

Jean-Pierre Moya

Isolation thermique durable des bâtiments existants

Choix multicritères • Manuel pratique



2^e édition

EDITIONS
LE MONITEUR

Vos outils
en
**VERSION
NUMÉRIQUE**
inclus

Isolation thermique durable des bâtiments existants

Choix multicritères • Manuel pratique

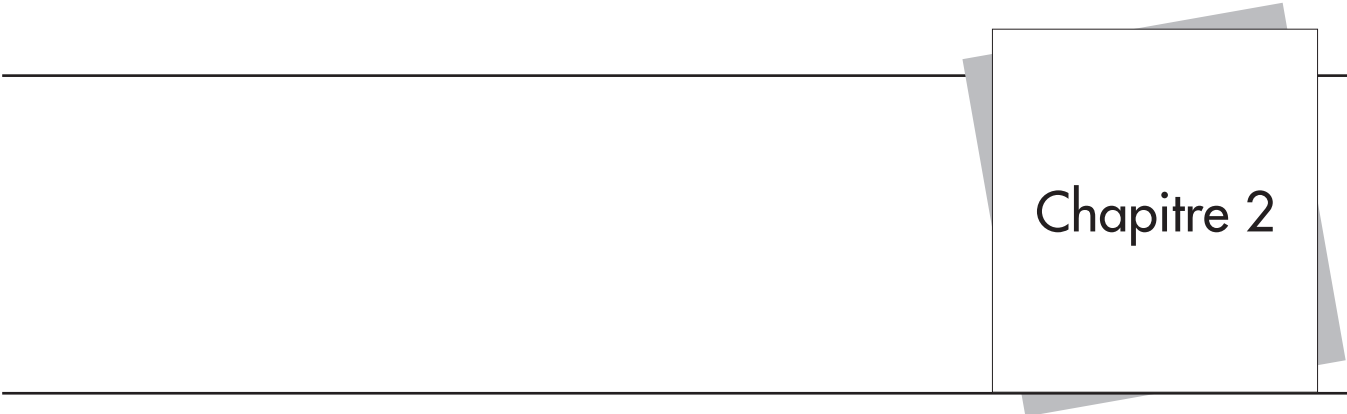
2^e édition

Jean-Pierre Moya

Architecte-thermicien, docteur en urbanisme
Consultant

Sommaire

	Mode d'emploi du tableau synoptique	7
	Avant-propos	21
	Sigles et acronymes	23
	Introduction	25
CHAPITRE 1	COMPORTEMENT DES BÂTIMENTS : MATÉRIAUX CONSTITUTIFS ET ENVIRONNEMENT	31
CHAPITRE 2	IDENTIFICATION DES DIFFÉRENTES TYPOLOGIES CONSTRUCTIVES DU BÂTI EXISTANT	37
CHAPITRE 3	MÉTHODE DE DIAGNOSTIC ADAPTÉE À L'OPTIMISATION THERMIQUE DES BÂTIMENTS EXISTANTS	65
CHAPITRE 4	ÉTUDE DE CAS : APPLICATION DE LA MÉTHODE DE DIAGNOSTIC THERMIQUE	87
CHAPITRE 5	CHOIX MULTICRITÈRES DES ISOLANTS THERMIQUES EN FONCTION DE LA NATURE DES PAROIS	129
CHAPITRE 6	FICHES TECHNIQUES	177
	Annexes	243
	Références et bibliographie	287
	Index	291
	Table des matières	297



Chapitre 2

Identification des différentes typologies constructives du bâti existant

Bien souvent, les modèles présentés pour décrire les différentes typologies de bâtiments s'appuient sur la forme du bâtiment, la fonction du bâtiment, les systèmes constructifs, les périodes de construction ou la région géographique. Si ces choix de classification sont pertinents, ils nous renseignent insuffisamment pour l'objet de notre travail qui ne concerne, rappelons-le, que les bâtiments d'habitation.

Les modèles typologiques que nous allons utiliser s'appuient sur les modes constructifs des parois des bâtiments existants, et ce au regard du comportement des matériaux les constituant.

Nous distinguerons également, vis-à-vis de la typologie retenue, les principales parois de l'enveloppe du bâtiment : murs, toitures, sols (fig. 2.1).

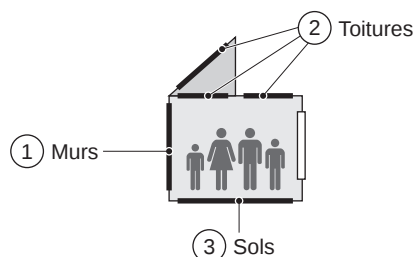


Fig. 2.1. Principales parois de l'enveloppe d'un bâtiment

2.1 Murs

Les murs représentent les éléments verticaux opaques d'un bâtiment. Ils entourent une pièce et constituent, pour ce qui est des murs de l'enveloppe du bâtiment, une interface entre les ambiances intérieures et extérieures.

Nous distinguons les murs :

- de terre crue : pisé, bauge, brique de terre crue, adobe, torchis ;
- de brique : briques de terre cuite ;
- de pierre : maçonnerie de galets, pierres basaltiques, schistes, granit, grès, calcaire, craie, tuffeau, etc. ;
- en bois : madriers ou grumes empilés, système « poteaux/poutres » à remplissage à base de planches, colombages, système « poteaux/poutres » à remplissage maçonné ;
- en béton : maçonnerie d'éléments de petite taille (« agglos »), béton banché.

2.1.1 Murs en terre crue

Le matériau « terre » a été traditionnellement utilisé pour la construction des murs dans une grande partie du territoire national, et particulièrement dans les vallées

et plaines où le bois était plus rare, les pierres souvent profondément enfouies. Mais également dans d'autres régions où la terre, largement disponible, était très adaptée à un type de mise en œuvre particulier.

Chacune des formes d'utilisation de ce matériau est caractérisée par des mises en œuvre spécifiques.

EXEMPLE

Pour le pisé, présent dans le Lyonnais, le Dauphiné, l'Auvergne... la terre utilisée, plutôt argileuse-graveleuse, est tassée en lits plus ou moins réguliers dans un coffrage de planches (les banches), à l'aide d'un pisoir. De l'argile pure ou du mortier de chaux vient parfois stabiliser les joints et renforcer les chaînages d'angle.

En Bretagne, Basse-Normandie, Maine, Camargue... nous trouvons la bauge. Là, de la terre argileuse est malaxée et mélangée à des débris végétaux puis montée (à la main souvent) en lits épais.

Les briques de terre crue ou briques d'adobe (photo 2.1), présentes en Champagne, dans le Toulousain... sont moulées, pressées, puis séchées au soleil avant d'être appareillées dans des maçonneries très souvent apparentes, parfois enduites. La terre utilisée est plutôt argileuse-sableuse. Quant au torchis, mortier de terre argileuse (limon argileux) mélangé à de la paille, il est le partenaire de colombages dont il constitue le remplissage. Nous le retrouvons majoritairement en Normandie, en Alsace et dans de nombreux centres-villes anciens.

De la chaux (chaux naturelle aérienne) est également parfois incorporée dans les mélanges de terre et d'argile dans le but de renforcer la cohésion du complexe.

► La fiche technique 2.01 en fin de chapitre présente les principales caractéristiques des murs en terre crue.



Photo. 2.1. Bâtiment en briques de terre crue

2.1.2 Murs en pierres

Les pierres utilisées pour la construction des murs sont classées par la géologie comme ci-après (§ 2.1.2.1 à 2.1.2.3) mais elles peuvent également l'être d'après leurs

propriétés physiques : dureté, homogénéité, perméabilité, cohésion, etc.

2.1.2.1 Roches magmatiques

Les roches magmatiques résultent du refroidissement et de la solidification du magma. Elles sont déclinées en :

- roches magmatiques plutoniques : les granits, produits par la cristallisation du magma qui refroidit lentement en profondeur sous la terre (roches imperméables⁽¹⁾) ;
- roches magmatiques volcaniques : les basaltes, formés suite au refroidissement et à la solidification rapide du magma après expulsion à l’occasion d’une éruption volcanique (roches imperméables à l’eau).

2.1.2.2 Roches sédimentaires

Les roches sédimentaires sont composées de matériaux formés par l’accumulation et la consolidation de matières minérales et/ou de particules organiques déposées par l’action de l’eau, du vent ou de la glace. Elles sont déclinées en :

- calcaires, formés en milieu marin à partir de l’accumulation et de la consolidation des organismes vivants, déclinés en :
 - calcaires tendres (roches perméables à l’eau),
 - calcaires durs (peu perméables à l’eau) ;
- grès et meulières, composés de masses consolidées de sable déposé par le mouvement de l’eau ou du vent, déclinés en :
 - grès tendres (perméables à l’eau et gélifs),
 - grès durs et très durs (peu perméables à l’eau),
 - meulières (pierre siliceuse, parfois caverneuse avec porosité fermée, perméable à l’eau).

2.1.2.3 Roches métamorphiques

Ardoises, schistes, micaschistes, gneiss, marbres... Ce sont des roches dont la composition et la texture ont été modifiées par une augmentation de la chaleur et de la pression, soit en profondeur de la croûte terrestre (métamorphisme régional), soit en surface au contact du magma (métamorphisme de contact). Elles sont peu perméables à la vapeur d’eau.

Vis-à-vis de leur comportement à l’eau, une partie des pierres utilisées dans nos constructions contiennent de l’eau en plus ou moins grande quantité selon le type de

1. Par opposition aux pierres perméables (à l’eau), sont qualifiées d’imperméables (à l’eau) les pierres qui ne se laissent pas traverser par l’eau dans des conditions de pression courante (pluie...). Les pierres perméables à l’eau sont en général moyennement à fortement capillaires ; les pierres imperméables de non à très peu capillaires.



Photo 2.2. Bâtiment en pierres enduites



Photo 2.3. Bâtiment en pierres apparentes

roches (il suffit de plonger une pierre dans un récipient d’eau pour s’apercevoir qu’elle sera plus lourde après). Ainsi l’eau peut-elle pénétrer la roche : on parle alors de la porosité de la roche (volume de vide à l’intérieur de la roche). Mais l’eau peut également traverser la roche : on parle alors de la perméabilité à l’eau (capacité d’une roche à se laisser traverser par l’eau).

La pierre abonde sur le territoire et toutes les pierres sont *a priori* bonnes pour construire : galets, silex, plaquettes, moellons... Néanmoins, les modalités constructives diffèrent : appareillages plus ou moins complexes, épaisseurs variables, usage plus ou moins abondant de mortier...

Il n’en demeure pas moins que le calcaire constitue la pierre à bâtir par excellence car plus facile à travailler, à la différence des granits, grès et autres roches volcaniques, souvent empilés à joints vifs.

Contrairement à un habitat plus récent des centres-bourgs et aux bâtiments publics, la pierre taillée n'était utilisée dans l'habitat vernaculaire que pour les encadrements d'ouvertures et les chaînages d'angles. Dans ces emplois et selon les régions, elle pouvait être remplacée par de la brique.

À l'exception du patrimoine en pierres de taille, la partie courante des murs en pierre des bâtiments d'habitation était enduite (photo 2.3).

► La fiche technique 2.02 en fin de chapitre présente les principales caractéristiques des murs en pierres.

2.1.3 Murs en bois

Ils peuvent être constitués de bois massif ou consister en une ossature bois à remplissage. Seront distingués les murs à base de :

- madriers ou grumes empilées ou fustes (photo 2.4) ;
- système « poteaux/poutres » à remplissage à base de planches ;
- colombages (photo 2.5) ;
- système « poteaux/poutres » à remplissage maçonné.

Le bois, abondant sur la majorité du territoire, facile à mettre en œuvre et d'une grande maniabilité, a été largement utilisé pour bâtir de nombreux édifices, et selon plusieurs techniques constructives.

Le bois massif empilé, à base de madriers ou de grumes de résineux grossièrement équarries (photo 2.4), est la construction traditionnelle qui correspond aux forêts de résineux des chaînes de montagnes et de l'Europe septentrionale (du chalet savoyard à l'isba russe). Dans ces mêmes régions, un autre mode de construction apparaît, plus soigné et demandant surtout moins de bois en réaction au déboisement continu. L'utilisation du bois massif fait alors place à l'utilisation de planches verticales ou horizontales associées à une ossature formée de poteaux et de poutres. C'est la maison de planches. Les premières apparaissent dans la montagne jurassienne ; c'est aussi la maison traditionnelle de Savoie.

Dans les régions moins forestières, ou moins pourvues de résineux, c'est un autre type de construction qui s'impose : les maisons à colombages ou à pan de bois (photo 2.5). C'est majoritairement le chêne qui fournit l'armature nécessaire à la solidité de la construction. Un lattis en noisetier ou châtaigner est ensuite réalisé entre les éléments de l'ossature principale, avant de recevoir un mélange de terre et de paille : le torchis. Les colombages sont généralement laissés apparents ; le torchis est enduit de chaux sur sa face extérieure, de plâtre sur sa face intérieure. Le remplissage lattis/torchis est quelquefois remplacé par de la maçonnerie (briques de terre crue ou cuite...).



Photo 2.4. Mur en grumes empilées ou fustes



Photo 2.5. Bâtiment à colombages

Dans la lignée de cette technique ancestrale, un nouveau patrimoine « bois », plus urbain (qui d'ailleurs souvent s'ignore), voit le jour. À partir d'une ossature poteaux/poutres, la masse du mur est réalisée par un mélange maçonné sommaire : pierres de piètre qualité, chutes de terre cuite... le tout généreusement hordé de mortiers de plâtre et/ou de chaux. Les parois de ces bâtiments recevaient ensuite un parement maçonné : appareillage de pierres, de briques, enduit du côté extérieur, plâtres ou boiseries du côté intérieur.

Ces deux dernières techniques permettaient de construire des bâtiments relativement hauts (une charpente en bois étant plus facile à monter que de hauts murs en pierres). Puis, du fait du développement de l'industrie et des transports, le bois recule peu à peu au profit de la brique.

► Les fiches techniques 2.03 et 2.04 en fin de chapitre présentent les principales caractéristiques des murs en bois.

L'environnement actuel de la longère



Photo 4.1. Façade ouest

Situé dans le parc naturel régional du Perche, le site est à la fois protégé et dégagé.



Photo 4.2. Vue depuis la façade nord

Pris depuis la terrasse située sur la façade nord, ce cliché montre la distance conséquente qui sépare le bâtiment de la haie d'arbres la plus proche. Ces derniers ne protègent que très peu la longère puisqu'ils sont éloignés et à feuilles caduques.

Époque de construction



Photo 4.3. Une longère datant du 18^e siècle

Construite en plusieurs étapes, la longère a vu ses premières pierres posées au 18^e siècle. Une partie du corps du bâtiment date de 1795, une autre de 1894, comme en atteste la photo.

Nature du sol



Photo 4.4. Mare à l'est

Terrain argileux et présence de deux mares sur la parcelle.



Photo 4.5. Mare à l'ouest

Zoom sur la seconde mare.

Principales dispositions constructives

Les murs de briques de terre cuite sont mis en œuvre avec parement en simple (ou multiple) appareil en panneresses ou en boutisses et panneresses. Leur épaisseur varie entre 0,11 et 0,44 m (quatre épaisseurs de briques), parfois plus.

Dans certaines régions, nous trouvons des « doubles murs ». Ils sont constitués comme suit : un mur de parement de 11 cm à l'extérieur, un espace ventilé sur l'extérieur, un mur porteur côté intérieur. Dans les versions plus récentes, le vide est généralement remplacé par un isolant.

Les murs en briques sont quelquefois enduits, le plus souvent d'un mortier de chaux, parfois d'un mortier de chaux-plâtre ou de plâtre seul à l'intérieur.

La brique est aussi utilisée pour maçonner les voûtes, cadres de baies et chaînages d'angle.

Certains murs de briques contiennent des matériaux putrescibles (encastrement de poutres...) ou oxydables (poutrelles métalliques).

Principales caractéristiques hygrothermiques

La terre cuite est un matériau faiblement hygroscopique. Son taux d'humidité est très peu dépendant de celui de l'humidité relative de l'air ambiant.

Moyennement à très fortement capillaire (le plus souvent), elle est par ailleurs très ouverte à la vapeur d'eau ($\mu \approx 10$ à 15).

La masse volumique (ρ) de la brique de terre cuite traditionnelle varie usuellement entre 1 500 et 2 000 kg/m³.

Selon leur masse volumique, les briques traditionnelles affichent des coefficients de conductivité thermique (λ) compris entre 0,6 et 1 W/m.K.

Le matériau est moyennement effusif. En parement intérieur, il ne paraîtra donc pas spécialement « froid » ou « chaud », et il n'apportera qu'une inertie intérieure moyenne, selon l'épaisseur mise en œuvre.

La constante de temps relative (CTr) du mur en brique varie entre 1 et 12 selon l'épaisseur, soit un déphasage compris entre 7 et 24 heures et un amortissement compris entre 30 et 0 %. Il impose donc, entre le climat extérieur et les espaces intérieurs, une interface thermique de moyenne à importante.

Précautions

Les grandes variétés de masse volumique et de modalités constructives (présence ou non d'enduits, présence ou non de pièces en bois, besoin de ménager la ventilation à l'arrière des murs de parement...) doivent inciter à la prudence : le diagnostic est primordial.

Mais les murs en terre cuite sont en général peu vulnérables, d'une part parce que leur résistance mécanique ne dépend pas de leur taux d'humidité, d'autre part parce que la brique, généralement très capillaire, évacue rapidement l'humidité qu'elle peut avoir absorbée. Néanmoins :

- certaines briques sont poreuses et deviennent sensibles d'une part à la pluie battante, d'autre part au gel. Si l'isolation est réalisée par l'intérieur, un traitement des façades empêchant la pénétration de l'eau de pluie sera nécessaire (enduit, peinture...) ;
- certains murs reçoivent en encastrement des pièces potentiellement sensibles à l'eau (encastrement de poutres bois et poutrelles métalliques). Ceci entraîne donc les précautions d'usage en pareil cas (§ 2.1).

Principales dispositions constructives

Les murs sont en béton (armé) plein, coulés sur place, ou basés sur un système constructif qui associe une ossature de bâtiment en béton armé avec un remplissage en parpaings creux ou en panneaux rapportés.

L'épaisseur des murs varie entre 15 et 30 cm, usuellement 18 à 20 cm.

Certains murs de béton reçoivent parfois en encastrement des têtes de solive ou de poutre en bois, c'est-à-dire des matériaux putrescibles, ou des poutrelles métalliques, c'est-à-dire des matériaux oxydables.

Principales caractéristiques hygrothermiques

Il existe autant de sorte de bétons que de bois, et chacune est différente.

Le béton est un matériau hygroscopique. Cela signifie qu'il a une réelle capacité à fixer l'humidité de l'air des espaces contigus.

Le coefficient d'absorption d'eau est pour la plupart des bétons inférieur à $50 \text{ g/m}^2 \cdot \text{s}^{0,5}$: c'est un matériau très peu capillaire.

Le béton plein est plutôt fermé à la diffusion de vapeur d'eau (μ compris entre 60 et 130), contrairement aux éléments creux, très perméables $\mu \approx 10$.

Si le béton plein est un matériau fortement effusif (il apporte une réelle inertie aux espaces contigus), le parpaing creux de ciment est quant à lui faiblement effusif. Il apportera moins d'inertie mais ne représentera pas un matériau aussi « froid ».

La masse volumique (ρ) des bétons courants oscille entre 2 000 et 2 400 kg/m^3 , pour un coefficient de conductivité thermique (λ) qui, selon la masse volumique, varie de 1,35 à 2,5 W/m.K .

La constante de temps relative (CTr) d'une paroi de 20 cm en béton plein est de l'ordre de 0,5 pour un déphasage de 5 à 6 heures et un amortissement de l'ordre de 50 %.

La masse volumique (ρ) des éléments creux est de l'ordre de 800 à 1 100 kg/m^3 , pour un coefficient de conductivité thermique (λ) d'environ 1 W/m.K .

La CTr d'une paroi de 20 cm en d'éléments creux est de l'ordre de 0,4, ce qui entraîne un déphasage de 2 à 4 heures et un amortissement de 60 à 80 %.

Précautions

Le béton est un matériau peu vulnérable à l'eau, sauf s'il est dégradé (carbonation).

Le béton est très peu capillaire. De fait, si les murs en béton s'affranchissent des remontées d'humidité du sol, ils ne peuvent que très difficilement évacuer l'eau qu'ils pourraient contenir. Ceci peut poser problème en cas de présence de matériaux sensibles tels les encastresments de poutres en bois ou de poutrelles métalliques (§ 2.1).

3.0 Étape 0. Recueil des informations

Le recueil des informations est indispensable pour déterminer à la fois :

- les souhaits des propriétaires en termes de rénovation ;
- l'état du bâti et son environnement (climat, ensoleillement, structure, etc.).

Ce dossier contient des informations permettant d'élaborer les étapes suivantes et d'aboutir à un diagnostic puis au projet de rénovation.

Il permet d'élaborer les étapes suivantes et d'aboutir à un diagnostic et à un projet de rénovation.

Tab. 3.1. Exemple de formulaire de recueil d'informations

Informations	Description et observations éventuelles
Paysage	
Environnement	
Époque de construction	
Parcelle, assise foncière	
Réglementation d'urbanisme	
Type et orientation du bâtiment	
Surface et forme du bâtiment	
Système constructif	
Type de chauffage	
Ventilation	
Éclairage naturel	
Confort acoustique	
Besoins exprimés par le maître d'ouvrage	
Présence de radon	
Autres informations	

3.1 Étape 1. Le bâtiment dans son environnement proche

3.1.1 Analyse du bâtiment dans le site

Il s'agit d'étudier le bâtiment et sa relation avec son environnement proche (tab. 3.2).

3.1.2 Intérêt de l'analyse du bâtiment dans le site et précisions sur les outils

Les informations collectées sur le climat, et plus précisément sur le microclimat, aident à savoir si l'enveloppe du bâtiment (orientation notamment, caractéristiques architecturales, thermiques...) tient bien compte de cet environnement et comment elle participe au confort intérieur.

3.1.2.1 Localisation

Savoir qu'il s'agit d'une localisation continentale donnée permet d'obtenir des indices, par exemple sur l'existence d'une variation importante de la température au cours d'une journée et donc sur l'intérêt de conserver ou de créer une certaine inertie thermique. Cette approche est généralement corroborée par l'analyse du diagramme d'ambiance bioclimatique (§ 3.1.2.8).

EXEMPLE

À proximité de la mer, le climat est plus tempéré, avec des écarts de température moins importants entre le jour et la nuit, d'où une utilisation spécifique de l'inertie thermique.

3.1.2.2 Emplacement

La connaissance de l'emplacement exact d'un bâtiment renseigne sur les conditions microclimatiques représentatives.

EXEMPLE

En zone rurale, la présence de vents d'une vitesse plus importante que dans la même région en zone urbaine oblige à prendre des précautions vis-à-vis de la protection contre le vent et de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe.

Le bâtiment et son enveloppe (murs, toiture, etc.) constituent une protection vis-à-vis du climat, de l'environnement... en quelque sorte une troisième peau. Il est nécessaire de connaître le climat local afin de déterminer s'il existe une relation intelligente entre le bâtiment et le site. Si elle existe, alors nous pourrions optimiser les moyens de confort et d'économie d'énergie dans le respect de la qualité architecturale du bâtiment.

Il convient tout d'abord de caractériser la température et la pluviométrie locales. Sous réserve de la présence d'une station météorologique proche géographiquement

du bâtiment à rénover, le site MeteoFrance.com (onglet « Climat ») permet de déterminer le climat local. Une fois la station choisie, il suffit de sélectionner une période de relevés météorologiques (par exemple, la moyenne des 10 dernières années) et, ensuite, de récupérer les données affichées pour les traduire sous forme graphique.

Le diagramme ombrothermique est une représentation graphique de l'évolution mensuelle des températures moyennes et des précipitations moyennes. Il permet une première caractérisation du climat.

3.1.2.3 Diagramme solaire

Les diagrammes solaires permettent notamment de déterminer l'impact des masques solaires et de préciser à quel moment une façade est ensoleillée ou à l'ombre.

3.1.2.4 Diagramme d'éclairement énergétique

Ce type de diagramme fournit les valeurs relatives de l'énergie reçue par une paroi d'orientation et d'inclinaison définies, et selon les masques architecturaux (confort d'été).

3.1.2.5 Données hygrothermiques liées au site

Elles informent sur :

- les moyennes mensuelles des températures de l'air ;
- les valeurs des amplitudes moyennes mensuelles de température ainsi que les valeurs maximales et minimales. Cela permet de savoir, en particulier, si l'inertie thermique de transmission présente un avantage ;
- la rigueur climatique (degrés-jours de la saison de chauffage) aide à savoir si un rajout d'épaisseur d'isolation thermique présente un intérêt financier ;
- l'humidité moyenne mensuelle permet de savoir si un refroidissement évaporatif peut fonctionner ;
- l'évaporation totale mensuelle permet de savoir si des besoins en eau des espaces verts environnants seront nécessaires.

3.1.2.6 Vent

Les données sur le vent informent sur :

- la vitesse et la fréquence des vents ainsi que leurs directions (la rose des vents) qui ont un impact sur les façades exposées ;
- les vents forts.

Ces informations permettent de déterminer si les vents constituent un risque d'augmentation des charges de chauffage en hiver ou une opportunité pour refroidir le bâtiment en été.

Isolation thermique durable des bâtiments existants

Choix multicritères • Manuel pratique

La France s'est engagée à diviser par quatre ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050. Avec 43 % des consommations énergétiques, le secteur du bâtiment reste l'un des plus concernés. Or, du fait du faible rythme de renouvellement du parc immobilier, l'essentiel de l'effort doit porter sur les bâtiments existants. L'isolation thermique représente une priorité incontournable, mais elle s'inscrit dans un contexte complexe : fragilisation possible des parois, respect du patrimoine architectural et des bâtiments classés, préservation de la surface habitable, adaptation au climat et au site.

Dans cette nouvelle édition, Jean-Pierre Moya actualise l'ensemble des références normatives et enrichit l'ouvrage d'un développement consacré à l'inertie thermique, facteur essentiel pour concilier confort d'été, performance énergétique et durabilité des solutions mises en œuvre.

S'appuyant sur une méthode d'analyse originale, complète et opérationnelle, l'ouvrage :

- décrit le comportement des parois et le rôle des différents matériaux dans l'enveloppe du bâtiment ;
- propose, grâce à une approche par « familles de produits », de sélectionner les isolants adaptés en valorisant les qualités intrinsèques des supports existants ;
- précise les modalités de mise en œuvre dans le respect du bâti et des normes en vigueur ;
- montre comment tirer parti des caractéristiques contextuelles (climat, orientation, végétation, vent...).

Une étude de cas illustre concrètement cette méthode inédite de diagnostic, tandis que fiches techniques et annexes rassemblent les données essentielles sur les isolants usuels, y compris ceux issus de ressources biosourcées. Véritable guide méthodologique et pratique, ce livre offre une démarche de choix multicritères pour réussir la rénovation énergétique des bâtiments. Il est complété par un outil numérique : un tableau synoptique (Excel) répertoriant l'ensemble des isolants disponibles, assorti de critères de sélection et de filtres permettant d'aboutir rapidement à un choix adapté à chaque situation.

Fondateur du cabinet **Jean-Pierre Moya** Énergie Consultant, Jean-Pierre Moya est consultant spécialisé dans la rénovation thermique du bâti ancien. Il intervient également, en tant qu'architecte - thermicien et docteur en urbanisme, spécialiste du bioclimatisme, dans le cadre de formations et d'opérations de sensibilisation des acteurs du BTP aux enjeux de l'isolation thermique, du développement durable et à la problématique de la précarité énergétique. Il est l'auteur de nombreux rapports pour le compte de diverses institutions nationales (Ademe, Anah...).

Cet ouvrage est destiné aux gestionnaires de parc immobilier (Opac, OPHLM, etc.), syndicats de copropriété, gestionnaires de bien, propriétaires fonciers, aménageurs, promoteurs, architectes, bureaux d'études, entreprises et consultants en BTP, ainsi qu'aux collectivités territoriales.

EDITIONS
LE MONITEUR

