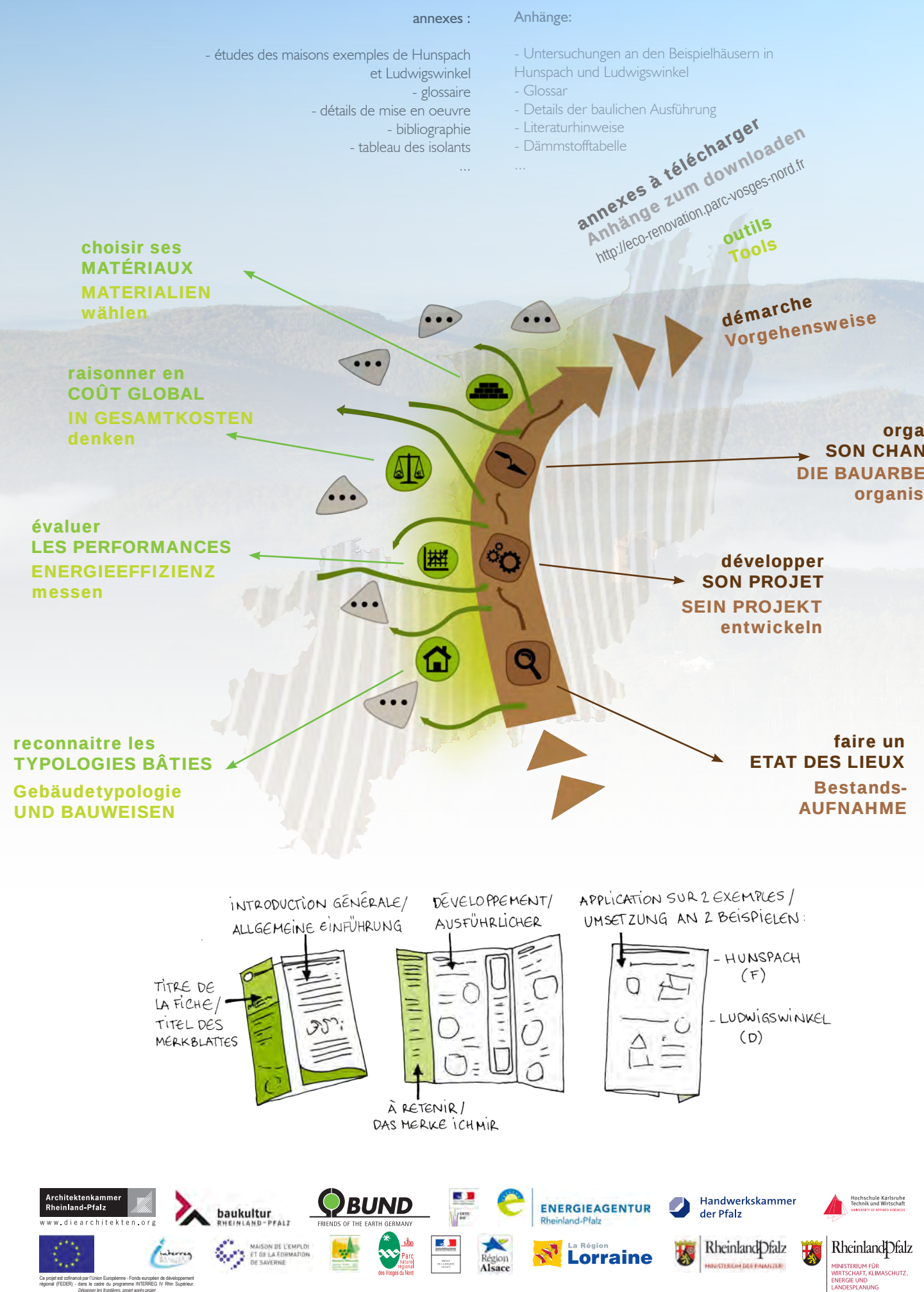


contenu / Inhalt :
Panoptique - F. Liermann
Solares Bauen - C. Bouchon
Vade'mecum - V. Distretti
Atrium - P. Kelvink
traduction / Übersetzung :
Imme Bergmaier
photographies / Fotos :
SYCOPARC
Julien Prinnet
Rüdiger Maul
François Liermann
Best Of Wandern - T. Bichler
graphisme / Grafische Gestaltung :
Ania Klukowski + Michel Grasso

Merci aux propriétaires des deux bâtiments de référence et aux membres du comité technique de l'élaboration du guide pour leurs contributions :

Wir danken den Eigentümern der beiden Beispielhäuser und den Mitgliedern des Technischen Ausschusses zur Erarbeitung des Leitfadens für ihre Beiträge:

Architektenkammer Rheinland-Pfalz,
Bund für Umwelt und Naturschutz,
CETE de l'EST,
DREAL Alsace,
Energieagentur Rheinland-Pfalz
et la Région Alsace.



Ökologische Sanierung von alten Häusern
im Biosphärenreservat Vosges du Nord / Pfälzerwald



L'éco-rénovation des maisons traditionnelles

DANS LA RÉSERVE DE BIOSPHÈRE VOSGES DU NORD / PFÄLZERWALD

organiser son projet de rénovation et rénover efficacement et durablement

Ökologische Sanierung von alten Häusern

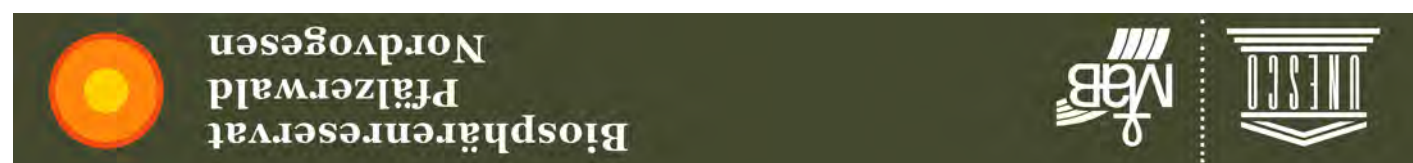
IM BIOSPHÄRENRESERVAT VOSGES DU NORD / PFÄLZERWALD

Ein Sanierungsvorhaben organisieren, wirksam und nachhaltig sanieren



**BAUEN
IM BESTAND
HABITEN
LE PATRIMOINE**

L'éco-rénovation des maisons traditionnelles
dans la réserve de biosphère Vosges du Nord / Pfälzerwald



MAISON DU PARC
château - BP 24
F - 67290 La Petite Pierre
tél. 03.88.01.49.59 - fax. 03.88.01.49.60
email : contact@parc-vosges-nord.fr
<http://eco-renovation.parc-vosges-nord.fr>

NATURPARK PFÄLZERWALD
Franz-Hartmann-Straße 9
67466 Lambrecht (Pfalz)
Telefon: 06325/9552 - 0
Telefax: 06325/9552 - 19
<http://www.pfaelzerwald.de/>

Le patrimoine bâti de la Réserve mondiale de Biosphère est reconnu. Il contribue au prestige et à l'attractivité de ce territoire. Face au changement climatique et aux obligations d'économies d'énergie qui en découlent, la préservation et la transmission de cet héritage posent de nombreux défis. Comment démontrer aux habitants que l'on peut rénover une maison ancienne tout en valorisant ses spécificités patrimoniales et en l'adaptant aux besoins actuels de confort de vie ?

Ce guide vise à apporter un certain nombre de réponses techniques et méthodologiques. Il doit également permettre à chacun d'appréhender les conséquences de ses choix sur la qualité de vie et la performance énergétique finale du bâtiment.

En valorisant des savoir-faire artisanaux parfois uniques, il ouvre également la réflexion sur l'économie locale, valorise le travail en équipe et l'utilisation de ressources locales.

Ce guide est une contribution à ces réflexions capitales et dans lesquelles sont particulièrement investies les Régions Alsace et Lorraine que je remercie ici pour leur soutien, ainsi que l'ensemble des partenaires ayant contribué à cet enrichissant exercice transfrontalier.

Michaël Weber - Président du SYCOPARC

La vocation du présent Guide « Vivre dans la réserve de biosphère » est de proposer des idées concernant la rénovation énergétique du patrimoine bâti et d'inciter à apprendre les uns des autres.

Dans la seule Rhénanie-Palatinat, 1,2 millions de logements sur un total de 1,8 nécessitent une rénovation ; les trois quarts des bâtiments résidentiels ont plus de 30 ans. Ces logements doivent être adaptés aux futurs besoins démographiques et énergétiques et leur confort amélioré, tout en respectant le patrimoine bâti régional.

La rénovation de notre parc immobilier résidentiel recèle un grand potentiel en termes de performances énergétiques, en même temps qu'elle offre des opportunités économiques. Le projet transfrontalier doit contribuer à relever ensemble ces défis, au sein de la région « Pfälzerwald – Vosges du Nord ». Ce Guide constitue un outil pour la mise en pratique de cette démarche.

Dr. Carsten Kühl
Ministre des Finances Rhénanie-Palatinat
Eveline Lemke
Ministre de l'Economie, de la Protection du climat, de l'Energie
et de la Planification du territoire Rhénanie-Palatinat

Les réserves de biosphère transfrontalières agréées par l'UNESCO accomplissent différentes missions au-delà des frontières nationales : établir des partenariats pérennes pour un développement durable, promouvoir la préservation du patrimoine culturel et historique, coopérer pour relever des défis globaux tels que le changement climatique, échanger savoirs et expériences en intégrant activement aussi des acteurs privés, trouver des solutions pouvant servir d'exemple au niveau international et pouvant perdurer et assurer, par-delà des frontières politiques, la protection des ressources naturelles indispensables aux futures générations.

A travers ce guide bilingue et respectueux de nos particularités culturelles, le Pfälzerwald et les Vosges du Nord, en étroite coopération avec un grand nombre de partenaires compétents et impliqués, abordent toutes les facettes d'un sujet très complexe et de grande actualité, ayant une influence directe sur le quotidien des habitants de la réserve de biosphère.

Souhaitons que le présent ouvrage soit diffusé le plus largement possible, sur l'ensemble de notre territoire. Puisse-t-il servir, des deux côtés de la frontière, comme document de base permettant de pousser encore plus loin l'étude du sujet et de déclencher des actions concrètes.

Rolf Künne - Président du Naturpark Pfälzerwald

Das baukulturelle Erbe im internationalen Biosphärenreservat genießt allgemeine Anerkennung. Es trägt zur Bekanntheit und Attraktivität dieser Region bei. Angesichts des Klimawandels und der sich daraus ergebenden Notwendigkeit, den Energieverbrauch zu reduzieren, sieht man sich vor zahlreiche Herausforderungen gestellt, wenn man dieses Erbe wahren und weitergeben möchte. Wie soll man den Bewohnern deutlich machen, dass es möglich ist, ein altes Haus zu sanieren und dabei sowohl seine baukulturellen Besonderheiten zu erhalten als auch den heutigen Komfortansprüchen Rechnung zu tragen?

Der vorliegende Leitfaden soll hier fachlich und methodisch weiterhelfen. Er soll weiterhin jedem Einzelnen vor Augen führen, wie sich seine Entscheidungen auf die Wohnqualität und die anzustrebende Energieeffizienz des Hauses auswirken.

Er rückt handwerkliches – zuweilen einzigartiges - Können ins Blickfeld, regt dadurch auch zum Nachdenken über lokale Wirtschaftsstrukturen an und plädiert für Teamarbeit und die Nutzung heimischer Materialien.

In diesem Sinne liefert dieser Leitfaden einen Beitrag zu grundlegenden Themen, für die sich die Regionen Elsass und Lothringen besonders engagiert einsetzen. Ihnen und allen Partnern, die zu diesem bereichernden, grenzüberschreitenden Projekt beigetragen haben, möchte ich an dieser Stelle ganz herzlich danken!

Das vorliegende Handbuch „Wohnen im Biosphärenreservat“ möchte Anregungen für das energetische Sanieren im Bestand liefern und auffordern, voneinander zu lernen.

Allein von 1,8 Mio. Wohnungen in Rheinland-Pfalz sind rund 1,2 Mio. renovierungsbedürftig und drei Viertel der Wohngebäude älter als 30 Jahre. Diese Gebäude müssen unter Berücksichtigung der regionalen Baukultur an die zukünftigen demografischen und energetischen Ansprüche angepasst und die Wohnqualität gesteigert werden.

In der Sanierung unserer Wohngebäude stecken große Energieeffizienzpotenziale aber auch große wirtschaftliche Chancen. Das grenzüberschreitende Projekt soll dazu beitragen, diese Aufgaben in der Region „Pfälzerwald – Vosges du Nord“ gemeinsam anzugehen. Hierzu soll dieses Handbuch eine Hilfe geben.

Dr. Carsten Kühl
Minister der Finanzen Rheinland-Pfalz
Eveline Lemke
Ministerin für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung

Die grenzüberschreitenden, von der UNESCO anerkannten Biosphärenreservate erfüllen verschiedene über nationalstaatliche Grenzen hinwegreichende Aufgaben: Begründung von dauerhaften Partnerschaften zugunsten einer nachhaltigen Entwicklung, Förderung der Wahrung des kulturellen und historischen Erbes, Zusammenarbeit in Fragen globaler Herausforderungen wie dem Klimawandel, Wissens- und Erfahrungsaustausch unter aktiver Einbindung auch privater Akteure, Suche nach Lösungen, die auch international als Beispiel dienen können und die – über alle politischen Grenzen hinweg - den langfristigen Schutz der natürlichen Ressourcen zugunsten der nachfolgenden Generationen sicherstellen helfen.

In diesem zweisprachigen, unsere jeweiligen kulturellen Besonderheiten berücksichtigenden Leitfaden nehmen sich der Pfälzerwald und die Vosges du Nord aller Facetten eines sehr komplexen und brandaktuellen Themas an, das sich direkt auf den Alltag der Bewohner des Biosphärenreservates auswirkt. Dabei arbeiten sie eng mit einer Vielzahl kompetenter, engagierter Partner zusammen.

Es ist zu hoffen, dass dieses Handbuch überall hier im Biosphärenreservat möglichst breit angenommen wird. Es könnte – und das wünschen wir uns – auf beiden Seiten der Grenze als Grundlage für eine noch weiterführende Beschäftigung mit dem Thema und für konkretes Handeln dienen.

Rolf Künne - Vorsitzender des Verein Naturpark Pfälzerwald, e.V.

La réserve de biosphère Vosges du Nord – Pfälzerwald a été reconnue en décembre 1998 par l'UNESCO, en application de son programme « Homme et Biosphère ».

Ce territoire de plus de 300 000 ha d'un seul tenant et de plus de 235 000 habitants repose sur le socle gréseux, qui prolonge le Massif Vosgien dans sa partie la plus septentrionale. 74% de la superficie de la réserve de biosphère est couvert de forêts dominées par trois espèces, le hêtre, le pin sylvestre et le chêne.

De Saverne à Kaiserslautern, on voit des montagnes entaillées de vallées parcourues de ruisseaux sur grès et ponctuées d'étangs artificiels. Ce territoire possède de très nombreuses richesses naturelles (tourbières, rochers, forêts) et culturelles (châteaux, églises, musées, maisons anciennes). Les activités économiques de la réserve de biosphère restent fortement marquées par leur ancrage aux ressources naturelles du territoire (bois, grès, verre et cristal, métallurgie).

Das Biosphärenreservat Pfälzerwald - Vosges du Nord wurde im Dezember 1998 von der UNESCO im Rahmen ihres Programms „Mensch und Biosphäre“ ausgewiesen.

Es umfasst ein zusammenhängendes Gebiet von über 300 000 Hektar, in dem mehr als 235 000 Menschen leben. Geologisch gesehen stellt der Buntsandsteinsockel, auf dem es liegt, eine Verlängerung der nördlichen Vogesen dar. Das Biosphärenreservat ist zu 74 Prozent bewaldet, die drei vorherrschenden Baumarten sind Buche, Kiefer und Eiche.

Von Saverne bis Kaiserslautern verlaufen seine Höhenzüge, durchzogen von Tälern, an deren Grund Bäche über den Sandsteinboden fließen, dazwischen immer wieder künstlich angelegte Teiche. Die Region verfügt über einen großen natürlichen Reichtum (Torfmoore, Felsformationen, Wälder) und zahlreiche kulturelle Schätze (Burgen, Kirchen, Museen, alte Häuser). Wirtschaftlich ist das Biosphärenreservats nach wie vor stark von seinen natürlichen Ressourcen geprägt (Holz, Sandstein, Glas und Kristall, Hüttenwesen).





pourquoi un guide sur L'ÉCO-RÉNOVATION ?

Valorisation du
patrimoine bâti

Maîtrise énergétique

AGIR ENSEMBLE :
professionnels et
particuliers



Le guide technique de l'éco-rénovation s'inscrit dans le cadre du **projet Interreg IV**, intitulé : « **Habiter dans la réserve de biosphère Vosges du Nord / Pfälzerwald : Énergie – Environnement – Patrimoine bâti régional** ».

La réserve de biosphère Vosges du Nord / Pfälzerwald comprend un **patrimoine bâti remarquable et homogène (avant 1948)**. Terre d'échanges d'une culture de la construction traditionnelle, **en pierre et en pans de bois**, elle est issue d'une intelligence de conception en lien avec **les spécificités d'un territoire et de ses ressources locales**. Lors d'interventions d'amélioration énergétique, le respect des modénatures et des techniques anciennes est souvent négligé. Ce qui entraîne une dégradation, voire une disparition de notre patrimoine. Un premier bilan a permis de distinguer que les deux territoires sont en avance dans des domaines complémentaires : la valorisation du patrimoine bâti pour les Vosges du Nord et l'économie d'énergie dans le bâtiment pour le Naturpark. **Aujourd'hui, l'économie d'énergie s'impose à tous, mais mettre en pratique le lien entre la maîtrise de l'énergie et le respect des techniques anciennes reste difficile. Pour lever cet obstacle, ce projet transfrontalier est l'opportunité d'aider les professionnels et les particuliers à adopter des procédés d'éco-rénovation.**



■ COMMENT CONCILIER *rénovation énergétique et revalorisation du patrimoine bâti ?*

La rénovation du bâti ancien oscille entre deux approches parfois **contradictoires** : d'un côté, la **préservation du patrimoine bâti** et des modes constructifs traditionnels et de l'autre, la **nécessité d'une rénovation énergétique** conventionnelle dans une logique écologique et d'économie de ressources.

Comment peut-on concilier de nos jours les enjeux patrimoniaux et les enjeux d'économie énergétique dans la rénovation des bâtiments construits avant 1948 ? Et comment réussir, dans le contexte de la mondialisation (mélange des représentations, achats de masse et surconsommation, banalisation du patrimoine), **le pari de trouver une expression contemporaine pour le bâti régional traditionnel ?**

■ COMMENT RÉPONDRE *à un manque de connaissances ?*

L'éco-rénovation nécessite avant tout de bien connaître son patrimoine bâti, de disposer d'une maîtrise solide de la physique de la construction et de connaître les matériaux et les techniques constructives existants. Plusieurs outils de travail doivent être mis en place pour pallier aux problèmes suivants :

Absence de diagnostic global du bâti

Lors de la réalisation de travaux, les propriétaires du bâti ancien sont confrontés à différents avis techniques, parfois subjectifs et intéressés, émanant des professionnels de la construction. N'ayant pas les connaissances techniques et patrimoniales suffisantes, ils sont inondés d'informations sans pour autant réussir à trouver l'information pertinente.

De plus, chaque problème est traité au cas par cas, sans prendre en considération le bâtiment dans son intégralité.

Des solutions techniques non adaptées au bâti ancien

L'absence de modèles et de logiciels de calculs prenant en compte les spécificités du bâti ancien (hygrométrie, inertie,...) a conduit à des solutions techniques surdimensionnées, coûteuses et non adaptées. Pour remédier à cette situation, une étude scientifique spécifique au bâti ancien s'impose.

■ **UN OUTIL** à créer pour réussir à diviser par 4 les consommations

Le guide technique de l'éco-rénovation sert de référence pour la démarche et les solutions techniques à mettre en œuvre lors de la rénovation d'un bâti ancien. L'accent est mis sur la cohérence des solutions techniques proposées par type de bâti, aussi bien du point de vue patrimonial que du point de vue énergétique.

Connaître les performances et le comportement énergétique des principaux types de bâtiments d'habitation existants dans la réserve de biosphère Vosges du Nord/Pfälzerwald.

Inciter les acteurs de la construction et les particuliers à avoir une réflexion d'ensemble lors de leurs interventions sur le patrimoine ancien (diagnostic complet et plan de maintenance du bâti).

Proposer des méthodes constructives avec des détails de mise en oeuvre :

- basées sur des données et une étude scientifique pour éviter des solutions techniques surdimensionnées et coûteuses,
- en adéquation avec les matériaux de construction du bâti ancien et avec les nouvelles demandes de confort et d'économie d'énergie,
- cohérentes selon les critères du coût, des bénéfices énergétiques et de la pérennité.

- **DES ENJEUX** *partagés au niveau national*

Le guide technique de l'éco-rénovation « Habiter dans la réserve de biosphère Vosges du Nord/Pfälzerwald : Énergie – Environnement – Patrimoine bâti régional » contribue aux **objectifs généraux du Grenelle de l'environnement de réduire la consommation énergétique du parc bâti en France**. Dans ce but, l'État a lancé le Plan de Rénovation Énergétique de l'Habitat avec comme objectif la rénovation énergétique de 500 000 logements d'ici 2017. Ce Plan concerne tant les **particuliers** (améliorer l'information via un Réseau Rénovation info service et faciliter le recours aux financements) que les **professionnels** (mobiliser et former les entreprises). Les objectifs de ce plan sont déclinés en Alsace par le Schéma Régional Climat Air Énergie, qui permet de cibler des gisements d'économie d'énergie prioritaires dans le parc bâti régional. **Parmi eux figure justement l'habitat ancien, sujet de ce guide technique transfrontalier Vosges du Nord/Pfälzerwald.**

En France, le parc bâti précédant la première réglementation thermique pour la construction (1974) constitue le cœur de cible des politiques publiques de rénovation. Les solutions techniques apportées doivent être encore plus fines pour la rénovation du bâti ancien d'avant 1948. Celui-ci nécessite en effet **une rénovation de qualité, qui tient compte des spécificités thermiques et historiques de ces bâtiments et respecte leur valeur patrimoniale**. Il s'agit aussi de favoriser les circuits économiques courts avec l'usage des matériaux de proximité.

Le travail transfrontalier du Sycoparc s'inscrit dans cette préoccupation, en lien avec l'étude « Habitat Ancien en Alsace : énergie, durabilité et patrimoine » pilotée par la DREAL et la DRAC. Cette étude a porté en 2012/2013 sur l'instrumentalisation durant plusieurs mois de 7 **logements antérieurs à 1948**, afin de **comprendre leur comportement énergétique**. Elle se propose ensuite, de manière complémentaire à la démarche du Sycoparc, **d'étudier des gestes de rénovation adaptés à ces types de logements**.

Ces travaux-partenaires contribuent à la réponse donnée à l'enjeu majeur de la rénovation du parc bâti existant, **en améliorant les connaissances du public et en favorisant l'émergence d'une offre professionnelle de qualité**. Leur large diffusion, régionale, nationale et transfrontalière, favorisera l'atteinte de ces objectifs.

■ LES PARTENAIRES du projet

Porteur de projet :

Syndicat de Coopération pour le Parc naturel régional des Vosges du Nord
SYCOPARC

Partenaires cofinanceurs :

Ministerium der Finanzen Rheinland-Pfalz

Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung

Naturpark Pfälzerwald, im Bezirksverband Pfalz

Région Alsace

Région Lorraine

Partenaires non cofinanceurs :

Architektenkammer Rheinland-Pfalz

Bund für Umwelt und Naturschutz

Centre d'Études Techniques de l'Équipement de l'Est

DREAL Alsace

Energieagentur Rheinland-Pfalz

Handwerkskammer der Pfalz

Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft

Maison de l'Emploi et de la Formation de Saverne



qui est concerné ?

Les professionnels travaillant sur la rénovation du bâti ancien : bureaux d'études énergétiques, architectes et architectes du patrimoine, entreprises de construction, laboratoires de recherche, étudiants / universitaires dans le domaine de la construction.

Les particuliers propriétaires ou futurs acquéreurs de bâti ancien souhaitant mener des travaux.





GLOSSAIRE



le glossaire complet est téléchargeable en annexes (voir lien sur la pochette)

Ajourner une opération

Décision qui consiste à reporter des opérations de conception, de réalisation, de vérification, d'admission ou de réception en vue de les présenter à nouveau.

Avis technique

Indique notamment dans quelles mesures le matériau, le procédé ou le produit satisfont à la réglementation en vigueur, sont adaptés à l'emploi requis, doivent être mis en œuvre et disposent d'une durabilité en service.

Condensation

Phénomène naturel de transformation de la vapeur d'eau en gouttelettes d'eau, souvent au contact d'une surface froide, sinon selon le point de saturation de l'air en eau en fonction de sa température et de son humidité relative (voir diagramme de Mollier).

Confort hygrométrique

Dans le domaine du bâtiment, le confort hygrothermique idéal pour la santé des habitants est recherché en toutes saisons. Le confort ressenti est constitué de la moyenne des températures des parois qui nous entourent, de la température de l'air ambiant et de son humidité relative.

Contreventement

Dispositif structurel destiné à assurer la stabilité globale d'un ouvrage vis-à-vis des efforts horizontaux (par exemple : vent, séisme, choc etc.). Il sert également à renforcer localement les parties de l'ouvrage soumises aux déformations.

Déperditions

Perte de chaleur statique et conventionnelle de l'espace intérieur à travers l'enveloppe du bâtiment. S'exprime en $W.^{\circ}K$.

Énergie grise

Énergie brute (primaire) nécessaire au cycle de vie d'un produit. C'est-à-dire l'énergie nécessaire pour extraire, transformer, distribuer le produit, mais également le recycler quand il arrive en fin de vie.

Étanchéité à l'air

Perméabilité à l'air d'un bâtiment dans sa globalité, contribue activement et durablement aux performances et à la pérennité du bâtiment. Pour qu'un bâtiment soit économe en énergie, l'isolation seule ne suffit pas, il faut également éviter les fuites d'air parasites, sources de déperditions importantes et d'inconfort.

Gobetis

Couche épaisse et grossière d'accrochage d'un corps d'enduit sur un support. Il a pour fonction de «fixer» les supports anciens, et notamment les parties friables non éliminées par le piquage.

Hygrométrie

Quantité d'eau sous forme gazeuse présente dans l'air humide et par extension dans les matériaux poreux et perméables à la vapeur d'eau. S'exprime en Humidité Relative ou Absolue.

Inertie

Capacité d'un matériau à stocker de la chaleur ou de la fraîcheur puis à décaler leur diffusion (à les restituer) dans le temps. Elle permet de ralentir les variations de température à l'intérieur d'une pièce, d'un immeuble. S'exprime par la densité ou masse volumique en kg/m^3 .

Insolation

Quantifie la quantité d'énergie solaire reçue, mais peut être aussi synonyme d'ensoleillement, c'est-à-dire la durée d'exposition d'un site au Soleil. Elle se mesure en kWh/m^2 .

Maître d'ouvrage

Donneur d'ordre d'une opération, représente souvent l'utilisateur final à qui l'ouvrage est destiné. À ce titre, c'est l'entité porteuse du besoin, définissant les objectifs du projet, le calendrier et le budget consacré et qui choisit les différents prestataires intellectuels et autres collaborateurs spécialisés tel un maître d'œuvre, un entrepreneur.

Maître d'œuvre

Désigne une personne ou entité chargée de la conception, puis de la conduite opérationnelle de travaux généralement pour le compte de la maîtrise d'ouvrage. L'architecte est un maître d'œuvre à privilégier.

Masque solaire

Obstacle proche et éloigné aux rayons du soleil : bâtiments voisins, végétation (arbres isolés ou bosquet), reliefs du paysage. Selon sa situation et la saison, il permet ou compromet les apports solaires sur le bâtiment. Son ombre portée peut être bénéfique pour se protéger des chaleurs estivales.

Matériaux biosourcés

Matériaux renouvelables et biodégradables qui offrent une alternative aux matériaux de synthèse et à bases pétrochimiques.

Métrés

Travail qui consiste à quantifier et à mesurer tous les éléments d'un ouvrage, qu'ils soient à relever ou à décrire/concevoir.

Migration d'humidité

Phénomène naturel et universel des mouvements de l'air, elle se fait généralement du milieu intérieur – milieu à forte teneur en vapeur d'eau et chaud – vers le milieu extérieur – milieu à plus faible teneur en vapeur d'eau et frais.

Modéliser / Modélisation

Action et outil qui, grâce à l'informatique, permet de simuler et de caractériser un projet : une modélisation est une maquette virtuelle d'un projet.

Mur de refend

Mur porteur ou séparatif dans un bâtiment. Perpendiculaire aux murs des façades les plus longues, il peut constituer un contreventement en tant que contrefort interne.

Pare-vapeur / frein-vapeur

Barrière physique à la migration de vapeur d'eau dans ou à la surface d'une paroi. Anciennement réalisés par les enduits (plâtre, chaux), ils existent aujourd'hui sous forme de membranes synthétiques associées aux isolants.

Paroi perspirante

Phénomène de transition de l'humidité de l'air à travers l'épaisseur d'une paroi, puis d'évaporation à sa surface. La peau humaine est un excellent exemple de paroi perspirante.

Pathologies

Mauvais état structurel et sanitaire d'un bâtiment, voire de son environnement, souvent visibles à l'œil nu.

Perméabilité

Correspond à l'aptitude d'un matériau à se laisser « traverser » par un fluide, l'air ou l'eau par exemple, sous l'effet d'un gradient de pression exercé sur chacune de ses surfaces.

Plan de masse

Dessin d'architecture qui représente en plan la vue d'ensemble du projet, les bâtiments voisins, la végétation du terrain, la topographie et, par extension, signifie les masques solaires, le rapport aux constructions voisines et au contexte environnemental.

Point de rosée

Température à laquelle la vapeur, humidité contenue dans un gaz comme l'air par exemple, se condense (se liquéfie) pour former des gouttelettes d'eau (voir diagramme de Mollier).

Ponts thermiques

Zone ponctuelle ou linéaire qui présente une variation et une baisse de la résistance thermique d'une paroi d'un bâtiment.

Pression capillaire

Différence entre les pressions de l'air et de l'eau, elle est également appelée succion. En général, plus un matériau est sec, plus la succion est grande.

Prospect

Il indique en premier lieu l'écart à respecter entre les bâtiments, puis leur hauteur. Son effet majeur sur la morphologie urbaine est à l'origine de nombreux masques solaires dits constructifs.

Règles de l'art

Constituent le «savoir-faire minimum» que le maître d'ouvrage peut attendre des professionnels considérés comme «hommes de l'art». Ainsi, les règles de l'art sont l'ensemble des pratiques et techniques professionnelles d'un corps de métier à respecter pour que les ouvrages soient correctement réalisés.

Remontées capillaires

Migration naturelle d'humidité dans les murs par différentiel de pression.

Simulation thermique dynamique

Modélisation informatique qui permet, dans le bâtiment, d'approcher en phase d'études les consommations réelles d'énergies, ainsi que l'évolution du confort hygrothermique dans chaque espace d'un projet.

Test d'infiltrométrie

Sert à mesurer le débit de fuite d'un bâtiment et à révéler les différents défauts d'étanchéité à l'air et les points sensibles.

Ventilation mécanique contrôlée (VMC)

Dans le bâtiment, ensemble de dispositifs mécaniques (par opposition à la ventilation naturelle, VN) destinés à assurer le renouvellement de l'air à l'intérieur des pièces, et notamment pour les pièces dites humides : salles de bains, toilettes, cuisines. Il existe différents systèmes, VMC Simple flux / Double flux.



Ce projet est cofinancé par l'Union Européenne - Fonds européens de développement régional (FEDER) - dans le cadre du programme INTERREG IV Rhin Supérieur. Développeur des territoires, projet après projet



MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ENERGIE UND LANDESPLANUNG



MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ENERGIE UND LANDESPLANUNG



quelles sont les origines de nos constructions ?

une grande diversité de patrimoine



UN PATRIMOINE BÂTI COMMUN À PRÉSERVER

Le territoire de la réserve de biosphère Vosges du Nord – Pfälzerwald est riche de son homogénéité géologique et patrimoniale. Il s'étend sur un socle principalement gréseux qui explique l'importance du couvert forestier dominé par trois essences ; le hêtre, le pin sylvestre et le chêne.

Le grès, l'eau et la forêt définissent les ressources qu'ont su mobiliser les habitants à la fois pour vivre et survivre, pour asseoir leurs industries, imaginer les savoir-faire, les traditions et les légendes pour mieux vivre ensemble et en symbiose avec leur terroir.

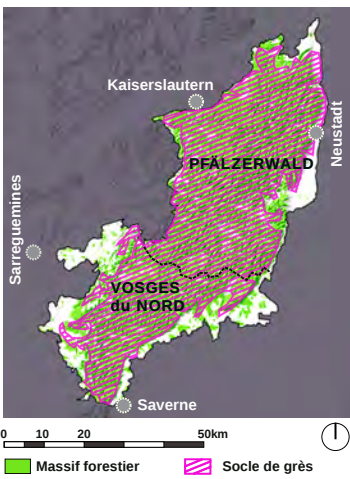


SIERSTHAL (F)
maison mixte emblématique du massif forestier



place du marché d'Annweiler (D)
maison de ville mixte caractéristique du Piémont

UN PATRIMOINE BÂTI connecté à son territoire



▲ socle de grès et massif forestier : une forte continuité géologique

Le patrimoine bâti témoigne de la capacité des hommes à trouver dans la nature environnante les matériaux de leurs abris et maisons. Il en résulte une grande diversité des modes constructifs qui dépendent aussi bien de raisons d'ordre pratique : (proximité des ressources locales, carrières de grès, de calcaire, d'un milieu forestier ; protection contre la propagation du feu ; hygiène) que d'ordre social et de la situation financière du propriétaire.

On distingue ainsi sur le territoire de la réserve de biosphère des maisons en moellons de pierre et des maisons à pans de bois avec des remplissages terre/ paille qui révèlent les savoir-faire des artisans. Les charpentiers, les tailleurs de pierres et autres corps de métier du bâtiment ont su faire évoluer leurs techniques en fonction des besoins et des courants culturels.

Mais la richesse et la particularité de nos patrimoines c'est l'association et la mixité des techniques mises en œuvre. Elles dépendent surtout des contraintes liées au terrain et au climat : relief, nature du sol, économie de matériaux, forme de la parcelle, exposition. Ces savoir-faire liés aux matériaux se déclinent différemment selon la zone géographique. Ce territoire jonction de deux cultures, francique et alémanique, donne naissance à deux grandes familles de typologie de bâtiments : la maison cour et la maison bloc.



- ▲ Maison bloc / Eindachhof
- ▲ Maison cour / Mehrseithof
- ▲ Construction mixte / Mischbauweise
- ▲ Construction pierre / Steinhaus
- ▲ Pans de bois / Fachwerkhaus

▲ LES DEUX TYPOLOGIES DOMINANTES SE MIXENT AU COEUR DU MASSIF :
maison bloc / Eindachhof : 01. Lorentzen / 02. Unterstall - Blankenborn / 03. Lorentzen
construction mixte / Mischbauweise : 04. Dinbach / 05. Iggelbach / 06. maison de journalier - Lampertsloch / 07. Unterstall - Iggelbach / 08. maison cour de vigneron - Rhodt-unter-Rietburg / 09. Wernersberg
maison cour / Mehrseithof : 10. Pays de Hanau / 11. maison cour de vigneron - Siebeldingen / 12. Dreiseithof - Mölschbach / 13. Pays de Hanau

une prise de conscience COLLECTIVE

Aujourd'hui les enjeux liés à la sauvegarde du patrimoine bâti concernent chaque habitant d'une commune. L'objectif est de valoriser l'identité d'un lieu dans le respect des logiques de conception du patrimoine. A l'échelle de la commune, c'est d'éviter l'abandon des centres anciens et leur redonner une dynamique économique et sociale. A l'échelle du bâtiment, c'est d'éviter le pastiche et l'accentuation des dégradations par une méconnaissance de leur valeur patrimoniale et par l'emploi de matériaux inadaptés lors d'une restauration, d'une transformation ou d'une extension. Ces anciennes fermes représentent aujourd'hui un potentiel important en termes de volume à aménager. Un enjeu fort est de leur donner un nouvel usage en fonction de nos modes de vie actuels tout en prenant en compte les particularités de l'existant.

reconnaître les TYPOLOGIES BÂTIES

Comprendre l'unité du territoire

Déchiffrer les indices culturels, historiques et sociaux

Appréhender les modes constructifs



... à retenir !

■ J'OBSERVE ... mon bâtiment

Pourquoi mon bâtiment est fait ainsi ?
Quelle est l'ancienne occupation des lieux ?

Où sont situés les murs porteurs ?
Comment se fait la répartition des espaces, des pièces humides ou des pièces de vie ?
Comment est fait mon bâtiment ? En murs de pierres ou en pans de bois ?

■ 3 POINTS À RETENIR :

- Avez-vous pensé à analyser le contexte urbain et les typologies bâties ?

Avant de se lancer dans un projet, il est impératif de bien comprendre comment s'articule son patrimoine avec les constructions riveraines et la rue, afin de respecter la structure urbaine historique et les gabarits bâtis. Chaque patrimoine est une déclinaison d'une typologie dominante, et par son implantation il participe à l'unité et l'histoire du lieu.

Pour aller plus loin :

Se renseigner sur les documents d'urbanisme, les règles protections patrimoniales et les particularités de la typologie bâti à laquelle appartient mon patrimoine.

- Avez-vous réfléchi à la destination des espaces ?

Historiquement chaque espace occupait une fonction déterminée permettant l'activité agricole, viticole, ou artisanale en relation avec la vie familiale et sociale. Cette forte organisation entre les espaces habités et les dépendances est souvent remis en cause aujourd'hui, afin de valoriser au mieux les espaces disponibles.

Avant d'investir les lieux, il s'agit de mesurer le potentiel des espaces habités pour les rénover sans compromettre un usage futur des dépendances ou l'opportunité d'extensions.

- Avez-vous examiné les détails et les modes constructifs ?

Les matériaux traditionnels utilisés dans les constructions en pierre ou en pans de bois sont liés aux productions et ressources locales dont le grès, le bois. Il en découle des savoir-faire spécifiques qui se traduisent souvent par des détails constructifs et des éléments emblématiques à préserver. Intervenir sur un bâti existant demande un sondage approfondi des structures anciennes pour mieux les préserver et en restaurer les éléments majeurs.

la maison bloc

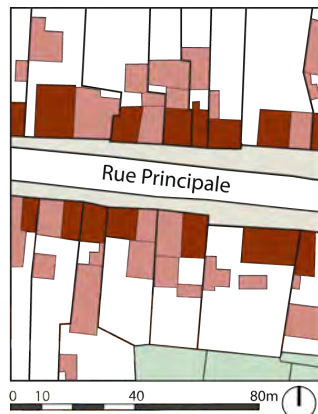
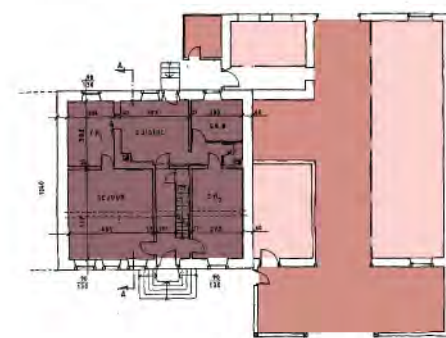
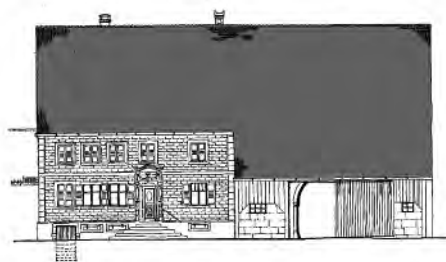
MAISON OUVERTE EN PIERRE

■ description TYPOOLOGIE

Le nom de maison bloc ou « Einda-chhüs » signifie que toutes les fonctions de la vie familiale et agricole sont sous un même toit.

De forme simple, la maison bloc est un parallélépipède allongé, surmonté d'une toiture à deux pans. Cette volumétrie primaire est due à une économie à la fois de matériaux, d'énergie et d'espace foncier.

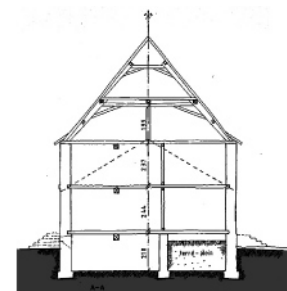
Cette maison d'un seul bloc est largement ouverte sur un espace semi-public, nommé l'usoir, variant de 3 à 20 mètres de profondeur. Elle s'apparente à une cour ouverte non clôturée servant à la fois au stockage (bois, véhicules, fumier) et aux activités agricoles. Cet espace intermédiaire est ponctuellement recouvert de pavés au niveau des accès. Il n'est pas planté hormis la présence d'arbres (tilleul, marronnier) et de jardinets en pied de façade. L'usoir a également un rôle de sociabilité, on retrouve parfois un banc le long de la façade.



■ Habitation / Wohnteil
■ Dépendances / Nebengebäude

Village rue sur usoir
extrait du plan masse de Lorentzen

◀ Maison bloc / Eindachhaus
Construction pierres / Steinhaus



■ Habitation / Wohnteil
■ Dépendances / Nebengebäude

■ description SYSTÈME CONSTRUCTIF EN PIERRE

La structure porteuse de la maison en pierre est constituée des quatre façades et des murs de refends intérieurs. Ces murs porteurs sont réalisés en moellons de grès ou de calcaire recouvert d'un enduit, les éléments en pierre taillée sont laissés apparents pour les chaînages d'angle, les encadrements de portes et de fenêtres.

Des murs intérieurs en pans de bois (les structures en bois restant apparentes, le remplissage pouvant être avec ou sans crépi) et les planchers participent au contreventement de l'ensemble de la structure. Ils peuvent être hourdés en moellons de pierre. On peut également trouver le pans de bois (colombage) au niveau des parties hautes des pignons.

Les bâtiments se singularisent par les éléments en pierre taillés, sculptés ou décorés. Les ornements se centralisent sur les encadrements de portes des habitations qui comportent une date (millésime), des emblèmes et des symboles. Progressivement, l'évolution des styles (du baroque au classique), permet de distinguer des encadrements moulurés et sculptés en bas-relief. De même, il y a une évolution au niveau des formes des linteaux de fenêtres, de l'arc cintré au linteau droit.



■ UNE RICHE DIVERSITÉ des maisons traditionnelles

L'association de tous les facteurs détermine des patrimoines très variés dans leurs formes et leurs organisations. Le principe fondamental étant que toutes les fonctions de la vie familiale et agricole sont regroupées dans le même ensemble. Il existe deux types dominants sur le territoire de la réserve de biosphère, la maison bloc et la maison cour. Chaque maison a son histoire et ses spécificités. L'important est de repérer les particularités de ces maisons qui constituent un village afin de réécrire leur histoire, leurs progressives transformations et leurs extensions.

■ UN PATRIMOINE BÂTI en perpétuelle évolution

La guerre de trente ans (1618-1648) et la situation économique difficile aggravée par la Guerre de succession du Palatinat (1688-1697) ont engendré beaucoup de destructions.

La majorité des bâtiments anciens qui donnent aux villages leur physionomie actuelle date de la période de reconstruction qui couvre le XVIII^{ème} siècle.

En 1804, le morcellement des terres agricoles est une conséquence du principe du « partage réel de l'héritage », introduit par le Code Napoléon, qui prescrivait l'égalité de droit de tous les héritiers, hommes comme femmes. La mutation des villages se poursuit par l'essor démographique du XIX^{ème} siècle, l'industrialisation, la reconstruction d'après-guerre (1939/1945) et l'évolution des modes de déplacements. D'autres typologies sont apparues avec le développement urbain : l'habitat ouvrier, la maison de maître et maison urbaine. Elles sont construites avec des matériaux locaux jusque dans les années 50, pierre et bois associés à de nouveaux matériaux en terre cuite.

■ UNE TRADITION AGRICOLE importante

Ce qui fait le patrimoine, c'est la tradition agricole. Ce passé rural se traduit à la fois dans l'architecture locale des fermes traditionnelles et dans le paysage constitué de terres cultivées, de vergers, de vignobles ou de forêts. L'aménagement des parcelles résulte aussi des exigences liées à l'exploitation agricole, des cheminements et des accès des machines et des bestiaux. Derrière la maison et la grange se trouvent successivement le potager, les arbres fruitiers, puis les terres cultivées. Les villages sont le plus souvent entourés d'une ceinture de verger.

■ SE PROTÉGER du soleil, du vent, de la pluie...

Les éléments naturels, comme par exemple la topographie du terrain et le climat sont déterminants dans la structuration des bâtiments formant le village. Ils sont exploités au mieux pour tirer parti des qualités d'un lieu, d'un territoire.

Par exemple, les villages sont le plus souvent implantés en creux, à flanc de colline afin de se protéger des intempéries. Très rarement, à partir du XVIII^{ème} siècle, des hameaux sont également construits sur les hauteurs, au milieu des terrains agricoles exploités. Les bâtiments sont également bien orientés et les percements sont maîtrisés. Pour bénéficier de la lumière naturelle, faciliter une bonne ventilation et gérer l'apport de chaleur par une inertie du bâtiment adaptée.

la maison cour

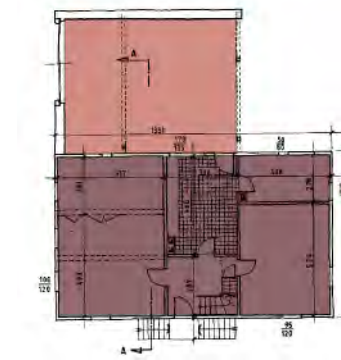
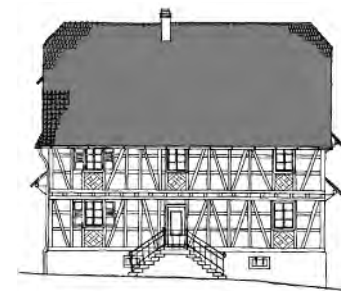
MAISON FERMÉE EN PANS DE BOIS

■ description TYPOOLOGIE

La maison cour est une ferme composée de plusieurs bâtiments, distincts selon leur fonction, réunis autour d'une cour fermée (Hof), sorte de place publique domestique, qui représente le centre de l'exploitation.

L'aménagement des parcelles présente une organisation de bâtiments, selon leurs fonctions (habitation, étable, écurie, grange de stockage). On y trouve par exemple, la grange-étable, avec l'étable et l'aire de battage en bas ; le stockage du foin et de la paille en haut, qui permettait une économie de place et un travail plus aisé.

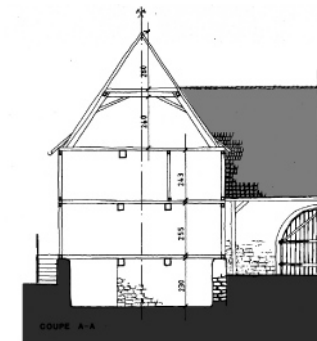
Il y a toujours une optimisation de l'usage de la parcelle. Les dimensions de la parcelle et l'importance du développement de l'exploitation définissent une forme en L ou en U.



■ Habitation / Wohnteil
■ Dépendances / Nebengebäude

Habitat organisé sur cour
extrait du plan masse de Rhodt u. Rietburg

◀ Maison cour / Mehrseithof
Pans de bois / Fachwerkhäuser



■ Habitation / Wohnteil
■ Dépendances / Nebengebäude

■ description SYSTÈME CONSTRUCTIF EN BOIS

L'ossature bois et le remplissage constituent le système constructif couramment appelé le colombage. Dès la fin du Moyen Age, on sait édifier en colombage des maisons à plusieurs étages. Ce système de construction est le plus utilisé dans les régions couvertes de forêts, car il offre de larges possibilités architecturales allées à un intérêt économique. L'évolution des colombages est liée à une meilleure maîtrise des assemblages, du sciage. Les dernières maisons à pans de bois traditionnel sont construites vers 1890, avec l'apparition de la brique industrielle.

Le pans de bois à poutrage apparent est un système de construction aux avantages multiples. Il est souple par sa conception même qui dissocie structure et remplissage. Le chevillage des pièces de bois assure la cohérence des assemblages et facilite son démontage. Les charpentiers appliquent une numérotation sur chaque pièce de bois afin de les repérer.

On distingue le colombage visible, souvent orné de décorations (depuis le 16^{ème} siècle) et le colombage purement porteur qui était caché sous un crépi pour des raisons de protection-incendies ou pour laisser croire à une construction en pierre de taille, plus prestigieuse. Parfois ce même objectif devait être atteint en peignant le bois dans la même couleur que le remplissage.

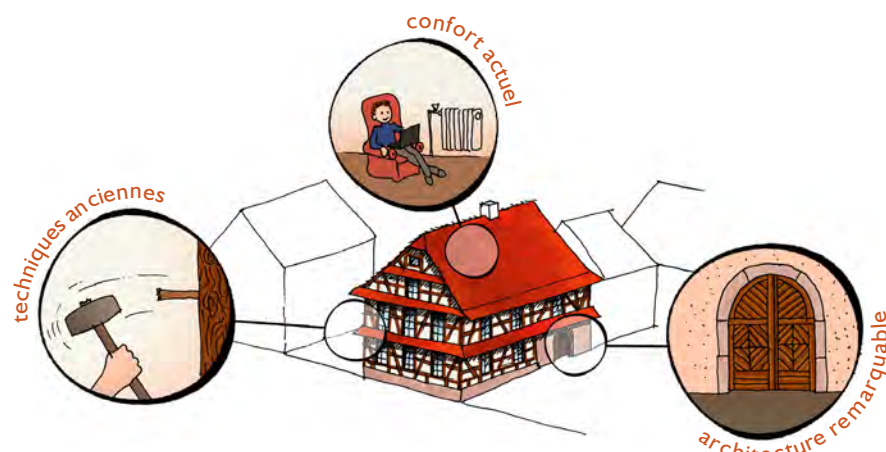


pourquoi établir un diagnostic complet ?

REDÉCOUVRIR LA VALEUR PATRIMONIALE

Observer puis découvrir un bâtiment ancien révèle une somme de richesses trop souvent négligées voire ignorées. Elles forment la valeur et l'originalité d'un bien, en trace toute l'histoire et en permet l'identification culturelle. Associer à cette lecture des recherches en archives diverses permet d'élever très largement la vision et la perception de la qualité et des valeurs du patrimoine ancien.

La valeur vénale se complète alors d'une valeur patrimoniale qui contient des dimensions historiques, sociologiques, voire artistiques qui doivent retrouver tout leur sens. Identifier la valeur patrimoniale de son bien comporte une part de plaisir et ajoute un «supplément d'âme» à l'immeuble possédé. Y vivre et en assurer la pérennité prennent un sens nouveau, celui de l'inscription dans une histoire culturelle que l'on contribue à maintenir vivante.



REDÉCOUVRIR les techniques anciennes

Les modes constructifs sont souvent très simples, logiques, adaptés aux lieux et issus des savoir-faire locaux transmis depuis des siècles. Les artisans de l'époque étaient certes spécialisés mais ils possédaient les connaissances générales requises pour dialoguer entre différents corps de métiers et prenaient en compte l'environnement. Les matériaux utilisés étaient essentiellement du cru, entièrement naturels et revalorisables.

Aujourd'hui, cette sensibilité générale est à retrouver et les savoirs à transmettre avant qu'ils ne disparaissent.

PRÉSERVER les éléments d'architecture remarquables

Menuiseries intérieures et extérieures de charme, charpentes parfaites, pierres taillées, ferronneries de choix, décors originaux, sont issus d'un artisanat de pointe aujourd'hui en voie d'extinction. Disposer de tels trésors n'autorise plus à les détruire par négligence, manque de temps ou de moyens. Il s'agit bien au contraire de les redécouvrir, de les valoriser et de leur redonner vie. Ils sont le reflet de notre histoire et des cultures locales.

ADAPTER le patrimoine aux besoins de confort actuels

Les réalités de nos exigences contemporaines ne sont plus les mêmes que celles d'antan. Ces bâtiments anciens n'ont pas été conçus et construits pour répondre aux conditions de confort actuelles. Mais un projet de rénovation lourde doit répondre à ces nouveaux besoins de confort visuel, acoustique et hygrothermique. La notion de transformation doit rester présente dans les choix techniques opérés.

éléments d'origine, rénovations successives et pathologies

>@ toutes les études détaillées sont téléchargeables en annexes (voir lien sur la pochette)

MAISON COUR À PANS DE BOIS À HUNSPACH

DIAGNOSTIC 1 : ENVIRONNEMENTAL

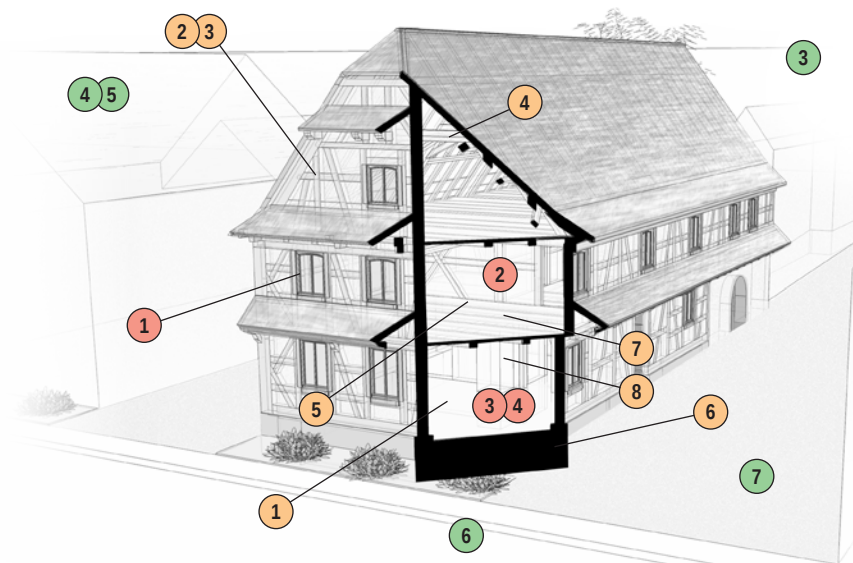
1. Climat semi continental - lat. 48.79, long. 7.93, alt. 163m
2. Orientation principale SO / NE (pignon Sud sur rue)
3. Protection de la cour des vents dominants O / SO
4. Environnement villageois en bord de route principale
5. Masques solaires bâtis, proches, voisins et mitoyens
6. Nuisances sonores depuis la rue
7. Cour pavée partagée

DIAGNOSTIC 2 : PATRIMONIAL

Particularité du village : classé
Typologie : maison cour, ancien corps de ferme
Date : ferme fin du 18e siècle ayant conservé en état tous ses bâtiments agricoles d'origine de même que le pavage de la cour
Matériaux : soubassement maçonné en grès et briques.
Pans et charpente bois avec remplissage torchis pour les murs.
Toiture : toit à longs pans avec demi-croupe. Simple couverture en tuiles plates et remplacement partiel par mécaniques.
Protections solaires : avancées de toiture et volet battants.
Particularité : vitrage des menuiseries bois à verre bombé.
Menuiseries en plomb à conserver. Combles non aménagés.

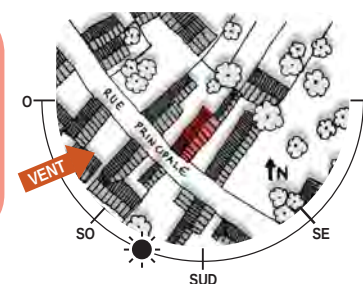
DIAGNOSTIC 3 : STRUCTUREL

1. Rdc sur terre plein, cave en Rdc nord.
2. Structure bois et maçonnerie de moellons de grès et briques
3. Remplissage torchis
4. Charpente bois transformée, déstabilisée
5. Structures intérieures modifiées
6. Humidités capillaires et reprises structurelles non adaptées
7. Sols plastiques intérieur aggravant les phénomènes d'humidité
8. Enduits intérieurs dégradés



DIAGNOSTIC 4 : THERMIQUE

1. Menuiseries d'origine - simple vitrage sur châssis bois. $U_w \approx 7$
2. Murs avec remplissage en torchis non isolés
3. Plancher bois avec remplissage terre au RdC et 1er. Plancher bois non isolé sous les combles.
4. Chauffage : poêle bois en chaleur directe (70%) et convecteurs électriques en appoint (30%)
5. Ventilation : absence de système de ventilation.
6. Eau chaude sanitaire par ballons électriques.



MAISON BLOC EN PIERRE À LUDWIGSWINKEL

DIAGNOSTIC 1 : ENVIRONNEMENTAL

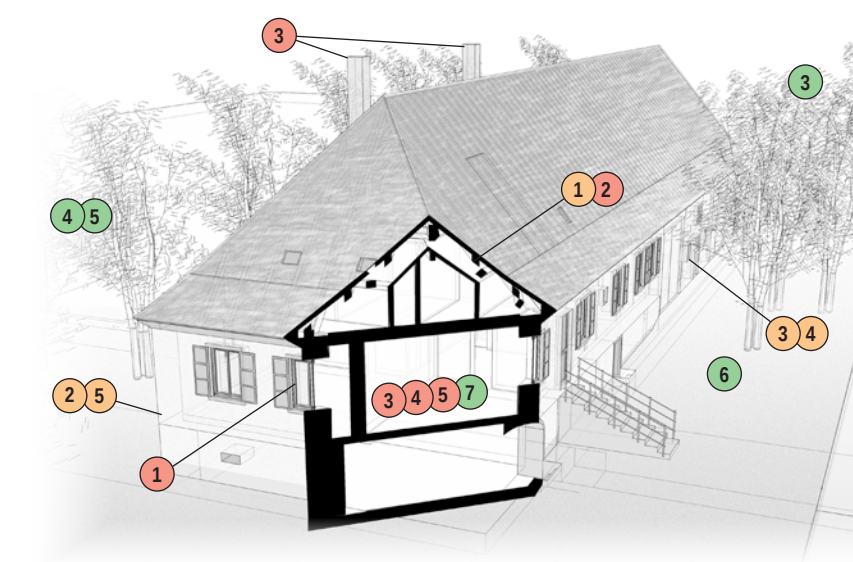
1. Climat semi-continental - lat. 49.09, long. 7.64, alt. 260m
2. Orientation principale N-S
3. Protection aux vents dominants de secteur O / SO
4. Environnement naturel, Talweg - clairière
5. Masques solaires naturels saisonniers : collines, végétation
6. Drainage naturel des eaux par fossés
7. Intérieurs humides

DIAGNOSTIC 2 : PATRIMONIAL

Typologie : maison bloc, Eindachhaus
Date : ferme du 19e, rénovée au milieu du 20e siècle
Matériaux : mur en moellons de grès enduits récemment avec un enduit plastifié.
Particularité : maison classée
Construction : deux caves semi enterrées. Kachelofen dans le salon. Double fenestration, protection solaire par volets battants.
Toiture : toit à long pan avec croupe, charpente unique
Couverture : partiellement tuiles plates en double couverture, partiellement tuiles mécaniques en couverture simple
Combles aménagés sommairement - peu éclairés.

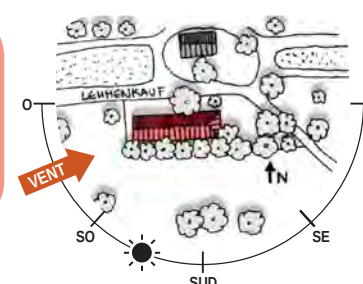
DIAGNOSTIC 3 : STRUCTUREL

1. Charpente en bois ancienne en bon état général
2. Structure principale murs en maçonnerie en grès
3. Grange en moellons et structure bois
4. Détérioration des moellons à cause de l'humidité
5. Enduits extérieurs plastifiés étanches, accélération des concentrations et remontées d'humidité



DIAGNOSTIC 4 : THERMIQUE

1. Doubles fenêtres, chaque fenêtre en simple vitrage sur châssis bois. U_w moyen $\approx 1,8 \text{ W/m}^2$.
2. Planchers bas sur terre plein et cave, combles non isolés.
3. Système de chauffage : poêles en chaleur directe, bois et fioul (70%) et convecteurs électriques en appoint (30%)
4. Ventilation : absence de système de ventilation
5. Eau chaude sanitaire par ballons électriques



démarche

1. faire un ETAT DES LIEUX

Diagnostic naturel et environnemental

Diagnostic urbain et paysager

Diagnostic patrimonial et architectural

Diagnostic technique



... à retenir !

■ PREMIÈRES ÉTAPES d'une opération

Les questions suivantes permettent de constituer un premier dossier de diagnostics :

- La construction initiale, de quel typeologie s'agit-il, quels indices manifestent d'une culture locale ou de modes de vie particuliers ?
- La construction transformée, quelles traces ont été laissées par les différentes occupations et comment les interpréter ?
- Les usages d'avant, comment y vivait-on, pourquoi cet agencement des espaces ?
- Les matériaux, quels sont-ils exactement, quelles sont leurs qualités et vertus ?
- Les pathologies, d'où viennent-elles, comment les traiter ?

■ POUR COMPRENDRE son bâtiment

Il convient avant toute chose de :

- Prendre en compte le contexte urbain et naturel, « diagnostic environnemental, paysager et urbain ».
- Connaître sa composition « diagnostic patrimonial et historique et diagnostic structure ».
- Diagnostiquer son état général « diagnostic structure et diagnostic thermique ».
- Identifier points forts et points faibles.
- Décider des intentions, établir des alternatives et des partenaires.

Sur la base de ces diagnostics, on peut facilement lister les points forts (éléments remarquables, potentialités du bâti, etc.) et les points faibles (rénovations précédentes non adaptées, pathologies à traiter, etc.)



marche à suivre pour un diagnostic

POUR FAIRE LES BONS CHOIX

Mener une opération de réhabilitation lourde d'un élément patrimonial exige dans un premier temps de rassembler un maximum d'informations très diverses. C'est à partir de celles-ci que seront effectués les choix entre différents procédés et objectifs de projet.

L'état des lieux se fait en 4 étapes qui correspondent aux diagnostics suivants. Aborder son projet avec une méthodologie séquentielle, logique et précise garantira sa réussite.

■ diagnostic 1 : ENVIRONNEMENTAL, PAYSAGER ET URBAIN

orientations, masques solaires et constructifs

Il est utile d'apprécier les prospects, les ombres projetées en toutes saisons, les effets des formes bâties et l'insolation du bâtiment. Des logiciels, même libres ou gratuits, permettent une représentation informatique des volumes du bâti, du voisinage et des collines lointaines, et réalisent une simulation des ombres portées à n'importe quel moment de l'année. Ils remplacent la maquette en 3 dimensions plus longue à réaliser. En vue des étapes suivantes – planification et construction – il est cependant conseillé d'engager un architecte expérimenté dans la rénovation du bâti ancien dès l'établissement des relevés.

climat, microclimat, végétation

Sous cette même latitude et longitude, l'observation de la végétation locale, la connaissance du climat et surtout du microclimat local permettent de compléter les relevés. En intégrant ce savoir devenu rare, l'architecture du bâtiment et certaines pathologies constatées peuvent être mieux comprises. Ces conditions doivent être consignées et représentées au moins sur un plan de masse élargi.

Les recherches sont basées sur les statistiques annuelles de Météo-France, d'éventuels relevés complémentaires locaux, les moyennes des températures, les précipitations, la nébulosité et l'hygrométrie, l'orientation, la fréquence et la vitesse des vents (rose des vents), le contexte urbain ou/et naturel, les matériaux de surface situés en périphérie du bâtiment.

eau et sol, réseaux

Après celle du contexte visible, la connaissance du contexte sous-terrain permet d'appréhender la nature, les portances et porosités des sols, la présence d'eau. Ces relevés et observations expliquent souvent certaines pathologies courantes : remontées capillaires, tassements de fondations, fissurations, mouvements de structures essentiellement. Ces études géotechniques doivent être réalisées par un spécialiste.

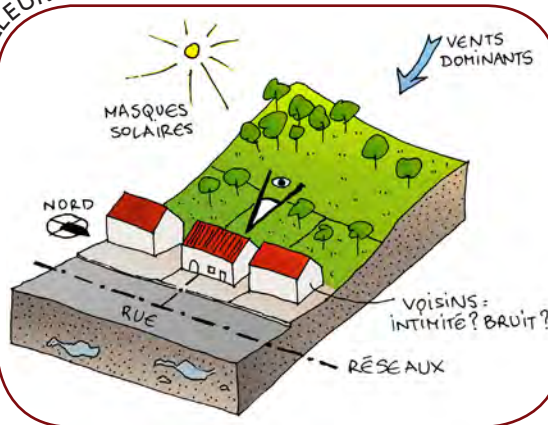
Un relevé graphique et exhaustif des réseaux communaux de proximité est impératif. Au-delà, il doit être complété par celui des réseaux présents sur la propriété même. Il convient ainsi de reconnaître réseau d'assainissement, réseau d'eau potable, drains et regards, réseaux électriques publics et privés, réseaux téléphoniques et gaz le cas échéant.

Des architectes travaillant sur la base d'un diagnostic complet pour établir une planification, réuniront toutes ces informations.

flux, bruit, vues, voisinage

Sur le même plan de masse, il convient, après observations minutieuses, de reporter les flux de personnes et de matériels, les intrants et les sortants, les sources d'émissions de bruit diurnes et nocturnes, les vues détaillées à privilégier ou à restreindre, notamment en direction du voisinage proche. Ce dernier doit être identifié et connu, tant en terme d'émetteur que de récepteur de nuisances.

TIRER LE MEILLEUR PARTI DE SON IMPLANTATION



énergies renouvelables

Chaque site et contexte est propice à un recours à plusieurs formes d'énergies renouvelables. Cependant certaines ne sont pas toujours facilement exploitables. Il convient d'en établir la liste : potentiel solaire (selon observations précédentes), fournisseur local de bois énergie, présence et suffisance d'une nappe phréatique.



le mot de l'architecte

En particulier quand il s'agit de rénovation du patrimoine, il faut veiller à la compatibilité des matériaux et à une mise en œuvre correcte de tous les détails, en tenant compte des principes de la physique du bâtiment. Des solutions tout à fait adaptées à de la construction neuve peuvent engendrer des pathologies comme, par exemple, des moisissures quand on les applique dans des bâtiments anciens. D'où la nécessité d'avoir recours à des spécialistes qualifiés qui ont de l'expérience, une sensibilité en matière de rénovation du patrimoine et des connaissances en techniques et matériaux - aussi bien anciens qu'actuels. Ils savent reconnaître et évaluer les phénomènes physiques et connaissent également les obligations légales.



■ diagnostic 2 : PATRIMONIAL ET HISTORIQUE

Observer l'architecture d'ensemble et tous les petits détails de l'immeuble, les comparer avec d'autres du même type et de la même époque est la seconde étape à exécuter. Se documenter et se renseigner auprès d'associations locales s'occupant de questions patrimoniales, d'organismes, d'architectes et parfois aussi des voisins en fait partie. Quels sont les éléments d'origine et ceux plus récents ? Quelle est l'histoire de la maison et quel a été son dernier usage ? Quels réseaux existent déjà et sont-ils encore fonctionnels ? (cf. Fiche reconnaître les TYPOLOGIES BÂTIES 🏠)

Là encore, c'est le rôle de l'architecte de réunir ces informations pour le maître d'ouvrage et de développer des solutions ensemble.

■ diagnostic 3 : STRUCTUREL

Comment est construite la maison et quelle est sa composition : soubassements, caves, structures, façades, planchers, charpente, couvertures, fenêtres, portes en sont les principaux éléments d'inventaire. Ils doivent être complétés de la reconnaissance des matériaux qui les constituent, de leur âge approximatif et de leur vétusté (cf. Fiche reconnaître les TYPOLOGIES BÂTIES 🏠). Champignons, insectes, pourritures, fissures et mouvements de structures méritent l'attention particulière. Alors que les pathologies sont faciles à percevoir par le non-spécialiste, il faut absolument le savoir approfondi du professionnel de la construction pour en détecter les causes et proposer des solutions. En renonçant, pour des raisons de budget, à une analyse scrupuleuse et une planification détaillée de la rénovation, on risque des dégâts ultérieurs. Les interventions modernes, les changements de destinations, la vacance ou l'usage intermittent de l'immeuble, le manque de ventilation et d'entretien, la présence anormale d'eau dans les parois (capillarité, fuites, condensations), les mouvements de sols en sont toujours les principales causes de dommages. Parallèlement, la vétusté ou le vieillissement accéléré de certains éléments en dépend. La réhabilitation doit intégrer les actions nécessaires à leur traitement définitif. Un point difficile à apprécier demeure celui lié à l'acoustique : isolements, transmissions solidiennes, vibrations, etc. méritent souvent analyse et éclaircissement de spécialistes, notamment pour trouver les solutions les plus adaptées.

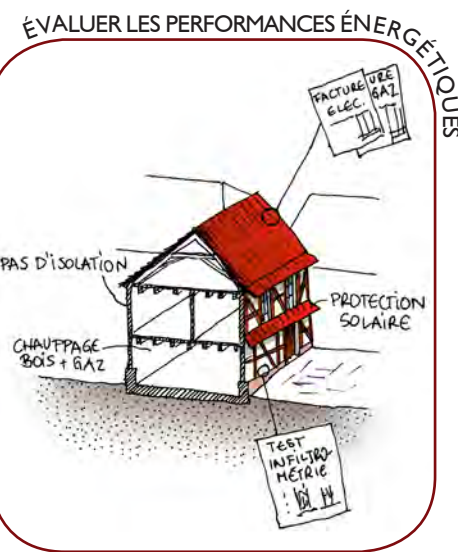


■ diagnostic 4 : THERMIQUE

Quel est le fonctionnement thermique de la maison : est-elle composée d'espaces froids, tempérés, chauffés, dispose-t-elle de protections solaires ou de protections aux précipitations, est-elle partiellement isolée ? Comment est-elle chauffée, quelles sont ses performances réelles ?

Pour répondre à ces questions, il est utile de rassembler les anciennes factures permettant d'analyser les consommations, de réaliser un test d'infiltrométrie, de comprendre les capacités de perspiration des parois et d'en évaluer la résistance thermique (cf. fiche développer son PROJET 🏠 et évaluer les PERFORMANCES 🏠) et ANNEXES 🏠 : fiches de synthèse).

Parallèlement à ces données chiffrées, on rassemblera ou établira les plans, coupes, façades et plans de recollement. Une analyse thermique approfondie nécessite un savoir technique très poussé. En Allemagne, le conseil énergétique in situ n'est subventionné par la KfW (organismes d'aide à la rénovation énergétique) qu'à condition que le diagnostic soit le fait d'un expert spécialement formé. Pour le bâti du patrimoine, il faut même justifier d'une spécialisation supplémentaire.



quels partenaires pour mener mon projet ?

— UNE DÉMARCHE ADAPTÉE AU PATRIMOINE —

Une fois le diagnostic entamé (voir fiche **faire un ÉTAT DES LIEUX** ) et la décision de rénover prise, le maître d'ouvrage se trouve devant la tâche délicate de choisir les bons partenaires qui répondront aux spécificités de son projet. Il doit également résister à l'envie de « gagner du temps » en se privant des phases de réflexion capitales pour la réussite de sa rénovation.

■ CONCILIER *généraliste et spécialiste*

L'enjeu est de concilier les connaissances étendues d'un généraliste (capable de prendre en compte l'ensemble des problématiques mais non de réaliser des calculs précis) avec les connaissances pointues de spécialistes (dont les connaissances se limitent à leur domaine et qui ne prennent pas forcément en compte les interactions avec d'autres domaines de compétences). On comprend bien alors, la nécessaire complémentarité entre généralistes (architectes) et spécialistes (bureaux d'études).

■ RÉAPPRENDRE *les techniques anciennes exigeantes*

Les matériaux naturels et les techniques traditionnelles de mise en œuvre cumulent potentiels de confort et d'authenticité, efficacité et moindre impact sur l'environnement. Tant que les matériaux utilisés demeurent sains, bien sélectionnés et bien mis en œuvre (soin et compréhension), les résultats visés sont spectaculaires. Trouver les professionnels qui maîtrisent encore ces techniques anciennes n'est pas forcément chose aisée. Cependant, elles suscitent de plus en plus d'intérêt. Signalons que se développent formations et stages qui permettent d'en réapprendre les bases. Elles sont accessibles tant aux professionnels qu'aux profanes intéressés.



■ ALLIER *techniques traditionnelles et confort moderne*

Bien sûr, il ne s'agit pas de rejeter les apports de la modernité. Au contraire, des logiciels de simulation permettent de modéliser ou de calculer (voir Fiche **évaluer les PERFORMANCES** ) et raisonner en **COÛT GLOBAL**  : l'étanchéité à l'air du bâtiment, les défauts et ponts thermiques, l'éclairage naturel, le confort hygrothermique, les migrations d'humidité dans les parois, les impacts environnementaux globaux, le coût global, la ventilation naturelle... Ce sont des outils performants, dont les résultats bien analysés permettront de faire les bons choix qui rendront le bâtiment confortable et performant énergétiquement tout en respectant l'existant et en évitant aux transformations réalisées d'engendrer des pathologies. Notons cependant que chaque sujet pris isolément montre rapidement ses limites, **c'est leur mise en relation et leur articulation qui rendent ces études pertinentes.**

■ ORGANISER *son opération*

La préparation et la maîtrise des travaux passent par une succession de phases et de progressions incontournables. La tendance étant la rapidité, il faut rappeler que **chaque opération d'éco-rénovation est unique, et que le seul dénominateur commun est l'application d'une méthode globale adaptée au cas rencontré.** Diagnostics, études préalables diverses, esquisses, avant-projet, projet, dossier de consultation des entreprises composent la succession habituelle d'une opération sérieuse. Les travaux pourront être engagés ensuite, dans les meilleures conditions de compréhension, de maîtrise et de qualité. Très souvent, l'aide de professionnels compétents est rendue nécessaire et constitue une garantie.

faisabilité, esquisses, avant-projet et projet

>@ toutes les études détaillées sont téléchargeables en annexes (voir lien sur la pochette)

— MAISON COUR À PANS DE BOIS À HUNSPACH —

ÉTAPE 1 : FAISABILITÉ

Le site est très urbain, villageois structuré et classé au titre des plus beaux villages de France. La trame est imposée, dense et la proximité du voisinage réelle. La bâtisse, élément principal d'un ensemble fermier, offre pignon sur rue, un pignon arrière et une façade aveugle et une façade long pan sur cour partagée. L'immeuble est donc à considérer comme introverti et aucune vue particulière n'est à dégager ou privilégier sur le paysage ou la course du soleil. Les aménagements paysagers sont restreints, car l'unique cour sert de passage aux véhicules de la copropriété. Seuls les pieds de façades sont à végétaliser. Le plan de la maison conserve sa composition initiale, mais les pièces d'eau ont récemment été aménagées pour répondre aux besoins modernes de confort. Plusieurs interventions ont été réalisées au fil des années dont plus spécifiquement l'imperméabilisation des cours Est et Ouest, la pose d'un faux-plafond plâtré dans certaines pièces. Aucun ravalement des façades et des enduits d'époque n'a été réalisé. Des mouvements de structures sont constatés : ils sont dus à la modification et à l'inefficacité du drainage des fondations de l'immeuble, ainsi qu'à une probable voie d'eau en toiture et en conduits de cheminées aujourd'hui colmatées. Les torchis sont encore en bon état et les enduits sont à reprendre, tant en façades qu'en intérieurs. Les fenêtres anciennes sont partiellement à conserver et aucune paroi n'est isolée.

ÉTAPE 2 : ESQUISSES

La dimension de la maison reste importante ; aussi le propriétaire souhaite la transformer en deux petits logements, plus faciles à louer aujourd'hui. Cette transformation contredit ainsi la conception initiale et l'organisation du plan. De même, les logements n'auront pas du tout les mêmes attraits et caractéristiques (vues, lumière, surfaces froides). En outre, caves et chaufferie pourront être mutualisées.

ÉTAPE 3 : AVANT-PROJET ET PROJET

Les performances thermiques médiocres de l'état existant sont au passage aisées à corriger et à rentabiliser en coût global. Le propriétaire souhaite recourir à des matériaux « bio-sourcés » et compatibles avec les murs de colombages et torchis. Toutefois, il est contraint par leur coût supérieur aux matériaux industriels. Des échanges à ce sujet restent nécessaires et la vérification des effets de migration d'humidité impératifs en parois courantes, tant en perspiration qu'en remontées par capillarité.



— MAISON BLOC EN PIERRE À LUDWIGSWINKEL —

ÉTAPE 1 : FAISABILITÉ

Le site est très campagnard et en clairière. Il est très humide car en Talweg et à ce titre, l'immeuble est monté sur caves et terreplein partiel. Maison « bloc » ou Toit Unique (Eindachhaus), ses formes et son organisation sont très rationnelles : couloir central, pièces sur façades et salon cuisine en pignon Sud. L'absence de règles de préservation du patrimoine a permis des ravalements et des travaux successifs qui ont effacé les traces anciennes et ignoré les principes de la physique du bâtiment. Le bâtiment est, et sera toujours, utilisé occasionnellement et par beaucoup de personnes à la fois (gîte, accueil de groupes, petits dortoirs). Il possède plusieurs salles d'eau et plusieurs sources de production de chaleur : bois, fuel, électricité. Même s'il a été un jour isolé par l'extérieur et équipé de doubles fenêtres, ses performances demeurent très médiocres. En effet, sa vaste toiture, avec très peu d'ouvertures, est ni isolée et ni étanche à l'air. Inconfort et surconsommations sont couramment constatés. Les murs en moellons de grès sont déposés de leur vertu par une isolation extérieure en polystyrène enduit étanche et des doublages divers et tout aussi étanche à l'intérieur : boiseries vernies et papiers peints vinyles. Un cas d'école de ce qui ne doit jamais être fait. Les interventions sur le bâti seront ainsi très importantes et concerneront tous les espaces et tous les lots.

ÉTAPE 2 : ESQUISSES

Du point de vue architectural, les combles qui sont occupés par des dortoirs d'enfant et un bureau, bénéficieront d'une ou plusieurs nouvelles amenées de lumière naturelle, gestes contemporains, mais acceptables au regard de leur valeur ajoutée en terme d'usage.

ÉTAPE 3 : AVANT-PROJET ET PROJET

La rationalisation du mode de production de calories et le traitement intégral de la toiture permettent d'atteindre aisément des performances énergétiques et des conditions de confort dignes de notre époque.



démarche

2. développer son PROJET

Suivre les phases d'études

Choisir ses partenaires



... à retenir !

■ MISES EN GARDE

1. Ne cédez pas au plus bas Coût : achat matériaux, réduction des honoraires, prix des travaux.

2. N'économisez pas sur les Assurances : respectez les avis techniques même européens ou expérimentaux, les règles professionnelles, souscrivez l'assurance Dommage Ouvrage.

3. Établissez votre propre cahier des charges : programme, degré d'exigences.

4. Ne commencez pas un projet par les équipements techniques et le choix d'une énergie sans comparaisons et recherches d'économies et d'optimisation préalables.

■ RAPPEL DES ÉTAPES

1. Faisabilité : quel est le potentiel de mon bâtiment

2. Esquisse : du rêve à la réalité

3. Avant-projet et projet : pour passer à l'acte

■ choisir SES PARTENAIRES

Localement : associations et organismes sont des aides et de précieux conseils.

Partenaire unique : l'architecte est le coordinateur général du projet

Spécialistes : les bureaux d'études précisent et garantissent les choix techniques.

Technicien : les entreprises du bâtiment et artisans chiffrent et réalisent les travaux



un projet en trois phases

LES BONS CHOIX AU BON MOMENT

Notre époque a tendance à accélérer les processus décisionnels et de montages financiers au détriment des processus de réflexions et d'échanges qui permettent les bons choix. Un projet ne peut se réduire à un simple achat, à un permis de construire succinct puis à un chantier éclair. Les études préliminaires et les études de projet sont des missions précises qu'il faut réhabiliter : factuelles, elles permettent l'évaluation des options possibles, l'aide à la décision et la maturation d'un projet justifié. Ces études pour lesquelles il vaut mieux s'entourer des bons partenaires (voir ci-contre), sont de deux ordres :

- **Les études patrimoniales et fonctionnelles** : relevés détaillés, programmation des besoins réels, assimilation des règles d'urbanisme, inventaire et valorisation du patrimoine, compréhension des espaces, prévention des pathologies, évaluation du potentiel d'évolution, (voir fiche **faire un ÉTAT DES LIEUX** 📄).

- **Les études techniques et thermiques** : réhabilitation des structures (charpentes, murs / enveloppe) et maîtrise des performances thermiques (état initial et hypothèses d'amélioration thermique). (voir fiche **évaluer les PERFORMANCES** 📊).

De façon traditionnelle, ces études s'étalent dans le temps selon la progression logique présentée ci-dessous.

■ étape 1 : ÉTUDE DE FAISABILITÉ

Chaque bâtisse et chaque site offrent un potentiel dont il faut tirer le meilleur parti, un état général de vétusté et une organisation spatiale qu'il faut analyser finement, des capacités et des besoins particuliers à chaque maître d'ouvrage. (Voir Fiche **faire un ÉTAT DES LIEUX** 📄) Cet ensemble d'informations constitue le socle des études de faisabilité d'un projet. Cette phase est indispensable avant d'aller au-delà, car elle permet soit d'ajourner l'opération, soit de l'empêcher, soit de cadrer au plus juste ses contours pour la réussir. Elle est constituée des diagnostics spécialisés – thermiques, structures, patrimoniaux, constructifs, administratifs, bioclimatiques etc. – puis des premières pistes d'aménagement possibles sous forme de schémas d'organisation, de plans sommaires, de modélisation 3D. **L'ensemble de ces données permet de comparer différentes solutions.** Si cette phase est réalisée par un professionnel, celui-ci dialoguera de manière approfondie et et justifiera les choix à opérer au maître d'ouvrage. L'ensemble des thématiques sont abordées et traitées, les premières estimations des dépenses peuvent être réalisées au ratio et consistent à entamer le raisonnement en coût global (voir Fiche **raisonner en COÛT GLOBAL** 📈).

Ce dossier permet d'engager des premières consultations extérieures auprès des financeurs et porteurs de subventions, des instructeurs de permis de construire, des notaires dans le cadre des promesses de vente etc.

En général, ces études, d'une importance et d'une portée cruciales, sont assez vite réalisées. Mais là encore, il vaut mieux prendre son temps pour établir un diagnostic exhaustif ; dans le cas contraire, on manquera de bases solides pour mettre en place une rénovation adaptée.

■ étape 2 : ESQUISSES

A l'issue de l'étape précédente, des esquisses plus détaillées développent le scénario pressenti. Elles intègrent les premières vues en plans coupes et perspectives du projet, définissent ses premiers éléments constructifs, prévoient les ambiances créées, l'insertion dans le site, l'estimation des coûts, des variantes et options possibles. En ce sens, cette phase est l'étape clef qui transforme une situation et des rêves en projet concret. Il peut s'avérer important d'engager une première simulation thermique du fonctionnement du bâtiment avant travaux. Cette modélisation sert ensuite à comparer rapidement les variantes ou options relevant de la qualité, de la performance et du confort.

De ce dossier découlent toutes les projections possibles : styles et qualité de vie, image et impact sur l'environnement, principes de financement, rêve exaucé ou non! Plusieurs esquisses sont nécessaires pour comparer des solutions et confronter des points de vue de façon constructive. L'architecte est une des seules professions susceptibles de réaliser cette étude, c'est le cœur de son métier et de sa formation.

Au temps de production de ces esquisses s'ajoute, comme précédemment, le temps de mise au point, de modifications et de validations qui permettent d'aller au près des attentes du client.

PROGRAMME



ESQUISSE



le mot de l'artisan

« La compréhension des enjeux doit être totale et en phase avec le client et ses conseils. L'obligation de résultats est de mise, surtout dans des rénovations du patrimoine. Ces « efforts » forment un plaisir et une satisfaction collégiale. Il en va des relations de confiance réciproques. »

le saviez-vous ?

Les honoraires d'ingénierie (architecte, ingénieur, etc.) d'un projet représentent 1 à 2% des sommes que vous dépenserez en 50 années. Leurs décisions vous en coûtent 98 à 99%... pourquoi les négliger et pourquoi ne pas leur donner les moyens de mieux vous conseiller ?

■ étape 3 : AVANT-PROJET ET PROJET

Vient ensuite la phase d'avant-projet qui sert à fixer définitivement l'ensemble des prestations et des contours de l'opération : plans coupes et façades détaillés, principaux détails, insertion dans le site, coût et planning d'objectif, prescriptions et matériaux, choix des équipements techniques et du type d'énergie, coûts d'exploitation, conditions de confort, subventions éventuelles. Il débouche sur le Permis de Construire et le financement définitif (cf. Fiche **raisonner en COÛT GLOBAL** 📈).

Ces préalables acquis, la phase de projet relève de la formalité. Elle permet de constituer le dossier de consultation des entreprises (voir Fiche **organiser son CHANTIER** 🏗️) et de représenter dans tous les détails la construction à réaliser. Le dossier, constitué d'un volet graphique complet et d'un volet descriptif et quantitatif par Lots (corps d'état), sert de base d'échanges, de mises au point et de chiffrage des marchés passés avec les entreprises.

choisir ses partenaires

SAVOIR S'ENTOURER

L'importance d'une assistance de qualité n'est pas à démontrer: il est opportun d'aller à la rencontre d'organismes de conseils et de se documenter, et très important de se forger une culture patrimoniale.

■ localement : ASSOCIATIONS ET ORGANISMES

Localement et parfois à un niveau plus large, de nombreuses associations militent et accumulent un savoir-faire conséquent. Qu'il s'agisse plus particulièrement de construction ancienne, de matériaux anciens, de rénovations écologiques, elles sont des réservoirs de connaissances qu'elles ambitionnent de transmettre. Toutefois, leur responsabilité ne peut être engagée en termes de prescriptions, de conseils, de méthode, de projet.

Il en est de même pour les relais d'information que peuvent former certains organismes parapublics (voir ANNEXES, pour connaître ces relais d'informations).

■ partenaire unique : L'ARCHITECTE

Recourir à un architecte consiste à associer un partenaire de confiance tout au long de l'opération. Généraliste, ses savoirs sont globaux et transversaux : techniques et administratifs, esthétiques et économiques, sensibles et créatifs à la fois. Il travaille toujours sur la base d'un cahier des charges adapté à l'opération qui se présente. Ainsi, son projet correspond aux besoins exprimés, au site rencontré, au bâtiment concerné et à des conditions économiques précises. Il accompagne de A à Z l'opération, du diagnostic aux esquisses, du permis de construire à la consultation des entreprises, du suivi des travaux au parfait achèvement. Ses missions sont cadrées par des contrats types édités par l'Ordre des Architectes, et sa responsabilité engagée au titre d'une assurance décennale en France et quinquennale en Allemagne. Les missions sont rythmées par phases (voir ci-contre) et systématiquement adaptées au cas rencontré : **il réalise toujours un projet unique adapté à son client.** Il est l'interlocuteur privilégié du client, mais aussi de tous les autres spécialistes nécessaires et bien sûr des entreprises.

Les critères de sélection de ce professionnel doivent faire apparaître son intérêt et sa capacité à élaborer un projet de réhabilitation et à recourir aux matériaux anciens et naturels.

■ spécialistes : LES BUREAUX D'ÉTUDES TECHNIQUES

Ils interviennent de façon ponctuelle et uniquement sur les domaines qui les concernent. Ils sont ingénieurs en structure (béton, bois ou acier – rarement les trois en même temps), en thermique et fluides (chauffage, ventilation, sanitaire, parfois énergies renouvelables), en électricité (courants forts et faibles, ils s'intéressent parfois aux champs magnétiques induits), en VRD (assainissement, réseaux enterrés, aménagements extérieurs), en acoustique, en économie du bâtiment. Certains BET cumulent plusieurs spécialités, mais ce n'est pas forcément une garantie de cohérence et de réflexion globale. Les BET sont quasi incontournables pour réaliser études et dimensionnements précis. Par contre, ils n'interviennent pas souvent sur des notions de physique du bâtiment (migration d'humidité...), de coût global.

Les critères de sélection de ces professionnels relèvent davantage du choix et des besoins spécifiques exprimés par l'architecte en fonction du cas rencontré et du diagnostic à effectuer. Ce dernier intègre généralement l'ingénierie dans sa mission complète. Leurs responsabilités sont complémentaires et solidaires.

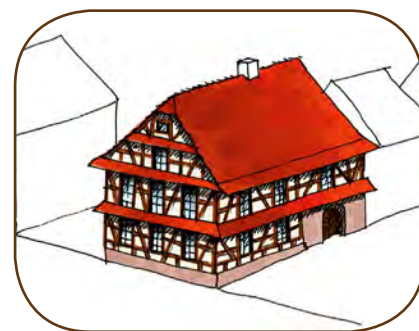
■ techniciens : LES ENTREPRISES DU BÂTIMENT ET ARTISANS

Leurs savoirs sont également souvent spécifiques ; très rares sont celles qui cumulent les qualifications. Toutefois, certaines bénéficient d'une très large expérience en rénovation de bâtiments anciens et de recours aux techniques traditionnelles qu'elles maîtrisent. Elles sont à consulter en phase de diagnostics sur les sujets importants tels les structures, l'assainissement et le drainage qui engagent les gros travaux. Toutefois, elles ne sont pas compétentes pour assurer calculs thermiques, coût global, dossiers administratifs, etc. **Elles sont consultées à l'issue de la phase de projet pour présenter un devis sur base d'un descriptif et d'un métré précis établis par l'architecte et les éventuels bureaux d'études.**

PARTENAIRES



PROJET



comment bien mener mon chantier ?

CONSTRUIRE UN PARTENARIAT

Redécouverte du patrimoine ancien, économies d'énergies, protection de la santé et de l'environnement ont été malmenées depuis quelques décennies. Ces valeurs à redécouvrir touchent aujourd'hui l'individu, personnellement mais aussi professionnellement.

Certains professionnels du bâtiment l'ont compris, d'autres y arrivent par obligation ou par bon sens. Toutefois, c'est bien au maître d'ouvrage d'initier ces pratiques vertueuses et de les faire partager au fil de la gestion de son opération de rénovation.

La correspondance entre théorie, calculs, simulations et la réalisation concrète reste trop souvent le point d'achoppement avec les entreprises qui évoluent dans une logique propre à leur seul corps de métier. La sensibilité aux matériaux de qualité, aux détails, aux interfaces entre corps d'états doit être collégialement partagée.



SUIVRE ET COORDONNER son chantier

Ainsi, la nécessité de bien formuler ses besoins, de suivre son chantier et de vérifier sa parfaite réalisation reste un effort à produire par tous les acteurs de l'opération.

Pour les entreprises, cela se traduit par : qualifications plurielles, savoirs et maîtrise, dialogue et entente entre acteurs, sensibilisation des compagnons (enseignements, encadrement, transmission, formation), parfaites propreté et conditions de travail, préservation de la santé et auto-contrôle de la qualité des ouvrages.

Ces principes sont d'autant plus importants que le chantier peut se trouver en site occupé et avec un voisinage sensible et très proche.

les 30 étapes clés pour un suivi de chantier réussi

>@ toutes les études détaillées sont téléchargeables en annexes (voir lien sur la pochette)

MAISON COUR À PANS DE BOIS

À HUNSPACH



Le chantier, entièrement réalisé en auto construction, s'étale sur plusieurs années en fonction des capacités financières et disponibilités temporelles du maître d'ouvrage. Le propriétaire, entrepreneur artisan maçon, s'intéresse de longue date aux démarches de qualité et de performances environnementales. La valorisation de ce patrimoine est effectuée dans l'objectif de mise en location du bâtiment. Le chantier est libre de toute occupation, mais reste délicat car avec un voisinage immédiat (centre village).

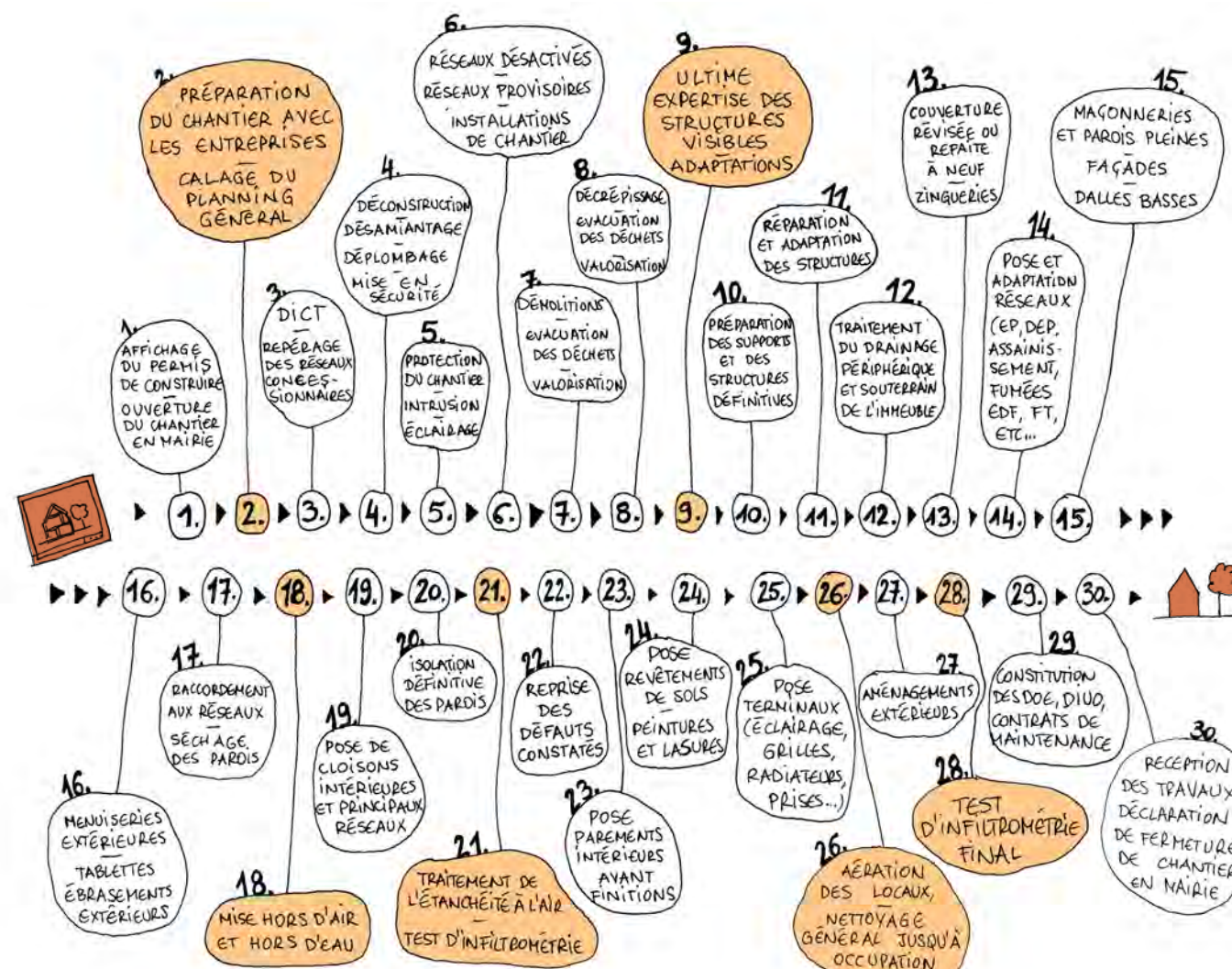
MAISON BLOC EN PIERRE

À LUDWIGSWINKEL



Le chantier est suivi par un architecte local missionné pour les relevés, les esquisses, les descriptifs et le suivi des travaux. Le propriétaire (organisme public) n'est pas à l'origine des transformations, mais ce sont les locataires (une association) qui ont déclenché les travaux. Ils ont été réalisés en 2013.

30 ETAPES CLÉS POUR RÉUSSIR SON CHANTIER



Il s'agit d'un schéma de principe qui ne correspond pas à une exigence légale. Les chiffres de ce schéma correspondent à des étapes chronologiques, et non à des durées.



démarche

3. organiser son CHANTIER

Échanger et partager

Exiger la qualité

Vérifier la bonne mise en œuvre

Valider et contrôler



HABITER LE PATRIMOINE

... à retenir !

■ POINTS CLEFS

Pour que le chantier se passe bien, il faut s'entourer de bons professionnels et :

- **Veiller à anticiper toutes les interfaces entre corps d'état** (on en oublie toujours !)

- **Laisser du temps au chantier et ne pas vouloir aller trop vite,**

- **Organiser des réunions collégiales régulières pour un bon dialogue.**

- **Sélectionner ses artisans en fonction de leurs qualifications et établir un dialogue constructif avec eux.**

- **Suivre son chantier** et veiller à ce que les plannings et la propreté du chantier soient respectés. **Valoriser l'auto-contrôle et réceptionner les travaux** une fois qu'ils sont terminés et que tous les équipements fonctionnent.

■ FAIRE SES TRAVAUX soi-même

Sans paraître une mise en garde, l'**auto-construction** est **délicate** à divers égards :

- Capacités de l'individu à **réaliser les bons choix** selon ses compétences.

- Disponibilité et temps consacré à l'**organisation des travaux**.

- **Prise de risque** vis-à-vis des assurances et des malfaçons.

En outre, plusieurs associations dispensent aides et conseils de première qualité. Mais il convient de s'interroger dans quelles mesures et jusqu'à quelles limites de responsabilités les solliciter ?



l'organisation du chantier

TROIS ÉTAPES

■ étape 1 : SÉLECTIONNER SES ARTISANS

descriptifs et détails de mise en oeuvre

En premier lieu, il est impératif de constituer un **dossier de consultation solide et global** : plans coupes et façades, détails d'exécutions, descriptifs techniques détaillés, descriptifs quantitatifs (mètres), objectifs de performances globaux et informations quant aux spécificités éventuelles du chantier (site occupé, volonté de travail avec des matériaux bio-sourcés et sains, etc.), planning souhaité, montants estimatifs des travaux par lots.

Architectes, économistes et bureaux d'études sont des professionnels qui savent accompagner le maître d'ouvrage dans cette phase cruciale. En effet, ce dossier de consultation des entreprises (DCE) constitue la base des échanges et de maîtrise des travaux, tant en qualité qu'en coût. Il constitue ensuite la base des marchés.

qualifications

En fonction des travaux envisagés, il faut veiller à ce que les entreprises soient réellement qualifiées et expérimentées pour réaliser le chantier, notamment lorsque des produits et matériaux traditionnels et bio-sourcés sont prescrits : chaux sous toutes ses formes, béton de chanvre, paille, charpente bois, etc. Les chambres des métiers et les organismes certificateurs décernent des qualifications professionnelles propres à chaque corps d'état. Plusieurs formations professionnelles spécifiques existent également.

DIALOGUER AVEC SES ENTREPRISES



dialogue qualitatif / sensibilité / savoir

Sur ces bases, il sera plus aisé d'entamer les échanges portants sur les aspects qualitatifs, la vérification des savoirs spécifiques et la compréhension des phénomènes physiques de base (étanchéité à l'air et migration d'humidité, pratique des mises en œuvre anciennes, connaissances des techniques anciennes, isolations, etc.). Ces sujets obligeront également les artisans à dialoguer entre eux et avec l'architecte maître d'œuvre et à mettre au point toutes leurs interfaces, leurs limites de prestations, leurs détails, voire leurs fournitures.

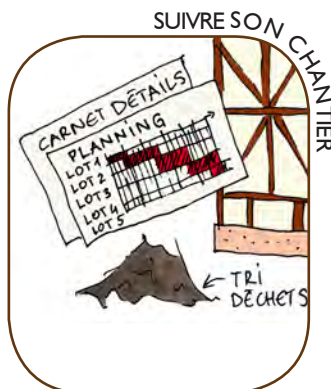
■ étape 2 : SUIVRE SON CHANTIER

dessins de détails d'exécution tout corps d'état

Le meilleur des médias d'échanges et de mise au point demeure le dessin. Réalisés ou non par un architecte, le plus grand nombre de détails doivent être anticipés et compris par tous les artisans concernés. L'exercice est trop peu souvent réalisé et les détails sont gérés sporadiquement, voire pas du tout. Ils sont sources de dérives financières ou de traitement inadapté, voire de malfaçons. Par contre, un bon planning de la mise en œuvre, mis à disposition de tous les corps de métiers suffisamment tôt, constitue une condition indispensable pour la qualité et l'efficacité des travaux.

planning, organisation des travaux et des interfaces

L'art du chantier consiste aussi à bien enchaîner les tâches, à anticiper les durées de mise en œuvre, à gérer les inévitables interfaces et éventuels litiges entre artisans. Un planning de chantier demeure une pièce contractuelle forte et permet de rassembler les corps d'état dans une même temporalité et de gérer plus facilement les aléas. Une vision générale des travaux demeure nécessaire. En Allemagne, de tels documents sont généralement établis par l'architecte, en France, ce sont parfois aussi le maître d'œuvre ou un économiste.



le mot de l'artisan

J'interviens souvent en « Appui technique » et donc méthodologique. Je permets de préciser une approche économique « alternative », car les techniques constructives anciennes ne se chiffrent pas au ratio et au m², mais au temps passé : les préparations et les temps de séchage sont plus importants que les temps de pose. J'en profite pour sensibiliser tout le monde aussi, c'est sympa et très constructif à chaque fois !



propreté du chantier / tri des déchets / protection de la santé

Pour honorer la qualité des études et permettre d'atteindre le niveau de qualité requis, les mises en œuvre doivent être irréprochables et respecter les Règles de l'Art : la propreté permanente du chantier devient nécessaire pour réaliser les meilleures finitions possibles.

De bonnes conditions de travail contribuent à la protection de la santé et à la motivation des artisans. Les atteintes à l'environnement et à la santé sont d'autant plus réduites que le tri des déchets est réalisé avec soin, que leur valorisation est possible et que les matériaux sont de moindres impacts sur les milieux (cf. Fiches choisir ses MATÉRIAUX et raisonner en COÛT GLOBAL). A cet égard, les matériaux bio-sourcés et naturels, bruts et sans traitements chimiques, montrent tout leur intérêt.

valoriser les auto-contrôles

Les qualités des matériaux introduits sur le chantier doivent être respectées et conformes aux descriptifs des marchés : qualités environnementales, mais aussi valeurs physiques (cf. fiches choisir ses MATÉRIAUX et évaluer les PERFORMANCES). En effet, aucune dégradation ou réduction de leurs performances ne peut être acceptée. L'entreprise vérifie en permanence cette correspondance avec ses fournisseurs et ses compagnons.

Dans le cadre d'un chantier propre, la protection des matériaux mis en œuvre doit être permanente et ce jusqu'à l'achèvement des travaux. Toute agression physique ou liée aux intempéries dégrade leurs performances théoriques, performances à respecter in fine.

La formation des professionnels et leur encadrement demeurent des conditions indispensables pour atteindre un niveau de qualité satisfaisant. Ce laps de temps à consacrer s'avère rentable à terme. Pourtant, son économie systématique est trop souvent rencontrée.

Les temps de séchage des matériaux, notamment bio-sourcés et naturels, sont impérativement à respecter et à contrôler ; de nombreux appareils de mesure permettent ces vérifications visant à réduire l'apparition rapide de pathologies. Le souci des finitions en interfaces avec tous les corps d'état doit demeurer l'objectif commun et guider les façons de gérer ces travaux. Le double contrôle en binôme (plutôt en Allemagne) : pour un maximum d'efficacité, l'auto-contrôle des entreprises devrait être complété par une supervision de la part de l'architecte. Mieux que le maître d'ouvrage, il saura détecter d'éventuelles faiblesses, intervenir auprès des entreprises pour régler ces problèmes et ainsi faire réparer les défauts qui se seraient produits pendant la phase de construction.

■ étape 3 : RÉCEPTIONNER LES TRAVAUX ET EXPLOITER SON BÂTIMENT

Tout d'abord, la qualité des parois (murs, toits, fenêtres, dalles) est à contrôler esthétiquement bien sûr, mais également par : (voir fiche évaluer les PERFORMANCES).

- **Test d'infiltrométrie** qualifiant l'étanchéité à l'air du bâtiment, nécessaire pour atteindre un bon niveau de performance énergétique.

- **Thermographie**, visant les éventuels ponts thermiques et autres défauts d'étanchéité des parois, ce test ne peut être valable qu'en hiver lorsqu'une différence de températures est créée entre l'intérieur et l'extérieur (chauffage).

- **Sondages / mesures**, pointant précisément l'état physique des matériaux : humidité relative, épaisseur etc. si un quelconque doute subsiste.

Ensuite, le parfait fonctionnement des équipements techniques est à vérifier avant la réception de ces derniers de façon réelle, et non simplement documentaire :

- **Ventilation Mécanique Contrôlée** : étanchéité des réseaux aérauliques, équilibrage des débits de soufflages et d'aspiration, émissions acoustiques, fonctionnement des automatismes et de la régulation, fonctionnement des sondes, etc.

- **Chauffage** : équilibrage des réseaux, émissions acoustiques, calorifuges, automatismes et régulations, fonctionnement des sondes, combustion et rendement, etc.

Après la réception des travaux, les tâches de maintenance, d'entretien et de suivi régulier des consommations sont à engager. Des entreprises spécialisées en maintenance d'équipements techniques s'avèrent souvent nécessaires pour assurer les garanties de performance. Les dossiers d'interventions ultérieures sur les ouvrages (DIUO) et des ouvrages effectués (DOE) aideront le propriétaire. Ils sont à exiger des entreprises et des maîtres d'œuvre.



pourquoi choisir des matériaux adaptés ?

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...

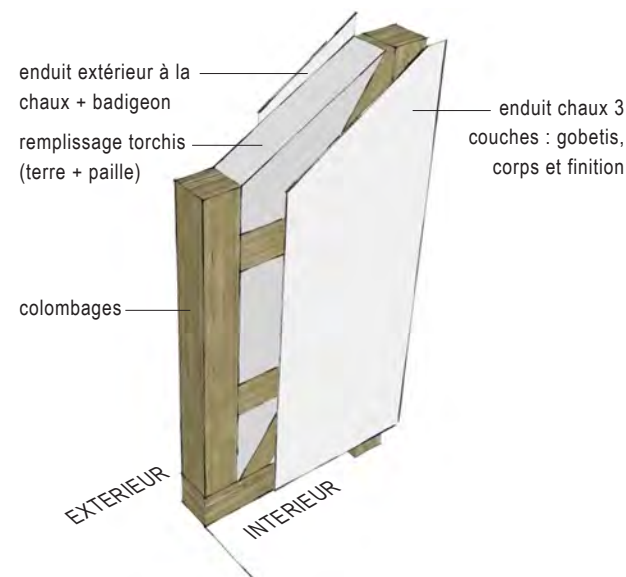
- Plus largement, les prescriptions sur les matériaux déclenchent également :
- des impacts environnementaux très contrastés,
 - un développement possible des ressources locales,
 - la valorisation de l'emploi et de l'artisanat de proximité.

nature des murs, avant / après

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

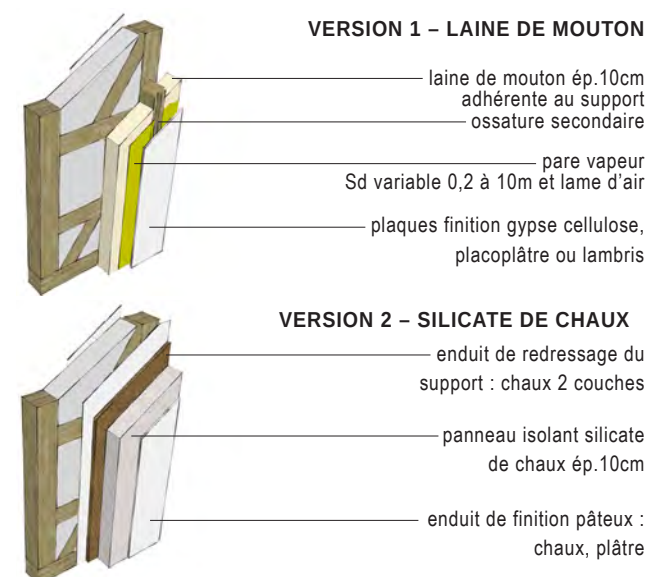
MURS À PANS DE BOIS À HUNSPACH

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.

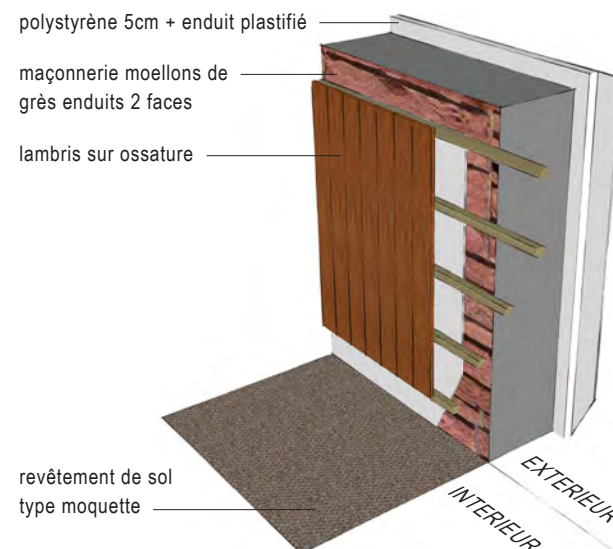
PROJET



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.

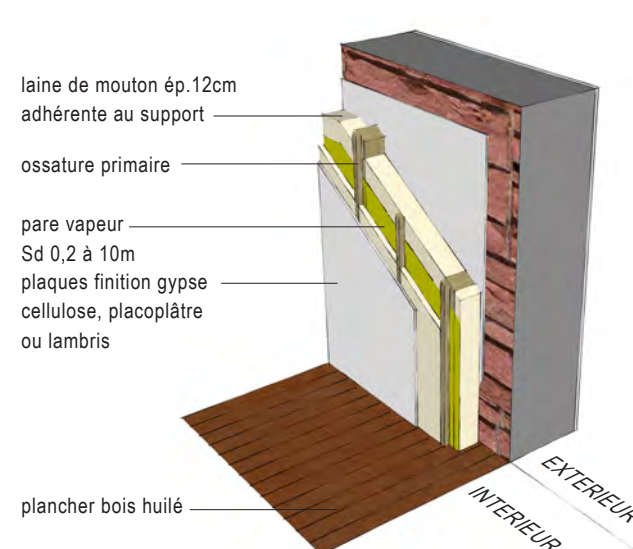
MURS EN MOELLONS DE GRÈS À LUDWIGSWINKEL

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 coté intérieur.

PROJET



L'isolation est posée coté 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).



outils



choisir ses MATÉRIAUX

Changer
ses critères de choix

Prendre en compte
leur qualité écologique



HABITER
LE PATRIMOINE

... 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 > 5m².K/W, soit env. 20 cm ($U < 0,2W/m^2.K$)
- Dalles basses > 3,5m².K/W, soit env. 15 cm ($U < 0,3W/m^2.K$)
- Toitures, combles > 7,5m².K/W, soit env. 30 cm ($U < 0,15W/m^2.K$)

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, vêtements 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.**

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)

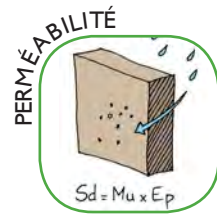
familles de MATÉRIAUX

Ils sont d'origine :

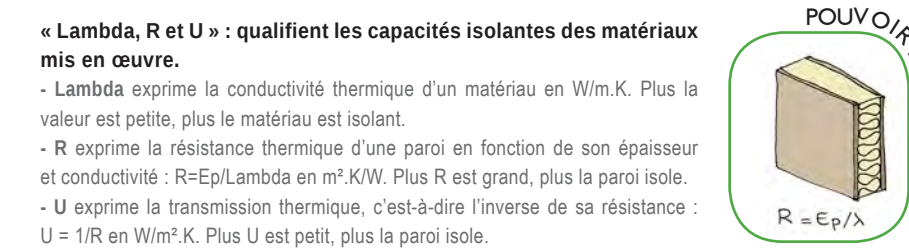
- industrielle : les recyclés fibreux (Laine de Roche, Laine de Verre), issus de la pétrochimie (Polystyrènes, Polyuréthanes, PVC, PE), les cellulaires (silicate de chaux, béton cellulaire, verre cellulaire), les cimentés (aggloméré de béton, béton), Placopâtre, membranes minces, métaux ;
- naturelle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

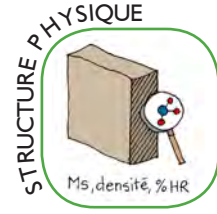
La combinaison de ces 3 familles d'indicateurs suffit à décrire les conditions de performances des parois, de confort des espaces et de pérennité des matériaux qui les composent.



« 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.



« 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.

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	😊



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 » ! »

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

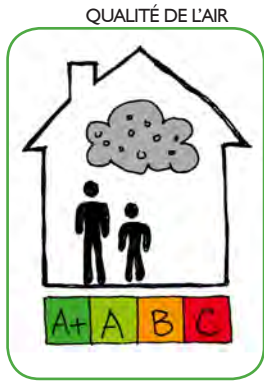
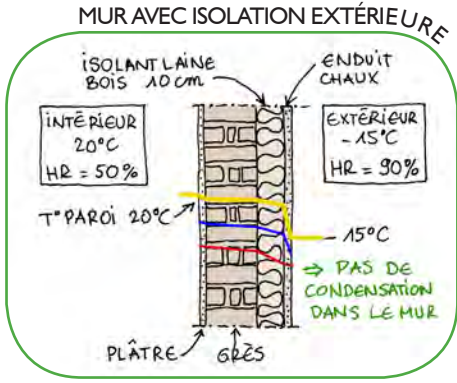
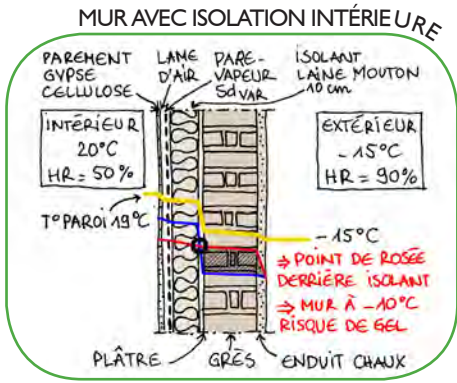
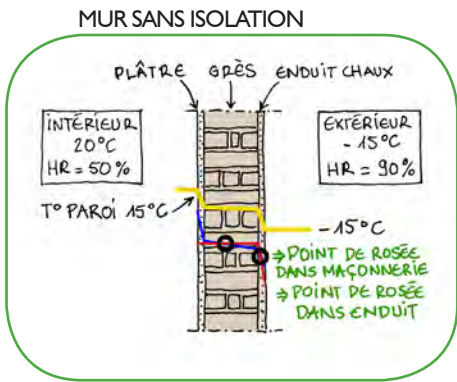
autres INDICATEURS

qualité de l'air intérieur

C'est le sujet de demain ! Au-delà de nos polluants « naturels » (CO₂, virus, vapeur d'eau, radon, poussières, acariens, 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.



comment améliorer le confort de mon habitat ?

SIMULATIONS ET MODÉLISATIONS

Lorsqu'il décide la rénovation de son bien, le propriétaire « non professionnel du bâtiment » ne se doute pas forcément de tous les outils d'aide à la décision existants. Nombre d'entre eux sont très récents et utilisent la puissance de modélisation et de simulation de l'outil informatique. Bien qu'ils soient surtout basés sur des techniques constructives récentes et industrielles, **ces outils permettent d'anticiper la majorité des choix, d'éviter beaucoup d'erreurs, de quantifier, de vérifier, de qualifier et de viser un niveau de performance ou une somme d'impacts environnementaux.**

UN INTÉRÊT PLURIEL pour aborder l'éco-rénovation

Recourir aux modélisations informatiques permet de :

- **comparer** plusieurs variantes techniques, de performances ou de confort,
- **comprendre** et éviter des pathologies complexes,
- **décider** des meilleurs choix possibles selon plusieurs critères et indicateurs de qualité,
- **échapper** au raisonnement du seul coût d'investissement,
- **vérifier** des états de fonctionnement et de confort,
- **communiquer** avec des spécialistes expérimentés.

DES ÉTUDES : quand, pourquoi, qui ?

Ces études sont à mener parfois en phase de diagnostics (thermique, pathologies complexes, détermination de potentiels) mais essentiellement en phase d'avant-projet (voir fiche **développer son PROJET**).

Elles alimentent et justifient les décisions, les dimensionnements, les coûts immédiats, déclenchés et induits, les prises de consciences environnementales.

Elles sont généralement réalisées par des architectes et des bureaux d'études thermiques.



DES LIMITES : savoir interpréter les résultats

Les connaissances purement techniques et l'usage d'outils informatiques peuvent laisser croire que la maîtrise des sujets est totale. Ce n'est pas tout à fait vrai. Les résultats « machine » obligent à la plus grande prudence et doivent toujours être analysés avec esprit critique par un professionnel.

Chaque logiciel possède ses propres limites ; c'est en pleine conscience de celles-ci qu'il faut interpréter les résultats. Ils sont toujours à confronter à la compréhension des phénomènes physiques et naturels que peut avoir un homme « de terrain » qui a accumulé une expérience pratique et beaucoup de bon sens par l'observation. C'est notamment là que les savoirs de l'ingénieur et ceux de l'artisan confirmé se complètent.

synthèse des résultats, performances avant / après

>@ toutes les études détaillées sont téléchargeables en annexes (voir lien sur la pochette)

rappel des actions retenues POUR ATTEINDRE LE FACTEUR 4

Enveloppe : Isolation Thermique Intérieure (ITI) murs et dalles basses avec 10 à 12cm d'isolants pour un R de 2,5 m².K/W, protection par pare-vapeur à Sd variable.

Toiture : Isolation des combles perdus (Hunspach) ou des pans de toiture (Ludwigswinkel) avec environ 30cm pour un R de 5 m².K/W.

Fenêtres : Remplacement des fenêtres avec double vitrage ou double fenestration pour atteindre un Uw inférieur ou égal à 1,5 W/m².K.

Chauffage : Remplacement des poêles à fuel et convecteurs électriques par une seule chaudière centrale (à pellets de bois ou gaz à condensation), distribution des calories par eau chaude et diffusion par radiateurs à thermostats (conservation des poêles à bois d'appoint non considérés dans calculs réglementaires).

Ventilation : Ventilation mécanique Simple Flux Hygro Réglable de type B.

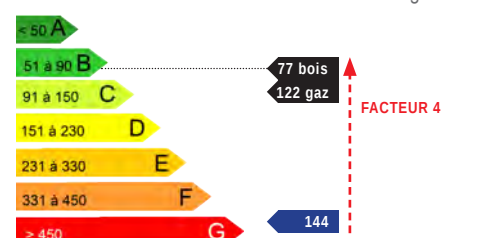
Eau Chaude Sanitaire : Production d'ECS centralisée via chaudière gaz à condensation ou à bois pellets, ballon 300L.

Étanchéité à l'air : Traitement de l'étanchéité générale de l'enveloppe : pare-vapeurs parfaitement posés, fenêtres parfaitement étanches (dormants sur supports, joints, ouvrants, pare-closes), remplacement et adaptations des portes extérieures, traitement spécifique de chaque traversée de réseaux (électrique, événements, cheminées).

CONSOMMATIONS CONVENTIONNELLES selon réglementations thermiques RTex et EnEV

MAISON COUR À PANS DE BOIS À HUNSPACH

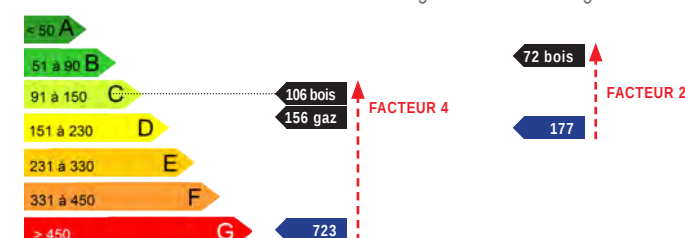
RTex – 5 postes
Chauff.+ECS+VMC+Eclairage+Aux.



Les valeurs diffèrent entre l'approche réglementaire allemande (EnEV) et française (RTex). Pour cette comparaison, elles ont été ramenées à une unité commune, les kWh d'Energie Utile par mètres carrés habitables et par an. Toutefois l'objectif cible est atteint et plutôt homogène dans les deux cas.

MAISON BLOC EN PIERRE À LUDWIGSWINKEL

RTex – 5 postes
Chauff.+ECS+VMC+Eclairage+Aux.



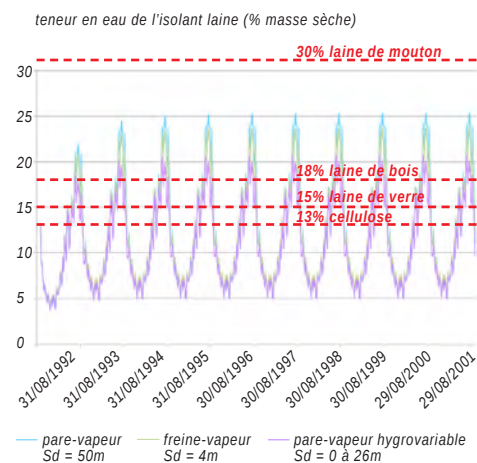
(en kWhEU/m²SHAB.an – en bleu avant travaux/existant, en noir après rénovation)

Les écarts sont ici conséquents et interrogent les valeurs cibles d'un même objectif de Facteur 4 entre deux pays.

RÉSULTATS POUR LE PROJET DE HUNSPACH

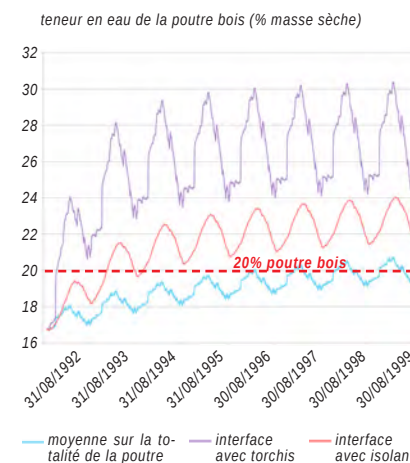
SIMULATIONS thermiques et hygroscopiques dynamiques

ISOLANTS INTÉRIEURS FIBREUX



Cet exemple illustre l'effet de différents pare-vapeurs sur la teneur en eau de l'isolant intérieur (en abscisse le temps, ici 10 années, en ordonnées l'évolution de la teneur en eau en %age de masse sèche). En fonction de leur type, leur seuil de saturation est atteint. La laine de mouton semble la plus indiquée dans tous les cas.

INCONVÉNIENTS D'UNE ISOLATION FORMANT BARRIÈRE À LA VAPEUR D'EAU



Cet exemple permet de mettre à jour les inconvénients d'une isolation avec des produits formant barrière à la vapeur d'eau (panneaux de polystyrène, de polyuréthane, isolants synthétiques, minces ou sous vide) En abscisse le temps, ici 7 années, en ordonnées l'évolution de la teneur en eau en %age de masse sèche des éléments de colombages.

Sur la globalité de la poutre, la teneur en eau augmente rapidement. La limite de 20% de masse sèche est atteinte à partir de la 6ème année.

A l'interface avec l'isolant, la teneur en eau de la poutre ne se stabilise pas et augmente d'année en année : l'isolant empêche le bois de se sécher vers l'intérieur. Sur la couche limite de la poutre à l'interface avec le torchis, la teneur en eau est très élevée, quelle que soit la nature de l'isolant (avec tous les isolants testés).

Mais ce résultat est à interpréter, car le logiciel utilisé privilégie l'eau transportée depuis l'extérieur via les enduits et le torchis (très hygroscopiques) alors qu'en réalité les parois sont protégées de la pluie par les auvents, voire isolées par l'extérieur (bardages sur pignons exposés). Il faut en déduire que les protections physiques sont toujours à maintenir en état.

Les isolants synthétiques et étanches sont à éviter, surtout en isolation intérieure et d'autant plus sur des murs naturellement « respirants » tels les torchis ou les pierres.



outils



évaluer les PERFORMANCES

Mesurer les enjeux

Améliorer le confort de mon bâtiment

Connaître les outils

Mesurer, analyser, évaluer les résultats



HABITER LE PATRIMOINE

... à retenir !

■ VIGILANCE

- Traiter les parois pour garantir une étanchéité à l'air performante oblige à **assurer la ventilation** de tous les locaux. L'assurance de la meilleure Qualité de l'Air Intérieur (QAI) devient un objectif prioritaire directement lié à la santé des occupants.

- **Isolation intérieure ou extérieure ?**
L'isolation intérieure réduit l'inertie et la capacité de régulation hygrothermique du bâtiment, tout en accentuant les ponts thermiques ; ils sont préjudiciables car sources de pertes de calories et de dégradation des matériaux à terme. L'isolation extérieure évite ces phénomènes, mais dénature souvent l'aspect des bâtiments.

- **Ne pas confondre apports de lumière (lux) et apports d'énergie (calories).**
Il convient de réguler les apports solaires en toutes saisons et tous points du bâtiment : les permettre au maximum en hiver, les éviter en été et à certains moments en intersaisons. Dans les bâtiments fortement isolés, l'addition des apports externes aux apports internes est contrindiquée en période estivale et génère des conditions d'inconfort réelles.

■ INDICATEURS

Étanchéité à l'air : une maison individuelle performante doit atteindre un coefficient Q4 Pas surf exprimé en m³/h/m² de parois froides en France et coefficient N50 en Volume/h ailleurs en Europe, ramenés à une surface totale de fuite en cm². Un Q4 < 0,6 sera visé (N50<1).

Facteur lumière du jour (FLJ) : a minima, on visera 200 à 250 lux pour une pièce à vivre ou un bureau (lecture, discussion, vues), 100 lux dans des circulations, 350 à 400 lux pour des ateliers etc. Plus le FLJ est élevé, meilleure sera l'autonomie en lumière naturelle d'une pièce et moins les besoins en lumière artificielle seront importants.

Confort d'été et d'hiver : pour un confort optimal, les températures intérieures doivent être les plus homogènes possibles (autour de 19° à 22°) et l'humidité relative doit demeurer stable et moyenne (entre 40% et 60%). En conditions climatiques estivales normales, on visera un seuil de 27°C et un delta de 3°C entre intérieur et extérieur à ne franchir qu'environ 10% du temps d'occupation ou 50 heures au maximum. La régulation de la température et de l'humidité peut s'opérer par la structure physique des matériaux qui constituent les espaces : inertie ou masse volumique, hygroscopie et perméabilité.

(cf. fiche choisir ses MATÉRIAUX 🏠)

à quoi servent les outils informatiques ?

LE CONFORT

■ déterminer LE CONFORT D'ÉTÉ

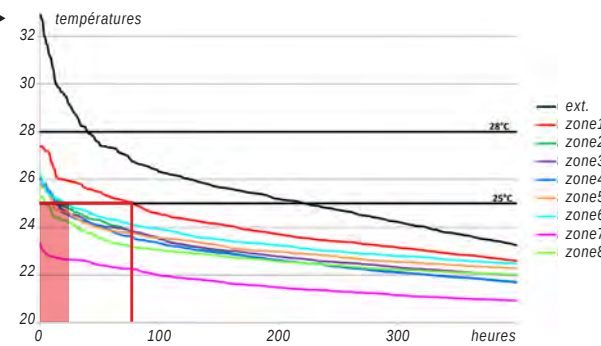
maîtriser les apports de chaleur

Les simulations thermiques dynamiques permettent la modélisation de l'évolution des températures dans chaque espace d'un immeuble tout au long de l'année. Elles considèrent toutes les composantes du bâti, du contexte et de l'occupation. Elles établissent des courbes de températures instantanées, cumulées, déterminent le degré d'inertie du bâtiment et les taux d'inconfort. Elles sont également utilisées pour déterminer et optimiser les besoins en chaleur et en froid dans la mesure où ces simulations permettent d'approcher des valeurs de consommations réelles, déterminées par un usage particulier. Ceci n'est pas le cas des logiciels réglementaires et de diagnostic énergétiques qui déterminent des consommations conventionnelles.

Dans les bâtiments basse consommation ou fortement isolés, le confort estival devient le critère d'appréciation principal. La mauvaise gestion des apports solaires et les apports internes peuvent rendre un bâtiment impropre à sa destination. Dans les bâtiments de référence (voir exemples) les éléments qui participent au confort d'été sont : auvents, épaisseur des murs, matériaux à faible diffusivité thermique.

Simulation thermique dynamique Hunspach : répartition décroissante des températures par pièce pendant un an, météo normale, avec surventilation et protections solaires.

En abscisse le total des heures où une température donnée est dépassée, en ordonnée les températures ambiantes atteintes.



Par exemple : dans la zone ou pièce 1, la température de 25°C est dépassée pendant env. 80 heures. Les autres pièces entre 0 et 25 heures seulement. Le confort général du bâtiment peut être considéré comme satisfaisant.

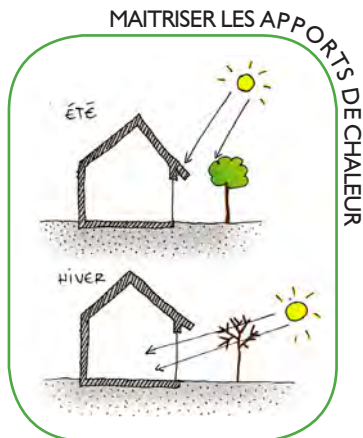
mesurer l'étanchéité à l'air du bâtiment

La perméabilité à l'air d'un bâtiment conditionne ses consommations énergétiques (déperditions directes), des effets d'inconfort en toutes saisons (courants d'air et difficultés du contrôle des conditions climatiques) et des risques de dégradation des matériaux (migrations et accumulations d'humidité, décollement d'enduits, moisissures, etc.). Il est possible aujourd'hui de la mesurer (détermination d'un débit de fuite) et de détecter les points de fuites.

Aussi bien en diagnostic dans l'existant qu'en cours et fin de chantiers, ces tests sont aujourd'hui pertinents, voire obligatoires dans le neuf. Ils permettent d'éviter les problèmes précités et d'atteindre les objectifs de performances énergétiques prévues.

La préparation du bâtiment est sommaire et une porte soufflante est installée sur une baie de l'immeuble. Un ventilateur crée une surpression entre intérieur et extérieur. Des mesures sont alors effectuées par les capteurs de pression et le logiciel et déterminent le débit de fuite, Q4 en France (en m³/h.m² de pf) et N50 en Europe (en Volume/h). Pendant ce temps, un fumigène et des poires à fumée permettent de trouver et de visualiser les points faibles des enveloppes qu'il conviendra de restaurer. Ces tests sont avantageusement et couramment complétés par des visualisations par caméras thermiques (uniquement possibles en période de chauffage).

Sur les bâtiments de référence (voir exemples), les défauts d'étanchéité se trouvent notamment au niveau de la charpente, des menuiseries, du conduit de cheminée,...

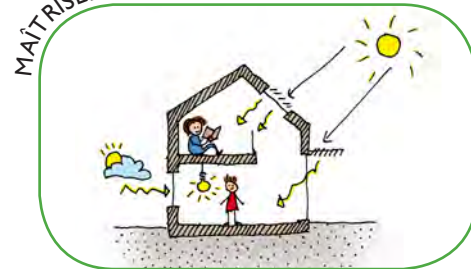


le mot de l'architecte

L'intérêt d'évaluer les performances des matériaux, des parois, des appareils de production de chaleur est d'atteindre un bon niveau de confort.

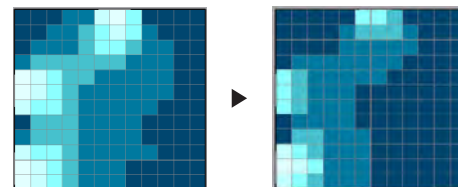
■ simuler L'ÉCLAIRAGE NATUREL

MAÎTRISER L'ÉCLAIRAGE



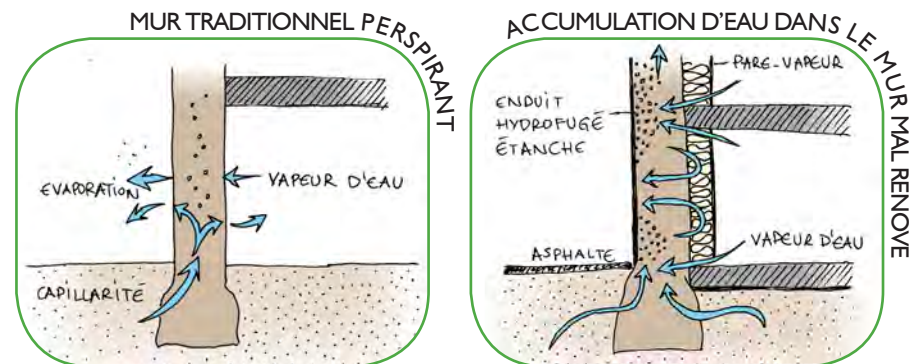
Les consommations électriques, notamment celles liées à l'éclairage et aux usages domestiques, deviennent les principaux postes de dépenses, en logement et dans le tertiaire. Permettre à un espace de bénéficier au maximum de la lumière du jour, du meilleur éclairage possible, fait partie intégrante d'une démarche de qualité environnementale et architecturale. Les logiciels spécialisés intègrent les composantes de la pièce (proportions, couleurs, détails des baies et vitrages) et représentent la valeur et la répartition de la lumière sur chacune des parois. Ils calculent l'homogénéité, les intensités lumineuses et l'autonomie en lumière naturelle des espaces. Ils sont également en mesure de simuler les effets de la lumière artificielle. Ainsi, ils permettent d'améliorer les conditions de confort d'un espace ; en réhabilitation, cette action devient rapidement pertinente.

répartition de la lumière dans une pièce, avant / après : la baisse de luminosité due à l'ajout d'isolant est à compenser (choix des couleurs, qualité vitrages, agencements adaptés)



■ simuler LES MIGRATIONS D'HUMIDITÉ DANS LES PAROIS

comprendre les murs anciens



Dans une paroi, l'eau est présente sous 2 formes : liquide (pluie en surface des enduits, fuites structurelles et remontées par capillarité dans l'épaisseur) et vapeur (températures et humidités relatives de l'air intérieur et extérieur générant un différentiel de pression et les migrations de molécules d'eau à travers les matériaux). L'eau contenue ne peut être évacuée que par évaporation. Si son évaporation est entravée (enduits et revêtements imperméables), l'eau se concentre dans la paroi et progresse par capillarité. Les matériaux arrivent rapidement à saturation et se dégradent petit à petit : tassement, risque de gel, moisissures, fissuration, décollement des enduits.

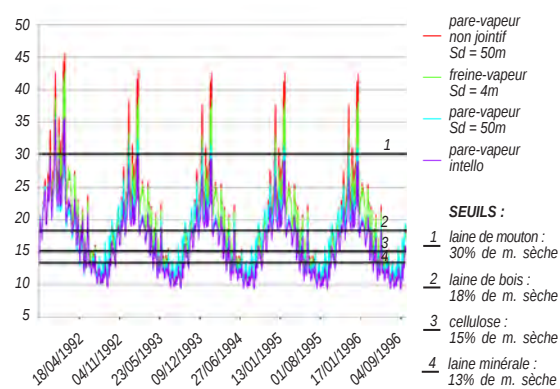
simuler les remontées capillaires

Dans le même registre, mais à des endroits singuliers, le comportement des matériaux en terme de gestion de la pression capillaire et d'exposition directe aux intempéries peut également être modélisé. En pied de façades, elle explique le vieillissement prématuré des enduits, des lisses basses en bois, voire des maçonneries. Associé au gel, les teneurs en eau des matériaux sont à apprécier finement pour éviter tout vieillissement accéléré.

déterminer les matériaux qui favorisent l'évaporation de la vapeur d'eau

Thème central de recherches aujourd'hui, notamment dans les projets de réhabilitation énergétique du patrimoine ancien, les effets des mouvements d'humidité à travers les parois sont modélisables et forts instructifs. Jusqu'alors peu intégrées et mal appréciées (méthode incomplète), ces études spécialisées évitent le déclenchement de toute nouvelle pathologie en localisant le point de rosée et qualifiant l'évolution et la saturation en eau des matériaux dans leur masse et à leurs interfaces. Elles permettent ainsi de déterminer avec précision les bonnes valeurs de perméabilité à la vapeur d'eau des matériaux (Mu et Sd), de choisir le bon matériau en fonction de sa capacité d'absorption, d'aération ou d'étanchéité. En fonction de son épaisseur et des conditions hygrothermiques de la paroi, les phénomènes varient de façon conséquente.

teneur en eau de la masse sèche (M en %)



◀ **Exemple de Ludwigswinkel – isolation intérieure** : évolution de la teneur en eau de l'isolant à la jonction avec le grès sur 4 ans, avec différents pare-vapeurs. Les seuils de saturation des isolants sont connus. Même si la tendance générale n'aboutit pas à l'augmentation de la teneur en eau mais à une stabilisation apparente, seul un pare-vapeur à Sd variable parfaitement posé et une laine de mouton semblent garantir la pérennité de l'isolant. Toutes les autres situations conduisent à leur saturation quasi permanente, et donc leur dégradation.

déterminer les épaisseurs d'isolants

Au-delà de leur simple potentiel thermique, les isolants n'ont pas besoin d'être surdimensionnés à outrance ; des épaisseurs rentables, de confort et n'engageant aucune dégradation sont à rechercher. Ainsi, la comparaison en terme de bénéfice investissement / économies / complications est pertinente avant de figer toute prescription. (cf. fiche choisir ses MATÉRIAUX 🏠)

MIEUX INVESTIR

En ces temps d'augmentation du coût des énergies et de raréfaction de l'offre, la recherche d'un niveau de performance énergétique donné et une réflexion intégrant le cumul des dépenses sur plusieurs années deviennent la norme. Cette recherche d'économie s'accompagne de plus en plus d'une prise de conscience des problèmes liés à l'environnement et d'une volonté d'agir pour sa préservation.

Le Facteur 4, à savoir diviser par 4 ses consommations à l'occasion d'un projet, est un objectif simple. En accord avec son temps et partagé dans la majorité des pays développés, il répond aux objectifs de réduction des émissions de CO₂ prônés par le Protocole de Kyoto en 1997. Il prend également tout son sens quand on raisonne du simple point de vue économique.



COMPRENDRE coût global et coût global élargi

La rénovation en général, et plus spécifiquement celle du bâti ancien, offre la possibilité de réduire de façon conséquente les dépenses cumulées sur plusieurs années. Le coût d'investissement important est souvent largement compensé par des coûts d'exploitation considérablement réduits et finit par constituer de loin la solution la plus rentable.

Il s'agit de la notion de coût global qui additionne :

- le coût d'investissement (CI),
- les coûts d'exploitation et de maintenance (CEX + CM),
- les coûts différés des premières transformations (CD),
- les coûts de démolition (CDÉ).

Il traduit une partie du « Cycle de Vie » du bâtiment, celui des dépenses à engager du « berceau à la tombe ».

Pour être plus complet et interroger les coûts « externalisés » (CEXT), le coût global élargi intègre en plus toute autre notion dépendante de l'opération ; parmi les plus connus peuvent être cités les **impacts environnementaux** (indicateurs de pollution, d'équivalent carbone et d'énergie grise), les **coûts de transports** (déplacements domicile travail, domicile détente, domicile achats), les **frais financiers** (bancaires et notariaux etc.).

Aussi, il faut admettre que rares sont ceux qui pensent à la fin de vie de leur immeuble et aux legs aux générations futures au moment d'un projet. Et pourtant quelle responsabilité !

Rappelons que les coûts des conseils et d'ingénierie d'une opération s'élèvent en général entre 1 et 2% du coût global. Mais leurs décisions engagent les 99% autres... (Voir fiche développer son PROJET )

Raisonnement en coût global implique de réinterroger ses comportements d'utilisateur (par rapport à ses besoins quotidiens, au fonctionnement du bâtiment et aux contraintes de maintenance) et sa sensibilité aux questions de préservation de l'environnement.

quels impacts environnementaux ?

>@ toutes les études détaillées sont téléchargeables en annexes (voir lien sur la pochette)

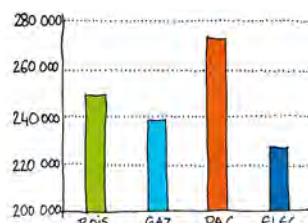
raisonner en COÛT GLOBAL

Au-delà de la valeur vénale et de transmission augmentées à terme, les dépenses cumulées intégrant les augmentations des coûts des énergies doivent être calculées sur une durée de 20 ans (= durée d'un prêt bancaire et des premiers gros ré-investissements et remplacements). Pour Ludwigswinkel, elles sont détaillées ci-dessous, en comparant 4 modes de production de chaleur possibles : une chaudière au bois granulés (ou pellets), une chaudière à condensation au gaz, une pompe à chaleur eau/eau et le tout électrique. On remarque que pour un certain coût en investissement et hors subvention possible, le classement s'inverse dès lors que l'on intègre la maintenance, l'augmentation des prix et la durée le temps. En termes de rentabilité, il est démontré qu'une réhabilitation au niveau Facteur 4 est réelle entre 8 et 13 années selon les cas, si on la compare à une réhabilitation normative et esthétique (ravalements, électricité et VMC neuves uniquement). Les coûts d'investissements des études menées sont les suivants (Travaux Facteur 4 : isolations, chaudière et ECS bois, VMC SF, électricité, tous ravalements, étanchéité à l'air) : 780,00 Euros TTC / m² SHON soit 900,00 Euros TTC/m² SHAB ; le coût reste relativement élevé mais justifié par l'importance des travaux à mener en toiture. La quote-part des travaux dits d'amélioration énergétique est de l'ordre de 50%. Aucune subvention, aide financière ou fiscale ne sont intégrées à ce calcul.

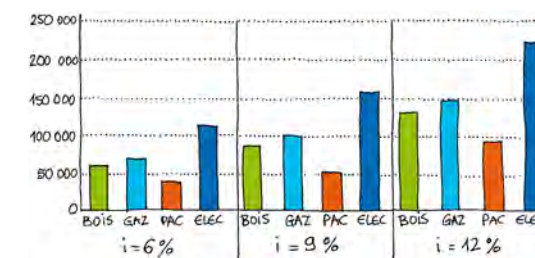
RÉSULTATS POUR LE PROJET DE LUDWIGSWINKEL

COMPARAISON COÛTS pour 4 solutions énergétiques

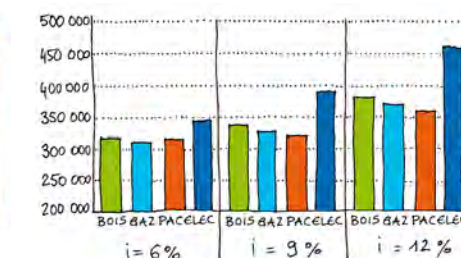
Coûts d'investissement TTC compris honoraires (15%)



Coûts d'exploitations TTC sur 20 ans selon 3 taux d'inflation



Dépenses cumulées TTC sur 20 ans selon 3 taux d'inflation



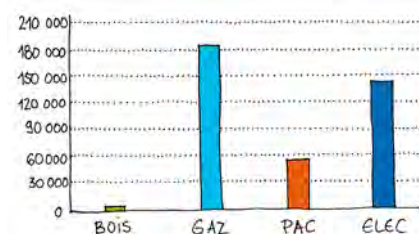
Un écart de l'ordre de 15% est à relever entre les extrêmes. Les solutions les moins chères à l'achat demeurent les plus répandues : gaz et tout électrique. A noter que ces estimations n'intègrent pas les éventuelles subventions.

Les écarts représentent du simple au quintuple en fonction des hypothèses. Quelle que soit la hausse moyenne des coûts des énergies, la PAC est la solution qui engage en théorie les moindres dépenses d'exploitation (le COP de la machine trouve ici tout son sens). Toutefois, la durée de vie et la fiabilité des composants de la PAC peuvent réduire cet avantage. Il est aussi possible d'imaginer que le bois ne subira pas les mêmes hausses que les énergies fossiles (6% contre 12%). L'électricité reste la solution de loin la plus onéreuse.

En dépenses cumulées, les écarts se réduisent et une différence d'environ 7% entre bois, gaz et PAC est à remarquer. Seule la solution tout électrique semble dans tous les cas de figure la moins attractive. Pour les départager, les critères environnementaux ou « coûts externalisés » peuvent constituer un champ d'appréciation pertinent.

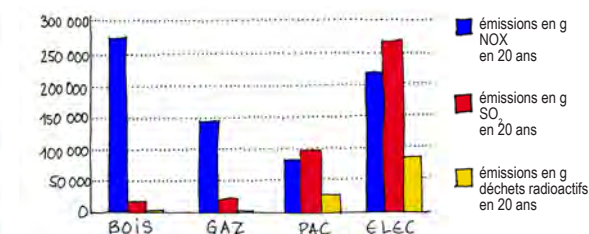
COMPARAISON ÉMISSIONS POLLUANTES pour 4 solutions énergétiques

Emissions de kgCO₂ en 20 ans pour les 4 solutions énergétiques



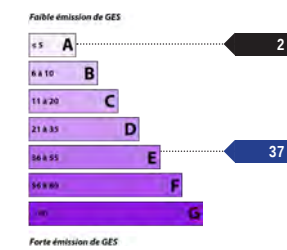
Les solutions techniques les moins chères à l'investissement sont celles qui émettent le plus de CO₂. La PAC n'échappe pas au constat dans la mesure où la production hivernale d'électricité fait appel aux énergies fossiles.

Autres émissions polluantes en 20 ans pour les 4 solutions énergétiques



Les effets environnementaux liés aux diverses émissions sont contrastés et très divers : effet de serre, irritations et pluies acides pour les premiers, déchets à longues et très longues durées de vie radioactive pour les derniers. La solution tout électrique rassemble encore une fois la majorité des défauts.

Emissions des GES selon DPE en m² de surface utile



Grâce à la réduction des besoins de chauffage et d'électricité d'une part et au changement du mode de production de chaleur d'autre part, les émissions de CO₂ sont réduites de 95%.



raisonner en COÛT GLOBAL

Objectif : facteur 4
(diviser par 4 ses consommations)

Intégrer tous les coûts

Impacts environnementaux



HABITER LE PATRIMOINE

... à retenir !

■ plus -values d'une rénovation thermique en terme de CONFORT

En plus du confort thermique, une bonne rénovation doit améliorer :

- le confort acoustique : par traitement adapté des détails et des choix de matériaux,
- le confort visuel : par la caractérisation des baies et des vitrages, le choix des couleurs des parois intérieures, des interventions sur leurs dimensions et leur quantité,
- la qualité d'air intérieur : par une parfaite ventilation, des matériaux sains et un bon entretien.

■ prévention des RISQUES

La vérification préalable et l'évitement de nouvelles pathologies constituent un des piliers des études préliminaires et relèvent du pur bon sens. Il s'agit essentiellement de :

- la stabilité des structures : études de sols, présence d'eau souterraine, statique et stabilité générale, état et vétusté des matériaux, fissures préjudiciables,
- la protection aux précipitations de toutes les parois : toitures, façades, sous-bassements,
- la maîtrise des points de rosée et de la migration d'humidité :
 - parties courantes : grès, torchis, bois, entre couches, isolants, pare vapeur, enduits,
 - assemblages : bois, corbeaux, changements de matériaux, ponts thermiques,
 - dalles : sur caves, sur terre-pleins, sous combles et greniers,
 - pieds de façades : remontées capillaires sousbassement.

■ solutions et bouquets de travaux pour atteindre le FACTEUR 4

Pour les deux exemples étudiés, les prescriptions de base de l'état rénové sont les suivantes :

- isolation des murs : $R = 2,5 \text{ m}^2.K/W$ (env. 10cm), des planchers bas : $R = 2,5 \text{ m}^2.K/W$ et du plancher des combles non chauffés : $R = 5 \text{ m}^2.K/W$,
- remplacement des menuiseries par du double vitrage ou double fenestration (menuiseries isolées) pour un $U_w \text{ inf. ou égale } 1,5 \text{ W/m}^2.K$,
- étanchéité à l'air $n_{50} = 9 \text{ Vol/h}$ ($Q_4 = 2,7 \text{ m}^3/\text{h.m}^2 \text{ pf}$) à Hunsbach et $n_{50} = 10 \text{ Vol/h}$ ($Q_4 = 4 \text{ m}^3/\text{h.m}^2 \text{ p}$) à Ludwigswinkel qui demeurent médiocres et sont améliorables,
- ventilation mécanique centralisée de type simple flux Hygroréglable de type B. Possibilité d'installer une ventilation double flux dont certaines décentralisées,
- chaudière à condensation à gaz ou à pellets pour le chauffage et l'ECS accumulée (ballon de 300L).

(voir fiches choisir ses MATÉRIAUX et évaluer les PERFORMANCES) et

que comprend le coût global ?

IDENTIFIER L'ENSEMBLE DES COÛTS

Pour savoir si le prix d'une intervention est bas ou élevé, il faut toujours la juger dans sa globalité. Ceci vaut pour tous les domaines de la vie, et plus particulièrement pour la rénovation d'une maison. En investissant dans la rénovation, il ne faut jamais évaluer un coût de façon isolée, mais toujours garder à l'œil toute la durée d'utilisation du bien. Une solution qui paraît économique au premier abord, peut s'avérer coûteuse sur le long terme, peut déclencher des coûts différés très importants, voire même rendre impossible des solutions d'avenir. Il s'agit d'une nouvelle perspective à découvrir en admettant le principe fort : éviter de réaliser une rénovation thermique de bâti ancien « à moitié ». Deux raisons à cela : non seulement elle n'est jamais rentable mais en plus elle épuise, voire anéantit pour longtemps le gisement d'économies de charges et d'émissions polluantes associées.

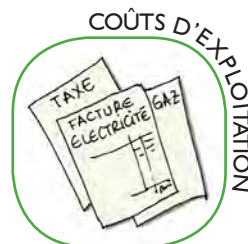
■ coût D'INVESTISSEMENT (CI)

On ne le présente plus à tel point il est le principal indicateur et facteur de décision. Il est considéré par le maître d'ouvrage, les organismes financeurs, les agents commerciaux, les entreprises. Il correspond à l'ensemble des dépenses nécessaires à la réalisation de l'opération complète : en sus des dépenses liées au foncier et aux travaux de construction, il intègre les dépenses liées aux différents honoraires (notaire, géomètre, architecte, conseils divers), aux taxes (branchements, TLE etc.), aux assurances (dommage ouvrage notamment), aux études spécifiques (diagnostics particuliers, études géotechniques et hydrologiques), aux frais financiers (intérêts bancaires, frais divers). Cette somme constitue la masse de dépenses à financer immédiatement, mais la charge et les mensualités du maître d'ouvrage utilisateur de son bien ne sont pas limités à celle-ci. L'endettement réel du maître d'ouvrage se calcule en ajoutant les coûts présentés ci-dessous.



■ coût D'EXPLOITATION (CE)

Vécu au quotidien, il englobe les principales charges et factures de fonctionnement. Dépendant de la performance de son immeuble et du comportement des utilisateurs, il additionne les coûts de chauffage, d'électricité (éclairage, auxiliaires et domestique), d'eau potable (chaude et froide) et des différentes redevances correspondantes (assainissement, abonnements, taxes).



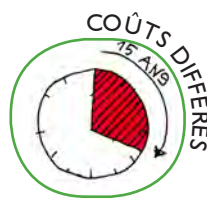
■ coût DE MAINTENANCE (CM)

Moins régulier ou connu, il correspond aux obligations d'entretien régulier des équipements en vue de leur parfait fonctionnement et du maintien des garanties ou des performances. Souvent limité à la maintenance annuelle des chaudières, car obligatoire (gaz, bois, fuel), il convient de l'étendre aux installations aérauliques (VMC), de chauffage de l'eau (PAC, solaire), des productions d'énergie renouvelables (photovoltaïque, éolien) et de domotique d'une part, mais aussi l'entretien décennal aux façades et couvertures, aux réseaux d'assainissement, de récupération d'eau de pluie, aux installations électriques d'autre part. Des entreprises ont été créées ces dernières années pour répondre à ces besoins.



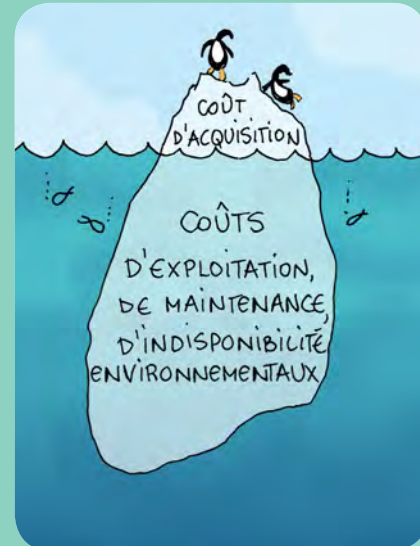
■ coûts DIFFÉRÉS (CD)

Il s'agit des dépenses à engager en premier remplacement en fin de vie d'un appareil ou d'un élément constructif, pour un ravalement ou un rafraîchissement, une modification fonctionnelle « légère » (dé/re-cloisonnement, par exemple).



■ coût DE DÉMOLITION / DÉCONSTRUCTION (CDÉ)

Très rarement pris en compte au moment d'un projet, cette dépense est celle à effectuer en fin de vie du bâtiment. A la charge du dernier propriétaire, elle peut varier de façon conséquente selon les modes constructifs retenus et les matériaux choisis (voir fiche choisir ses MATÉRIAUX). Les obligations de tri, recyclage et de revalorisation des déchets du bâtiment sont de plus en plus précises au fil des années ; les montants à engager évoluent à la hausse et sont calculés en fonction des volumes et masses par types de matériaux.



RAISONNER EN COÛT GLOBAL

le mot de l'artisan

Une collaboration technique est souvent nécessaire. Aussi, des mises aux points économiques sont requises, notamment en considérant l'ensemble des corps d'état et un budget global d'opération. Cette ouverture apportée par d'autres nous amène à rechercher des fournitures plus adaptées et plus locales. C'est très intéressant.

■ coûts EXTERNALISÉS (CEX) / impacts environnementaux

Les coûts externalisés sont ceux qui ne sont pas supportés par celui qui les a déclenchés et ne font pas partie des coûts de la construction proprement dits. La liste peut être très longue selon le type de programme. Principalement, il s'agit des coûts restant à charge de la collectivité, tels les impacts environnementaux (dépollutions multiples, santé etc. voir fiches choisir ses MATÉRIAUX) et à charge des utilisateurs (frais de déplacements, de fournitures). Ces derniers peuvent se révéler conséquents dès lors que l'immeuble s'éloigne des centres d'intérêts (lieu de travail, écoles, transports en communs, services, etc.) et quasi nuls lorsque l'immeuble devient polyfonctionnel et à proximité des services vitaux (alimentation, transports en communs, école).

■ temps de RETOUR / cumul des dépenses

Sur les bases précédentes, il devient ainsi pertinent de comparer diverses solutions de performances et d'équipement en fonction des dépenses cumulées sur une durée précise ; généralement 15 ou 20 ans. Il est possible de déterminer les temps de retour ou d'amortissement de tel ou tel investissement tout en intégrant l'augmentation annoncée des coûts des énergies. C'est ici que l'éco-rénovation et la performance énergétique prennent tout leur sens et trouvent leur justification.

performances

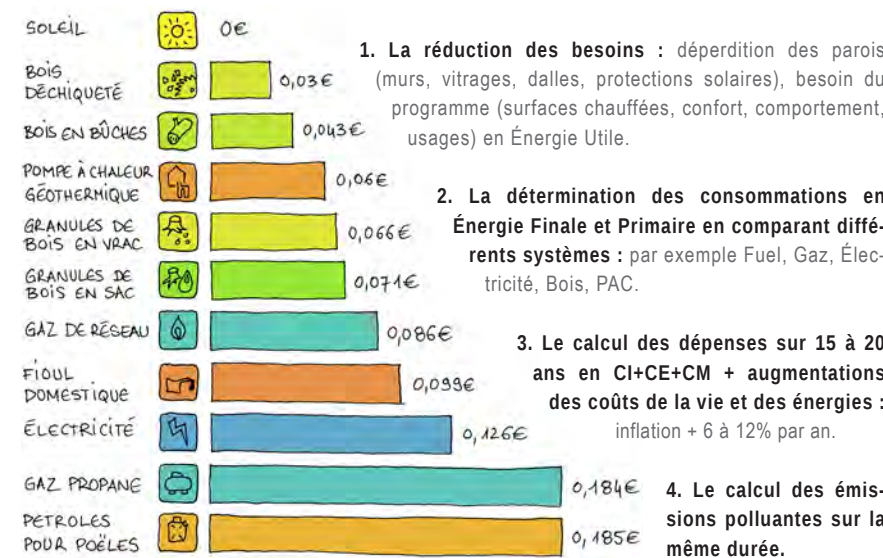
ATTEINDRE LE FACTEUR 4

Les nouveaux usages et nos besoins de confort modifient considérablement les besoins en énergie d'un bâtiment ancien. Par anticipation, la recherche de nouvelles performances doit intégrer l'augmentation prévue du prix des énergies traditionnelles et la réduction des pouvoirs d'achats tout en veillant à augmenter les niveaux de confort.

■ la question DU CHOIX DE L'ÉNERGIE

Les disponibilités locales, les coûts, les filières approvisionnement et les impacts environnementaux doivent guider les choix. En fonction du bâtiment et des moyens des propriétaires, du pays, ils peuvent s'avérer très différents.

Pour choisir judicieusement son énergie, il convient de raisonner en 4 étapes (réflexion à mener dans cet ordre) :



Argus des énergies pour une maison familiale - avril 2013 - prix TTC par kWh (source Ajena) Ce graphique inclut les abonnements et surtout le rendement des installations.

■ ... LE SAVIEZ-VOUS ?

l'énergie utile en kWh ...

... est l'énergie nécessaire à couvrir un besoin pour un usage donné : restitution de chaleur et de lumière par exemple. C'est l'unité utilisée par les fabricants de matériel, les bureaux d'études et parfois les agences de communication.

l'énergie finale en kWh ...

... est l'énergie livrée chez vous pour assurer, après rendements et pertes de vos appareils, l'énergie utile à vos besoins. En fonction de l'âge de vos installations, du type d'énergie et de vos besoins, elle peut varier de façon conséquente avec l'énergie utile et lui est toujours supérieure. C'est l'unité utilisée pour vos factures d'énergie.

l'énergie primaire en kWh ...

... est l'énergie réellement prélevée à l'environnement, après pertes de transport et rendements des modes de transformations d'énergies (centrales, extractions, transformations). Elle varie dans le temps en fonction de l'énergie finale et lui est toujours inférieure (bois : 0,2 en Allemagne à 0,6 en France), supérieure (électricité : 2,97 en Allemagne, 3,31 en France mais officiellement encore 2,58) ou quasiment égale (gaz, fuel : 1,1 en Allemagne et 1 en France). C'est l'unité utilisée conventionnellement par les Etats, reprise par les réglementations thermiques, les DPE, ...

