

S. Courgey - Arcanne Réhabilitation énergétique - Noria & Co - Redon - Juin 2015

. Gestion de la vapeur d'eau dans les parois

L'hiver, un flux de vapeur d'eau cherche à traverser les parois d'enveloppe des bâtiments

Ce flux est quasiment toujours orienté de l'intérieur vers l'extérieur.

Un air intérieur trop humide augmente fortement l'intensité de ce flux.
→ Besoin d'un renouvellement régulier de l'air

Les inétanchéités à l'air sont comparables à de véritables "autoroutes" à vapeur d'eau.

Les clefs de compréhension (1de2)

> 73

S. Courgey - Arcanne Réhabilitation énergétique - Noria & Co - Redon - Juin 2015

. Gestion de la vapeur d'eau dans les parois

Un air humide condense lorsqu'il croise des couches froides. (point de rosée)

Les différentes couches de matériaux se laissent +/- traverser par la vapeur d'eau. (sd)

Les matériaux permettent +/- à l'eau de se déplacer en leur sein. (capillarité, coef. A)

Les matériaux ne sont pas dégradés par la vapeur, mais certains peuvent l'être par l'eau. (hygro-vulnérabilité)

Les clefs de compréhension (2de2)

> 74

S. Courgev - Arcanne Réhabilitation énergétique - Noria & Co. Redon-Juin 2015

... en attendant que les
 textes s'harmonisent au
 niveau européen... ou que
 les textes français
 intègrent les
 connaissances acquises
 ces dernières années.

Humidité :
En guise de 1^{ère} conclusion

98

S. Courgev - Arcanne Réhabilitation énergétique - Noria & Co. Redon-Juin 2015
Conclusion adaptée aux bâtiments non climatisés, de classes d'hygrométrie 1 à 3 (Norme 13786), et pour des climats tempérés (France métropolitaine)

**Humidité. Premiers principes pour limiter les
 risques de condensation au sein des parois.**

Parements extérieurs imperméables à la pluie
 + Réalisation d'une étanchéité à l'air coté chaud de l'isolant
 + Pose d'un système de renouvellement régulier de l'air int.

. **Côté extérieur** : parement très ouvert à la vapeur d'eau. Si
 c'est un enduit, il lui faut également garder un certain
 aspect capillaire.

. **Côté intérieur** : choix de matériaux limitant plutôt l'entrée
 de la vapeur d'eau dans la paroi, mais dans certains cas
 permettant également l'assèchement de la paroi coté int.
 (isolant et pare-air "frein de vapeur", membranes hygrovariables...)

Note : est appelé "parement" le ou les matériaux séparant la paroi de l'air (int. ou ext.)

99

S. Courgey - Arcanne Réhabilitation énergétique - Noria & Co - Redon-Juin 2015
De "L'isolation écologique" JP OLIVA- Terre vivante

Principe de fonctionnement d'un mur ancien :

Sauf exception, les murs anciens permettent le déplacement de l'humidité en leur sein (perspirants et capillaires).

Mais également :

- L'air intérieur est fortement renouvelé
- Les vitrages, simples, représentent une première zone de condensation
- Les parois opaques sont relativement étanches à l'air
- La protection à la pluie est effective (enduits, débords de toitures, profils "goutte d'eau"...)
- Le pourtour du bâtiment est adapté (drains, sol percolant...)

➤ 112

Redon-Juin 2015
Réhabilitation éne
Terre

Mur ancien. Pour limiter les risques...

1. Réaliser une étanchéité à l'air coté intérieur & installer un système de renouvellement régulier de l'air intérieur.
2. Extérieur : mur ou parements imperméables (à la pluie). Dans le cas de parements ventilés : pare-pluies très ouverts à la vapeur d'eau. Dans le cas d'enduits : les choisir perspirants et capillaires.
3. Coté intérieur : matériaux limitant plutôt l'entrée de la vapeur d'eau dans la paroi, mais permettant si besoin son évacuation lorsque les conditions le permettent. (isolants ouverts à la vapeur d'eau + membranes hygrovariables...)
4. Parties enterrées et pieds de murs (ext.: h.t ≥ 15cm) : matériaux non capillaires et non vulnérables à l'eau + étanchéité coté ext.
5. Pour les murs "sensibles" (ayant des matériaux putrescibles, oxydables, gélifs et/ou de la terre avec un rôle structurel) → Un diagnostic très complet est nécessaire... et deux pistes séduiront.

➤ 113

S. Courgey - Arcanne **Réhabilitation énergétique - Noria & Co - Redon - Juin 2015**
Conclusion adaptée aux bâtiments non climatisés, de classes d'hygrométrie 1 à 3 (Norme 13788), et pour des climats tempérés (France métropolitaine)

... en attendant que les textes s'harmonisent au niveau européen... ou que les textes français intègrent les connaissances acquises ces dernières années.

Humidité.

Conclusion développée

158

S. Courgey - Arcanne **Réhabilitation énergétique - Noria & Co - Redon - Juin 2015**

En guise de conclusion...

. Premières conditions à respecter :

Pour limiter les risques dus à la condensation de vapeur d'eau dans les parois, il faut d'abord et avant tout :

- 1. Renouveler régulièrement l'air intérieur**
- 2. Avoir une réelle étanchéité à l'air entre l'air intérieur et l'isolant***
- 3. Avoir des parements extérieurs imperméables à l'eau.**

**Certaines fois l'étanchéité à l'air est réalisée par l'isolant, d'autres fois elle se fait dans l'épaisseur de l'isolant (voir règle de 2/3 1/3, et 3/4 1/4 des DTU "Charpente" et "Ossature bois").*

→ *Ces conditions sont estimées respectées si :*

- le système de ventilation assure les renouvellements d'air définis pour le neuf (arrêtés des 24 mars 1982 et 28 octobre 1983), des Règlements Sanitaires Départementaux, ou de ceux de la médecine du travail ;
- l'étanchéité à l'air respecte des niveaux de type de ceux éfinis dans la RT 2012 pour le résidentiel, dans le référentiel effinergie réhab pour l'existant ;
- les parements extérieurs sont réalisés en conformité avec les règles de l'art (DTU, CPT...), et sont régulièrement entretenus (toiture, bardage, enduit).

158

S. Courgey - Arcanne
Réhabilitation énergétique - Noria & Co - Redon-Juin 2015

En guise de conclusion...

Attention ! Certains murs (briques anciennes, calcaire et grès tendres...) ne sont pas toujours suffisamment imperméables à la pluie battante. Pour les isoler par l'intérieur, particulièrement en présence d'encastremements de poutres en bois ou métal, il pourra être nécessaire de les (ré)enduire coté extérieur (avec hydrofuges?...), ou de poser un parement extérieur ventilé !

*Certains...
l'isolant (voir les...
...seur de

→ Ces conditions à respecter si :

- le système assure les renouvellements d'air définis pour le neuf (arrêtés des 2... et 28 octobre 1983), des Règlements Sanitaires Département... de ceux de la médecine du travail ;
- l'étanchéité à l'air respecte des niveaux de type de ceux éfinis dans la RT 2012 pour le résident... dans le référentiel effinergie réhab pour l'actant ;
- les parements extérieurs sont réalisés en conformité avec les règles de l'art (DTU, CPT...), et sont régulièrement entretenus (toiture, bardage, enduit).

S. Courgey - Arcanne
Réhabilitation énergétique - Noria & Co - Redon-Juin 2015

En guise de conclusion...

(Principes supplémentaires à respecter pour) **les parois ossature bois**

1. Le ou les matériaux séparant l'isolant de l'air extérieur doivent être très ouverts à la vapeur d'eau ($s_{d,cumulé} < \text{env. } 0,30\text{m}$). Si c'est un enduit, il lui faut également garder un certain aspect capillaire* (ou être éminemment adhérent, et ce sur matériau peu sensible à l'eau et au gel).

2. Le matériau assurant l'étanchéité à l'air gagne à limiter l'entrée de la vapeur d'eau dans la paroi. Que ce soit un panneau, enduit ou membrane, on retiendra un s_d supérieur à 1,5 à 2 mètres. (de type "frein de vapeur" mini)

→ Textes de référence : Les DTU Charpente (NF P21-203, ancien DTU 31.1), et MOB (NF P21-204, ancien DTU 31.2) exigent coté extérieur un pare pluie très ouvert ($s_d < 0,18\text{ m}$), et coté int. un pare vapeur ayant un $s_d > 18\text{ m}$: ils respectent donc ces deux conditions.

Note 1 : Ces deux DTU manquent de précisions concernant la face extérieure. Ils imposent une condition d'ouverture à la vapeur au seul pare-pluie alors que, pour respecter les principes de la physique des matériaux, ils devraient l'exiger à l'ensemble des matériaux séparant l'isolant de l'air extérieur.

Note 2. En proposant un matériau assez fermé à la vapeur d'eau coté intérieur ($s_d > 18\text{m}$), le respect de ces deux DTU ne permet pas la réalisation de parois « perspirantes ».

Note 3. Certains complexes de matériaux (panneau sandwich, enduit ext. peu capillaire mais très adhérent...) ne respectent pas ces conditions. Dans ce cas, ils doivent être accompagnés d'avis d'experts (ATec, DTA, Enquête technique Nouvelle...).

***Attention !!! L'utilisation d'adjuvants, particulièrement d'hydrofuges, peut réduire l'aspect perspirant comme le comportement capillaire d'un enduit !**

S. Courgey - Arcanne
RÉHABILITATION ÉNERGÉTIQUE - Noria & Co - Redon-Juin 2015

En guise de conclusion...

(Principes supplémentaires à respecter pour) **les parois ossature bois**

1. Le ou les matériaux séparant l'isolant de l'air extérieur doivent être très ouverts à la vapeur d'eau ($s_{d,cumulé} < \text{env. } 0,30\text{m}$). Si c'est un enduit, il lui faut également garder un certain aspect capillaire*.

2. Le matériau assurant l'étanchéité doit être perméable à la vapeur d'eau. Si c'est un panneau, un enduit ou un revêtement, il doit être à l'écart de la paroi à 2 mètres.

Si l'isolant est sensible à l'eau et n'est protégé que par un enduit, une attention spécifique doit être portée, particulièrement dans les régions humides, froides et/ou à pluies abondantes et virulentes. C'est par exemple cette raison qui fait préférer des bardages ventilés sur les façades à la pluie battante des bâtiments isolés de paille en Bretagne, Normandie, vallées de montagne...

*Attention !!! L'utilisation d'adjuvants, particulièrement d'hydrofuges, peut réduire l'aspect perspirant comme le comportement capillaire d'un enduit !

162

S. Courgey - Arcanne
RÉHABILITATION ÉNERGÉTIQUE - Noria & Co - Redon-Juin 2015

En guise de conclusion...

(Principes supplémentaires à respecter pour) **les murs maçonnés type monomur**

1. Choisir un enduit extérieur ouvert à la migration de vapeur d'eau, et gardant un comportement assez capillaire* (au regard de la qualité d'accroche de l'enduit)

→ Textes de référence : Les textes qui accompagnent les techniques monomur (Terre cuite, béton cellulaire et bloc allégés) semblent proposer des types d'enduits chaque fois adaptés.

*Attention !!! L'utilisation d'adjuvants, particulièrement d'hydrofuges, peut réduire l'aspect perspirant comme le comportement capillaire d'un enduit !

163

En guise de conclusion...

(Principes supplémentaires à respecter pour) **les murs maçonnés type monomur**

Les enduits traditionnels (non adjuvés) à base de chaux, terre ou plâtre sont estimés capillaires, contrairement aux enduits ciment.

Une norme (NF EN 1015-18) propose 3 classes de capillarité pour les enduits :

- W0 : très capillaire ou capillarité non renseignée
- W1 : capillarité moyenne
- W2 : capillarité faible

ouvert à la migration de vapeur d'eau... assez capillaire* (au regard de l'enduit)

accompagnent les techniques monomur semblent proposer des types

particulièrement d'hydrofuges, peut réduire le comportement capillaire d'un enduit !

En guise de conclusion...

(Principes supplémentaires à respecter pour) **les murs isolés par l'ext.**

1. Le ou les matériaux séparant l'isolant de l'air extérieur doivent être perspirants ($s_{d, cumulée} < \text{env. } 0,30\text{m}$). Si c'est un enduit, il lui faut également garder un certain aspect capillaire*... ou être éminemment adhérent.

2. Pour les parties de mur présentant des risques de reprises d'humidité (remontées capillaires...), préférer les solutions capillaires, particulièrement en présence de matériaux putrescibles ou oxydables (têtes de poutre, colombages...), ou de terre crue avec rôle structurel (pisé, bauge, pierres hourdées à la terre...).

Attention ! La technique de pose de l'isolant doit empêcher tout flux d'air entre le mur support et l'isolant, et les ponts thermiques, particulièrement ceux de bas de murs doivent être traités !!!

→ Textes de référence : de nombreux textes existent sur les systèmes d'ITE (ou ETICS, pour External Thermal Insulation Composite System), et ont permis de fiabiliser cette technique qui a essuyé de nombreux sinistres dans les années 70-80 (Règles Professionnelles Entretien & rénovation des systèmes ITE-ETICS, Cahiers du CSTB n°1833, n°3204, n°3035...)

*Attention !!! L'utilisation d'adjuvés, particulièrement d'hydrofuges, peut réduire l'aspect perspirant comme le comportement capillaire d'un l'enduit !

En guise de conclusion...

(Principes supplémentaires à respecter pour) **les murs isolés par l'ext.**

1. Le ou les matériaux séparant l'isolant de l'air extérieur doivent être perspirants ($s_{d,cumulé} < \text{env. } 0,30\text{m}$). Si c'est un enduit, il lui faut également garder un certain aspect capillaire*... ou être éminemment adhérent.

2. Pour les parties de mur présentant des risques de reprises d'humidité (remontées capillaires...), préférer les revêtements capillaires, particulièrement en présence de matériaux poreux (colombages...), ou de matériaux à forte perméabilité.

Une approche sécuritaire invite certains acteurs à faciliter le potentiel de séchage du mur coté extérieur en cas d'humidification accidentelle. Ceci met en avant la solution « continuité capillaire », et exclut les solutions non perspirantes.

**Attention !!! L'utilisation d'adjuvants, particulièrement d'hydrofuges, peut réduire l'aspect perspirant comme le comportement capillaire d'un l'enduit !*

En guise de conclusion...

(Principes supplémentaires à respecter pour) **Isolation par l'extérieur de murs précédemment isolés coté intérieur**

. En cas de remontées capillaires : la piste "continuité capillaire" est généralement retenue.

. Si le mur ne présente aucun signe de dysfonctionnement :

- cas des murs non sensibles (ne comportant pas des matériaux oxydables, putrescibles, gélifs, ou de terre crue avec rôle structurel) : les conditions à respecter sont celles proposées sur la fiche "Isolation extérieure"
- cas de murs sensibles, la prudence invite à réaliser une étude spécifique. La piste "continuité capillaire" est alors souvent privilégiée, à moins d'un respect que la règle du 1/3-2/3 (1/4-3/4 si altitude > 600m)

. Dans le cas où le mur et /ou certains matériaux intégrés (têtes de poutres...) montrent des signes de dysfonctionnement (fissures, desquamation, pourrissement...) : un diagnostic complet est à réaliser, et les éléments endommagés corrigés. Si le souhait d'une ITE perdue : la piste "continuité capillaire" est alors souvent privilégiée, à moins d'un respect que la règle du 1/3-2/3 (1/4-3/4 si altitude > 600m)

En guise de conclusion...

(Principes supplémentaires à respecter pour) **les murs isolés par l'intérieur (1/2)**

1. En plus d'être imperméable à l'eau, l'enduit extérieur devra être ouvert à la diffusion de vapeur d'eau et garder un comportement assez capillaire*.

2. Demander au matériau assurant l'étanchéité à l'air de limiter l'entrée de la vapeur d'eau dans la paroi, mais permettant également au mur de sécher si besoin coté intérieur (→ Isolant perspirant + membrane hygrovariable...)**

** L'étanchéité à l'air peut être assurée par l'isolant, un enduit, une membrane ou un panneau. Dans ces 3 derniers cas il leur faudra protéger la partie froide de l'isolant (être coté chaud de l'isolant ou dans le 1/3 intérieur de la valeur R totale, voire dans le 1/4 intérieur si altitude > 600m)

→ **Textes de référence :** Selon les conditions, type de mur et type d'isolant, les règles de l'art demandent à ce que les matériaux coté intérieur (parement + éventuelle membrane + éventuellement l'isolant) limitent la migration de vapeur d'eau (la NF DTU 20.1 propose, selon le cas, des membranes à sd > 1,5 ou > 6m). Les suivre respecte la condition n°2. En revanche, le choix d'un sd plus élevé, proposé dans certains ATec ne permet pas la réalisation de parois "perspirantes", mais surtout, limite le potentiel de séchage du mur coté intérieur.

***Attention !!! L'utilisation d'adjuvants, particulièrement d'hydrofuges, peut réduire l'aspect perspirant comme le comportement capillaire d'un enduit !**

160

(Principes supplémentaires à respecter pour) **les murs isolés par l'intérieur (2/2)**

3. Faire le choix d'isolants peu vulnérables à l'eau. (Sauf si l'ensemble des paramètres est maîtrisé et/ou les matériaux reçoivent un traitement spécifique : éviter les matériaux putrescibles*)

4. Dans le cas d'une paroi présentant des risques de remontées capillaires, étudier l'opportunité de les diminuer (drains, étanchéification ext, traitement des bas de murs...), et/ou de permettre au mur de les évacuer en totalité sur l'extérieur.**

5. Particulièrement en présence de matériaux oxydables, gélifs, putrescibles (nez de poutre, colombages...), ou si de la terre crue garde un rôle structurel (pisé, bauge, pierres hourdées à la terre...) : la prudence invite à réaliser une étude spécifique. Les pistes "double cloison isolante" ou "continuité capillaire" seront alors souvent séduisantes*.**

* Des ATec sont donnés à des ITI biosourcées (laine de coton recyclé, ouate de cellulose...), avec de plus des membranes plutôt fermées à la vapeur : ceci nous semble peu prudent !!!

** Les invitations découlant de la présence de remontées capillaires sont bien entendues à ne retenir que pour les parties basses des murs. (=celles soumises à remontées capillaires)

*** Si la solution "double cloison isolante" refait surface, celle de la "continuité capillaire" est nouvelle en France. Mais il faut préciser que l'ensemble des documents de référence n'a pas encore intégré les connaissances acquises ces dernières années en physique du bâtiment, particulièrement celles exploitant le potentiel du fonctionnement capillaire. Ceci devrait rapidement changer grâce aux programmes de l'ANR : HYGRO-Bat et HUMIBATEX.

161

En guise de conclusion...

(Principes sup. à respecter pour) **les toitures terrasses en béton**

. Une isolation par dessous une dalle béton s'apparente à l'isolation par l'intérieur, soit une situation à aborder avec grande prudence, surtout que :

Cette solution impose de forts chocs thermiques, avec risques de dégradations rapides du complexe d'étanchéité voire de la dalle. De fait elle ne peut être conseillée comme seule isolation thermique d'une toiture terrasse.*

. Isolation par-dessus avec lame d'air ventilée entre l'isolant et le complexe d'étanchéité (toiture froide). Cette solution s'apparente à une ITE (avec néanmoins des contraintes spécifiques : gestion de la ventilation du parement, de l'évacuation des condensats...)

. Dans le cas où l'isolant est support d'étanchéité, la prudence invite à choisir un pare vapeur extrêmement fermé (et pérenne), ou du verre cellulaire (seul isolant totalement insensible à l'humidité).

. Dans le cas où l'isolant est posé sur l'étanchéité. L'étanchéité fait office de pare vapeur... Mais le type d'isolant possible est extrêmement limité (verre cellulaire, certains polystyrènes...).

* Nous rencontrerons en revanche souvent une isolation par le dessous en complément d'une isolation par le dessus. Dans ce cas : respecter la règle du 1/3-2/3 (1/4-3/4 en altitude) !

En guise de conclusion...

(Principes sup. à respecter pour) **les toitures terrasses en bois**

. Isolation par-dessus avec lame d'air ventilée entre l'isolant et le complexe d'étanchéité (toiture froide). Cette solution s'apparente à une paroi ossature bois avec parement ventilé... avec néanmoins des contraintes spécifiques (gestion de la ventilation de la sous-face du complexe d'étanchéité, de l'évacuation des condensats...)

. Dans le cas où l'isolant est support d'étanchéité, deux pistes :

1. Choisir un pare vapeur extrêmement fermé* (et pérenne), ou du verre cellulaire (seul isolant totalement insensible à l'humidité) ;
2. Réaliser une étude hygrothermique spécifique. Dans ce cas la solution « isolant hygroscopique et capillaire + membrane hygro-variable* » pourra être quelques fois proposée.

. Dans le cas où l'isolant est posé sur l'étanchéité*. L'étanchéité fait office de pare vapeur... Mais le type d'isolant possible est extrêmement limité (verre cellulaire, certains polystyrènes...).

* La pérennité des membranes assurant la régulation de la vapeur d'eau étant primordiale, une première couche d'isolant est souvent posée en dessous de façon à l'éloigner du parement intérieur. Attention : respecter la règle du 1/3-2/3 (1/4-3/4 en altitude) !

En guise de conclusion...

(Principes supplémentaires à respecter pour) **les sols**

. Une isolation en plafond de sous-sol* ou vide sanitaire* s'apparente à une isolation par l'extérieur.

. Une isolation sur dalle de sous-sol* ou vide sanitaire* met l'isolant dans un espace relativement confiné à l'humidité, (généralement entre dalle et chape). Le choix d'un isolant très peu vulnérable à l'humidité** et pouvant de plus être chargé correspond aux principaux critères à retenir.

. Pour un sol sur terre plain, on exigera :

- la réalisation, sur le sol naturel, d'un volume limitant les remontées capillaires sans charger les murs adjacents de l'humidité du sol (hérissonnage ventilé, à base de pierres, galets ou hourdis béton spécifiques) ;
- un isolant non capillaire, très peu vulnérable à l'humidité**, et pouvant être chargé sans déformations (granulats de verre cellulaire compactés...).

* Rappelons que les SS, VS et caves doivent dans tous les cas être ventilés

** Prévoir l'éventualité d'un dégât des eaux (accident domestique ou inondation).

172

Et n'oublions pas que :

- les invitations proposées dans les Règles de l'Art* ont souvent leur logique propre ;
- les assureurs s'engagent souvent sous condition d'un respect strict des documents de référence (DTU, règles pro...) et des avis d'experts (ATec, DTA, ATEc, ETN, Pass-innovation...)



* Et entendu par "Règles de l'Art" les savoirs faire traditionnels additionnés aux textes de référence (DTU, Normes, CPT...)

173