitions.

L'étude précise du contexte d'utilisation et les réponses adaptées sont d'autant plus nécessaires que les nouvelles performances et les usages contemporains peuvent modifier l'équilibre initial des bâtiments anciens.

A ce titre, chaque détail de mise en œuvre doit être réfléchi et mis au point en intégrant l'ensemble des paramètres de qualité, de performance et de pérennité.



SAVOIR ASSOCIER les matériaux

Certaines associations de matériaux lors d'une rénovation peuvent s'avérer regrettables et déclenchent d'inévitables phénomènes physiques et chimiques, liés essentiellement à des migrations et à des accumulations de vapeur d'eau mal maîtrisées. Outre des traces inesthétiques et des détériorations à terme, des effets sur la qualité de l'air intérieur et la santé sont possibles.

Comprendre pour éviter de déclencher ces nouvelles pathologies nécessite d'élargir son champ de connaissances et de savoir qualifier les matériaux de construction. Plusieurs indicateurs simples y contribuent et peuvent constituer un vocabulaire et une sensibilité communs à tous : résistance thermique, condensation, saturation, énergie grise, densité, biosourcés, COV, formaldéhydes etc...

Plus largement, les prescriptions sur les matériaux déclenchent également :

- des impacts environnementaux très contrastés,
- un développement possible des ressources locales,
- la valorisation de l'emploi et de l'artisanat de proximité.

comment choisir un matériau adapté ?

POUR INTERVENIR EFFICACEMENT

Les matériaux d'origine du bâti d'avant 1948 sont limités : bois, pierre, torchis, sable, chaux, terre crue ou cuite, plâtre, pièces de ferronnerie.

Pour intervenir efficacement et de façon cohérente sur le bâti ancien, sans provoquer de nouvelles pathologies et en choisissant le matériau le mieux adapté à la situation, trois questions-clés se posent :

- Quel degré de perméabilité / étanchéité doit avoir le matériau vu son contexte d'utilisation et la composition de la paroi ?

- Quel pouvoir isolant lui demande-t-on pour atteindre un niveau de performance donné ?

- Ses propriétés physiques sont-elles adaptées à son utilisation ? (notamment son comportement par rapport à l'HR et à la chaleur, sa résistance mécanique, son étanchéité à l'air, etc.).

Il n'y a pas de réponse toute faite. Ce sont les caractéristiques de chaque bâtiment et l'usage qu'on lui projette qui guident les choix. (cf. Fiche reconnaître les TYPOLOGIES BÂTIES 🏠 et fiche faire un ÉTAT DES LIEUX 🔍)

■ familles de MATÉRIAUX

Ils sont d'origine :

- **industrielle** : les recyclés fibreux (Laine de Roche, Laine de Verre), issus de la pétrochimie (Polystyrènes, Polyuréthanes, PVC, PE), les cellulaires (silicate de chaux, béton cellulaire, verre cellulaire), les cimentés (aggloméré de béton, béton), Placopâtre, membranes minces, métaux ;

- **naturelle et semi industrielle** : dérivés du plâtre, gypse-cellulose, laine de chanvre, ouate de cellulose, laine de bois, laine de mouton, laine de lin, terre cuite, bois lamellé collé, liège, roseau ;

- **naturelle** : torchis, paille, terre, sable, chaux, pierre, bois massif, chenevotte et chanvre.

■ combinaison de QUALITÉS COMPLÉMENTAIRES

La combinaison de ces 3 familles d'indicateurs suffit à décrire les conditions de performances des parois, de confort des espaces et de pérennité des matériaux qui les composent.

PERMÉABILITÉ



« Sd et Mu » : qualifient l'aptitude à la migration de la vapeur d'eau d'un matériau, sa porosité, son hygroscopie.

- Mu exprime la résistance à la diffusion de vapeur d'eau. Sans unité, plus il est grand, plus le matériau est « étanche ».

- Sd exprime l'épaisseur d'une couche d'air ayant la même perméabilité que le matériau d'épaisseur Ep. Elle s'exprime en mètre et intègre l'épaisseur de la paroi : $Sd = Mu \times Ep$. Plus la valeur Sd est grande, moins le matériau est perméable.

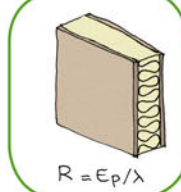
« Lambda, R et U » : qualifient les capacités isolantes des matériaux mis en œuvre.

- Lambda exprime la conductivité thermique d'un matériau en W/m.K. Plus la valeur est petite, plus le matériau est isolant.

- R exprime la résistance thermique d'une paroi en fonction de son épaisseur et conductivité : $R = Ep / \lambda$ en m².K/W. Plus R est grand, plus la paroi isole.

- U exprime la transmission thermique, c'est-à-dire l'inverse de sa résistance : $U = 1/R$ en W/m².K. Plus U est petit, plus la paroi isole.

POUVOIR ISOLANT



STRUCTURE PHYSIQUE



« MS / Densité / %HR » : qualifient la structure physique du matériau lui-même.

- MS exprime la masse sèche d'un produit lorsqu'on en retire toute l'eau.

- Densité est le poids d'une paroi et donc ses capacités à retenir les calories (inertie).

- %HR est la teneur en eau, ou taux d'humidité, le pourcentage d'eau absorbée que contient un matériau en fonction de l'humidité relative. Elle est donc permanente et fluctuante et peut atteindre des seuils dits de saturation.



le mot du spécialiste

Risques de mise en œuvre et au-delà

« La saturation en eau des matériaux reste la principale source de pathologies et de dégradations. Pour les éviter, des études parfaitement menées doivent rimer avec une parfaite mise en œuvre sur chantier. Compréhension, propreté, protection des ouvrages et finitions irréprochables sont de mise.

A cet effet, il convient de vérifier l'application des normes et/ou des règles professionnelles, afin de ne pas risquer un quelconque défaut d'assurance.

Au-delà des travaux, la transmission des particularités constructives doit assurer leur parfaite compréhension par les utilisateurs ; ils déclencheront entretien, nettoyage et maintenance de façon adaptée. »

Réapprendre la chaux sous toutes ses formes

« Enduits, badigeons, torchis, mortiers, traitements et mélanges avec terre, chanvre et paille, sont les principales utilisations de la chaux vive, aérienne et hydraulique. A elle seule, elle mérite une fiche complète !

Le bois, la pierre, les peintures minérales etc. sont pour moi des supports de travail qui inspirent plaisir et confiance.

Exigeant un vrai savoir-faire, ils nous obligent à garantir les résultats escomptés.

Aussi, la compréhension des enjeux patrimoniaux et environnementaux place la chaux et les matériaux bio-sourcés en « pôle position » ! »

tableau des indicateurs prioritaires pour quelques isolants (source : la Maison Ecologique, source INIES en ANNEXE 📄) :

QUELQUES ISOLANTS	Conductivité lambda (W/m.K)	Résistance Vapeur Eau Mu	Capillarité pour 20cm Sd en m	Energie grise KWhEP/UF	Appréciation générale
Fibre de bois	0,036 à 0,046	1 à 5	0,2 à 1,0	43 à 122	😊😊
Laine de mouton	0,035 à 0,042	1 à 2	0,2 à 0,4	16	😊😊😊😊
Polystyrènes	0,029 à 0,038	20 à 200	4 à 40	81 à 185	😞
Laine de verre nue	0,036 à 0,042	1 à 2	0,2 à 0,4	62	😞
Ouate de cellulose	0,038 à 0,043	1 à 2	0,2 à 0,4	21 à 76	😊😊
Paille en bottes	0,04 à 0,08	1 à 2	0,2 à 0,4	5	😊😊😊😊
Silicate de chaux	0,04	0,7 (donnée constructeur)	0,14	NC	😊

phénomènes physiques

migrations d' HUMIDITÉ

De façon permanente, l'air, et dans une moindre mesure les matériaux, contiennent et transportent la vapeur d'eau, d'aérosol, par gradients de températures et de pressions différentielles. Il s'agit de l'interaction des trois phénomènes suivants :

- **Phénomène de saturation de l'air et de pression surfacique** : le **Diagramme de Mollier** (joint en ANNEXE) exprime les facteurs déclenchant des transferts d'humidité et de modification d'ambiances par saturation de l'air liée aux modifications de sa température et de son humidité.

- **Phénomène de saturation en eau des matériaux** : l'équilibre est à rechercher en permanence ; un éventuel surplus doit pouvoir être évacué et ne jamais s'accumuler.

- **Phénomène de résistance à la vapeur d'eau** : chaque matériau dispose de ses propres caractéristiques, hydrophobe, régulant, hydrophile, résistance et seuil de saturation.

Phénomène de saturation de l'air et de pression surfacique ►

Légende :

- pression de vapeur
- pression de vapeur saturante
- température

autres INDICATEURS

qualité de l'air intérieur

C'est le sujet de demain ! Au-delà de nos polluants « naturels » (CO_2 , virus, vapeur d'eau, radon, poussières, acaïens, CO) les polluants chimiques envahissent nos intérieurs. Ils se nomment **Composés Organiques Volatils (COV)**, **Formaldéhydes**, **benzène**, **particules** etc. et sont très généralement classés comme allergènes, nocifs, voire dangereux pour la santé. Ils sont le plus souvent émis par nos produits de finition, d'entretien, mobiliers neufs, colles, vernis, métaux, plastiques, mousses, etc. Les matériaux réellement naturels en sont généralement exempts. Ces informations sont accessibles à partir des Fiches de Données et de Sécurité (FDS) des fabricants.

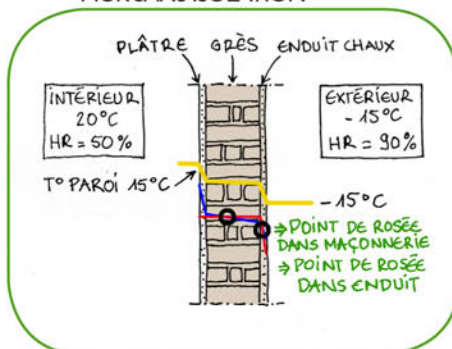
Bien sûr, seule une bonne ventilation des espaces intérieurs permet leur évacuation et la protection de la santé.

entretien / recyclabilité / fin de vie / valorisation

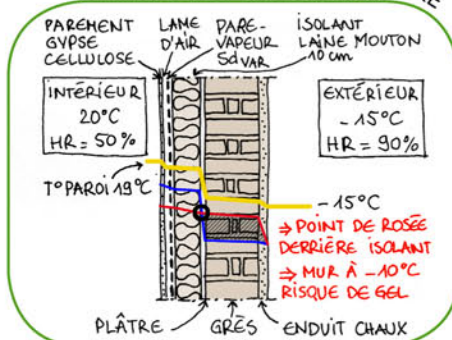
La question des impacts environnementaux (cycle de vie, émissions polluantes) se pose lors de la phase de construction, de ravalements ultérieurs, de finitions et de traitements, doit être complétée par une réflexion sur les capacités des matériaux à être facilement recyclables et revalorisés à moindre coût.



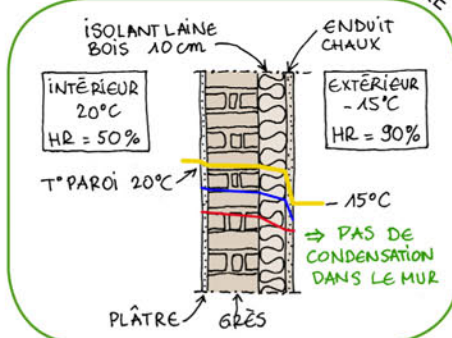
MUR SANS ISOLATION



MUR AVEC ISOLATION INTERIEURE



MUR AVEC ISOLATION EXTERIEURE



... à retenir !

INDICATEURS

PERSPIRATION : la migration d'humidité dans une paroi doit être permise et favorisée. Pour que ce transfert opère, les matériaux et les pare-vapeurs (ou frein-vapeur) sont à choisir en fonction de leur **coefficient Sd**.

Les freins-vapeurs à privilégier sont donc ceux à valeur Sd plutôt basse et surtout variable selon les saisons : Sd de 0,25 m à 10m voire plus de 18m, au-delà ils se transforment en pare-vapeur et peuvent empêcher les parois de s'assécher.

Règle à retenir : le Sd doit être décroissant vers l'extérieur dans un rapport de 1 à 5, il faut une progression continue de l'ouverture des matériaux, du moins ouvert à l'intérieur au plus ouvert à l'extérieur.

ISOLATION : l'objectif des performances visées (facteur 4) nécessite à minima de respecter les valeurs suivantes, pour la **Résistance Thermique (R)** pour parois opaques :

- Murs > $5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, soit env. 20 cm ($U < 0,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$)
- Dalles basses > $3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, soit env. 15 cm ($U < 0,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$)
- Toitures, combles > $7,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, soit env. 30 cm ($U < 0,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$)

isolation INTERIEURE ou EXTERIEURE ?

Le bâti ancien demeure attractif lorsque son aspect d'origine reste intact.

L'isolation thermique par l'intérieur (ITI), bien que privilégiée, présente un risque : accentuation des ponts thermiques, déplacement des points de rosée entre isolants et structure, freins à la diffusion de vapeur d'eau, réduction de l'inertie.

ATTENTION : pour éviter la dégradation des parois, ne pas dépasser 10 à 12cm d'isolants, soit un $R < 2,5$ à faire suffire. D'autres composants ou système devront compenser ce point.

L'isolation thermique par l'extérieur (ITE) peut toutefois être associée sous forme de protection mécanique des façades les plus exposées aux intempéries : bardages, vêtues typiques.

MISES EN GARDE

En étudiant, il faut lister les avantages et inconvénients des différentes solutions incluses dans les bouquets. Par exemple :

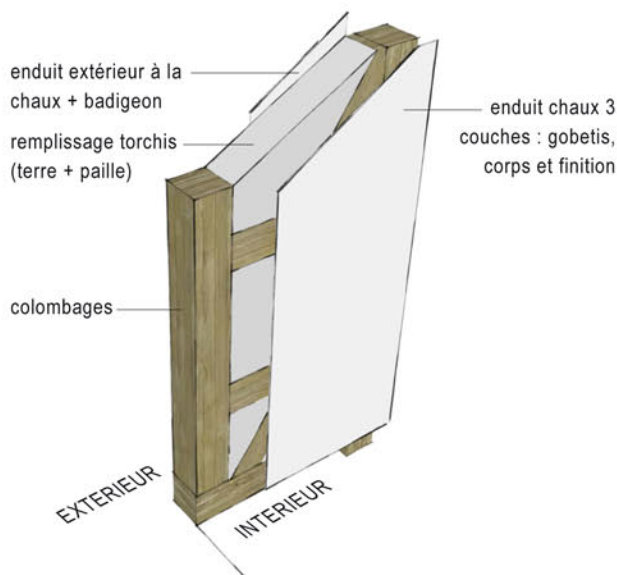
- En étanchant l'enveloppe ou en remplaçant d'anciennes fenêtres, il est indispensable d'installer de nouveaux **dispositifs de ventilation** et vice versa. L'un ne va pas sans l'autre.
- En installant une **VMC Double Flux**, il est indispensable de changer les filtres régulièrement, voire de souscrire un contrat de maintenance.
- Largement diffusés au grand public, les **isolants minces** ne jouent que le rôle de compléments d'isolation mais surtout de pare-vapeurs étanches, si la pose est parfaite et durable. Mais ceci peut s'avérer de fait pathogène pour les autres matériaux. Ils sont donc largement à **déconseiller** dans le cadre d'une **éco-rénovation de bâti ancien**.

nature des murs, avant / après

>@ le carnet de détails complet est téléchargeable en annexes (voir lien sur la pochette)

MURS À PANS DE BOIS À HUNSPACH

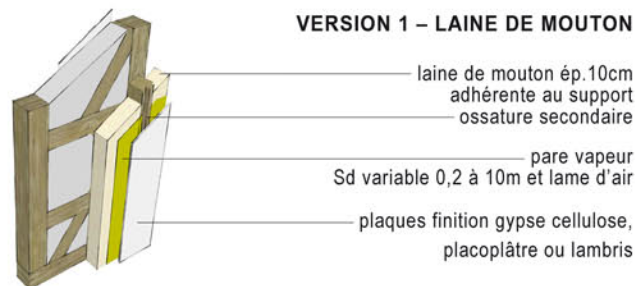
EXISTANT



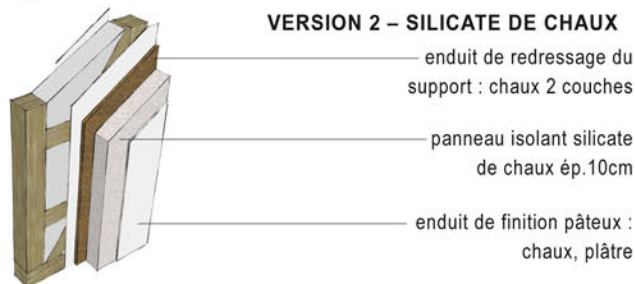
La maison construite en pans de bois classiques : structure à colombages de résineux et remplissage en torchis enduit sur 2 faces (gobetis, corps d'enduit et finition). Le mur est composite, perspirant et protégé des intempéries par avancées de toitures et auvents.

PROJET

VERSION 1 – LAINE DE MOUTON



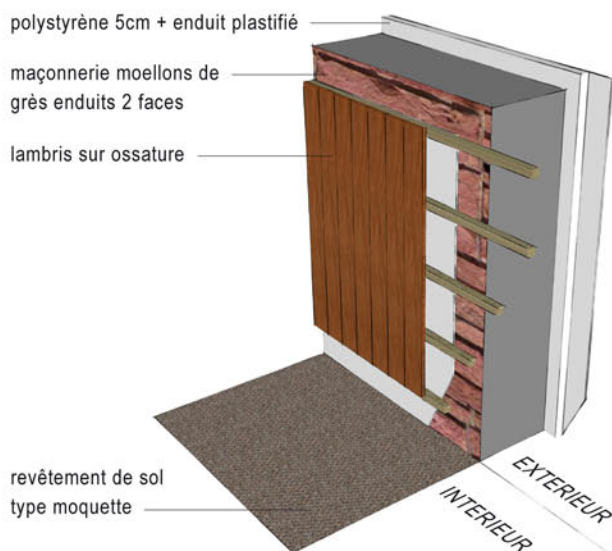
VERSION 2 – SILICATE DE CHAUX



Dans les deux cas, l'isolation est posée à l'intérieur. Son épaisseur est réduite pour limiter les ponts thermiques créés, et surtout pour permettre au nouveau complexe de gérer en toute saison et situation les migrations d'humidité. Les isolants doivent être posés en parfait contact avec leur support sans jamais générer de vide d'air entre eux.

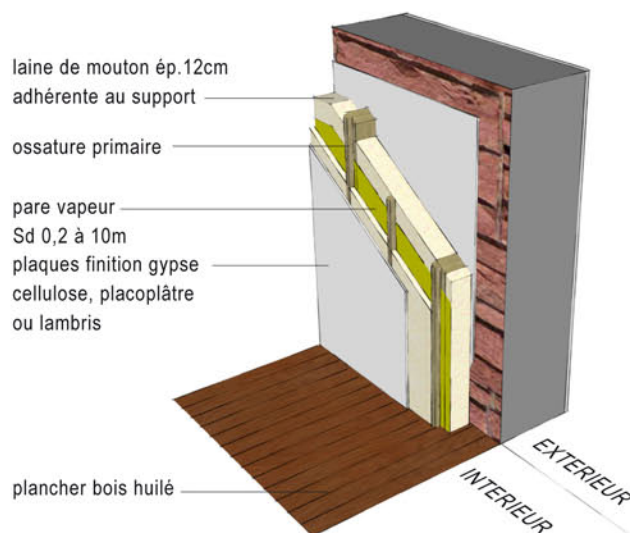
MURS EN MOELLONS DE GRÈS À LUDWIGSWINKEL

EXISTANT



La maison est construite en maçonnerie de moellons de grès enduit sur 2 faces (gobetis, corps d'enduit et finition). D'origine, le mur est monolithique, perspirant et protégé des intempéries par avancées de toitures. A l'état actuel, il a été malheureusement recouvert d'un isolant extérieur en polystyrène (engendrant des pathologies) et enduit plastifié et de lambris côté intérieur.

PROJET



L'isolation est posée côté intérieur, le polystyrène est enlevé et les enduits extérieurs sont intégralement refaits. Le mur face intérieure est redressé par enduisage complet pour que les isolants lui soient adhérents et que la continuité de la capillarité soit assurée. L'épaisseur de l'isolant est limitée à 10cm et il est protégé d'un pare-vapeur hygrovariable et d'un panneau de finition sur vide technique (plaque ou lambris sur ossature secondaire).