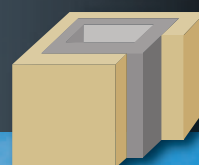


Pourquoi isoler autrement ?



**Le mur
manteau**



Photo : Max Compact

Le Grenelle, l'Isolation Thermique par l'Extérieur et le mur manteau

Grenelle, isolation thermique par l'extérieur et Mur Manteau

Gérard Fleury, Consultant pour TBC

1. Préambule



D'aucuns s'inqui teraient que l'isolation thermique par l'extérieur va détruire notre patrimoine architectural parce qu'elle va masquer les façades réalisées par nos Architectes qui on construit ce patrimoine.

Il faut raison garder.



Isoler Chambord serait aussi absurde que de ne pas isoler tous ces bâtiments sans  me et aux façades sans relief que l'on nous a construit depuis 60 ans et qui représentent un immense surface de déperdition et qui est à l'origine d'un dégagement énorme de CO2.

Nous dirons donc d'abord qu'une grande partie de notre patrimoine - faut-il d'ailleurs l'appeler ainsi – peut être isolé par l'extérieur et qu'il faut réfléchir à des solutions originales et techniquement au point, pour ce qui mérite d'être conservé en pour des raisons culturelle et pour le cas vraiment patrimoniale.

Et puis nous dirons ensuite que l'on peut construire pour les bâtiments nouveaux une stratégie de développement architectural et technologique basée en grande partie soit sur l'isolation thermique par l'extérieur, soit sur la filiere sèche qui sont les deux seules technologies qui répondent à la problématique qui va imprégner le futur : l'environnement et le développement durable.

Parlons donc ici de l'isolation thermique par l'extérieur.

2. Introduction et rappels

2.1. Pourquoi distingue-t-on Isolation thermique par l'extérieur et Mur Manteau.

L'isolation thermique par l'extérieur (ITE) est un ouvrage rapporté sur une paroi pré existante et qui lui apporte non seulement une protection thermique mais aussi une protection contre les autres effets du climat (pluie, gel, rayonnement, etc.).

Dans les faits l'ITE peut s'appliquer sur des murs de bâtiments déjà en service ou bien sur des murs que l'on réalise pour des bâtiments neufs.

Que se passe-t-il alors ?

En réhabilitation le mur existe déjà et il va s'agir d'adapter l'ITE (diagnostic de l'état du support) pour permettre une pose de qualité. L'intervention est faite de l'extérieur et hormis des traitements spécifiques pour les points singuliers (baies, liaisons toiture, etc.) on ne peut pas changer ni la constitution, ni l'épaisseur, ni l'organisation de ce mur existant.

En neuf on peut envisager deux attitudes.

- ✗ La première qui est d'ailleurs la plus fréquente consiste à concevoir tout comme si on isolait à l'intérieur (ITI), puis retirer sur le projet cette ITI pour la remplacer par un revêtement non isolant et faire une ITE sur la face extérieure du mur. En fait cela revient à faire comme dans le cas de la réhabilitation au diagnostic près. C'est cette attitude là qui est très souvent adoptée et qui fait alors dire, à juste titre que l'ITE est plus chère que l'ITI. Bien sûr, on l'aura compris il ne s'agit pas d'une attitude peu réfléchie, mais qui persiste en France dans le pays où nous avons l'habitude de nous prévaloir des raisonnements cartésiens.
- ✗ La seconde attitude, à la fois réaliste, raisonnée et économique consiste à examiner l'interaction entre l'ITE et le mur pour optimiser un ensemble cohérent et durable. Si on ramène cette interaction à sa plus simple expression on peut l'exprimer ainsi :
« L'isolation thermique par l'extérieur protège le mur de tout ce qui peut le dégrader hormis les forces dues aux charges et surcharges de construction et d'exploitation qui sont assurées par le mur support de l'ITE. »
En conséquence on n'appliquera pour le mur les règles de comportement structurales et on le protégera avec un « manteau », imperméable.
C'est le Mur Manteau.

Le Mur Manteau est donc une technique nouvelle, qui peut permettre à ceux qui l'utilisent de réaliser des ouvrages à des prix du même ordre qu'auparavant tout en apportant des niveaux de consommation d'énergie, de confort et de durabilité non égalés jusqu'alors ?

2.2. BBC (Bâtiment Basse consommation)

Pour les bâtiments d'habitation, l'Arrêté du 8 mai 2007 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label « haute performance énergétique » précise pour les « bâtiment basse consommation énergétique, BBC 2005 »

La consommation conventionnelle d'énergie primaire du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement, la ventilation, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des locaux est inférieure ou égale à une valeur en kWh/(m².an) d'énergie primaire qui s'exprime sous la forme :

$$50 \times (a + b)$$

La valeur du coefficient « a » est donnée dans le tableau ci-après en fonction des zones climatiques définies dans l'arrêté du 24 mai 2006 ;

zones climatiques	coefficient « a »	zones climatiques	Coefficient « a »
H1-a	1,3	H2-b	1
H1-b	1,3	H2-c	0,9
H1-c	1,2	H2-d	0,9
H2-a	1,1	H3	0,8

La valeur du coefficient « b » est donnée dans le tableau ci-après en fonction de l'altitude du terrain d'assiette de la construction :

Altitude	coefficient « b »
≤ 400 m	0
> 400 m et ≤ 800 m	0,1
> 800 m	0,2

2.3. BEPos (Bâtiment à Energie Positive)

Le bâtiment à énergie positive (BEPOS) est un bâtiment qui, sur une année, produit plus d'énergie qu'il n'en consomme.

On trouve des informations sur le site du CSTB (www.cstb.fr) ou sur www.bepos.fr.

En fait grâce à l'utilisation de capteurs photovoltaïques on peut actuellement se servir d'EDF pour stocker de l'énergie sous forme électrique.

3. L'impact du Grenelle de l'Environnement

Le titre du chapitre 1 du projet de loi est explicite : organiser une rupture pour réduire la consommation d'énergie des bâtiments.

Certains comprendront qu'il suffit de développer des rupteurs (anagramme de ruptures » de ponts thermiques pour l'isolation thermique par l'intérieur, mais la réalité apparaît quand on regarde de plus près on va assister à une modification en profondeur des modes constructifs.

Mais on y reviendra. Que dit ce projet de loi ; j'en ai fait des extraits.

« Le secteur du bâtiment, qui consomme plus de 40% de l'énergie finale et contribue pour près du quart aux émissions nationales de gaz à effet de serre, représente le

principal gisement d'économies d'énergie exploitable immédiatement et se trouve par conséquent au coeur des enjeux de la lutte contre le réchauffement climatique ; la mise en oeuvre à grande échelle de travaux de rénovation thermique réduira durablement les dépenses énergétiques et contribuera ainsi à améliorer le pouvoir d'achat des Français. »

« La réalisation des objectifs indiqués à l'article 2 de la présente loi passe par le développement de technologies de rupture dans la construction des nouveaux bâtiments et la rénovation accélérée du parc de bâtiments existants. »

« Article 4

L'Etat se fixe comme objectifs que :

- ✗ **la norme « bâtiment basse consommation » s'applique à toutes les constructions neuves faisant l'objet d'une demande de permis de construire déposée à compter de la fin 2012, et par anticipation, à toutes les constructions neuves de bâtiments publics et tertiaires à compter de fin 2010.**

La norme « bâtiment basse consommation » correspond à une consommation d'énergie primaire inférieure à un seuil de 50 kilowattheures par mètre carré et par an en moyenne (chauffage, rafraîchissement, eau chaude, éclairage et auxiliaires). Ce seuil sera modulé en fonction de la localisation, des caractéristiques, de l'usage et des émissions de gaz à effet de serre des bâtiments.

- ✗ **la norme « bâtiment à énergie positive » s'applique à toutes les constructions neuves faisant l'objet d'une demande de permis de construire déposée à compter de la fin 2020.** La norme « bâtiment à énergie positive » correspond, sauf exception, à une consommation d'énergie des bâtiments inférieure à la quantité d'énergie qu'ils produisent à partir de sources renouvelables.

De plus l'Etat se fixe également comme objectif que le parc de logements neufs construits dans le cadre du programme national de rénovation urbaine respecte par anticipation la norme « bâtiment basse consommation ».

« Article 5

I. L'Etat se donne comme objectif de réduire les consommations énergétiques du parc de bâtiments existants d'au moins **38 % d'ici 2020**.

II. **Tous les bâtiments de l'Etat et de ses établissements publics** feront l'objet d'un audit énergétique d'ici 2010. A partir de ce diagnostic, il est donné comme objectif à l'Etat et à ses établissements publics d'engager la rénovation de l'ensemble de leurs bâtiments d'ici 2012 et de traiter à cette échéance leurs surfaces les moins économes énergétiquement. Cette rénovation aura pour objectif, selon un programme adapté aux spécificités de chaque administration et établissement public, de réduire d'au moins 40 % les consommations d'énergie et d'au moins 50 % les émissions de gaz à effet de serre de ces bâtiments dans un délai de dix ans.

Les travaux de rénovation thermique réalisés sur les **50 millions** de mètres carrés des bâtiments de l'Etat et les **70 millions** de mètres carrés de ses principaux établissements publics seront réalisés en faisant appel de façon privilégiée à des

contrats de partenariat public privé, notamment des contrats de performance énergétique.

III. L'Etat se fixe comme objectif que l'ensemble du parc de logements sociaux soit rénové à terme, en commençant par **800 000 logements sociaux** dont la consommation énergétique est supérieure à 230 kilowattheures d'énergie primaire par mètre carré et par an, lesquels feront l'objet d'une rénovation thermique avant fin 2020, l'objectif étant de ramener leur consommation annuelle à des valeurs inférieures à 150 kilowattheures d'énergie primaire par mètre carré et par an.

L'objectif en nombre de rénovations lourdes est le suivant : »

Millésime	2009	2010	2011	2012 à 2020
Logements sociaux à rénover	40 000	60 000	70 000	70 000 par an

« **Article 6**

Un programme de formation professionnelle, de recrutement et de qualification des professionnels du bâtiment sera engagé, dans le but notamment d'encourager l'activité de rénovation du bâtiment, dans ses dimensions thermiques, acoustiques et de qualité de l'air intérieur.

Les programmes publics de recherche dans le domaine du bâtiment seront orientés vers les nouvelles générations de bâtiments faiblement consommateurs d'énergie et les techniques de rénovation performantes. »

4. Pourquoi isoler à l'extérieur une paroi lourde est elle la meilleure solution ?

Pour expliquer les effets de l'isolation thermique placée à l'extérieur nous utiliserons le nœud constitué par la liaison mur plancher intermédiaire.

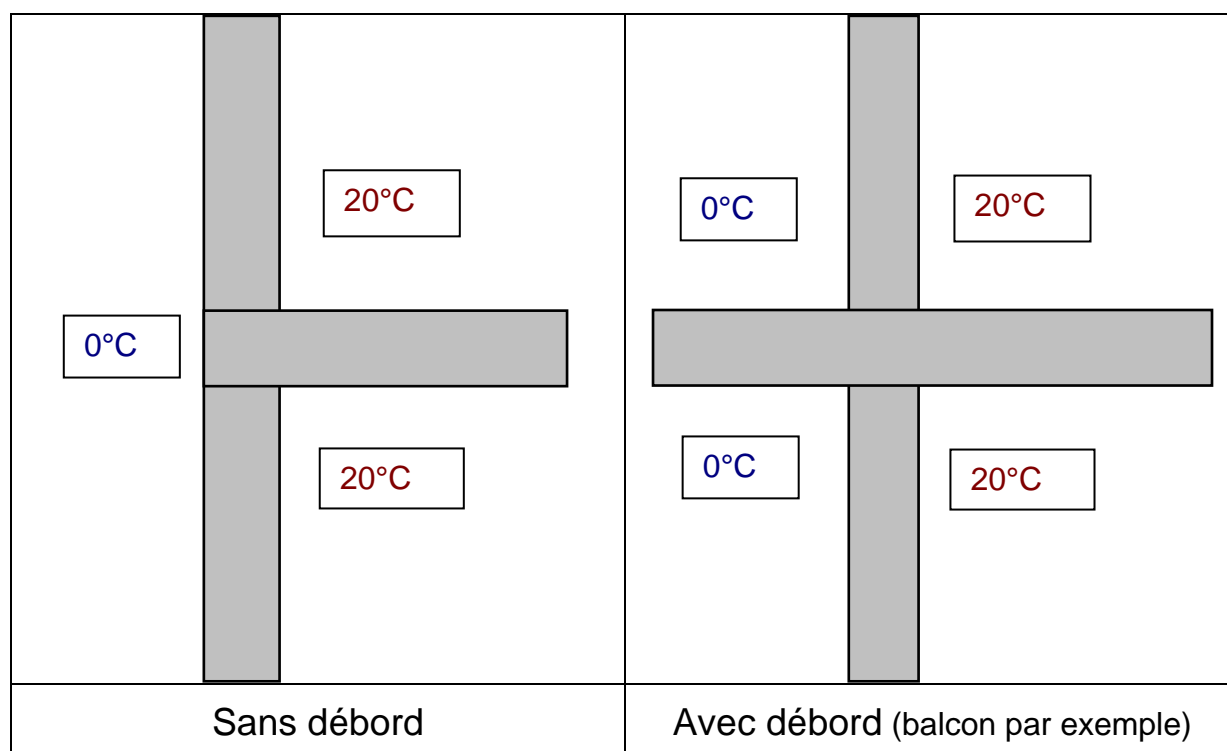


Fig. 1 : les noeuds

Prenons un mur béton et un plancher béton. Cela conduit aux deux configurations ci-dessous.

Extérieur à gauche du mur, température de l'air 0°C

Intérieur à droite du mur, les locaux sont à 20°C

4.1. Le mur n'était pas isolé

C'est le mur qui fait office de résistance au flux de chaleur.

Sa température en partie courante est de l'ordre de 5°C en face extérieure et de 12,5°C à l'intérieur et ceci même au niveau de la jonction avec le plancher.

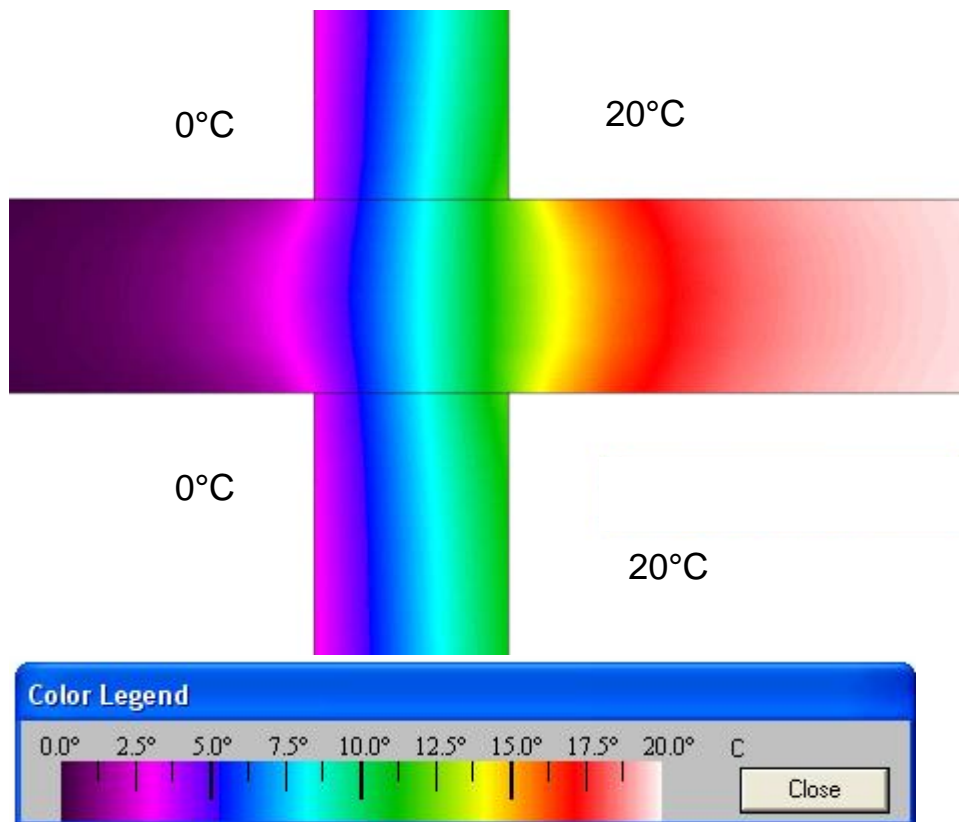


Fig. 2 : sans isolation

Il y a certes une légère déformation des lignes isothermes, mais elle est très faible.

Que va-t-il se passer en ajoutant une isolation (on a pris 6 cm de polystyrène expansé pour l'exemple)

4.2. Mur isolé à l'intérieur

Lorsque l'on isole ce mur à l'intérieur, on va refroidir la surface isolée et augmenter les écarts thermiques.

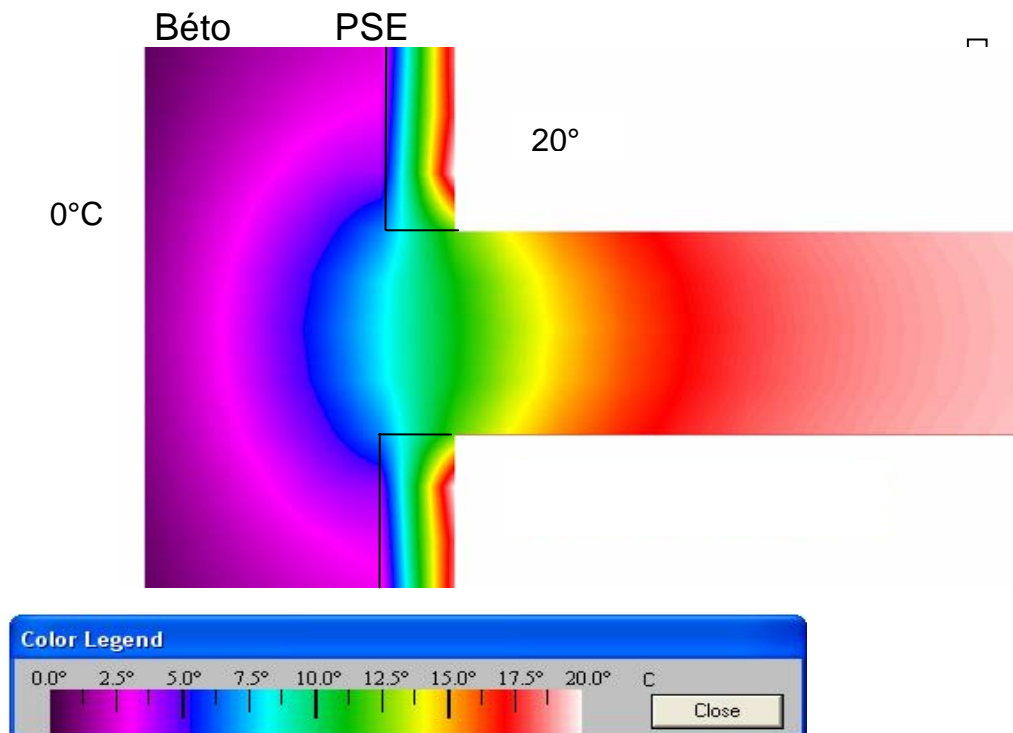


Fig. 3 : isolation thermique par l'intérieur.

Lorsque l'on isole le mur sur sa face interne on provoque les effets suivants :

- ✗ Le mur est plus froid en hiver que lorsqu'il n'était pas isolé, la face au contact de l'isolant a une température de l'ordre de 4°C en partie courante.
- ✗ Au niveau de la jonction avec le plancher intermédiaire il n'y a pas d'isolation. Comme on le voit sur le schéma ci-dessus les isothermes sont très déformées et sous l'isolant au contact avec le plancher la température est de l'ordre de 10°C.
- ✗ Enfin il est clair sur ce schéma que le nœud que représente cette jonction est soumis à des efforts mécaniques dus aux écart de dilatation thermique qui se produisent sur des distance relativement réduites. Ici le plancher est à 20°C à 1 mètre du mur, à 10°C sous l'isolant et à 2 °C 15 cm plus loin !
- ✗ Bien entendu la surface correspondant au nez de plancher ou de refend non isolée est la source d'une forte déperdition thermique, déperdition qui est supérieure à celle de toute la surface isolée au dessus jusqu'au plafond. Mais on en reparle plus loin.

4.3. Mur isolé à l'extérieur

En plaçant l'isolation sur la face extérieure toute la structure devient homogène thermiquement.

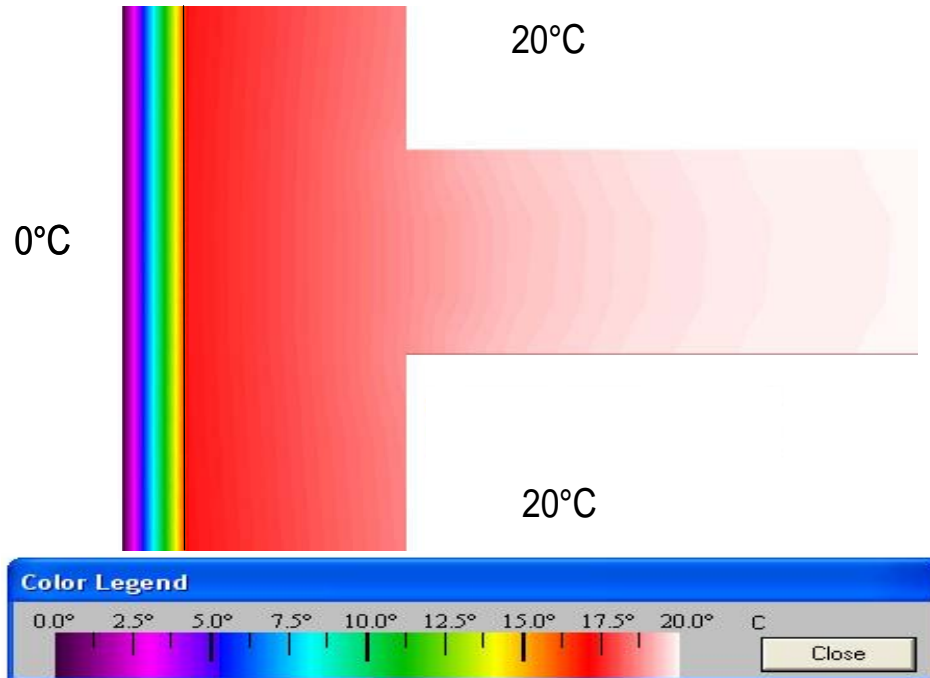


Fig. 4 : isolation thermique par l'extérieur

Lorsque l'on isole le mur sur sa face externe on provoque les effets suivants :

- ✗ Le mur est plus chaud en hiver que lorsqu'il n'était pas isolé, la face au contact de l'isolant a une température de l'ordre de 17°C en partie courante.
- ✗ Au niveau de la jonction avec le plancher intermédiaire le nœud est complètement isolé. Comme on le voit sur le schéma ci-dessus les isothermes ne sont plus déformées et sous l'isolant au contact avec le plancher la température est de l'ordre de 19,5°C.
- ✗ Enfin il est clair sur ce schéma que le nœud que représente cette jonction n'est plus soumis à des efforts mécaniques dus aux écarts de dilatation thermique. Ici le plancher est à 20°C à 1 mètre du mur, à 19°C au contact du mur et à 17,5°C 15 cm plus loin !
- ✗ La surface correspondant au nez de plancher ou de refend qui est isolée est la source d'une faible déperdition thermique qui est de l'ordre, pour 1 mètre, de celle qui se produit sur une hauteur de 20 cm de mur de 1 m de long.

Le nœud plus complexe où le plancher traverse le mur donne lui aussi des résultats intéressants.

4.4. Il subsiste un pont thermique de plancher traversant

C'est le cas du balcon en réhabilitation.

C'est aussi le cas en neuf

- * En isolation thermique par l'intérieur dans la plupart des cas
- * En isolation thermique par l'extérieur lorsque les balcons ne sont pas désolidarisés par exemple

4.4.1. Isolation thermique par l'intérieur

Comme on le voit ici la répartition des températures est quasiment identique au cas sans balcon. Ceci est logique puisque le seul flux supplémentaire est dû à l'ailette que constitue le balcon et dont la surface est faible au regard de celle de la façade.

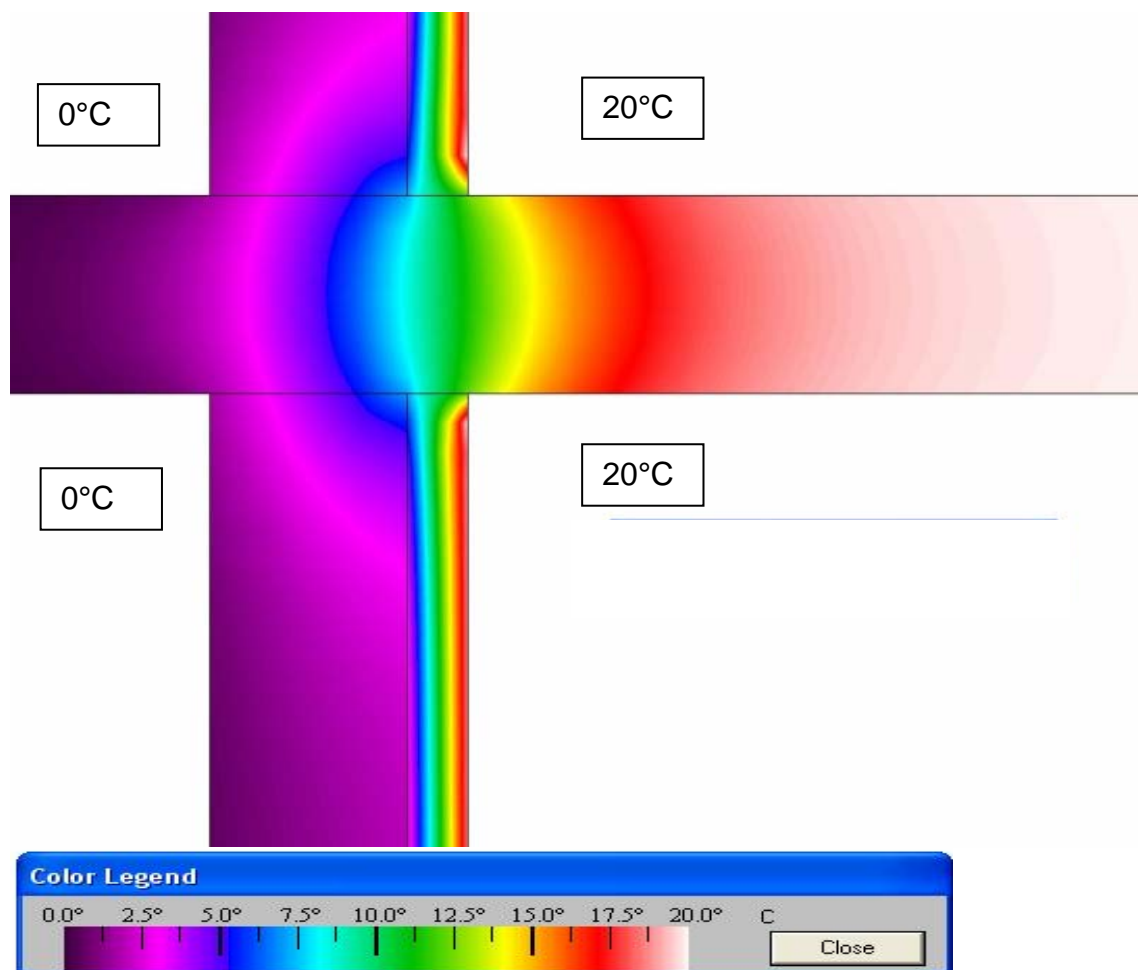


Fig. 5 : Balcon et isolation thermique par l'intérieur

Ceci étant dit il y a de fortes contraintes mécaniques résultant des dilatations différentielles

Par contre la température de l'angle formé par le plancher et le mur sous l'isolation a encore baissé de un à deux degrés soit environ 6°C.

4.4.2. Isolation thermique par l'extérieur

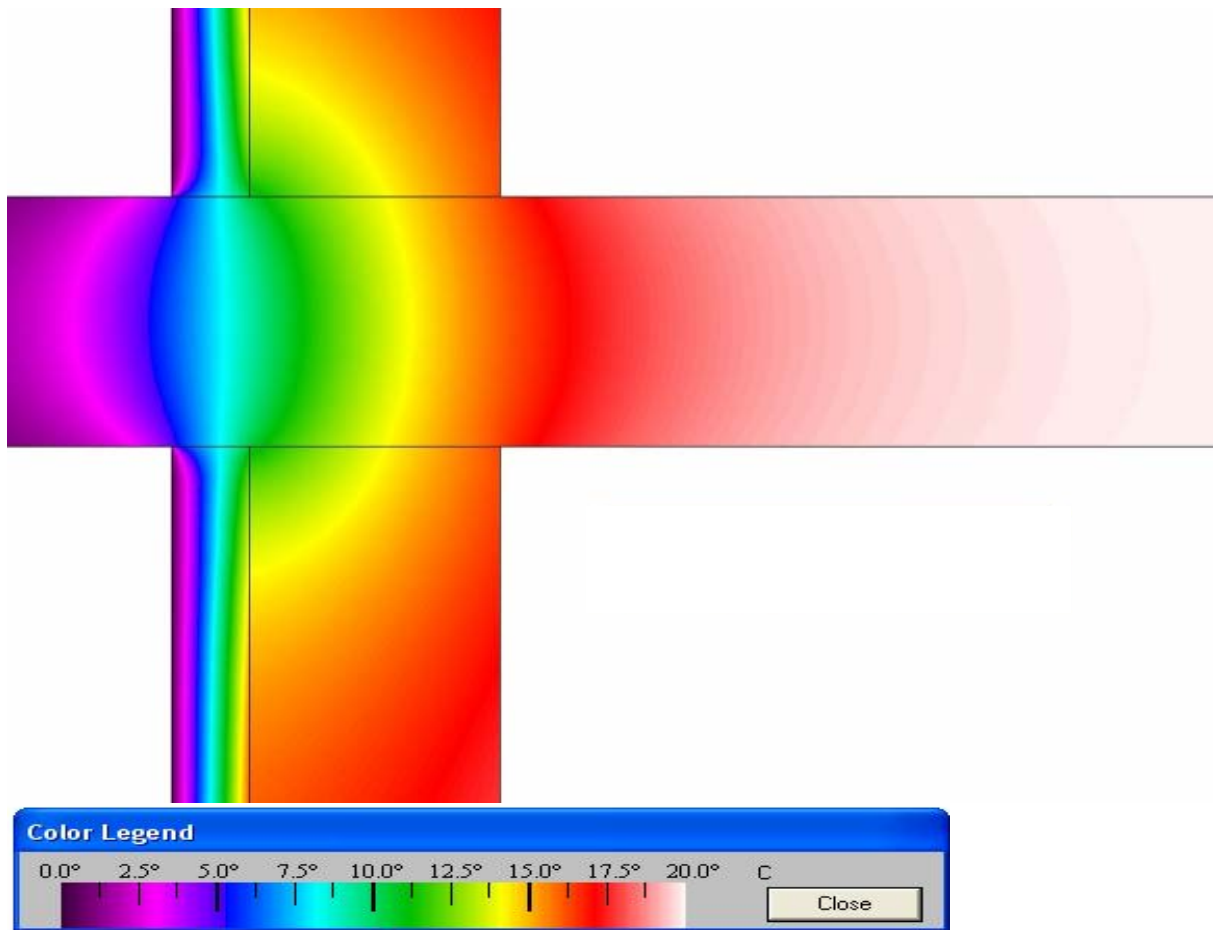


Fig. 6 : Balcon et isolation thermique par l'extérieur

Dans ce cas puisque l'on a pas pu assurer la continuité de l'isolation thermique par l'extérieur on va retrouver un schéma où les isothermes sont déformées.

Le pont thermique sera aussi fort qu'en isolation thermique par l'intérieur.

Cependant on constate plusieurs phénomènes aux effets plus positifs.

- × D'abord la perturbation des isothermes est située à l'extérieur du mur ; de ce fait les effets mécaniques dus aux écarts de température s'appliqueront non pas sur la liaison plancher - mur mais seulement sur la liaison balcon - mur.
- × Ensuite on voit que la température à la liaison intérieure mur – plancher est de l'ordre de 16 à 17 °C et il n'existe donc aucun risque de condensations.

5. Les atouts qui en découlent

Lors de mes premières réflexions dans les années 70 sur le sujet des fonctions que doivent assumer les ouvrages de l'enveloppe il était d'habitude de distinguer les fonctions dites de sécurité de celles dites d'habitabilité ou confort.

On pourrait aussi dire refuge pour protéger et nid pour vivre bien.

Quand il s'est agit d'isoler les bâtiments (1975) on pouvait alors faire cette isolation à l'intérieur de telle sorte qu'elle n'agisse que sur l'occupant, le volume d'air et les meubles soit la faire à l'extérieur pour abriter ensemble la structure et l'occupant.

Il est évident que les deux solutions peuvent arriver à une bonne efficacité de confort mais que leur niveaux de performances optimales ne sont pas les mêmes d'une part, d'autre part que ce seul aspect est insuffisant pour les comparer entre elles.

Sur le plan de la performance thermique l'isolation thermique par l'intérieur va être tributaire des cas où la structure traverse l'isolation. C'est le cas des planchers intermédiaires notamment qui créent des ponts thermiques et pour lesquelles les solutions de correction soulèvent des questions presque insolubles.

Pour revenir aux problèmes des ponts thermiques, je voudrai donner une image.

En supposant que l'on continue à construire chaque année une bonne partie des bâtiments, par exemple 150 000 logements collectifs, de manière classique avec un pont thermique de l'ordre de 1 W/(m.K).



A raison de 10 mètres de ponts thermiques par logement cela représente une consommation annuelle de l'ordre de 100 000 Tep (Tonnes d'équivalent pétrole) c'est-à-dire 370 000 tonnes de CO₂.

Un mètre de pont thermique linéaire, non corrigé (il ne l'est que rarement), de nez de plancher intermédiaire en isolation par l'intérieur atteint une valeur de l'ordre de 1 W/(m.K).

Cela conduit en Zone d'hiver H1 à une consommation annuelle d'environ :

- 60 kW.h en chauffage électrique
- 8,6 m³ de gaz de réseau pour le chauffage gaz
- 8,5 litres de fioul lourd pour le chauffage au fioul

Dans un immeuble R+3 il peut y avoir 700 mètres¹ de ponts thermiques cela représente annuellement :

- 42 000 kWh d'électricité, ou
- 6000 m³ de gaz de réseau, ou

¹ Les mètres sont toujours linéaires, comme les m² sont toujours carrés.

- 6000 litres de fuel

Et en équivalent CO₂ cela représente jusqu'à 3 tonnes par an !

Les autres aspects liés à la position de l'isolation ont déjà été traités dans des précédents articles

- * Protection du mur : le mur est à l'abri des effets de la pluie, du gel, des variations de température. Il ne subit aucune des causes de dégradation et d'obsolescence que subissent les parois exposées.
- * Condensations : il n'y a plus de risque de condensations intérieures

5.1. Les effets bénéfiques pour l'occupant

5.1.1. Inertie thermique et confort d'été

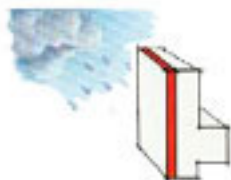
L'inertie thermique par les parois lourdes à l'intérieur des locaux. Ces parois emmagasinent la chaleur ou le froid et restituent de la chaleur si le local est froid ou de la fraîcheur si le local est chaud. Les parois lourdes jouent le rôle de régulateur thermique. Le mur manteau en plaçant l'isolant à l'extérieur de la paroi, lourde, permet de prendre en compte toute la masse des parois lourdes du mur dans le calcul de l'inertie d'un local.

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.

5.1.2. Durabilité des structures

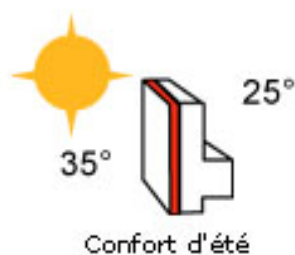
C'est vers 1960 que l'idée d'isoler les parois des bâtiments sur leur face extérieure s'est répandue en Europe. A cette époque l'argument n'était pas énergétique mais bien la protection des structures des bâtiments contre les intempéries.



Façade plus étanche

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).



En fait, il s'avère si l'on n'y prend garde, que l'isolation peut être la source d'une aggravation des risques de mouvements différentiels pour les ouvrages. La forte chute de température qui se produit dans un isolant conduit en effet à des écarts de dilatation des parois placées de chaque côté. De plus, les ponts thermiques mal corrigés sont aussi quelquefois à l'origine de gradients importants.

5.2. A ne pas oublier toutefois

La technique du Mur Manteau est récente en France, les Maîtres d'ouvrage et les Maîtres d'oeuvre sont souvent démunis sur certains points :

5.2.1. Les risques en cas d'incendie

En ce qui concerne les feux intérieurs la position extérieure de l'isolation favorise le Mur Manteau car il y a augmentation de l'inertie thermique des locaux et donc une augmentation du temps d'embrassement généralisé. De plus il y a combustion des matériaux à l'extérieur seulement si le feu peut les atteindre.

Pour les feux extérieurs, chaque système propose des solutions de classement en euro classe. Quant à la règle du C + D elle résulte de la géométrie de la maçonnerie du support.

Le seul risque est celui de la propagation intérieure par la façade. Il suffit alors de se reporter à l'instruction technique façades N° 249 qui définit les règles à respecter

5.2.2. Chocs

Les règles sont définies dans les normes NF P 08-301 (essais) et 302 (performance en fonction de l'exposition).

Les Avis techniques donnent les réponses à ce sujet.

5.2.3. Les ponts thermiques restants

Il reste encore des cas de ponts thermiques que les Maîtres d'oeuvre ne savent pas traiter les principaux sont :

- × Les soubassements
- × Les balcons et loggias
- × Les acrotères

Le mémento réalisé par TBC² donne déjà des indications.

Par ailleurs le Groupement du Mur Manteau a entrepris une démarche, largement soutenue par la Fédération Française du Bâtiment, qui va consister à réaliser un Guide pour les Maîtres d'oeuvre contenant tous les éléments utiles.

² TBC, Générateur d'innovation. 25 bld Victor Hugo 31770 COLOMIERS Web : www.batifind.com

6. L'apport de l'isolation thermique par l'extérieur au Grenelle de l'environnement



Rénovation PARIS
Document STO SAS

6.1. Les ponts thermiques



Il y a 35 ans déjà, dans la première version des « Conditions générales d'emploi des complexes d'isolation thermique plaque de plâtre - isolant faisant l'objet d'un Avis Technique » (Cahier du CSTB N° 1141, livraison 133 d'octobre 1972) le CSTB avait proposé de limiter l'épaisseur de l'isolant à 6 cm. (§

4,35)

Pourquoi ?

Tout simplement parce que l'on s'était aperçu que du fait de l'isolation du mur, le pont thermique de nez de plancher ou de refend provoquait une déperdition thermique supérieure à celle de toute la surface du mur situé au dessus (2,5m) !

Pour 1 (un) degré de différence de température entre l'intérieur et l'extérieur

- * Le pont thermique a une déperdition de l'ordre de 0,5 Watt par mètre (W/(m.K)) du côté intérieur du local (au total cela fait 1 car il y a deux locaux)
- * Le mur au dessus a une déperdition de l'ordre de 0,6 Watt par m²

Pour un mur de 10 m² (4m X 2,5m) on a donc une déperdition

- * De 6 Watt par degré en surface
- * De 6,5 Watt par degré par le périmètre (13 m)

Il convenait donc de diminuer les ponts thermiques plutôt que d'augmenter l'isolation surfacique.

Mais on ne l'a pas fait ! L'énergie n'était pas encore chère.

Sans compter les Lobbies !

Depuis cette époque on a quand même réalisé, pour rien, plus de 42 millions de m² de planchers sous l'isolation thermique par l'intérieur !

6.2. Quelques comparaisons

Pour faire ces comparaisons on a pris la technique de construction classique en maçonnerie ou en béton.

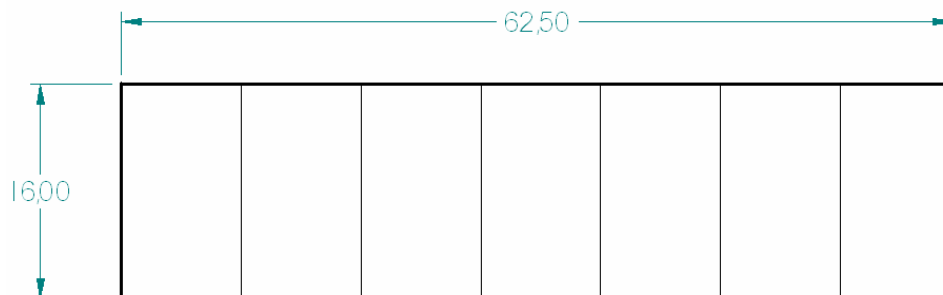
6.2.1. BASE DE CALCULS

Pour la réalisation des calculs de déperditions thermiques du bâtiment de référence par son enveloppe, nous avons pris deux modèles de bâtiment :

- un bâtiment collectif
- une maison individuelle

Le bâtiment collectif est le suivant :

- bâtiment R+4 (simulations réalisées aussi pour R+3, R+2, R+1)
- Surface de baies : 17% de surface de murs
- 1000 m² de surface au sol
- dimensions extérieures : 62,5 x 16 m
- 6 murs refends traversants
- les parties considérées NC (non chauffées) sont les cages d'escalier



La maison individuelle est la suivante :

- maison RDC (simulation réalisée aussi pour R+1)
- Surface de baies : 17% de surface de murs
- 100 m² de surface au sol
- dimensions extérieures : 7,5 x 13,5 m
- refends ?



Les valeurs de déperditions thermiques, surfaciques (U) et linéaires (ψ), correspondantes aux bâtiments type, qui ont été utilisées pour les calculs, ont été prises du « Mémento pour construire en Mur Manteau » et des Règles Th U.

Le $U_{\text{bât-ref}}$ a été calculé avec les futures valeurs RT 2005. Toutes les valeurs sont fixes sauf les murs et leurs ponts thermiques.

6.2.2. Comparaisons

Tableau 1
Toutes les parois à la référence
Les ponts thermiques sans traitement calculés selon TH U*

Collectif	Isolation thermique par l'intérieur		Mur Manteau	
	$(U_{\text{bât}}/ U_{\text{bât-ref}})-1$	% de p th	$(U_{\text{bât}}/ U_{\text{bât-ref}})-1$	% de p th
R+4	31%	41%	- 6%	18%
R+3	31%	42%	- 4%	19%
R+2	32%	43%	- 2%	21%
R+1	32%	43%	2%	23%

Maison Individuelle	Isolation thermique par l'intérieur		Mur Manteau	
	$(U_{\text{bât}}/ U_{\text{bât-ref}})-1$	% de p th	$(U_{\text{bât}}/ U_{\text{bât-ref}})-1$	% de p th
R+1**	9%	28%	- 4%	19%
R + 0	- 16%	9%	- 2%	23%

*Fenêtres posées en tableau

**Plancher intermédiaire lourd

Dans ce tableau la colonne « $(U_{\text{bât}}/ U_{\text{bât-ref}})-1$ » donne le pourcentage en plus ou en moins du résultat du calcul réel par rapport à la référence.

On voit bien ici que pour le collectif, l'isolation thermique par l'intérieur avec ponts thermiques non corrigé conduit à des valeurs trop fortes (+ de 30%) alors que le Mur Manteau est soit meilleur que la référence soit presque équivalent (plus il y a de niveau plus l'écart se creuse car la proportion de ponts thermiques augmente)

En maison individuelle l'isolation thermique par l'intérieur conduit à des résultats satisfaisants, mais dès qu'il y a un plancher intermédiaire lourd et un refend les ponts thermiques déplacent le résultat.

La colonne « % de p th » indique la proportion des déperditions par les ponts thermiques par rapport à la déperdition totale. 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 sûr 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.

Pour aller plus loin on a fait une simulation pour le R+4, en utilisant la planelle du DTU de maçonnerie et prévue dans les règles TH U en nez de planchers et de refends pour l'isolation thermique par l'intérieur.

Tableau 2
Toutes les parois à la référence
Les ponts thermiques avec planelles en ITI selon TH U

Collectif	Isolation thermique par l'intérieur		Mur Manteau	
	$(U_{\text{bât}}/ U_{\text{bât-ref}})-1$	% de p th	$(U_{\text{bât}}/ U_{\text{bât-ref}})-1$	% de p th
R+4	22%	37%	- 4%	18%

$(U_{\text{bât}}/ U_{\text{bât-ref}})-1$ descend à 22% ce qui reste très important et si le législateur exige que $(U_{\text{bât}}/ U_{\text{bât-ref}})-1$ soit limité à 10 ou 10% on a des soucis à se faire.

On considère que l'on doit placer des rupteurs thermiques intérieurs pour diminuer les déperditions par les ponts thermiques en isolation thermique par l'intérieur. On a pris une valeur moyenne de déperdition par le rupteur de 0,3 W/(m.K).

Dans ce cas on rapproche les valeurs de $U_{\text{bât}}$ de la référence ($U_{\text{bât-ref}}$) comme on le voit sur le tableau ci-dessous.

Tableau 3
Toutes les parois à la référence
Les ponts thermiques ITI avec rupteurs* selon TH U*

Collectif	Isolation thermique par l'intérieur		Mur Manteau	
	$(U_{\text{bât}}/ U_{\text{bât-ref}})-1$	% de p th	$(U_{\text{bât}}/ U_{\text{bât-ref}})-1$	% de p th
R+4	7%	28%	- 6%	18%
R+3	9%	32%	- 4%	19%
R+2	12%	33%	- 2%	21%
R+1	18%	35%	2%	23%

*Toutes liaisons plancher et refends.

Il n'en reste pas moins que ces valeurs restent élevées et qu'il faudrait des rupteurs intérieurs très performants pour atteindre le $U_{\text{bât-ref}}$.

De plus les conditions économiques habituellement faites entre le Mur Manteau et l'isolation thermique par l'intérieur sont changées et le surcoût des rupteurs va conduire à des coûts de construction similaires

7. Choisir sa technique

7.1. Les préfabriqués

Ce sont sans doute les plus anciens systèmes de revêtement puisque les bardages existent depuis toujours pour protéger la paroi support.

7.1.1. Les bardages et les essentages



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.

Conservatoire Arthur Honegger, Le Havre
Document Plysorol

7.1.2. Les revêtements attachés en pierre mince

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.

7.1.3. Les façades semi rideau

Il s'agit d'une technique bien connue de tous ceux qui approchent la construction des bâtiments tertiaires. La grille de mur rideau est appliquée sur une paroi en béton isolée préalablement sur sa face externe.

A titre de commentaire d'ailleurs on peut dire à tous ceux qui pensent que le Mur Manteau n'existe pas qu'il représente en fait la majorité des réalisations de prestige dans le domaine des bâtiments autres que d'habitation. Et là on sait faire...

7.1.4. Les voiles extérieurs librement dilatables

il s'agit d'une technique ancienne développée par la préfabrication lourde pour 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 épingles en acier inoxydable pour des raisons de risque de corrosion et de sécurité dans le temps.

7.1.5. 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.

7.2. Les réalisés in situ

7.2.1. 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.

7.2.2. Les enduits sur isolant



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

Ecole à Nîmes
Document STO SAS

7.2.3. Les enduits isolants

Ils représentent le rêve de tous les enduiseurs de façade. Malheureusement il est encore très difficile d'associer bon coefficient d'isolation avec bonne tenue mécanique. Ils sont actuellement plus réservés à des niches de compléments d'isolation, et il y en a beaucoup.

8. Conclusions



J'aime bien cet ours. Il symbolise à la fois l'isolation thermique par l'extérieur isolante et étanche pour sa conservation mais aussi la menace qui pèse sur lui si l'on continue à dégrader l'environnement global de notre planète.

On semble maintenant comprendre que pour préserver l'énergie il faut d'abord isoler car quelque soit le prix de la fourniture d'énergie si on la laisse partir c'est du gaspillage.

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 ou 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 limité 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.). on l'a vu au long de ce papier.

L'avenir de l'isolation est donc constitué de deux filières :

- ✗ La filière de la construction légère isolée à l'intérieur
- ✗ La filière de la construction lourde isolée à l'extérieur

PLATON disait :

« On ne comprend pas ce qu'est la science de la chaussure, quand on ne comprend pas ce qu'est la science. »

Plagions le, à l'usage de ceux qui ne pensent le bâtiment qu'en termes de profits :

« On ne comprend pas ce qu'est la science du bâtiment quand on ne comprend pas ce qu'est la science. »

Colomiers le 26 mai 2008

Gérard Fleury