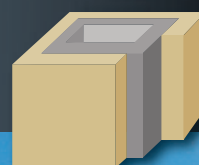


*Pourquoi isoler autrement ?*



**Le mur  
manteau**



## **Le mur manteau, une solution optimale pour 2012**

## Le bon sens de l'isolation !

### Le Mur Manteau, une solution optimale pour 2012

Gérard Fleury, Ingénieur à TBC

#### Préambule

Imaginez que vous achetiez une ancienne bâtisse à retaper construite en vieilles pierres.

Dans la plupart des cas le réflexe est de faire apparaître ces pierres par un ravalement, pour que les passants admirent votre propriété. Et puis, comme il faut bien économiser du chauffage on va rapporter une isolation à l'intérieur, pas trop épaisse pour ne pas perdre trop de place (6 à 10 cm).



En fait on a tout faux. Ce mur épais conférait au local un confort incomparable en été, et on pouvait se fixer dedans avec tous les objets les plus lourds. L'enduit extérieur était là pour empêcher le mur de trop s'humidifier à la pluie et le fait de voir quelques pierres est simplement dû à l'érosion. Ils ont même inventé « l'enduit à pierre vue » qui imite l'enduit usé !

En fait quel bonheur de pouvoir profiter du décor offert par l'esthétique de la pierre à l'intérieur et qu'il est dommage de s'en priver par simple ignorance ou goût de la frime !

Ce mur en pierre peut en effet être isolé par l'extérieur par un isolant revêtu d'un enduit à base de chaux, dont la composition, la forme, texture se rapproche quasiment à l'identique de ce que l'on faisait avant. L'enduit et l'isolant, on été adaptés depuis 50 ans pour supporter des sollicitations plus fortes. Il n'y a qu'à regarder comment les pays qui nous entourent se sont maintenant appropriés ces techniques.

A côté de la technique d'enduit sur isolant, la famille des bardages rapportés, vêtements et vêtements qui ont une origine plus ancienne, constituent aussi une solution fort intéressante pour réhabiliter des bâtiments très mal isolés notamment pour tout le non résidentiel.

Le terme Mur Manteau est maintenant fréquemment utilisé pour qualifier les ouvrages lourds isolés par l'extérieur.

## 1. Le Mur Manteau : le bon sens de l'isolation !

Le principe du Mur Manteau est simple : il consiste à isoler l'intégralité du bâti par l'extérieur, à l'aide d'un manteau de protection hygrothermique. Pérennité, confort, souplesse de mise en œuvre et économies à long terme : en plus de ces multiples avantages, le Mur Manteau s'inscrit en plein dans le Grenelle de l'Environnement en matière d'économies d'énergie et de réduction des gaz à effet de serre. Toutes les variantes sont possibles, et s'appliquent à tous types d'ouvrage.

Choisir un Mur Manteau, c'est opter pour une nouvelle façon de concevoir les ouvrages neufs, associant pérennité, confort de vie et économies, pour les occupants, à des coûts d'investissement équivalents aux autres systèmes constructifs, avec des coûts d'exploitation plus performants.



Beaucoup de gens me disent souvent que réaliser un Mur Manteau en neuf est trop cher. Mais que dire de ce promoteur qui à côté de nos bureaux (TBC) réalise un mur revêtu 'un bardage à ossature bois sans isolant et applique une isolation intérieure. Techniquement, il a deux fois tout faux puisqu'il doit réaliser une maçonnerie en 20 cm au lieu de 15 et que la lame d'air extérieure ne sert à rien. Économiquement c'est tout aussi absurde.

Exemple de bardage rapporté, en construction neuve, où on place l'isolant non pas dans le bardage mais à l'intérieur !

Si les solutions constructives choisies sont adaptées, placer l'isolant à l'extérieur permet d'optimiser principalement les performances thermiques du bâtiment dans son ensemble, le coût global de l'opération, ainsi que l'entretien.

Le Grenelle de l'environnement a aussi exprimé le besoin de réhabiliter les bâtiments existants et ceci dans des proportions considérables. Rien que pour les maisons individuelles construites après la fin de la dernière guerre et l'application de la 1<sup>ère</sup> réglementation thermique on estime à environ 3 millions de maisons individuelles qu'il faut traiter. Si 50 % d'entre elles on déjà vu isoler leurs toits et un autre 50 % sont déjà équipées de doubles vitrages, le reste est à isoler.

Cela représente un gisement de 45 TWh soit environ 4 millions de Tep (Tonnes équivalent pétrole)

Si l'on ajoute à cela les maisons plus anciennes, les collectifs, le tertiaire et les bâtiments publics c'est un travail gigantesque qui attend les entreprises de façades et les fournisseurs de matériaux et de systèmes d'isolation thermique par l'extérieur.

## 2. Les techniques

### 2.1. Les bardages rapportés



château d'Henry IV

A l'origine on réalisait des bardages et des revêtements extérieurs à l'aide de plaquettes de bois refendu (les essentes). Aujourd'hui on trouve en bardage tous les matériaux utilisables à l'extérieur.

Ces systèmes sont constitués d'une paroi extérieure en éléments manufacturés, généralement minces, de formes et de dimensions diverses, fixée sur une ossature, elle-même accrochée mécaniquement à la paroi support. Un produit isolant peut être inséré entre l'ossature.

Un essentage à PAU, non loin du

Une lame d'air continue et ventilée sur l'extérieur est toujours réservée entre la paroi extérieure et la paroi intérieure ou l'isolant éventuel. Sont considérés comme non traditionnels les systèmes pour lesquels soit la technologie de mise en œuvre n'est pas traditionnelle, soit le produit utilisé en paroi extérieure n'est pas non plus traditionnel (matériaux de synthèse par exemple). Ils se distinguent des bardages formant écrans par le fait qu'ils sont rapportés sur une paroi préexistante.



Bardage CAREA avec balcons à faibles ponts thermiques

## 2.2. Systèmes enduit + isolant



PAREXLANCO : finition hydraulique

Ces systèmes sont composés d'un isolant manufacturé ou non, collé au mur support et revêtu ensuite d'un enduit ; ils ne sont pas traditionnels. On distingue actuellement deux familles : a) les systèmes avec enduit mince, armés d'un treillis souple (toile de verre...), sans fixation mécanique complémentaire, qui sont en outre



ZOLPAN enduit mince ribbé

considérés comme systèmes d'imperméabilisation de la paroi sur laquelle ils sont appliqués ; b) les systèmes avec enduit au mortier de liants hydrauliques plus épais, armés d'un treillis métallique fixé mécaniquement à la structure, considérés comme ne participant pas à l'étanchéité globale de la paroi et applicables uniquement sur des murs satisfaisant déjà les règles d'étanchéité requises par son usage.

D'abord développés sur du fibragglo ils se sont développés ensuite sur des isolants à meilleur pouvoir isolant. Ils représentent la majorité des manteaux (isolation extérieure) actuels.

Ils sont appelés SSE (Systèmes sous enduits) en France, ou ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems) en Europe et EIFS (External Insulation and Finish Systems) aux USA

### 2.3. Les vêtements et les vêtages

Il s'agit des techniques simplifiées des bardages où l'isolant est associé à un revêtement en usine pour être posé en une seule opération.

Il s'agit d'ouvrages constitués de complexes préfabriqués, isolant peau extérieure, collés et/ou fixés mécaniquement sur la paroi support. On distingue deux types de vêtements en fonction des risques liés aux phénomènes de condensation.

a) *Les vêtements étanches* - lorsque la paroi extérieure est totalement étanche à la



Image SEPIC

vapeur d'eau pour lesquelles des dispositions doivent être prises, soit en limitant la diffusion de la vapeur d'eau en provenance de l'intérieur à des valeurs négligeables, soit en évacuant les condensations au niveau de la paroi extérieure.

b) *Les vêtements respirantes* (lorsque la paroi extérieure est perméable à la vapeur d'eau) pour lesquelles il convient de limiter suffisamment le flux de vapeur en provenance de l'intérieur des locaux.

### 2.4. Les voiles extérieurs librement dilatables

Il s'agit d'une technique ancienne développée par la préfabrication lourde pour



FIXINOX attache du voile extérieur librement dilatable

justement supprimer la majorité des ponts thermiques.

Les panneaux, de grande taille, sont constitués d'un voile porteur intérieur, porté par la structure, et qui supporte le voile extérieur par des épingle en acier inoxydable pour des raisons de risque de corrosion et de sécurité dans le temps.

## 2.5. Les revêtements attachés en pierre mince

Ce sont les revêtements en plaques de pierre naturelle fixées au support par des attaches réservant entre le revêtement et le support ou l'isolant interposé une lame d'air ventilée. Ces ouvrages sont définis dans le DTU n°55.2.



Image BATINANTES

Le développement des maçonneries légères et minces, ainsi que du béton, a rendu l'emploi de la pierre taillée et des moellons peu compétitifs. Cependant l'attachement de certains à la pierre et à ses qualités a justifié l'emploi de plaques minces de pierres en revêtements d'abord intérieurs (utilisé souvent dans certains châteaux d'antan), puis extérieurs.

## 2.6. Le double mur



C'est sans conteste le double mur (appelé aussi le mur de doublage) qui est le plus ancien. La principale représentation, en est le mur de brique pleine doublant un autre mur porteur. Très utilisé en Angleterre (cavity wall) il réserve un espace entre les deux parois. Cet espace était dès l'origine souvent remplis de matériaux.

WIENERBERGER

## 2.7. Marier les techniques



Sur le plan esthétique, le mur manteau n'impose aucune restriction au concepteur et au maître d'ouvrage. La très grande diversité des matériaux de parement disponibles permet de réaliser tout type d'immeuble, qu'il soit classique ou d'une modernité sans concession – y compris des pavillons individuels qui, en apparence, ne se distingueront pas d'une construction traditionnelle.

Bardage VM Zinc : mixer les techniques



Il y a toujours une solution mur manteau ! Immeuble de prestige ou HLM, résidentiel collectif ou salle polyvalente, le mur manteau sait concilier les impératifs d'ordre esthétiques et les contraintes budgétaires tout en respectant les styles traditionnels.

STO SAS : marier l'enduit et le bois

## 2.8. Les fixations

### 2.8.1. ETICS

Le Guide pour l'Agrément technique européen (ATE) des « CHEVILLES EN PLASTIQUE POUR LA FIXATION DES SYSTÈMES D'ISOLATION THERMIQUE EXTERIEURE AVEC ENDUIT (ETICS) » a défini la base pour l'évaluation des chevilles en plastique à employer pour la fixation des systèmes dans le béton et la maçonnerie. (ETAG 014)

Les ETICS font l'objet d'ATE Agrément Technique Européen conformément au Guide N°04 : « External Thermal Insulation Composite Systems with rendering »

En France ces ATE font l'objet d'un DTA (document Technique d'Application) qui définit système par système les règles et dispositions applicables et notamment le plan de chevillage en fonction du nombre au m<sup>2</sup> qui lui-même dépend de l'exposition au vent

### 2.8.2. Bardages

Dans le cas des bardages il faut disposer d'au moins deux types de fixations

- × La fixation des ossatures



× La fixation du revêtement

On applique les règles définies par les documents du CSTB suivant :

- Détermination sur chantier de la charge maximale admissible applicable à une fixation mécanique de bardage rapporté (Livraison 211 - Juillet août 1980 - Cahier 1661)
- Modalités des essais de résistance à la charge due au vent sur les systèmes de bardages rapportés, vêtements et vêtages ; Livraison 442 – Septembre 2003 Cahier 3479

La fixation de l'isolant, souvent de la laine minérale se fait facilement avec des chevilles plastiques comportant un disque (collerette ou rondelle) de serrage.

Les ossatures de bardages sont fixées par des pattes, ce qui permet de réaliser de bonnes épaisseurs d'isolation.

Il existe même des prolongateurs pour de très fortes épaisseurs

### **3. Les isolants de l'isolation thermique par l'extérieur**

Les deux principaux isolants pour l'isolation thermique par l'extérieur sont les laines minérales en bardage et le Polystyrène expansé pour les enduits sur isolants.

Les isolants doivent faire l'objet d'une certification ACERMI

#### **3.1. Les laines minérales**

Grâce à leur structure enchevêtrée, les laines minérales sont des matériaux poreux qui emprisonnent de l'air, ce qui en fait l'une des meilleures solutions pour isoler. La structure poreuse et élastique de la laine absorbe également les bruits aériens, les bruits de chocs et permet d'effectuer la correction acoustique à l'intérieur des locaux. Enfin, à base de minéraux incombustibles par nature, les laines minérales n'alimentent pas le feu et ne propagent pas les flammes.

La conductivité thermique des laines minérales se rapproche de celle de l'air immobile puisque leur  $\lambda$  varie de 0,030 W/(m.K) pour les plus performantes à 0,040 W/(m.K) pour les moins performantes.

#### **3.2. Le polystyrène expansé (PSE)**

De couleur blanche ou grise, est fabriqué à partir de l'assemblage de plusieurs molécules de styrène (polymérisation) pour lui donner son nom de « polystyrène ». Le polystyrène se présente sous forme de billes sphériques de petit diamètre (0,2 à 0,3 mm).

Contenant 98% d'air, peu consommateur de matière première, le polystyrène ne contient ni gaz CFC, ni HFC, ni HCFC. C'est un très bon isolant thermique, dont le  $\lambda$  varie de 0.038W/(m.K) à 0.030W/(m.K), qui est aussi économique, tout en respectant les critères de qualité environnementale. Les applications du polystyrène expansé sont multiples : sols, murs, terrasses ou toitures plates.

### **3.3. Les autres isolants**

Ces isolants sont encore moins utilisés que les précédents. Cependant leurs performances thermiques permettent d'envisager des emplois comme les vêtements ou d'autres systèmes.

#### **3.3.1. Le polystyrène extrudé - XPS –**

C'est une mousse isolante dense, homogène dans la masse, sans parement rapporté et dotée d'une structure cellulaire unique, source de performances thermiques et mécaniques hors pair.

L'XPS est obtenu par un procédé d'extrusion en continu. Ce procédé le dote d'une structure homogène à cellules fermées qui lui confèrent un pouvoir isolant et une résistance mécanique hors pair. Les panneaux d' XPS peuvent être avec peau lisse d'extrusion ou faces rabotées rugueuses.

C'est un très bon isolant thermique, dont le lambda varie de 0.038W/(m.K) à 0.030W/(m.K),

#### **3.3.2. La mousse polyuréthane**

C'est un isolant alvéolaire constitué de fines cellules emmagasinant un gaz de faible conductivité thermique (gaz inerte respectant les prérogatives sur le respect de notre couche d'ozone).

Les performances du panneau dépendent de la nature des composants chimiques, de l'agent gonflant et de la qualité des parements.

Les principales caractéristiques des panneaux de mousse polyuréthane sont :

- Résistances mécaniques élevées (par la densité et les parements)
- Tenue à l'humidité et stabilité dimensionnelle (par les parements)
- Tenue au feu (par les parements et la composition chimique telle que les polyisocyanurates - PIR)

Des épaisseurs de panneaux variant de 20 à 200mm permettant de répondre à tous les besoins de performance thermique selon les applications.

C'est un très bon isolant thermique, dont le lambda peut descendre jusqu'à 0.024 W/(m.K).

### **3.4. Les isolants naturels**

Laine de chanvre, de bois, de mouton, sont autant de produits qui sont en cours de développement dans plusieurs emplois. Pour les utiliser en isolation thermique par l'extérieur, notamment sous enduit, il faut encore attendre les Avis Techniques du CSTB.

## **4. L'isolation thermique par l'extérieur et les autres**

Il n'y a pas d'isolation thermique par l'extérieur si on n'isole pas un mur lourd.

Un mur lourd est donc isolé parce que

- soit le matériau est isolant et porteur,
- soit l'on rapporte une couche isolante sur sa face intérieure (isolation thermique par l'intérieur),
- soit l'on rapporte une couche isolante sur sa face extérieure (isolation thermique par l'extérieur).

Vous me direz « et si il s'agit d'un mur léger ? ».

Dans ce cas la position de l'isolation n'a d'autre effet que de permettre une facilité technique et, de participer au comportement hygrothermique de la paroi.

Pour isoler le bâti on a trois solutions :

- Isolation thermique par l'intérieur
- Isolation thermique répartie
- Isolation thermique par l'extérieur

Dans tous les cas il faut supprimer les ponts thermiques.

Chacune des solutions est possible mais dispose d'avantages et d'inconvénients qu'il faut peser.

L'isolation thermique par l'intérieur est intéressante pour des utilisations de locaux où il n'y a pas besoin d'inertie et qui ont une occupation très intermittente. Dans ce cas peu importe d'ailleurs que le mur soit lourd ou léger puisqu'il n'est pas au contact de l'occupant.

L'isolation thermique répartie doit optimiser deux phénomènes physiques qui ne sont pas isotropes : la mécanique et la thermique de ce fait l'utilisation de matériaux porteurs isolant est limitée dès qu'il faut de hauts niveaux d'isolation. Il reste cependant la filière sèche qui rejoint d'ailleurs le cas de l'isolation thermique par l'intérieur.

L'isolation thermique par l'extérieur permet de résoudre de nombreux problèmes pour des occupations courantes (habitat, résidentiel, etc.). Il s'agit sûrement du meilleur compromis entre économies d'énergie, confort d'été et d'hiver, durabilité des structures, économies de matière et qualité expérimentale.

## **5. Une réalité positive**

Dans les articles précédents on a fourni des indications sur l'intérêt de l'isolation thermique par l'extérieur et du Mur Manteau (voir les articles des numéros 245, 239, 246 de la Revue Technique du Bâtiment et des Constructions Industrielles)

### **5.1. Faire des bâtiments basse consommation**

Sans que cela soit d'une précision exemplaire mais les spécialistes pourraient faire le calcul précis, j'ai estimé que l'on réalise chaque année environ 2 millions de mètres de ponts thermiques de nez de plancher ou de tête de refend avec isolation thermique par l'intérieur (estimation douce).

Cela veut dire que chaque année on propose de consommer environ 200 millions de kW.h (6 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>) par ces ponts thermiques alors que en isolation thermique par l'extérieur on en consommerait 10 fois moins

On voit alors que sur les cas de construction classiques en collectif la part des pertes par les ponts thermiques atteint des valeurs inadmissibles, 40% !

Bien que ceci ait été annoncé depuis bien longtemps on a laissé perdurer une situation qui maintenant est ancrées dans les habitudes et qui sera difficile à modifier.

Il reste bien sur des déperditions par les liaisons avec l'isolation thermique par l'extérieur ou le Mur Manteau mais elle sont ramenées à des valeurs bien plus faibles.

L'idéal serait que les liaisons aient une déperdition correspondant à la déperdition surfacique en partie courante Il n'y aurait plus de ponts thermiques.

## **5.2. Concevoir des bâtiments durables**

Les deux causes principales de non durabilité des ouvrages de bâtiment sont reconnues comme étant, soit la diminution des caractéristiques des constituants de l'ouvrage (corrosion, altération ou encore perte de matière), soit les mouvements différentiels.

Si l'on se préoccupe souvent de la première, la seconde beaucoup plus difficile à maîtriser devrait à elle seule justifier les dispositions conceptuelles rigoureuses ; n'est-elle pas en effet aujourd'hui, devenue la source principale des désordres dans les structures lourdes (fissures, ouvertures des joints, éclatements, cisaillements).

L'inertie thermique constitue aussi un atout pour les économies de chauffage des habitations, car elle permet d'éviter l'intermittence et de récupérer au maximum les apports solaires. On estime que le gain peut aller jusqu'à 10% sur les dépenses de chauffage !

Sur le plan du confort d'été, l'intérêt du mur manteau est indéniable, grâce à l'inertie thermique supplémentaire qu'il procure. Si dans les bâtiments collectifs l'inertie est obtenue essentiellement par les planchers et les refends, ce n'est plus le cas en maison individuelle où l'isolation par l'intérieur est à l'origine d'un certain inconfort pendant les périodes de forte chaleur. L'amélioration du confort d'été est particulièrement importante en climat méditerranéen.

## **6. Conclusion**

En améliorant de façon très significative les performances énergétiques des bâtiments, neufs ou existants, le mur manteau s'inscrit dans une logique de construction dite 'à basse énergie'. Or, plus que jamais, les enjeux d'une approche à la fois écologique et responsable du confort domestique sont des préoccupations essentielles.

Dans ce contexte, la contribution du mur manteau est très significative : en effet, les 100 millions de m<sup>2</sup> de murs manteaux mis en place à travers la France au cours des vingt dernières années ont notamment permis :

- De réduire de 25 millions de tonnes les rejets de gaz carbonique dans l'atmosphère ;
- D'économiser 8 millions de TEP (Tonnes d'Équivalent Pétrole).

Parfaitement en phase avec les exigences de la démarche HQE les Maîtres d'ouvrage accordent une importance croissante au respect des critères HQE – Haute Qualité Environnementale.

Leur objectif global : concilier des cibles d'éco-construction et d'éco-gestion pour arriver à un impact écologique minimal à tous les stades, y compris à long terme.

Le mur manteau permet d'atteindre plusieurs de ces cibles :

- Relation harmonieuse avec l'environnement du bâtiment grâce à la diversité des options esthétiques
- Choix intégré des procédés et des produits – gage de protection efficace et de durabilité
- Chantier à faible nuisance
- Gestion énergétique et maintenance optimisées
- Confort et santé des utilisateurs

Choisir le mur manteau, c'est contribuer concrètement et durablement à préserver notre qualité de vie, dans le droit fil du Grenelle de l'Environnement.

COLOMIERS  
Le 12 mars 2009  
Gérard FLEURY