

RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DE L'HABITAT ANCIEN EN RÉGION CENTRE-VAL DE LOIRE



Le bâti à pans de bois

Les cahiers de recommandations s'inscrivent dans le cadre des travaux initiés par l'un des groupes de travail du Plan Bâtiment Durable en région Centre-Val de Loire. Ils ont pour objectif de promouvoir les bonnes pratiques de rénovation énergétique du patrimoine bâti ancien de la région (construit avant 1948).

Ce patrimoine, construit à partir de matériaux naturels locaux (pierre, terre, chaux, sable, bois) et avec des procédés traditionnels, a perduré jusqu'à notre époque grâce à l'équilibre existant entre le bâti et son environnement.

La rénovation du bâti ancien est aujourd'hui nécessaire, pour réduire les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre. Cependant, le recours à des matériaux conventionnels, pas toujours compatibles avec les caractéristiques de ces constructions, peut engendrer des désordres irrémédiables.

Les cahiers de recommandations présentent des interventions adaptées au bâti ancien, pour des rénovations de qualité et durables, tout en garantissant la pérennité de ce patrimoine et la conservation de son identité architecturale.



Sommaire

Cahiers de recommandations : Pourquoi ? Pour qui ?	3
Contexte historique et caractéristiques architecturales	4
Illustration du bâti ancien à pans de bois en milieu urbain	6
Illustration du bâti ancien à pans de bois en milieu rural	8
Principes généraux pour la réhabilitation du bâti ancien	10
Éléments de diagnostic technique	12
Isolation des combles non aménagés	14
Isolation des combles aménageables	15
Plancher bas sur terre-plein	16
Murs avec enduit et béton isolant	17
Isolation des murs par doublage	18
Menuiseries extérieures	19
Ventilation	20
Chauffage et eau chaude sanitaire	22
Pour aller plus loin	24
Contacts utiles	25
Glossaire	26

Cahiers de recommandations : Pourquoi ? Pour qui ?

En région Centre-Val de Loire, 40 % des maisons individuelles datent d'avant 1948. Leur caractère patrimonial, identitaire de nos territoires, et leurs caractéristiques (structure, matériaux) ne sont pas toujours compatibles avec la mise en œuvre et les matériaux conventionnels.

Par ailleurs, la plupart des travaux de rénovation réalisés en secteur diffus ne bénéficient malheureusement pas d'un accompagnement de maîtrise d'œuvre.

La méconnaissance du comportement du bâti ancien et la réalisation de travaux inappropriés conduisent ainsi à de nombreuses pathologies, voire à des désordres irrémediables.

Fort de ce constat, les travaux initiés par le groupe de travail « caractérisation du bâti en région Centre-Val de Loire et massification des rénovations » ont permis de dégager une action comme étant la première à mettre en œuvre : la création d'une collection de cahiers de recommandations dédiés à la restauration et à la rénovation énergétique du bâti ancien (avant 1948) par typologie.

Ces cahiers ont pour vocation :

- de partager la connaissance,
- d'aider à la compréhension des enjeux patrimoniaux,
- de présenter l'intérêt d'une rénovation énergétique à la fois respectueuse du bâti et de son équilibre et efficace thermiquement.

Ils s'adressent à un large public : maîtres d'œuvre, entreprises, particuliers.

Cahier de recommandations déjà paru



Contexte historique et caractéristiques architecturales

La maison à pans de bois, aussi appelée maison à colombages, est un mode constructif qui nous vient du Néolithique. Très courante sous les temps romains et au Moyen Âge, elle a traversé les âges en évoluant au gré des matériaux utilisés (bois, pierre ou brique).

Le principe de mise en œuvre reste relativement simple et repose sur deux éléments principaux : le pan de bois, qui est la structure de l'ouvrage et le hourdis qui forme les murs et assure le rôle de remplissage.

Dans le bâti à pans de bois, l'ossature constitue le cadre porteur de la charpente de toiture et des structures d'accroche (lattis, clayonnages). Cette ossature est formée de trois éléments essentiels : les poteaux principaux, porteurs, encastrés dans des pièces horizontales hautes et basses appelées sablières, et les décharges qui sont des pièces obliques de contreventement.

La charpente de comble est fixée sur les poteaux porteurs. La stabilité est conditionnée par deux exigences complémentaires : garantir la répartition des charges et empêcher la déformation de la structure. Les longs murs gouttereaux des façades sont raidis de manière transversale au moyen de murs de refend intérieurs cloisonnant l'espace et recevant souvent les conduits de cheminée. Cette structure principale est complétée de poteaux de remplissage entre lesquels est accroché le hourdis.

De manière générale, les pans de bois reprennent les assemblages traditionnels à tenon et mortaise.

Le recours à l'encorbellement engendre une véritable révolution. Développé à l'aide de la méthode dite « des bois courts », ce système de construction permet de porter une charge en surplomb sur le nu d'un mur et de multiplier les étages. Si on l'observe fréquemment au Moyen Âge, cette technique se développe surtout à la Renaissance mais les édits royaux du début du 17^e siècle mettent à mal ce progrès en interdisant leur construction.

L'organisation des espaces des édifices anciens est relativement homogène d'une maison à pans de bois à une autre. Le rez-de-chaussée est généralement occupé par une boutique – l'ouvroir – suivi d'une pièce de service – la cuisine – à l'arrière. Les pièces d'habitation sont à l'étage, et on y accède par un escalier en vis souvent établi dans le couloir latéral menant à la cour et à l'atelier ou bien hors-œuvre.

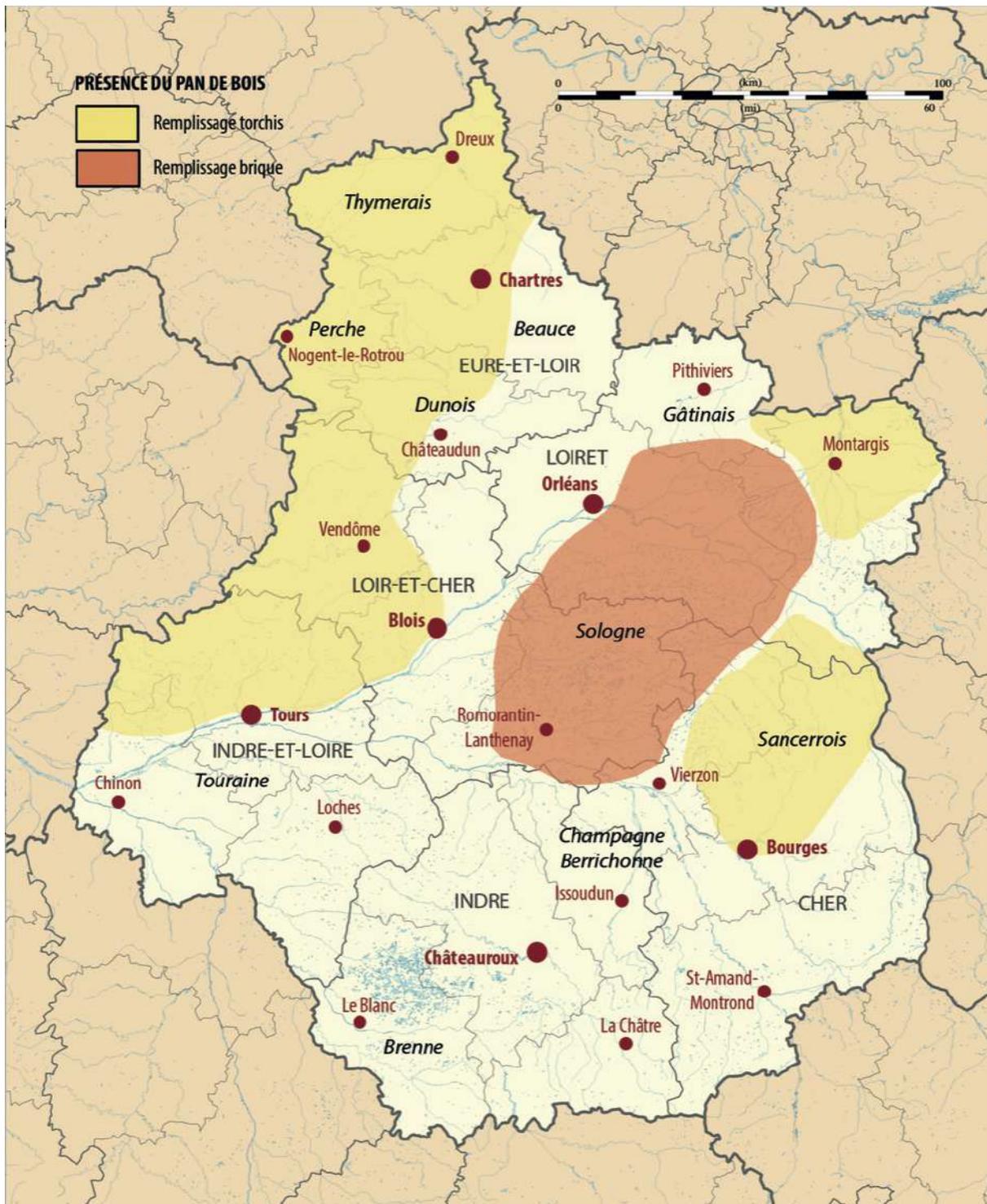
Le remplissage ou hourdis peut être réalisé à base de briques (cuites le plus souvent, tel le tuileau), recouvertes d'une couche de plâtre pour lisser le tout ou cuites pour un effet décoratif. Il peut également être maçonné avec des moellons liés à la chaux. Enfin, il peut être réalisé en matériaux légers comme le plâtre ou, plus généralement, le torchis, associé à un enduit (chaux) ou parfois un bardage en essentes de bois ou d'ardoises qui le protège de la pluie.

Quelle que soit la technique utilisée, ce remplissage doit assurer à la fois des fonctions d'isolation thermique et phonique, d'étanchéité, de résistance aux intempéries et de stabilité mécanique. Le mode de construction le plus répandu associe le bois et le torchis. A partir du 18^e siècle, soucieux de renvoyer une image plus noble et raffinée, le pan de bois disparaît parfois recouvert d'une couche de plâtre ou d'enduit, créant un mur lisse et uniforme. Cette tendance s'amplifie au 19^e siècle.

Si le charpentier occupe une place prépondérante dans la conception et la réalisation, il n'est pas le seul artisan à intervenir. Avant la pose de l'ossature en bois, le maçon est chargé d'élever un soubassement en moellon de schiste, de grès ou autres moellons de pierres locales assurant la première étape, base de la maison permettant d'éviter les remontées d'humidité du sol.

La région Centre-Val de Loire conserve un grand nombre de maisons à pans de bois, tant en ville qu'en milieu rural. On pense notamment aux villes de Tours, Chartres, Bourges, Blois et Orléans. Mais les grandes villes ne doivent pas dissimuler la place du pan de bois dans les villes moyennes (Châteaudun, Levroux, Romorantin-Lanthenay, Illiers-Combray ou Clémont) et

surtout la grande part des constructions en milieu rural où les bâtiments d'exploitation agricole ou industriels conservent des exemples significatifs de pans de bois. Le Perche, la Sologne, le Gâtinais mais aussi le Berry ou encore le Dunois et le Thymerais offrent des témoins certes fragiles mais souvent moins modifiés et altérés qu'en milieu urbain.



Implantation actuelle du bâti à pans de bois dans la région Centre-Val De Loire

Illustration du bâti ancien à



7 Hourdis en torchis ou en briques



10 Il existe différents types de lucarnes. Une lucarne à fronton sur la photo et une lucarne à croupe sur le dessin



5 Les volets sont majoritairement situés à l'intérieur. Ils peuvent parfois être à l'extérieur notamment au rez-de-chaussée



6 Les portes sont surmontées d'une imposte vitrée. Les encadrements sont souvent sculptés



pans de bois en milieu urbain



1 2 Les éléments de décor peuvent être plus ou moins discrets. Ils sont présents sur diverses pièces de bois de la façade (tour de fenêtre, meneau, poutre, encorbellement...)



3 4 Fenêtres à meneau et traverses



8 Encorbellement



9 Soubassement qui peut être maçonné avec divers matériaux (briques, pierres, moellons, silex)

Illustration du bâti ancien à



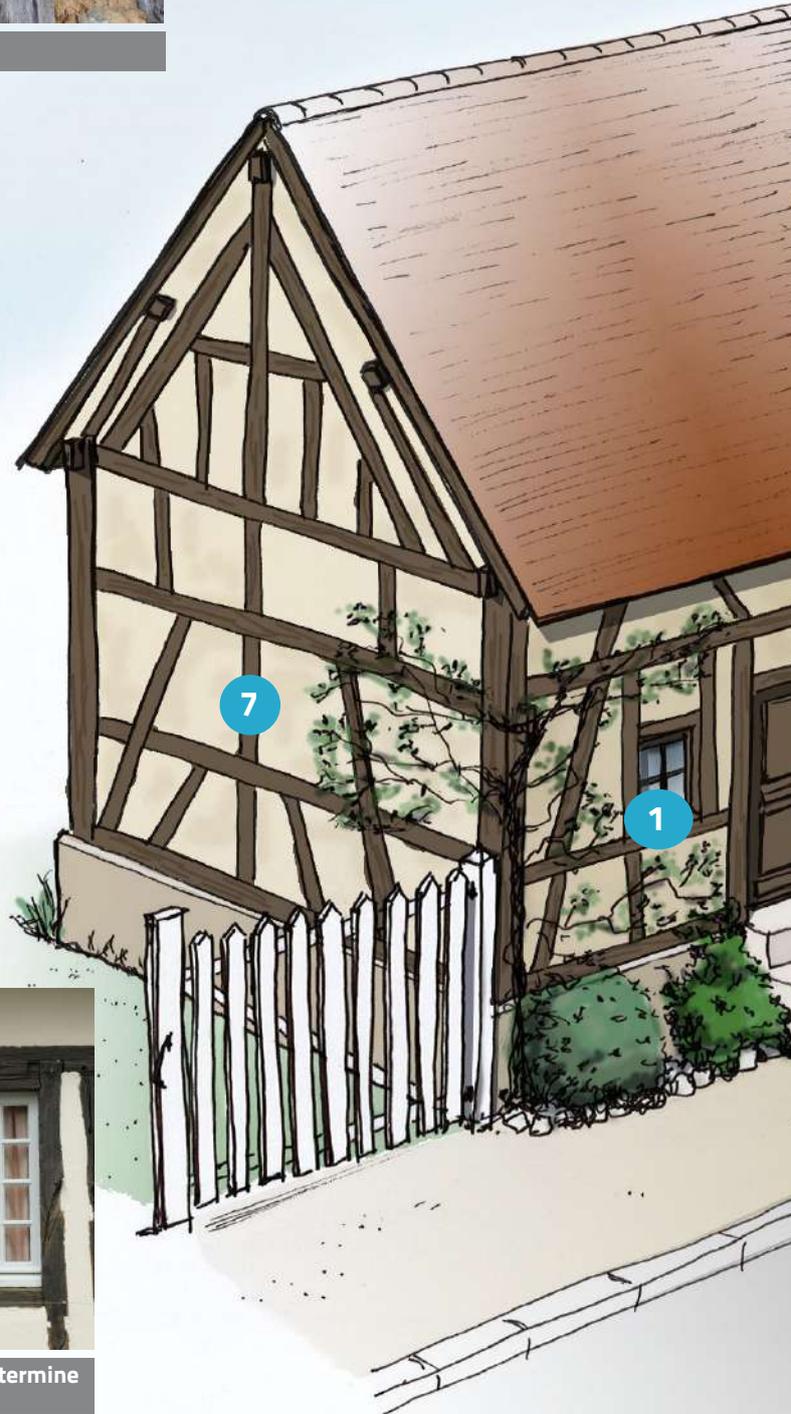
6 7 Hourdis en briques ou en torchis



3 Porte simple à gauche, porte fermière à deux battants à droite



1 2 Fenêtre avec cadre. La distance entre les pans de bois détermine les dimensions de la fenêtre



pans de bois en milieu rural



8 9 Lucarne à croupe (photo de gauche), lucarne pignon (photo de droite). Les deux lucarnes sont débordantes pour accueillir une poulie



5 Volet



Encorbellement : peu courant en milieu rural, s'il existe, il est plutôt sobre avec un débordement réduit



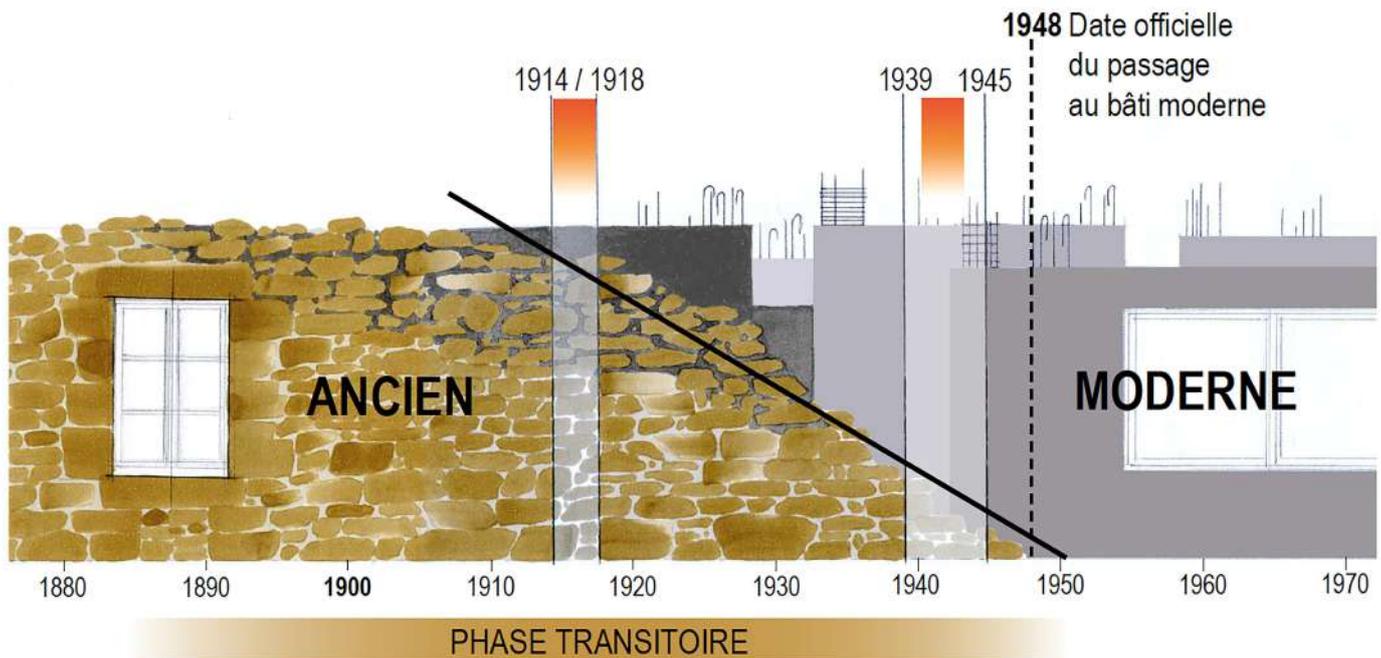
4 Soubassement



Principes généraux pour la réhabilitation du bâti ancien [1]

On appelle « bâti ancien » l'ensemble des bâtiments construits avant le milieu du 20^e siècle, selon des techniques et des matériaux traditionnels (pierre, pan de bois, terre crue, brique, chaux...). Ils se distinguent

fortement des « bâtiments modernes », construits massivement à partir des années 1950, ayant recours à des techniques et à des matériaux industrialisés.



Evolution des modes constructifs en France, au cours du 20^e siècle (source : MPF)

Le bâti ancien possède des qualités thermiques et hydriques naturelles, il « vit » avec son environnement (eau, air, climat) dans un équilibre subtil. On dit qu'il « respire ».

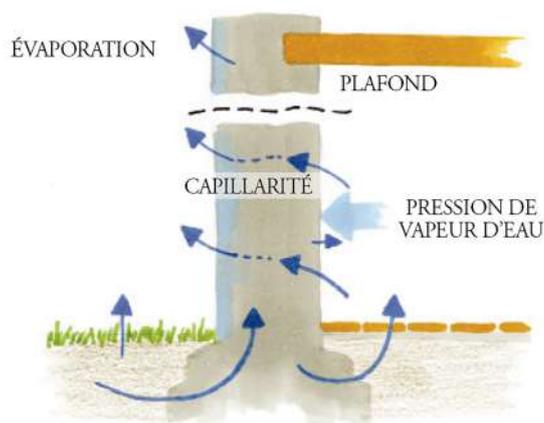
Ce type de bâti présente des particularités constructives et un comportement physique et thermique très différent des constructions modernes qu'il convient de respecter et de préserver.

Une réhabilitation énergétique inadaptée qui ne tiendrait pas compte de ces spécificités pourrait induire

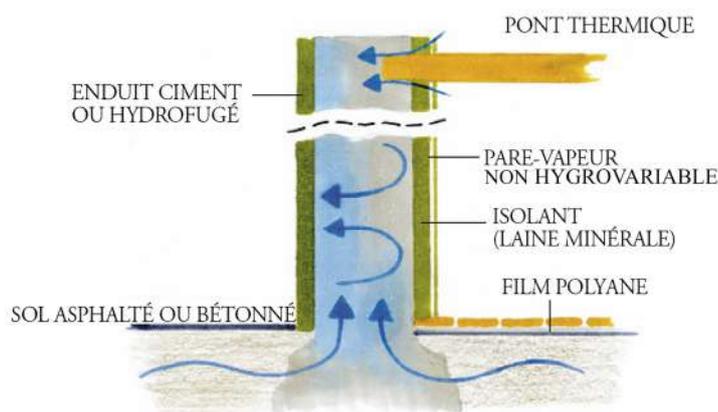
des risques de pathologie telle que des moisissures ou de la condensation interne.

Pour éviter les désordres, il est très important de comprendre le comportement hygrométrique de ce type de bâti qui initialement a été conçu de manière à éviter naturellement les problèmes dus à l'eau et à l'humidité (fondations assises sur lit de pierres, soubassement en pierres, ventilation naturelle et permanente, matériaux perméables à la vapeur d'eau). Bloquer ces transferts par des matériaux non perméables à la vapeur d'eau implique des pathologies futures.

[1] à partir de la « Charte la réhabilitation responsable du bâti ancien » édité par le CREBA et les fiches « ATHEBA » de Maisons Paysannes de France (MPF)



FONCTIONNEMENT HYGROMÉTRIQUE
D'UN MUR TRADITIONNEL NON ISOLÉ



FONCTIONNEMENT HYGROMÉTRIQUE D'UN MUR
TRADITIONNEL, ISOLÉ CONVENTIONNELLEMENT,
EN HIVER: L'EAU S'ACCUMULE DANS LE MUR

Une opération de réhabilitation d'un bâti ancien ne répond donc, à priori, à aucune solution de réhabilitation « type ». Le choix des solutions retenues doit se faire selon une approche multicritère fondée sur des objectifs de performance énergétique, mais aussi sur la façon dont ces solutions influent sur le comportement physique du bâtiment et leur incidence sur son intérêt patrimonial.

Il est donc nécessaire de procéder à un diagnostic global du bâtiment existant, permettant de prendre des décisions éclairées sur les mesures envisageables.

Cette évaluation devra comprendre :

- ☞ un diagnostic patrimonial : histoire du bâtiment, système constructif, dispositions d'origine, priorités et contraintes en matière de conservation ;

- ☞ un diagnostic technique : état des composants de l'enveloppe du bâtiment, évaluation de l'état des systèmes techniques, conditions climatiques et topographiques de la parcelle ;

- ☞ un diagnostic énergétique : consommation réelle du bâtiment, niveau de déperditions global du bâti et des éléments qui le composent (murs, fenêtres...), rendement des systèmes énergétiques, niveau de confort...

Le diagnostic global alimente le programme du maître d'ouvrage et doit permettre de déterminer les priorités, les opportunités, les contraintes de l'opération de réhabilitation et de dégager les solutions possibles.

Une réhabilitation intégrant la dimension énergétique et environnementale doit tendre vers un objectif global de mise à niveau « basse consommation » du bâtiment. Dans l'idéal, une réhabilitation globale sera effectuée.

Cet objectif peut toutefois être atteint par étapes (réhabilitations partielles successives, sur quelques lots seulement), à condition de garder en tête une réflexion sur une réhabilitation plus globale.

L'ordre dans lequel les postes sont traités est alors à justifier et des mesures sont à prendre pour anticiper le traitement des autres postes.

Pour faire au mieux :



L'isolation de l'enveloppe est à privilégier avant d'installer de nouveaux équipements afin d'éviter leur surdimensionnement ;



Les performances des éléments installés doivent tendre vers le niveau « basse consommation » ;



Une réflexion est à mener sur le traitement des interfaces et des interactions entre lots (exemple : mise en place d'un dispositif de ventilation en cas de changement des menuiseries).

L'outil d'aide à la décision « Guidance Wheel »^[2] pourra être utile avec plus de 50 interventions possibles présentées en mettant en évidence leurs avantages et inconvénients, les liens entre elles ainsi que l'évaluation des points de vigilance associés.

[2] Disponible sur le site internet du CREBA

Éléments de diagnostic technique

Comme énoncé précédemment, chaque bâtiment étant unique, un diagnostic permettra de définir précisément l'état du bâti sur lequel porte la rénovation. Les aspects structurels sont particulièrement importants. Néanmoins, les éléments ci-après nécessiteront une attention spécifique quelle que soit la situation.

Etat du soubassement

- Vérifier que l'état du soubassement n'ait pas été détérioré à cause d'un revêtement de sol étanche en pied de mur (pans de bois urbain notamment) et/ou un d'un enduit étanche sur le soubassement qui empêche celui-ci de respirer comme par exemple un enduit ciment ou un enduit plastique épais (RPE) ;

- Faire en sorte que la nature et l'état des abords ne provoquent pas de rejaillissement d'eau en pied de façade.



Soubassement dégradé par le rejaillissement de l'eau



Pourrissement et moisissures provoqués par les remontées capillaires : soubassement (en maçonnerie) de hauteur insuffisante par rapport au plancher qui absorbe l'eau du sol et du sous-sol.

Etat des bois

- Sablière basse : vérifier les signes de pourrissement qui peuvent être dus à des remontées capillaires dans le soubassement ou à de l'eau rejaillissante.

- Vérifier qu'il ne manque aucun élément.

- Bas des poteaux : vérifier les signes de pourrissement favorisés par un enduit ciment.

- Vérifier les entures ainsi que l'état des poutres et des planchers :

- Y-a-t-il des signes d'affaissement ? Des pentes ?

- De manière générale, repérer tous les signes de moisissure, pourrissement, champignons, parasites du bois. Chaque pièce de bois est importante.

- Dans le cas de problème de structure sur un bâtiment à pans de bois, faire appel en priorité à un charpentier et éviter, à priori, les solutions de reprise en béton ou en métal.



Pourrissement de la partie basse du poteau



Pourrissement de pièces de bois au niveau du soubassement

Toiture

- Couverture : attention aux défauts qui peuvent être à l'origine d'infiltrations dans la toiture : ardoises ou tuiles fendues, cassées, déplacées.
- Cheminée : vérifier l'état de la souche de cheminée, du conduit (briques manquantes, états des joints, du solin....)
- État des lucarnes : vérifier l'étanchéité, la verticalité et l'assise.
- Contrôler l'état des gouttières et des descentes des eaux pluviales, le bon écoulement de l'eau de pluie jusqu'à l'égout et contrôler l'état des bois au droit des anciennes ou actuelles fuites d'eau.

Remplissage

- Enduit chaux ou terre dégradé ;
- Torchis abîmé ;
- Jointoiment des briques, dégradé ou absent. S'il est le plus apparent, l'état du remplissage n'est pas le plus inquiétant car il peut facilement être repris.
- Vérifier tout de même la présence d'enduit ciment qui cause le pourrissement du remplissage.



Pourrissement de pièces de bois et dégradation du torchis par infiltration d'eau qui n'a pu s'évacuer et stagne dans un interstice (entre deux murs) ne voyant pas le jour : pas d'aération suffisante.



Matériaux composant le remplissage des pans de bois sont hétérogènes (modification de la perspiration du mur).

Baies et menuiseries

- Vérifier :
- l'état des poteaux et linteaux ;
 - la présence de croisée bois ;
 - la nature des contrevents ;
 - l'état des menuiseries ;
 - l'étanchéité à l'air de la baie

Intérieur

- Nature des sols, planchers et plafonds.
- Nature des revêtements et leur perméabilité à la vapeur d'eau : enduits (chaux, plâtre) ? Placage ? Papiers peints vinyles ?
- Présence d'une isolation ? Si oui, laquelle ? Dans quel état ? Est-elle perméable à la vapeur d'eau ?



ATTENTION À L'EAU

De manière générale, il est important de prévenir toute infiltration d'eau potentielle dans l'enveloppe du bâtiment. Il sera donc nécessaire de vérifier l'état et l'étanchéité des éléments d'évacuation de l'eau de pluie et d'éventuels points de stagnation tels que : débords de toiture, solins, larmiers, gouttières, descentes d'eau, éléments en saillie sur la façade, interfaces murs / sablière basse / soubassement.

Isolation des combles non aménagés

Principe : Isoler le plancher sous combles non chauffés

Avant la pose de l'isolant, il faut s'assurer que le plancher soit suffisamment solide et en bon état. Le caractère architectural du bâti à pans de bois incite à l'utilisation de matériaux biosourcés. La laine de bois en vrac, la ouate de cellulose, le chanvre et la paille, si la hauteur du surcroît le permet, sont de bonnes alternatives.

Il est conseillé de poser une épaisseur d'isolant permettant d'atteindre une résistance thermique $R \geq 7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (label BBC rénovation) équivalant à environ 28 cm de laine de bois, de chanvre, ouate de cellulose ou des bottes de paille posées à plat.

Plus la résistance thermique sera élevée plus les déperditions thermiques seront évitées en hiver. D'autre part, grâce à leur propriété de déphasage, les isolants biosourcés procureront également un bon confort d'été. La pose d'un frein vapeur hygrovariable n'est pas obligatoire si aucun plancher n'est prévu (schéma n°1). Dans le cas contraire, celui-ci est vivement conseillé (schéma n°2). En outre, celui-ci améliore considérablement l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment.

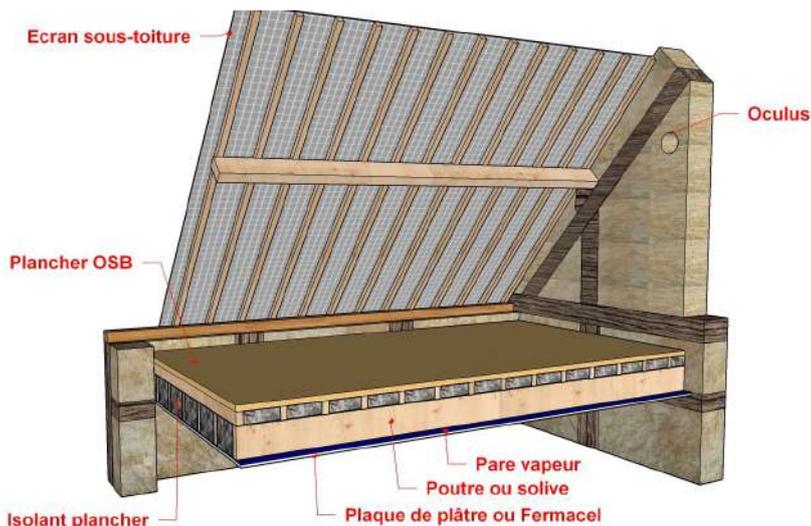


Schéma n°1 : Isolation des combles non aménagés sans plancher



Bien vérifier l'étanchéité de la toiture notamment en cas de présence d'isolants biosourcés sensibles à l'humidité (paille...). Si un pare-pluie est présent, aménager des orifices d'aération (oculus) dans la partie haute des pignons afin de préserver une ventilation suffisante dans les combles. Se reporter au DTU 40.23 (Couverture en tuiles plates de terre cuite) pour le calcul des sections des oculii.

AVANTAGES

- + Solution peu onéreuse et facile à mettre en œuvre.
- + Excellente efficacité énergétique.
- + Amélioration du confort d'été notamment avec des matériaux qui ont une capacité thermique importante, combinée à une faible conductivité. Cela permet d'accroître le déphasage temporel et d'éviter les surchauffes dans les pièces situées sous le plancher.
- + Facilité de mise en œuvre des gaines de ventilation (sous l'isolant).

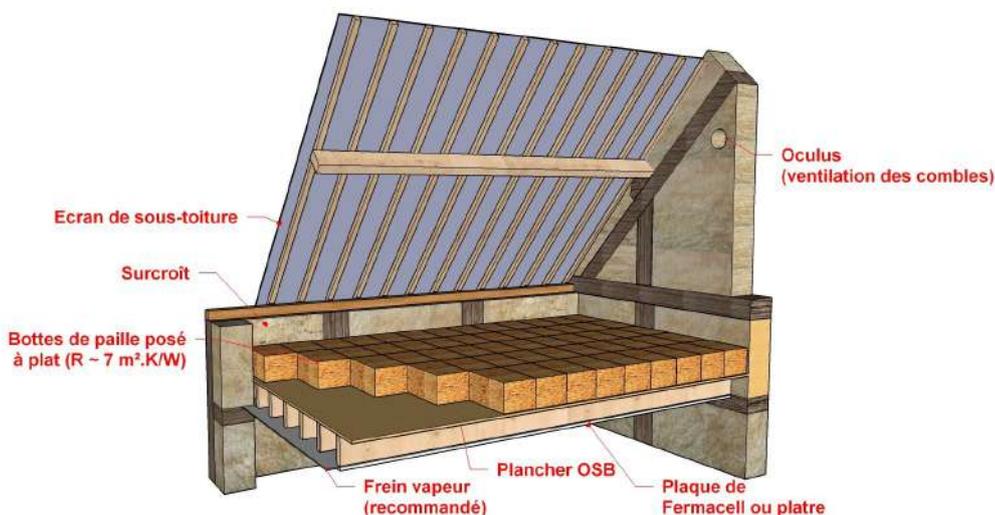


Schéma n°2 : Isolation des combles non aménagés avec plancher

Remarques

► La solution paille est intéressante, elle présente le meilleur rapport coût/efficacité. Selon les règles professionnelles, sa masse volumique doit être comprise entre 80 kg/m^3 et 120 kg/m^3 . Le matériau présente des propriétés hygrothermiques adaptées pour ce type de bâti et une faible taux d'énergie grise (voir FDES juin 2015). Sa conductivité thermique varie entre 0.05 W/m.K et 0.08 W/m.K .

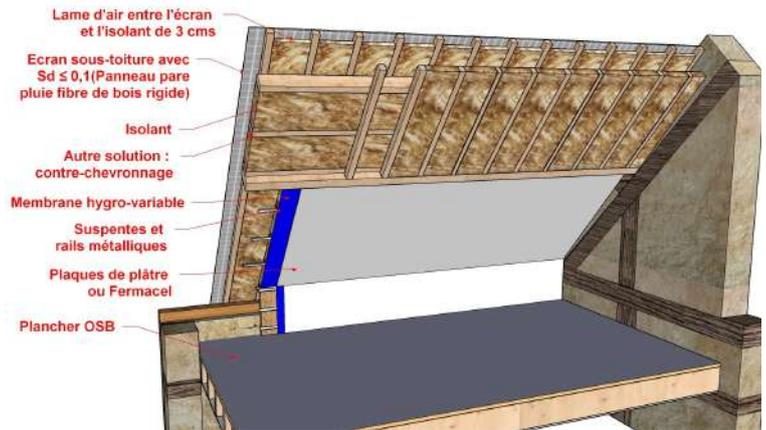
Isolation des combles aménageables

Principe : Isoler les rampants de la toiture ainsi que le mur en surcroît jusqu'au plancher des combles.

Les chevrons doivent être en parfait état avant la mise en place de l'isolation. La pose d'un pare pluie Haute Perméabilité à la Vapeur d'eau (HPV) est conseillée entre les chevrons et le contre-lattage ($SD < 0,10$). Une première couche d'isolation est insérée entre les chevrons en légère surpression. Une seconde, plus importante, sera placée perpendiculairement à la première soit entre des contre-chevrons ou sous les chevrons par la pose de suspentes. La mise en oeuvre doit être rigoureuse afin d'éviter les discontinuités thermiques.

Pour assurer une bonne étanchéité à l'air un frein-vapeur hygrovariable est nécessaire en respectant le recouvrement de 10 cm minimum entre chaque lés. Un espace de 3 cm entre le frein vapeur et les panneaux de finition peut être prévu pour le passage des gaines électriques.

Entre le revêtement intérieur et l'isolant, le frein vapeur doit être posé de manière continue sur l'ensemble de la surface isolée afin d'assurer l'étanchéité à l'air du volume chauffé sous toiture.



Isolation thermique des combles aménageables

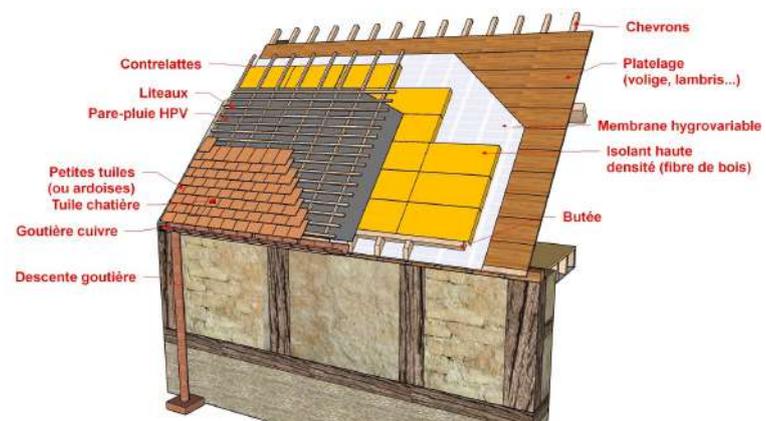
 Si le pare pluie n'est pas perméable à la vapeur d'eau, un espace de 2 à 3 cm doit être aménagé entre celui-ci et l'isolant, afin de créer une lame d'air ventilée (soit par contre-lattage soit par une épaisseur d'isolant moindre entre les chevrons). Cela permet d'éviter que la vapeur d'eau condense et détériore la charpente.

INCONVÉNIENTS

-  Cette solution est moins performante que celle énoncée dans le cadre d'une isolation des combles perdus, en raison de la présence de nombreux ponts thermiques.
-  Dégradation du confort d'été en raison d'une épaisseur d'isolant potentiellement moindre que celle déployée pour l'isolation des combles perdus.
-  Nécessité de créer des vides techniques pour le passage des gaines de ventilation.

Points d'attention

- ▶ S'assurer que la charpente est en mesure de supporter le poids du parement intérieur notamment dans le cas de plaques de plâtre.
- ▶ La toiture doit toujours être ventilée avec ou sans la pose d'un pare pluie à Haute Perméabilité à la Vapeur d'eau (HPV).
- ▶ La pose d'une seule couche d'isolation sur les rampants n'offre pas la continuité thermique.



Isolation de la toiture par l'extérieur avec la méthode du SARKING

Remarques

- ▶ Pour atteindre les objectifs BBC Rénovation, la résistance thermique doit atteindre la valeur de $7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Le choix d'un isolant avec un très bon déphasage sera idéal pour éviter la surchauffe des combles en été.
- ▶ Si l'on souhaite conserver la charpente visible ou la finition intérieure, l'isolation de la toiture avec la méthode SARKING peut être envisagée. Cette méthode est néanmoins peu compatible avec l'intérêt architectural du bâtiment.
- ▶ Si la maison comporte une cheminée, prévoir au pourtour de celle-ci un isolant de classe A1 (isolant incombustible).

Isolation des planchers bas sur terre-plein

Principe : Décaisser le sol afin de réaliser un espace ventilé sous le plancher

En lien avec le caractère patrimonial du bâti à pans de bois, la solution proposée est une dalle en béton de chanvre. Il convient de démonter le revêtement existant afin de décaisser le sol sur 50 cm environ à l'intérieur du bâtiment. La pose de drains, en fond de forme, permettra de contenir les remontées capillaires du sol et de le ventiler (schéma n°2). Les entrées et les sorties d'air du drainage doivent être orientées de façon à permettre une bonne circulation de l'air (en opposition). Le hérisson est constitué d'une couche de 15 à 20 cm de grosses pierres puis une seconde de 10 cm de graviers. La dalle flottante est réalisée avec un mélange de chaux et de granulats de chanvre (chênevotte). La réglementation n'impose pas de seuil dans le cas des planchers sur terre plein. Cependant, afin d'assurer une rénovation thermique performante de l'enveloppe, il convient d'isoler à minima le plancher. Afin d'atteindre les objectifs BBC rénovation, la résistance thermique du plancher doit être $\geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, ce qui correspond à une épaisseur de 25 cm environ.

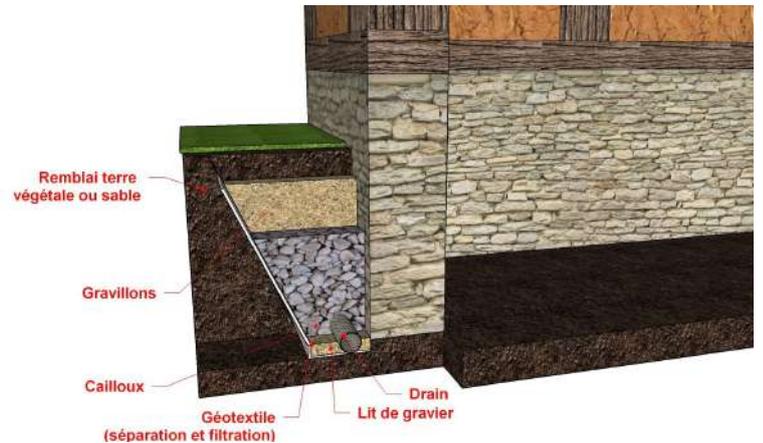


Schéma n°1 : à l'extérieur, le drainage au pied des fondations permet d'éviter les remontées d'humidité dans le mur de soubassement en cas de sol très humide



Dans le cas d'une isolation en béton de chanvre, il ne faut en aucun cas placer un film en polyane ou en polyéthylène entre les gravillons et la dalle de chanvre afin de préserver les transferts de vapeur d'eau entre le sol et l'intérieur du logement.

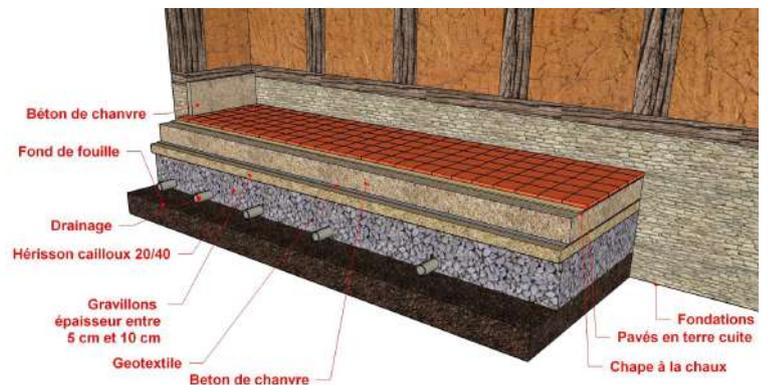


Schéma n°2 : illustration d'une isolation d'un plancher sur terre-plein en béton chaux-chanvre

Remarques

- ▶ La constitution d'un hérisson avec du verre cellulaire permet d'accroître la résistance thermique du plancher.
- ▶ Il est impératif que la profondeur d'excavation soit toujours située au dessus des fondations.
- ▶ Le principe reste le même dans le cas d'un plancher sur vide sanitaire. La mise en place du hérisson n'est pas nécessaire.
- ▶ Les granulats de liège, de bois, de paille, de lin, les billes d'argile expansée, la pouzzolane sont autant d'alternatives à l'utilisation du chanvre.

AVANTAGES

- + Le béton de chanvre améliore le confort d'été et atténue la sensation de "paroi froide" l'hiver.
- + Excellent régulateur hygrothermique (gère de façon optimale l'humidité de l'air ambiant).

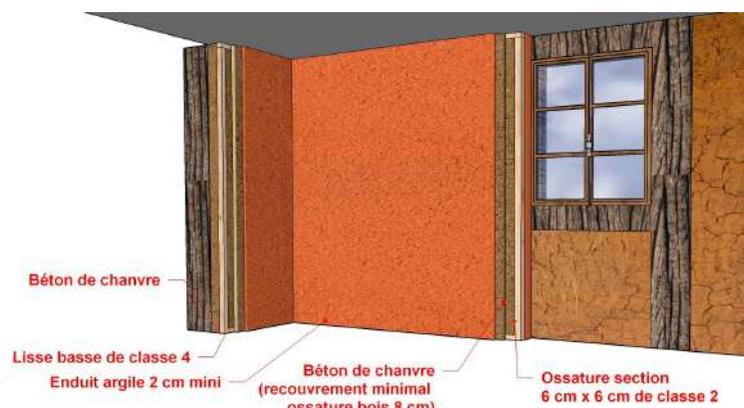
Points d'attention

- ▶ Le choix des liants et des granulats de chanvre devra être conforme aux tests de validation mentionnés dans les Règles Professionnelles.
- ▶ Il est indispensable de respecter les dosages en eau du mélange afin de conserver une bonne résistance à la compression. Pour le séchage de la dalle, prévoir une ventilation efficace.
- ▶ Le béton de chanvre est sensible à l'humidité stagnante.
- ▶ Le revêtement de sol doit être perméable à la vapeur d'eau (tomettes, travertin...) et posé sur une chape à la chaux. Pour le parquet, la dalle doit être sèche à coeur.

Isolation des murs intérieurs avec enduit et béton isolant

Principe : Améliorer la résistance thermique du mur tout en préservant son esthétique

Du fait du caractère architectural des maisons à pans de bois, la réglementation n'impose pas de seuil minimal à atteindre. Cependant, il est conseillé d'améliorer la résistance thermique de l'enveloppe de façon homogène pour agir efficacement contre les déperditions. L'application de l'enduit avec correction thermique sur un mur est analogue à celle utilisée dans le cadre de la réalisation d'une chape flottante. En projection manuelle, l'épaisseur maximale est de 10 cm. Celle-ci peut atteindre 20 cm avec la machine à projeter (ou par banchage) qui permet d'obtenir un compactage plus homogène mais avec un risque de dégrader potentiellement la résistance thermique du matériau (diminution de la porosité du mélange). Dans ce cas, la mise en place d'une ossature secondaire fixée sur le mur en torchis est conseillée. Suivant la masse volumique du mélange et son taux d'humidité, la conductivité fluctue entre 0,06 W/m.K à 0,19 W/m.K. Il faut compter une résistance thermique de 2,0 m².K/W pour une épaisseur maximale de 20 cm. Il existe également la projection par voie sèche. Le mélange granulats + liant est humidifié à la sortie de la lance de projection ce qui permet de réduire considérablement la quantité d'eau et d'appliquer des épaisseurs importantes sans la mise en place d'ossature. En finition, le béton de chanvre est soit laissé à l'état brut ou enduit avec un mélange à base de fibres végétales et de chaux afin de conserver les caractéristiques hygrothermiques du mur. A défaut, les solutions, plâtre, chaux/sable et argile conviennent également.



Isolation d'un mur en torchis avec un enduit correcteur thermique

AVANTAGES

- + Les phénomènes de changement de phase, évaporation et condensation au sein du matériau, conduisent à amortir significativement les variations de températures extérieures.
- + Cette solution apporte une bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe.
- + Matériau ouvert à la diffusion de la vapeur d'eau et très capillaire, ce qui favorise le séchage du mur en torchis.

Remarques

- La nature de l'enduit intérieur ou extérieur peut altérer le comportement hygrothermique du béton de chanvre et dégrader ses performances.
- Utiliser de préférence, pour les enduits, des chaux aériennes.
- L'inertie thermique du logement peut être améliorée avec la création de cloisons en brique de terre crue.
- L'enduit extérieur doit être perméable à la diffusion de la vapeur d'eau et capillaire. Son rôle est de ralentir la pénétration de la pluie dans le torchis.
- Les charges lourdes (meubles, radiateurs, menuiseries) nécessitent une adaptation particulière. Prévoir des ossatures bois pour la fixation.

Points d'attention

- La conductivité thermique est plus sensible à l'humidité pour des bétons de faible masse volumique.
- Le caractère hydrophile du béton de chanvre peut favoriser le développement de micro-organismes, néfastes pour la santé, si la ventilation n'est pas suffisante ou absente.



Avant la mise en œuvre du béton de chanvre, il est nécessaire de retirer, sur les murs intérieurs, les revêtements imperméables comme les anciennes peintures ou le papier peint. Le mélange doit être directement projeté sur le torchis sans aménager de lame d'air.

Références techniques

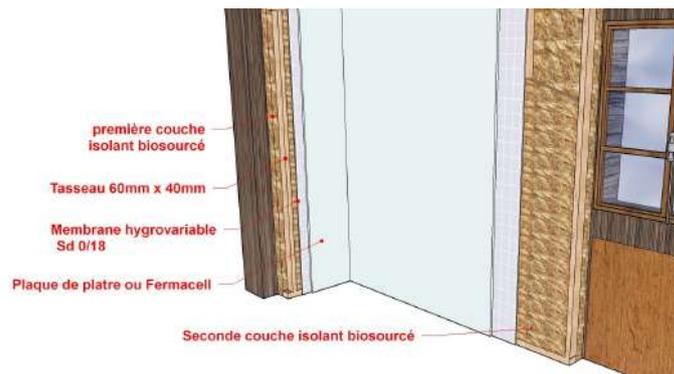
- Synthèse des connaissances sur les bétons et mortiers de chanvre - Construire en chanvre - Novembre 2008.
- Guide des bonnes pratiques - Préconisations techniques, optimisations et performances - le site « Construire en chanvre ».
- Les règles professionnelles - le site « Construire en chanvre ».

Isolation des murs par doublage

Principe : Placer un isolant souple au sein d'une ossature en bois ou métallique.

Le système constructif est composé d'une ossature en bois (ou métallique) de faible section avec la mise en place d'un isolant perméable à la vapeur d'eau, en panneaux ou en vrac, avec une conductivité la plus faible possible. L'association de la fibre de bois, ouate de cellulose, laine de chanvre... avec une membrane dite "intelligente" à fort Sd ($S_d < 18$) est une solution adaptée à ce type de bâti.

Afin de minimiser les ponts thermiques, une double ossature en bois peut être intercalée avec la première.



Isolation des murs en torchis avec un doublage isolant biosourcé

AVANTAGES

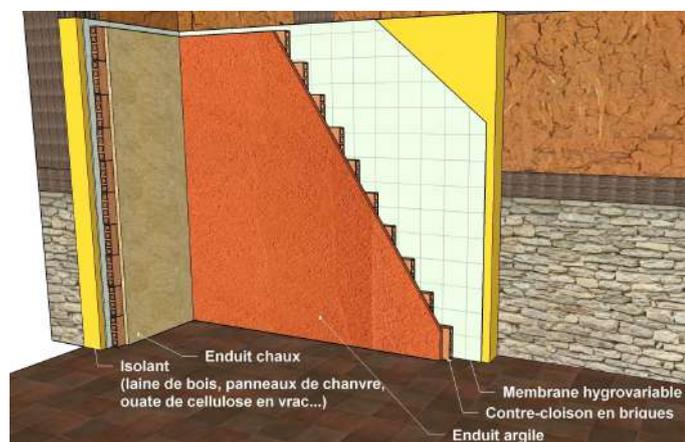
- + Ce type de pose permet de rattraper les défauts du mur.
- + Cette solution apporte une meilleure isolation des murs ($R = 3.75 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ pour 150 mm de laine de bois). Elle permet d'atteindre les objectifs BBC Rénovation.

Points d'attention

- En présence d'un mur de refend, il faut réaliser un retour d'isolation sur une longueur d'un mètre minimum.
- Tous les substrats (ancienne peinture, papier peint) doivent être retirés.

Remarques

- Un vide technique peut être prévu entre la membrane et le revêtement intérieur pour le passage des réseaux.
- Une autre alternative consiste à mettre en œuvre une contre-cloison en briques. Cette solution permet de réaliser une finition à la chaux ou un enduit à l'argile. En outre elle améliore l'inertie thermique en été (voir illustration).
- La mise en place d'une ventilation mécanique est fortement conseillée afin d'éliminer tout excès d'humidité.



Isolation thermique avec la pose d'une double cloison en briques



En présence d'un plancher bois, il faut dans la mesure du possible assurer la continuité de l'isolation et de la membrane hygrovariable entre le mur du rez-de-chaussée et celui de l'étage. Une des solutions acceptable, est de fixer, sur le pourtour de la solive ou de la poutre en bois, des tasseaux et de coller ensuite la membrane. Cela permet de rendre étanche à l'air l'espace entre le plafond du rez-de-chaussée et le plancher de l'étage.

INCONVÉNIENTS

- Le séchage du mur par l'intérieur, en cas de forte humidité, est problématique en raison de la présence de la membrane.
- Le risque d'une teneur en eau, dans l'isolant, plus importante l'été en raison du transfert du flux de vapeur d'eau de l'extérieur vers l'intérieur.
- Nette dégradation de l'inertie thermique en été en raison de la faible chaleur massique de la paroi.
- La mise en œuvre de la membrane doit être rigoureuse afin d'éviter les condensations convectives au niveau des ponts thermiques.



Jointoiement de la membrane hygro-variable avec les éléments d'une charpente

Références techniques

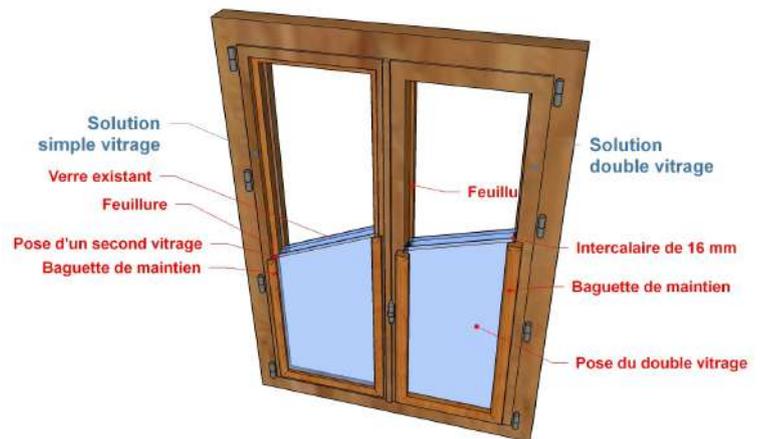
- Guide RAGE 2012 "Isolation thermique par l'intérieur" - Juin 2015
- Guide RAGE 2012 "Evaluation des risques de pathologies liés à l'humidité" - Septembre 2013

Menuiseries extérieures

Principe : Diagnostic et changement des anciennes menuiseries.

Il est possible de conserver les menuiseries existantes si leur état le permet ou si le bâtiment se situe dans un secteur sauvegardé. Il s'agit du poste le moins déperditif de l'ensemble de la rénovation (environ 10%). Cependant il convient de bien vérifier leur étanchéité (dormant/l'ouvrant et chassis/vitres). L'inconfort relatif aux parois froides et aux infiltrations d'air n'est toutefois pas négligeable. Une possibilité est de conserver l'originalité de la fenêtre en appliquant un survitrage. Il faut s'assurer, dans ce cas, que l'ancien chassis puisse supporter le poids additionnel de la vitre (compter $U_w \approx 2.4 \text{ W/m}^2.K$ pour un survitrage soit deux fois plus performant qu'un vitrage classique).

Lorsque l'on envisage de remplacer intégralement les fenêtres, celles-ci peuvent être reproduites à l'identique (montage mouton-gueule de loup) avec l'intégration d'un vitrage à isolation thermique renforcé ($U_w \leq 1.9 \text{ W/m}^2.K$).



Pose d'un second ou d'un double vitrage en feuilure dans le montant du cadre

⚠ Dans le cas d'une rénovation globale, la dépose totale des anciennes fenêtres est à privilégier car le recouvrement du nouveau dormant sur l'ancien, réduit d'une part la clarté des pièces, et dégrade l'esthétique de la menuiserie.

Points d'attention

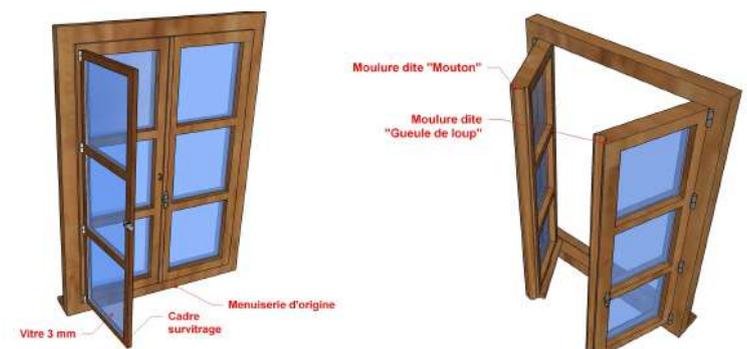
- ▶ Si une ventilation mécanique simple flux est prévue, des orifices d'entrée d'air doivent être aménagés au niveau du dormant de la fenêtre (ou en traversée de mur).
- ▶ Prévoir suffisamment d'espace entre l'embrasure et le dormant afin de pallier le gonflement et le retrait du bois.
- ▶ Il est important que les joints d'étanchéité de la pièce d'appui soient bien appliqués sur les montants de la fenêtres (10 cm mini).
- ▶ Les fenêtres en chêne sont à privilégier dans le cas d'une dépose totale des menuiseries.

AVANTAGE

- ⊕ Le changement de fenêtre permet d'améliorer les performances thermiques et l'étanchéité à l'air du bâtiment.

INCONVÉNIENT

- ⊖ Le remplacement des anciennes menuiseries est une opération coûteuse. La fabrication sur mesure des nouvelles fenêtres et le cas échéant l'élargissement de la feuilure dans les tableaux, alourdissent considérablement la facture.



Gauche : Pose d'un survitrage sur une fenêtre ancienne
Droite : Illustration d'un montage "Mouton - gueule de loup"

Remarques

- ▶ La solution triple vitrage n'est pas pertinente pour ce type de projet d'une part en raison du poids des fenêtres et d'autre part le gain énergétique obtenu n'est pas garantie.
- ▶ Si la porte d'entrée présente un intérêt architectural, elle doit être conservée. Il faudra néanmoins améliorer son étanchéité et en particulier au niveau du seuil.
- ▶ La dépose totale de la fenêtre permet d'améliorer l'étanchéité à l'air et permet une ventilation homogène et contrôlée dans le logement.
- ▶ Si le changement de fenêtre est privilégié, il faut cependant conserver l'aspect extérieur de la façade (petits bois, section des cadres, imposte...).
- ▶ Les volets extérieurs bois battants à panneaux pleins ou persiennés contribuent à améliorer le confort d'été en stoppant le rayonnement solaire. Ils servent également d'écran aux infiltrations d'air lorsque la météo est venteuse (volets à panneaux pleins).

Références techniques	- DTU 36.5 - Mise en oeuvre des fenêtres et des portes extérieurs - Avril 2010 - Guide pratique CSTB - Mise en oeuvre des menuiseries en bois - Septembre 2009
-----------------------	---

Ventilation

Principe : Mettre en place un système adapté à la typologie du bâti.

Ventilation naturelle

Un orifice est aménagé dans la partie basse de la façade pour permettre à l'air frais de pénétrer dans les pièces de vie. L'évacuation de l'air vicié se fait en partie haute des pièces de service. Le balayage aéraulique se fait donc naturellement en fonction des effets du vent, de la pression atmosphérique et de la température intérieure et extérieure. Ce type de ventilation n'est donc pas adapté à l'habitat d'aujourd'hui en raison d'une forte déperdition énergétique de l'enveloppe et d'une circulation de l'air parfois inefficace.

Simple flux

Ventilation mécanique contrôlée simple flux hygroréglable (VMC hygro A ou B)

La VMC hygro A possède des entrées d'air autoréglables et des bouches d'extraction hygroréglables. La VMC hygro B possède des entrées d'air et des bouches hygroréglables. Elle est donc plus performante que la VMC hygro A. Ce type de ventilation garantit une qualité d'air aux occupants tout en étant très économe. La grande majorité de ces VMC est maintenant équipée de moteur basse consommation. Les entrées d'air sont placées en partie haute des menuiseries situées dans les pièces de vie (chambre, salon, séjour). Les bouches d'extraction sont fixées dans la partie haute des pièces de services (cuisine, SdB, WC et cellier). Il faut également réaliser un détalonnage sur toutes les portes (minimum 1 cm) pour favoriser la circulation du flux d'air entre les pièces.

AVANTAGES

- + Plus performante que la ventilation naturelle, la circulation de l'air dans les pièces est homogène.
- + L'installation en rénovation est souvent simple à réaliser.
- + Les débits sont maîtrisés en fonction du taux d'occupation des pièces et de l'activité des occupants.
- + Nécessite peu d'entretien (nettoyage des grilles d'entrée d'air, des bouches d'extraction, du caisson et des gaines si celles-ci sont rigides).

INCONVÉNIENTS

- Aménagement de vides techniques pour le passage des gaines.
- Pertes énergétiques dues au renouvellement d'air frais.

Ventilation mécanique répartie (VMR)

Si la mise en place d'une VMC n'est pas possible, la VMR peut être une bonne solution pour ventiler son logement. Chaque bouche d'extraction (aussi appelé aérateur) située dans les pièces de service est munie d'un moteur autonome et n'implique pas la mise en place d'un réseau de gaines. Le système de ventilation doit fonctionner en permanence et disposer au minimum de deux aérateurs. Lorsqu'une hotte est présente dans la cuisine, celle-ci doit être raccordée à une sortie dédiée et ne pas utiliser, le cas échéant, le conduit d'extraction de la VMR.

AVANTAGES

- + Pas de passage de gaines à prévoir.

INCONVÉNIENTS

- La consommation énergétique plus importante qu'une ventilation simple flux.
- Les grilles de sortie d'air dégradent l'esthétisme des façades.

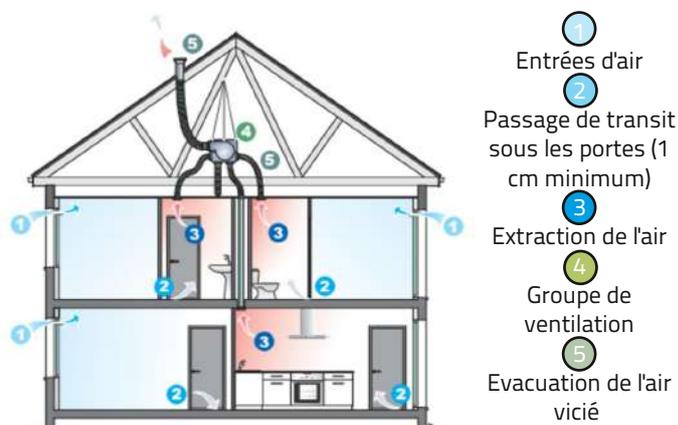


Schéma d'installation d'une VMC simple flux hygro A ou B

Double flux

Ventilation mécanique contrôlée double flux

La ventilation mécanique double flux dispose dans les pièces de vie de bouches d'insufflation. Les bouches d'extraction sont toujours positionnées en partie haute dans les pièces de service. Ce système permet de récupérer de 50% à 90% des calories de l'air vicié et de les restituer, via un échangeur à plaque, à l'air extérieur entrant. Le groupe central dispose de deux moteurs basse consommation et de filtres performants afin d'améliorer la qualité de l'air à l'intérieur du logement (filtre anti-pollens, poussières fines...). La plupart comporte un By-Pass qui permet de rafraîchir l'air en été, en shuntant l'échangeur. Les occupants bénéficient ainsi de la fraîcheur nocturne notamment pendant les périodes caniculaires.

AVANTAGES

- + Récupération des calories en partie rejetées à l'extérieur.
- + La consommation des moteurs est souvent compensée par la réduction des besoins en chauffage.
- + Le bypass permet de réguler de façon optimale la température intérieure du logement.
- + Amélioration de la qualité de l'air par rapport à une ventilation simple flux en partie grâce à une filtration de l'air entrant.

INCONVÉNIENTS

- Entretien régulier et parfois coûteux notamment les filtres.
- Une installation mal maîtrisée engendrera des niveaux sonores importants à la sortie des bouches de soufflage.
- L'installation doit être réalisée de préférence dans un volume chauffé.
- Le réseau de gaines est compliqué à mettre en place dans le cas de combles aménagés.
- Coût de l'installation très élevé et difficilement rentable.

Ventilation mécanique répartie double flux

Le bloc est souvent constitué d'un ventilateur et d'un échangeur en nid d'abeilles. Il assure à la fois l'extraction de l'air vicié et l'apport d'air neuf en utilisant un ventilateur dont le sens de rotation est réversible en fonction de la temporisation des cycles d'échange. L'air extrait passe dans l'échangeur, souvent en céramique, qui emmagasine les calories pour les restituer ensuite à l'air neuf. Ce système ne nécessite aucune gaine de ventilation et est plutôt destiné à la rénovation. Il convient parfaitement pour de petits logements de type T1 ou T2. Un seul bloc d'extraction et de soufflage suffit à maintenir une qualité de l'air suffisante. Sa mise en oeuvre est très simple puisqu'il suffit de réaliser un simple carottage au niveau du mur extérieur.

Le puits canadien

Ce système récupère les calories de la terre en hiver pour réchauffer l'air neuf ou bien rafraîchir le logement l'été (apport de 2°C à 4°C). Il est tributaire de la performance thermique des sols, de sa profondeur du puits et de la situation (protégé ou non). Il peut être également couplé à une VMC double flux. Cette solution est intéressante dans le cas de température négative. On s'affranchit du dégivrage de l'échangeur via la résistance électrique.

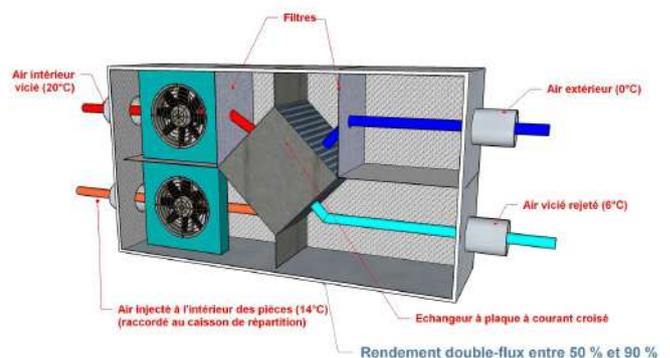


Schéma illustrant le fonctionnement d'une VMC double flux

Remarques

- ▶ Afin de bénéficier des atouts de la double flux, il faut veiller à une bonne étanchéité du bâti et du réseau aéraulique.
- ▶ La sortie d'air vicié ne doit jamais être située dans les combles mais toujours à l'extérieur en toiture avec un équipement adapté ou dans un ancien conduit de cheminée inutilisé.
- ▶ Utiliser de préférence des gaines de ventilation rigides (PVC ou métal galvanisé). Cela permet de faciliter leur nettoyage, d'éviter les écrasements et d'améliorer la circulation du flux d'air.
- ▶ Dans les combles perdus, les gaines sont souvent positionnées sous l'isolant. Si elles passent dans des vides techniques non chauffés, elles doivent être isolées.

Chauffage et eau chaude sanitaire

Principe : Proposer des systèmes performants sans recourir aux énergies fossiles

Un projet de rénovation efficient nécessite des équipements de chauffage et d'eau-chaude sanitaire performants. Pour cela, la directive européenne 2010/30/UE impose un étiquetage énergétique à tous les générateurs et ballons de stockage. L'objectif de cette directive est, d'une part, de réduire drastiquement les impacts environnementaux et d'autre part, sensibiliser le particulier sur ces nouveaux produits. Il faut donc s'orienter vers des équipements de classe A+ à A+++ (classes 5 à 7 étoiles pour le chauffage bois), qui concilient grande efficacité énergétique et faible consommation.

Pompe à chaleur air - eau (PAC)

Les pompes à chaleur sont de plus en plus plébiscitées par les français. Elles captent les calories naturelles du sol, de la nappe phréatique ou de l'air et les transfèrent, via un échangeur, vers un fluide caloporteur. Aujourd'hui, les systèmes sont classés en fonction de leur coefficient saisonnier (SCOP), calculé sur toute la période de chauffage. La classe énergétique des meilleurs PAC est A+++ . En outre, il existe des systèmes hybrides. La PAC fournit le chauffage en demi-saison (rendement élevé) et passe le relais à la chaudière gaz lorsque les températures extérieures sont basses (température de consigne en dessous de 5°C). Cependant, Ce dispositif détériore sensiblement le bilan carbone de l'équipement puisqu'il utilise une énergie fossile. Les

performances des PAC sont d'autant plus élevées que l'écart entre les sources froides (T° extérieure) et chaudes (T° départ eau chaude) est faible. C'est pourquoi elles alimentent le plus souvent des émetteurs basses températures comme les planchers chauffants.

La pompe à chaleur haute température assure non seulement le chauffage mais également la production d'eau chaude sanitaire. Son rendement est nécessairement plus faible puisqu'elle doit produire une eau chaude sanitaire à 55°C.

Enfin, elle peut être intégrée à une VMC double flux . La sortie d'air vicié de la VMC est dirigée vers l'échangeur. Les températures sont donc toujours positives (abstraction de la résistance électrique pour le dégivrage).

AVANTAGES

- + Très économique si l'isolation du bâtiment est performante et si les émetteurs sont basse température.
- + Système beaucoup plus modulable que les chaudières.
- + Pas d'élément de stockage.

INCONVENIENTS

- Présence de fluides frigorigènes néfaste pour l'environnement.
- Performance liée aux températures extérieures.
- Fragilité des compresseurs et coûts d'installation relativement élevés.

Les réseaux sanitaire et de chauffage

Les constructions anciennes possèdent, pour la plupart, des réseaux d'eau en acier galvanisé (couche de protection en zinc) pour le sanitaire et en acier "noir" pour le chauffage. Ils sont de moins en moins utilisés dans les installations sanitaires en raison du risque de corrosions important à l'intérieur de la canalisation au fil du temps, rendant l'eau impropre à la consommation.

Néanmoins, si l'on souhaite conserver le réseau existant, il convient de s'assurer de l'état de vétusté de la canalisation en contrôlant :

- La présence de nodosités localisées sous les tuyaux qui dénote la présence de corrosion interne ;
- La présence de fuites au droit des raccords vissés ;
- La coloration de l'eau (rouge = présence de rouille) ;
- La présence de matériaux différents (cuivre en parti-

culier) au niveau des raccords.

Il faudra également vérifier l'adaptabilité de l'ancien réseau avec le nouveau générateur (PAC, chaudière à condensation...). Les anciennes chaudières fonctionnaient en thermosiphon, l'eau chaude circulait en raison des différences de température de départ et de retour. Pour permettre une bonne circulation dans le circuit de chauffage, il fallait une eau de départ à 90°C. Cette solution était peu économe en énergie.

Ces réseaux de chauffage disparaissent peu à peu au profit du cuivre (prix en constante augmentation), des tubes en PolyEthylène Réticulé (PER) ou multicouches. Ces derniers, possèdent de nombreux avantages comme la simplicité de la mise en oeuvre et l'absence de raccord intermédiaire. Enfin, si l'on utilise le réseau de chauffage existant, son désembouage est indispensable.

Chaudière et poêle à granulés

Ces équipements de chauffage fonctionnent de manière autonome et possèdent une régulation précise. Ils utilisent comme source d'énergie des pellets qui proviennent essentiellement de résidus (sciure et copeaux) des scieries. Le poêle, particulièrement adapté en chauffage d'appoint, permet essentiellement de chauffer les pièces situées à un même étage, souvent au rez-de-chaussée. Les chaudières granulés à condensa-

tion bénéficient des performances identiques à leurs homologues alimentées au gaz ou au fioul. Leur bruleur module la puissance de chauffe en fonction de la température extérieure.

Toutefois, le stockage des pellets et le gabarit de la chaudière demandent un espace conséquent. Les granulés ont l'avantage, comparativement au bois de chauffage, d'avoir une masse volumique supérieure et un faible taux d'humidité. Leur pouvoir calorifique est donc très élevé.

AVANTAGES

- + Combustible très économique.
- + Respectueux de l'environnement.
- + Equipement très performant (rendement > 95%).

INCONVÉNIENTS

- Disponibilité du combustible proche du domicile.
- Encombrement
- Coût de l'installation (entre 15000€ et 25000€).

Chaudière bois à gazéification

La chaudière bois à gazéification utilise un processus qui décompose le bois en gaz combustible. Cette technologie leur confère des performances élevées (rendement supérieur à 90%). Elle dispose d'une chambre à combustion inversée (haute température), d'une régulation électronique, d'un allumage et nettoyage automatique. Leur autonomie, en période de chauffage, est comprise entre 12H et 24H suivant la qualité du combustible employé et son taux d'humidité. Elle génère également une faible quantité de cendre. Il faut en priorité choisir un bois avec une masse volumique élevée (chêne, charme, hêtre...) avec une teneur en eau la plus faible possible. Ainsi, un bois avec 30% d'humidité perdra 40% de son pouvoir calorifique. Ce système de chauffage nécessite également la mise en place d'un ballon tampon afin d'accumuler l'énergie thermique en surplus générée par le brûleur. La chaudière bois peut donc répondre à l'ensemble des besoins, chauffage et eau chaude sanitaire, des occupants du logement.

Les émetteurs

Plus la température de l'eau dans le radiateur est basse, plus ses dimensions devront être importantes. Ainsi, le plancher chauffant offre de nombreux atouts, notamment une répartition uniforme de la chaleur au niveau du sol. Toutefois, son inertie élevée ne lui permet pas de gérer les apports solaires dans la journée. Un phénomène de surchauffe apparaît. Sa mise en place peut également être problématique en raison de la faible profondeur des fondations du bâti ancien (détail à vérifier avant de réaliser les travaux).

Pour éviter la pose de radiateurs avec des surfaces imposantes, la température de l'eau devra être comprise entre 40°C et 50°C. Il faudra veiller à ne pas installer d'émetteurs en aluminium sur un réseau en acier existant afin d'éviter leur corrosion par électrolyse. Il est possible de conserver les anciens radiateurs en fonte et de les faire fonctionner en basse température sachant qu'ils étaient surdimensionnés. De part de leur inertie, ils procurent une chaleur douce et s'intègrent parfaitement dans une architecture patrimoniale.



Quel que soit le choix du mode de chauffage retenu, il faut impérativement réaliser un calcul de dimensionnement de la puissance nécessaire pour assurer le confort en hiver et produire une eau chaude sanitaire convenable aux occupants. La puissance doit être adaptée à la surface du logement, au degré d'isolation de l'enveloppe et à son étanchéité. La régulation joue également un rôle prépondérant puisqu'elle permet d'ajuster la température intérieure du logement en fonction des conditions climatiques extérieures.

Remarques

- ▶ La pose d'une pompe à chaleur demande une installation électrique conséquente (puissance du compteur souvent > à 12 kW).
- ▶ L'unité extérieure de la pompe à chaleur doit être placée de façon à ne pas dénaturer l'intérêt patrimonial du bâti.
- ▶ La ventilation double flux peut également être équipée de bouches de soufflage chauffantes (résistance intégrée).
- ▶ Les foyers et les poêles à bûches font partis des équipements de chauffage les plus économiques s'ils sont entretenus régulièrement. Ils peuvent se substituer aux systèmes techniquement plus innovants. Dans ce cas, il faut s'orienter vers des appareils labélisés "flamme verte" 7 étoiles voire plus. Le bois est disponible partout en France. Ce choix conviendrait naturellement pour des maisons rurales. Cependant, il faut disposer d'une zone de stockage. Le rangement et le transport des bûches demandent beaucoup de manipulations. De plus, ce moyen de chauffage ne bénéficie pas d'automatisation. Le chargement manuel devient, à long terme, fastidieux.

Pour aller plus loin...

- Site internet du CREBA
- Chaîne YouTube RebatBio
- Site internet Envirobat Centre
- Fiches Atheba
- Fiches Hygroba
- Fiches Maisons paysannes de France (MPF)
- Outil SCIBBA - Oikos

Contacts utiles

Pour vous aider dans la rénovation énergétique de votre habitat ancien

- Les CAUE : Bourges (18), Mainvilliers (28), Châteauroux (36), Tours (37), Blois (41) et Orléans (45)
- Les Unités Départementales de l'Architecture et du Patrimoine (UDAP) : Bourges (18), Chartres (28), Châteauroux (36), Tours (37), Blois (41) et Orléans (45)
- Espaces FAIRE : Trouvez votre espace conseil FAIRE et l'annuaire des conseillers sur le site <https://www.faire.gouv.fr> ou guichet unique national au 0 808 800 700
- Les délégations locales de Maisons Paysannes de France : Massay (18), Crécy-Couvé (28), Saint-Pierre-de-Jards (36), Louestault (37), Cour-sur-Loire (41), Olivet (45)
- Les Parcs Naturels Régionaux : Brenne, Loire Anjou Touraine et Perche

Glossaire

Analyse cycle de Vie : méthode qui permet d'évaluer les impacts environnementaux associés à toutes les étapes de la vie d'un produit, c'est-à-dire de l'extraction des matières premières à l'élimination ou au recyclage, en passant par le traitement des matériaux, la fabrication, la distribution, l'utilisation, la réparation et l'entretien.

Arbalétrier : élément de ferme incliné suivant la pente du comble et recevant les pannes > SCHEMA 1 et 2.

Aisselier : pièce oblique destinée à soulager une pièce horizontale en prenant appui sur une pièce verticale. Visible en façade dans les constructions en encorbellement > SCHEMA 1 et 2.

Blochet : pièce de bois posée au sommet du mur, liant les sablières, l'arbalétrier et la jambe de force.

Bois courts : pièce verticale principale de la hauteur d'un niveau d'habitation. La technique du bois court favorise par exemple la réalisation d'encorbellement.

Bois longs : pièce verticale principale montant sur plusieurs niveaux.

Chevêtre : pièce de bois horizontale assemblée entre deux solives ou entre deux murs en équerre, recevant des solives raccourcies pour ménager une trémie.

Chevron : pièce de bois équarrie soutenues par les pannes, et qui supporte des liteaux ou voliges > SCHEMA 1 et 2.

Clayonnage : armature en bois des murs employée dans la technique du torchis.

Colombage : terme parfois utilisé comme synonyme de pan de bois.

Conductivité thermique : propriété physique qui traduit la capacité d'un matériau à transmettre la chaleur par conduction. La chaleur se propage à l'intérieur du matériau de particule à particule. C'est une donnée intrinsèque à chaque matériau qui caractérise donc uniquement ses performances isolantes.

Coefficient Sd : caractérise la résistance à la diffusion de vapeur d'eau d'un produit. Elle s'exprime en mètre et plus sa valeur est grande, moins il laissera l'humidité le traverser.

Confortement : renforcement d'un ouvrage qui risque de s'effondrer.

Contrefiche : lien d'une ferme, portant sur un poinçon et soulageant un arbalétrier, avec lequel il est généralement en équerre > SCHEMA 1.

Contreventement : système destiné à assurer la stabilité globale d'un ouvrage vis-à-vis des effets horizontaux issus des éventuelles actions sur celui-ci (par exemple : vent, séisme, choc, etc.).

Corbeau : semblable à un aisselier plein, fonction identique > SCHEMA 2.

COV : Composés Organiques Volatiles. Ils peuvent facilement se trouver sous forme gazeuse dans l'atmosphère. Ils constituent une famille de produits très large, les plus connus sont le butane, le toluène, l'éthanol (alcool à 90°), l'acétone et le benzène que l'on retrouve dans l'industrie, le plus souvent sous la forme de solvants organiques (par exemple, dans les peintures ou les encres).

Coyau : petite pièce oblique d'un versant de toit, portant sur le bas des chevrons et adoucissant la pente du versant dans sa partie basse > SCHEMA 1.

Croix de Saint André : structure composée de deux pièces obliques formant un X destiné au

contreventement d'une structure > SCHEMA 2.

Décharge : pièce oblique de l'armature secondaire assemblée entre deux pièces de bois horizontales qui transmet les charges verticales > SCHEMA 2.

Déphasage thermique : capacité des matériaux composant l'enveloppe de l'habitation à ralentir les transferts de chaleur, notamment du rayonnement solaire estival.

Echantignole : cale triangulaire en bois fixée sur l'arbalétrier d'une ferme pour maintenir les pannes dans leur position > SCHEMA 2.

Écharpe (ou guette) : pièce secondaire de contreventement > SCHEMA 2.

Eclisse : pièce simple d'assemblage, destinée à immobiliser plusieurs parties mobiles d'un ensemble ou à rigidifier et supporter un corps mou ou flexible.

Encorbellement : volume d'un étage dépassant de l'alignement du niveau inférieur, le plus souvent soutenu par une console ou un corbeau > SCHEMA 2.

Énergie grise : aussi appelée énergie intrinsèque, l'énergie grise est cachée, indirecte. Elle regroupe toutes les énergies dépensées et consommées pour créer un produit, l'emballer, le transporter vers les sites de distribution, le stocker, le distribuer, le vendre, l'utiliser, l'entretenir, puis le recycler lorsqu'il est en fin de vie.

Entrait : pièce maîtresse horizontale d'une ferme dans laquelle sont assemblés les pieds des arbalétriers. Posé sur les sablières ou au sommet des murs > SCHEMA 1.

Entretoise : pièce de bois que l'on assemble ou que l'on cloue entre deux autres, pour maintenir leur écartement, les raidir et les empêcher de gauchir > SCHEMA 2.

Entrevous : intervalle entre les solives d'un plancher ou les poteaux d'une cloison, qu'on remplit de maçonnerie ou qu'on couvre seulement d'un enduit sur lattes. Espace compris entre deux pièces de bois consécutives.

Enture : jonction de deux pièces de bois placées dans le prolongement l'une de l'autre, au moyen d'assemblages de profils divers.

Essente ou (bardeau) : petit élément de revêtement permettant de protéger des intempéries les toitures et les façades.

FDES : Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire. Document normalisé qui présente les résultats de l'Analyse de Cycle de Vie d'un produit ainsi que des informations sanitaires dans la perspective du calcul de la performance environnementale et sanitaire du bâtiment pour son éco-conception.

Ferme : ensemble de pièces comportant un couple de chevrons ou/et d'arbalétriers, et assemblées dans un même plan vertical.

Feuillure : profil en forme d'angle rentrant, pratiqué longitudinalement sur l'arête d'une pièce de bois.

Flambement ou flambage : déformation d'une pièce longue sous l'effet de la compression.

Frein vapeur hygrovariable : membrane souple assurant l'étanchéité à l'air du bâtiment et ayant une perméance variable à la vapeur d'eau selon le taux d'humidité.

Hérisson ventilé : une circulation d'air est créée sous la dalle de rez-de-chaussée sur terre plein, grâce à un drain d'air positionné dans un lit de grosses pierres dressées les unes à côté des autres, comme les pics d'un hérisson. Il permet d'éviter les remontées capillaires dans les murs

et libère les soubassements d'un excès d'humidité.

Hourdis : remplissage de brique, de plâtre, de torchis [...] disposé entre les pièces d'un pan de bois ou d'un plancher.

Hygrométrie : mesure du degré d'humidité de l'atmosphère.

Hygrothermie : caractérise la température et le taux d'humidité de l'air ambiant d'un local.

Insectes xylophages : insectes qui se nourrissent de bois.

Jambes de force : pièce de charpente placée en partie inférieure d'un chevron ou d'un arbalétrier pour le soutenir.

Lattis : ensemble des lattes clouées sur des pièces de bois. Sur une paroi en pan de bois, le lattis peut recevoir un enduit. Le lattis fixé sur les chevrons d'une charpente de toit reçoit les matériaux de couvertures.

Liteau : produit rectangulaire du sciage du bois il est cloué ou vissé sur les éléments composant la charpente et est destiné à recevoir le ou les matériaux de couverture > SCHEMA 1 et 2.

Linteau : bloc de pierre, pièce de bois ou de métal couvrant une baie et présentant une face inférieure plane et dégagée > SCHEMA 2.

Lucarne : ouvrage construit sur un toit ou un pan de mur et permettant d'accéder au comble ou de l'éclairer.

Matériau biosourcé : matériau issu de la biomasse végétale ou animale.

Meneau : pièce de bois verticale placée au centre d'une baie > SCHEMA 2.

Moise : assemblage de deux pièces de bois jumelles autour d'une autre pièce.

Mortaise : c'est une entaille en longueur dans une pièce de bois de charpenterie, ou de menuiserie, pour recevoir un tenon > SCHEMA 3.

Mur gouttereau : mur portant une gouttière ou un chéneau terminant le versant de toiture et recevant les eaux par opposition au mur pignon > SCHEMA 1 et 2.

Noeu : ligne formée par la rencontre de deux versants de toiture formant un angle rentrant.

Palançon : chacune des pièces de bois qui retiennent un torchis.

Pan de bois : ensemble des pièces de charpente assemblées dans un même plan. Ouvrage dont la structure est composée d'une ossature principale en charpente assemblée, et qui reçoit un remplissage appelé hourdis (maçonnerie légère : brique, torchis, pierre, plâtre, etc.).

Panne : pièce horizontale d'un versant de toit posée sur les arbalétriers et portant les chevrons > SCHEMA 1 et 2.

Panne faîtière : pièce maîtresse de charpente posée sous l'arête supérieure d'un toit. Le faîtage relie les fermes entre elles, participe au contreventement de la charpente et supporte la tête des chevrons > SCHEMA 1.

Panne Sablière : pièce horizontale posée sur l'épaisseur d'un mur dans le même plan que celui-ci (sablière de toiture, sablière de plancher, de sol) > SCHEMA 1 et 2.

Pisé : maçonnerie en terre argileuse mélangée de paille hachée, qu'on coule entre des planches de bois appelées banches.

Portée : distance comprise entre les axes de deux points d'appui d'une pièce ou d'un élément de structure.

Poser de chant : placer sur sa face la plus étroite une brique ou un madrier et, dans un sens contraire, poser de plat.

Potelet : pièce de bois verticale secondaire > SCHEMA 2.

Poutre : Pièce de charpente d'un fort équarrissage, qui, dans un bâtiment, sert à porter les travées d'un plancher.

Pied-droit ou Piedroit : montant portant le linteau de la baie > SCHEMA 2.

Poinçon : poteau d'une ferme joignant le milieu de l'entrait à la rencontre des arbalétriers > SCHEMA 1.

Poteau cornier (ou poteau d'angle) : poteau d'angle de deux murs de façade > SCHEMA 2.

Refend : mur de refend, mur porteur fondé et formant une division intérieure. Le mur de refend peut monter jusqu'au comble et se terminer par un pignon.

Résistance thermique (ou coefficient R) : fait intervenir l'épaisseur de la paroi ou du matériau pour caractériser le passage du flux de chaleur : exprime le rapport entre l'épaisseur et la conductivité thermique. Plus le R est grand et plus le matériau est isolant.

Soubassement (ou solage) : muret de maçonnerie de moins d'un mètre de hauteur servant de fondation aux pans de bois. Permet de préserver le bois de l'humidité > SCHEMA 2.

Solives : pièces horizontales d'un plancher posées à distance régulière les unes des autres sur lesquelles on établit l'aire du parquet, du carrelage, etc

Surcroît : partie supérieure des murs de façade dépassant du plancher des combles, destinée à accueillir la couverture.

Suspente : représentent chacun des points d'accrochage qui soutiennent et relient une ossature à un plafond.

Tenon : extrémité (about) d'une pièce de bois taillée de manière à pénétrer dans une mortaise > SCHEMA 3.

Tirant : tige métallique servant à relier deux éléments et à empêcher leur écartement. Ses extrémités sont souvent munies d'ancres.

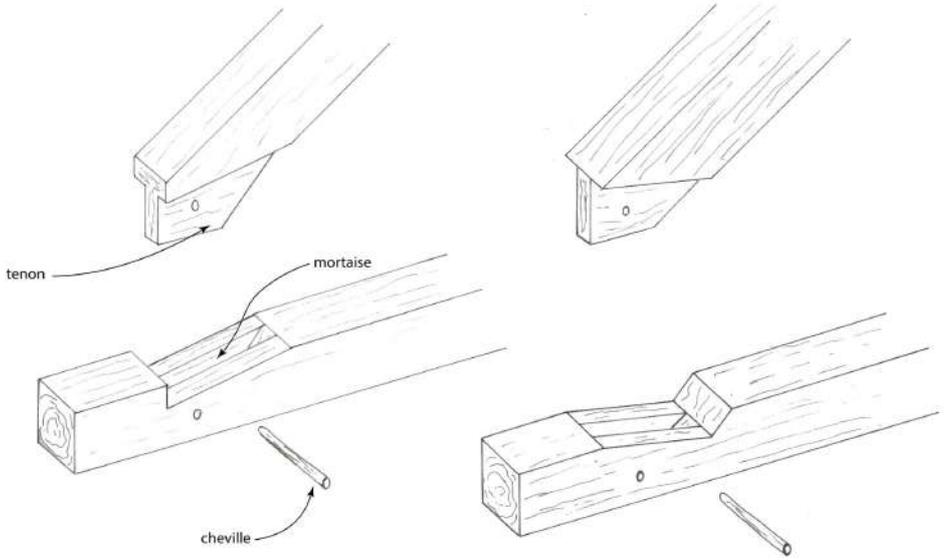
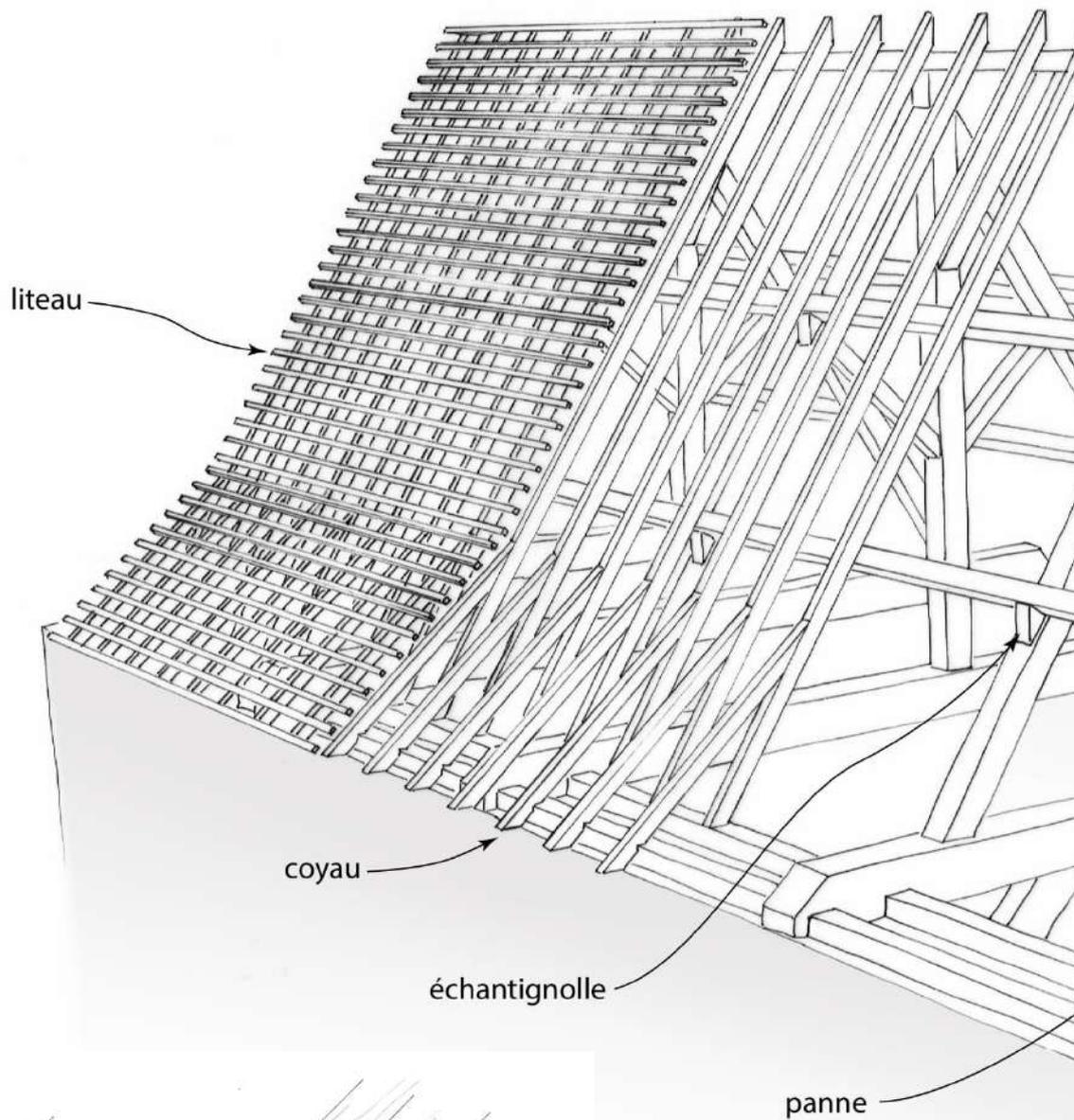
Torchis : espèce de mortier fait de terre argileuse mêlée à des fibres végétales et parfois du sable lorsque l'argile est trop grasse > SCHEMA 2.

Tournisse : poteau vertical de remplissage qui relie une sablière à une écharpe ou à une décharge > SCHEMA 2.

Trémie : espace réservé dans un plancher pour placer une cheminée ou, par extension, pour donner passage à un conduit de cheminée, à un escalier.

Volige : fixées l'une à côté de l'autre sur les , les voliges sont destinées à réaliser un plancher continu pour supporter les matériaux de de toiture.

Voligeage : ensemble de voliges posées. Les ardoises sont clouées sur un voligeage.



Assemblage à tenon et mortaise avec embrèvement arrière

Schéma n°3

Assemblage à tenon et mortaise avec embrèvement avant

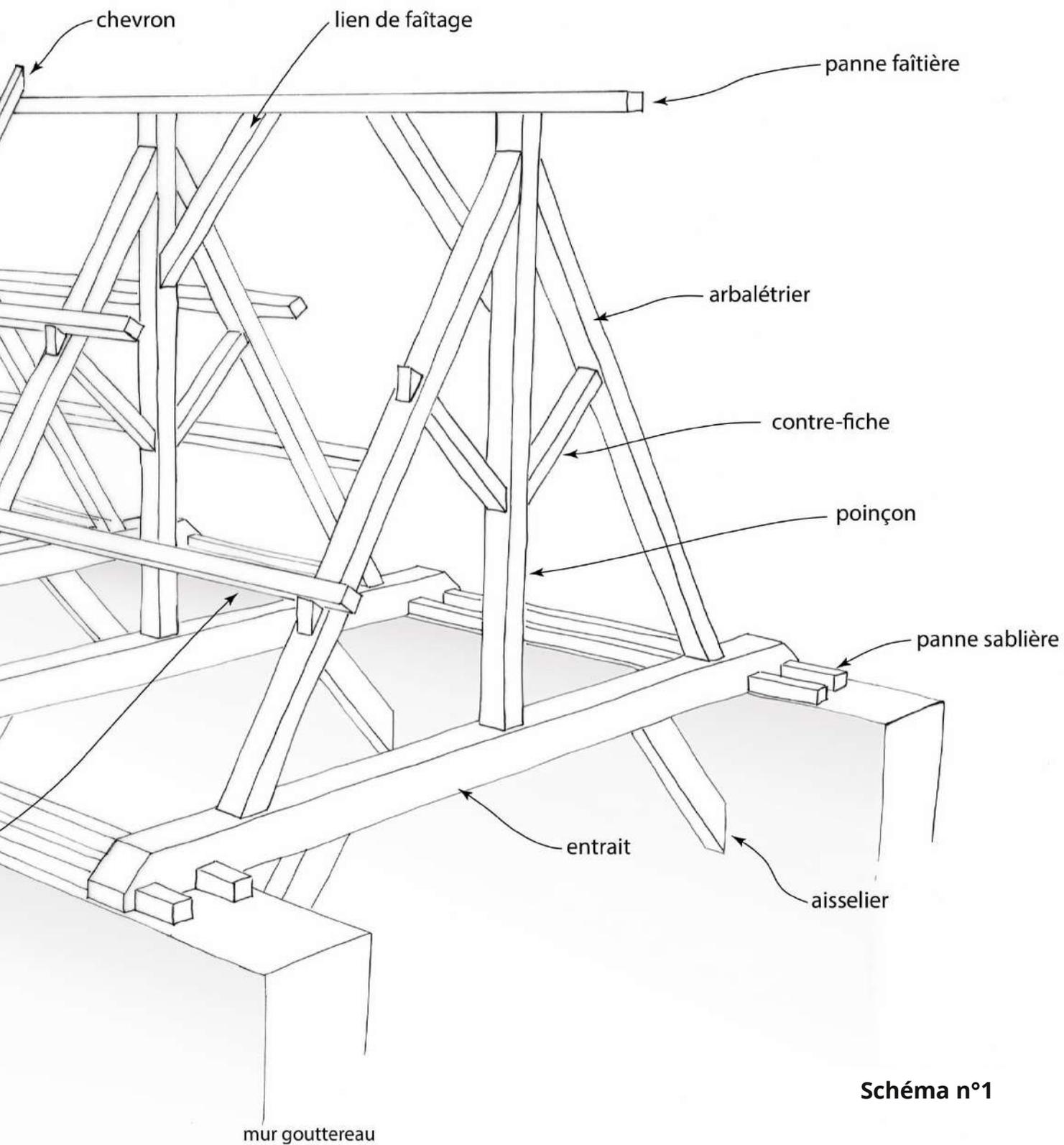


Schéma n°1

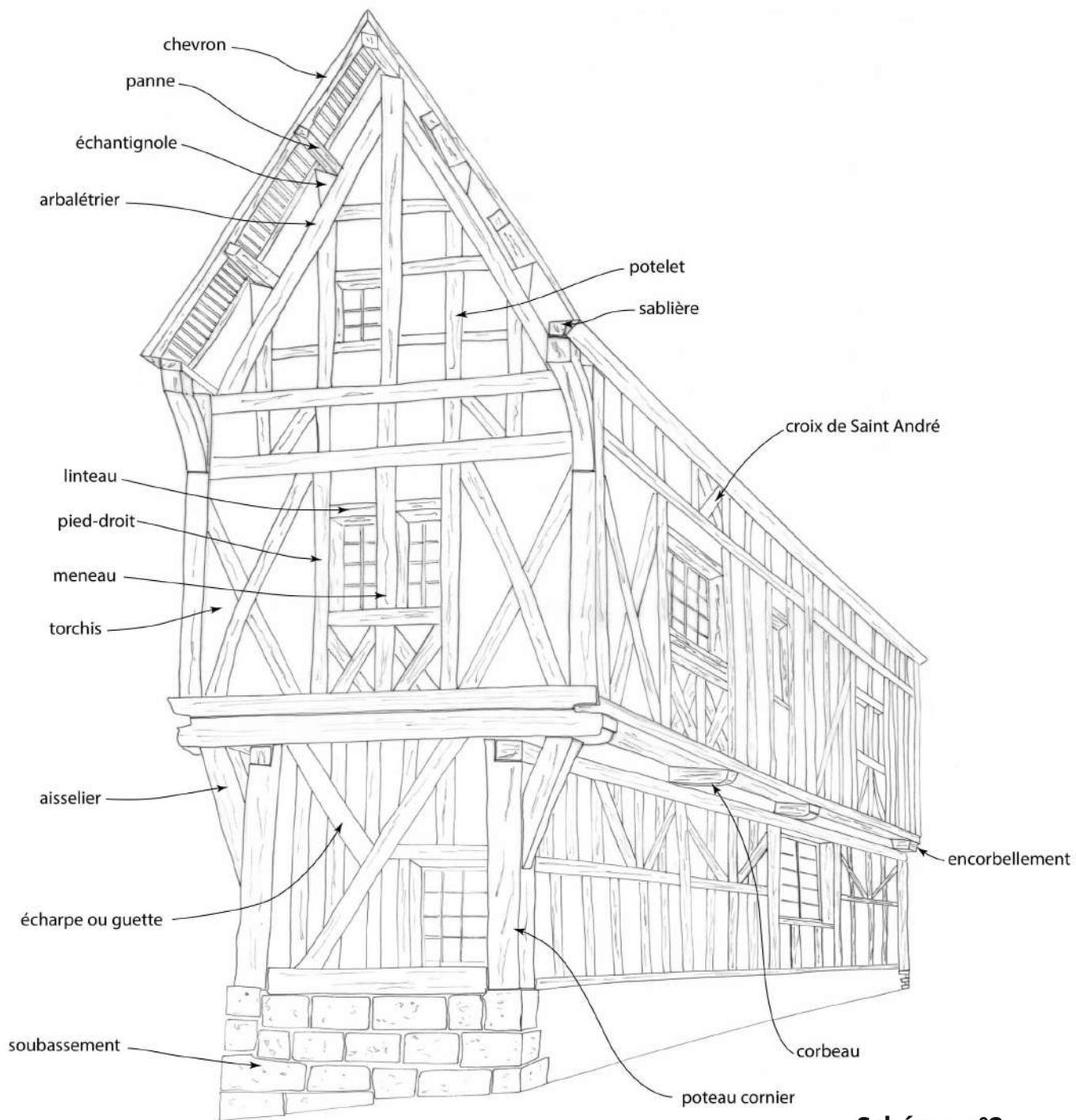


Schéma n°2

COMITÉ RÉDACTEUR

Manon ARNOULD

Fabienne AUDEBRAND

Hugues BOUTFOL

Caroline DOLACINSKY

Angélique GOBLET

Céline MENDEZ

Stéphanie ORENGO

Claudie PLISSON

DESSINS

Angélique GOBLET

Antoine Kaars

SCHÉMAS

Hugues BOUTFOL

MISE EN PAGE

Hugues BOUTFOL

Céline MENDEZ

IMPRESSION

Imprimerie Corbet

RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DE L'HABITAT ANCIEN EN RÉGION CENTRE-VAL DE LOIRE



Direction régionale
des affaires culturelles



maisons
paysannes
centre-val
de loire



Avec la participation de



- JUIN 2021 -