



**CONFIGURATION DE LA SIMULATION D'UN CAS
D'ISOLATION PAR L'INTÉRIEUR D'UN MUR EXISTANT AVEC
TRAITEMENT HYDROFUGE EN FAÇADE**

SOURCE : FRAUNHOFER (IBP)

1. INTRODUCTION

Ce premier tutoriel se penche sur la problématique des murs isolés par l'intérieur et, plus particulièrement, sur la configuration d'un traitement hydrofuge dans le logiciel WUFI Pro 6.0.

Selon les cas (hydrofuge efficace à 100% ou non), deux méthodes peuvent s'offrir à l'utilisateur.

PRÉ-REQUIS :

- Connaissances de bases en hygrothermie du bâtiment ;
- Bonne connaissances du logiciel WUFI Pro 6.0 (encodage de parois/configuration de matériaux et des conditions aux limites)

2. ENCODAGE DANS WUFI

2.1. LE CAS DE BASE

Sur base de la coupe disponible en annexe (voir Annexe 01 en fin de document), l'encodage de la paroi est réalisé dans le logiciel *WUFI Pro 6.0*. La Figure 1 ci-dessous illustre cet encodage et présente la succession de matériaux suivante (de gauche à droite, ou d'extérieur vers intérieur) :

- Brique ancienne
- (joint) Mortier à la chaux
- Brique ancienne
- Isolation en cellulose insufflée
- Membrane hygrovariable
- Plaque de plâtre

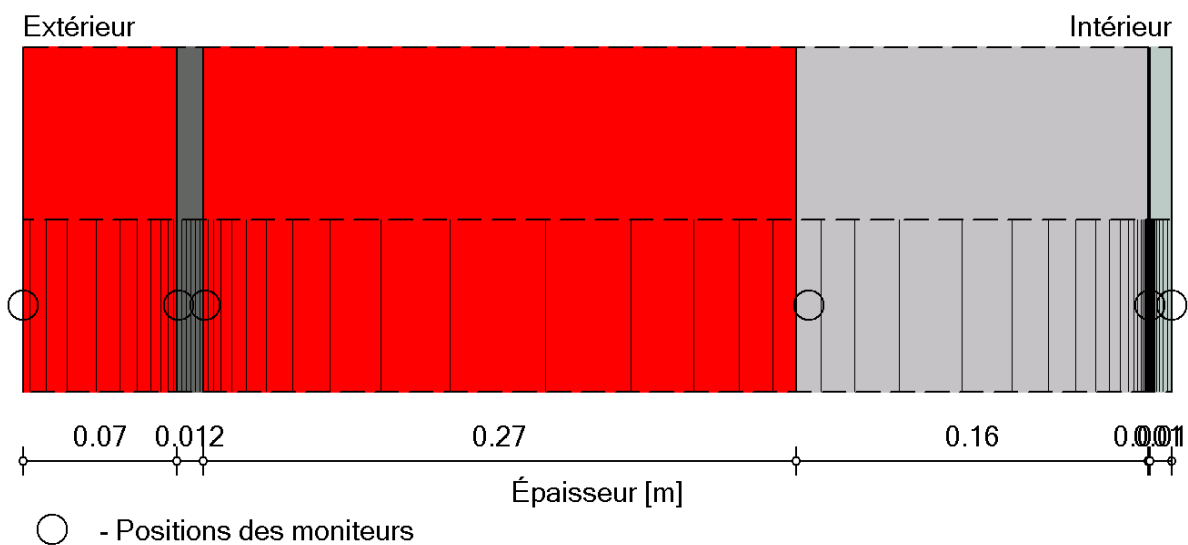


Figure 1 : Capture d'écran de la paroi telle qu'encodée dans le logiciel WUFI Pro 6.0

2.2. QUELQUES INFOS COMPLÉMENTAIRES...

- **Orientation** : les orientations nord et celles correspondant à la pluie battante sont généralement les plus problématiques et nécessitent dès lors d'approfondir les analyses hygrothermiques.
- **Absorption courte longueur d'ondes** : une sélection doit être opérée selon la couleur du matériau de revêtement
- **Emissivité grande longueur d'ondes** : si inconnue pour la surface extérieure, renseigner la valeur de 0.9.
- **Bilan explicite du rayonnement** : pas nécessairement obligatoire pour ce type d'étude.
- **Fraction de la pluie restant à la surface** : liée à l'inclinaison et au type de construction. Pour un mur vertical, une valeur de 0.7 est utilisée.

2.3. LE TRAITEMENT HYDROFUGE

Par définition, « un traitement hydrofuge est un traitement incolore, destiné à réduire les pénétrations d'eau sous forme liquide (pluie) tout en ne modifiant pas, ou peu, la perméabilité à la vapeur d'eau. Un traitement hydrofuge ne forme pas de film, il réduit la tension superficielle du support traité » (Source : Technichem SA).

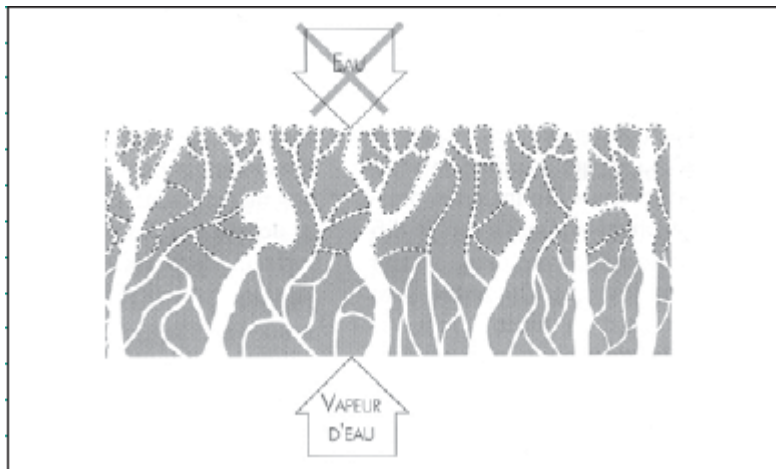


Figure 2 : Illustration de l'action d'un traitement hydrofuge (source : Technichem S.A.)

Ces traitements de surface s'appliquent par pulvérisation à basse pression (ex : pulvérisateur manuel de jardin) ou encore par application mécanique (brosse) jusqu'à saturation du matériau. Il conviendra d'appliquer le traitement en plusieurs couches (chacune jusqu'à saturation du support) afin de garantir l'efficacité du traitement en profondeur (généralement de 5 à 10 mm).

De nombreuses sources, parfois contradictoires, témoignent des efficacités toutes relatives des traitements hydrofuges. Tantôt de « 1/100ème de la valeur d'absorption initiale », tantôt de « 100% », tantôt de « performances variables »,... il est donc très difficile de se faire un avis sur la performance réelle de ces traitements. L'efficacité d'un traitement devrait donc idéalement être démontrée par l'intermédiaire d'un agrément technique de l'UBATc ou d'un rapport de test émanant d'un centre indépendant et reconnu, ou être vérifiée après application (test de Karsten avant et après traitement). Sur le marché Belge, il n'est pas rare de trouver des produits présentant une efficacité de 100%. Il est bien entendu très important de connaître l'efficacité du traitement dans le cadre de l'étude hygrothermique réalisée.

En revenant à notre simulation, deux méthodes s'offrent à l'utilisateur pour encoder le traitement hydrofuge.

2.4. ABSENCE D'ABSORPTION...

Dans cette première approche, le traitement hydrofuge est considéré comme 100% efficace et empêche toute absorption d'eau en face extérieure. Dans un tel cas, il peut être suffisant de simplement désactiver l'action de la pluie dans le logiciel en renseignant un coefficient de fraction de la pluie restant à la surface égal à 0.

Fraction de la pluie restant à la surface [-]	—	Sans absorption
---	---	-----------------

2.5. MATÉRIALISATION DE LA COUCHE TRAITÉE

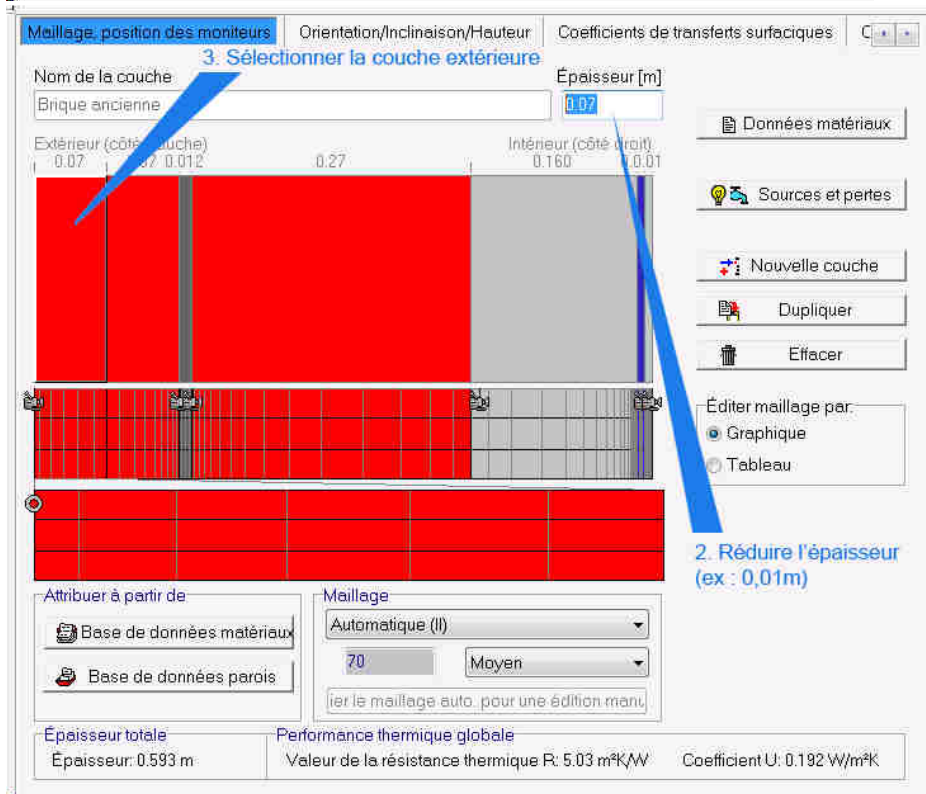
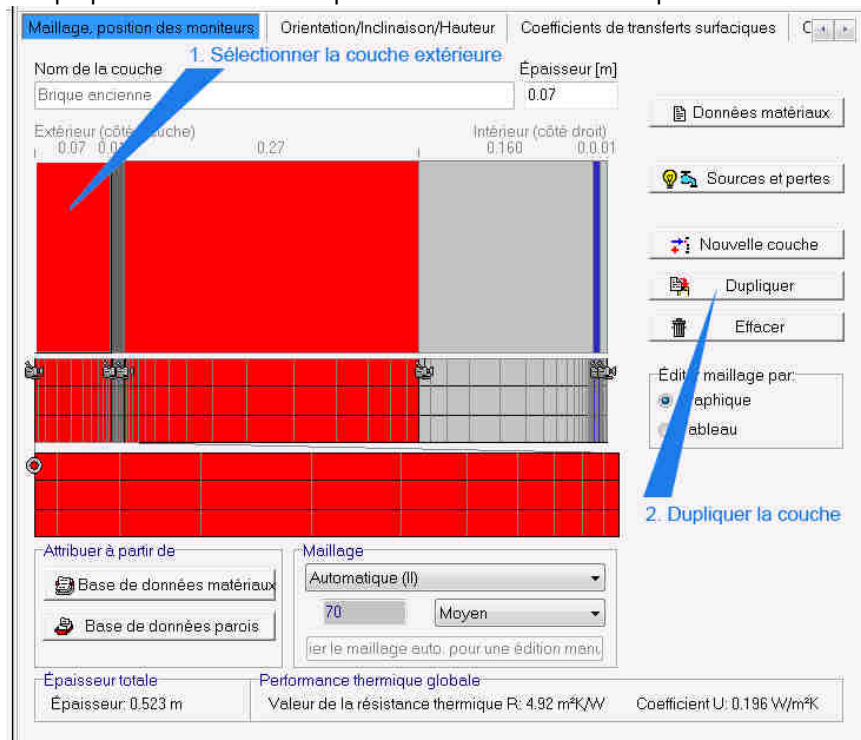
La deuxième méthode consiste à considérer que le traitement n'est pas efficace à 100% et qu'une infime quantité d'eau peut être absorbée par le matériau. Cette méthode peut être configurée en modifiant les propriétés de transport d'eau liquide d'une fine couche du matériau de revêtement extérieur correspondant à l'épaisseur du traitement hydrofuge appliqué.

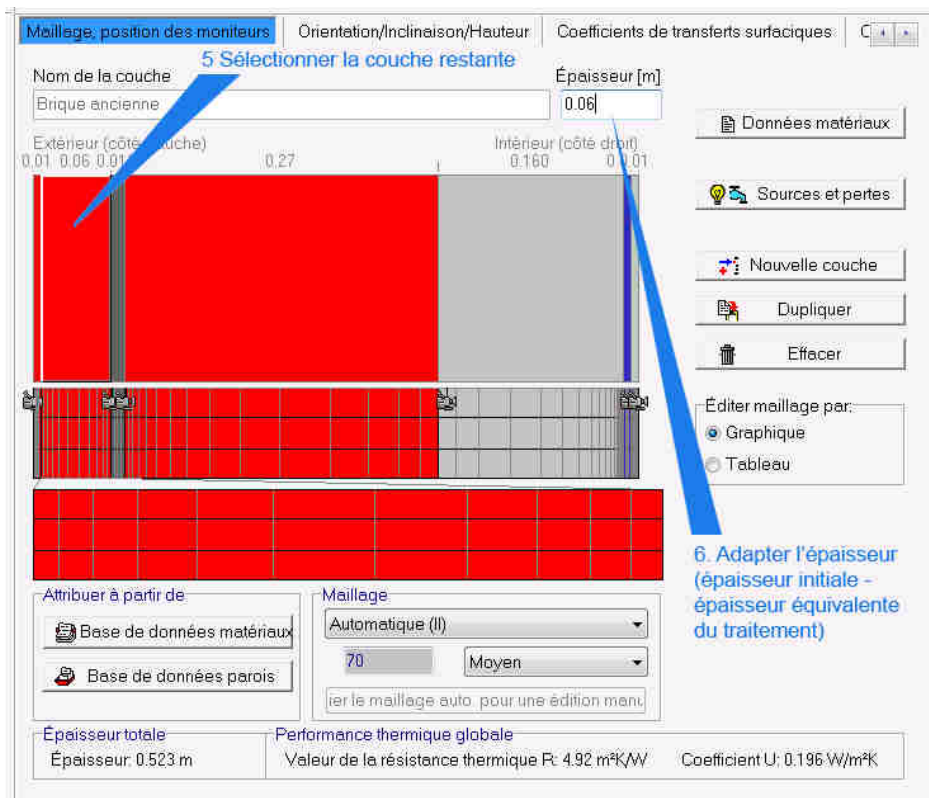
Cette seconde approche est généralement recommandée, même pour des traitements dont l'efficacité est de 100%, car elle permet de prendre en compte la réduction du potentiel de séchage de la fraction du matériau traité en permettant à l'eau adsorbée (ou éventuellement présente avant le traitement) de s'évacuer uniquement par diffusion et non plus par transport capillaire, les propriétés de transport liquide ayant été sévèrement réduites.

N.B. : certains traitements peuvent également réduire les performances de résistance à la diffusion de vapeur d'eau. Dans un tel cas, il conviendra également de modifier

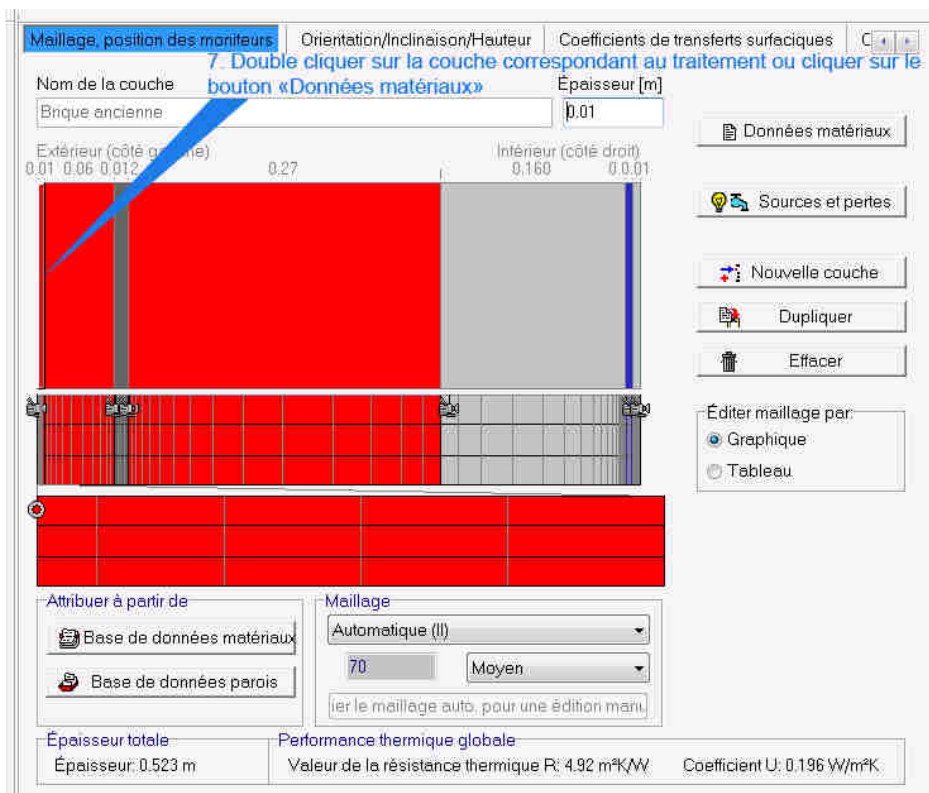
Pour configurer cette méthode, la marche à suivre est la suivante :

1. Diviser la couche extérieure du matériau concerné par le traitement hydrofuge en deux couches distinctes. La première, côté extérieur, correspond à la fraction du matériau traitée à l'hydrofuge. On lui donnera donc une épaisseur équivalente au degré de pénétration du traitement (~5-10mm). La seconde, est la partie restante du matériau. Pour ce faire, cliquer sur le bouton « Dupliquer » et modifier les épaisseurs des couches correspondantes.





2. Pour modifier les propriétés de la couche extérieure, représentant le traitement hydrofuge, double-cliquer sur la couche correspondante afin de faire apparaître la fenêtre des données matériau. Déverrouiller la modification des paramètres et effectuer les modifications illustrées ci-dessous.



Couche/Données matériau

Couche / Nom du matériau: Brique ancienne - Ouvert

Densité volumique [kg/m³]: 1800
 Porosité [m³/m³]: 0,31
 Chaleur spécifique [J/kgK]: 850
 Conductivité thermique [W/mK]: 0,6
 Facteur de résistance à la diffusion de vapeur [-]: 15

Humidité typique de construction [kg/m³]: 150
 Épaisseur de la couche [m]: 0,01
 Conductivité Thermique - Valeur Utile [W/mK]:
 Couleur:

8. Déverrouiller le matériau

Fonctions hygrothermiques **Material Information**

Fonction de stockage d'humidité (sorption)
 Liquid Transport Coefficient, Suction
 Liquid Transport Coefficient, Redistribution
 Facteur de résistance à la diffusion de vapeur, fon...
 Conductivité thermique, fonction de l'humidité
 Conductivité thermique, fonction de la température
 Enthalpie, fonction de la température

Générer

N°	Teneur en ... [kg/m ³]	DWS [m ² /s]
1	0	0
2	23	7E-8
3	184	7E-7
4	220	3E-6
5	225	5E-5
6	230	0,0003

9. Sélectionner «Liquid Transport Coefficient, Suction»

Paste into Database Importer Exporter OK Annuler Aide

Couche/Données matériau

Couche / Nom du matériau: Brique ancienne - Ouvert

Densité volumique [kg/m³]: 1800
 Porosité [m³/m³]: 0,31
 Chaleur spécifique [J/kgK]: 850
 Conductivité thermique [W/mK]: 0,6
 Facteur de résistance à la diffusion de vapeur [-]: 15

Humidité typique de construction [kg/m³]: 100
 Épaisseur de la couche [m]: 0,01
 Conductivité Thermique - Valeur Utile [W/mK]:
 Couleur:

Fonctions hygrothermiques **Material Information**

Fonction de stockage d'humidité (sorption)
 Liquid Transport Coefficient, Suction
 Liquid Transport Coefficient, Redistribution
 Facteur de résistance à la diffusion de vapeur, fon...
 Conductivité thermique, fonction de l'humidité
 Conductivité thermique, fonction de la température
 Enthalpie, fonction de la température

Générer

Paramètres supplémentaires:
 Teneur en eau de référence (à 80% HR) [kg/m³]: 4,5
 Free Water Saturation [kg/m³]: 230
 Coefficient d'absorption d'eau: 0,36

N°	Teneur en ... [kg/m ³]	DWS [m ² /s]
1	0	0
2	4,5	1,07E-8
3	230	9,31E-6

10. Cocher «Générer»

Paste into Database Importer Exporter OK Annuler Aide

Couche/Données matériau

Couche / Nom du matériau: Brique ancienne - Ouvert

Densité volumique [kg/m³]: 1800
 Porosité [m³/m³]: 0,31
 Chaleur spécifique [J/kgK]: 850
 Conductivité thermique [W/mK]: 0,6
 Facteur de résistance à la diffusion de vapeur [-]: 15

Humidité typique de construction [kg/m³]: 100
 Épaisseur de la couche [m]: 0,01
 Conductivité Thermique - Valeur Utile [W/mK]:
 Couleur:

11. Sélectionner «Liquid Transport Coefficient, Redistribution»

Fonctions hygrothermiques: Material Information

Fonction de stockage d'humidité (sorption)
 Liquid Transport Coefficient, Suction
Liquid Transport Coefficient, Redistribution
 Facteur de résistance à la diffusion de vapeur, fon...
 Conductivité thermique, fonction de l'humidité
 Conductivité thermique, fonction de la température
 Enthalpie, fonction de la température

N°	Teneur en ... [kg/m ³]	DWW [m ³ /s]
1	0	0
2	4,5	1,07E-8
3	230	9,31E-7

12. Cocher «Générer»

Générer

Paramètres supplémentaires:
 Teneur en eau de référence (à 80% HR) [kg/m³]: 4,5
 Free Water Saturation [kg/m³]: 230
 Coefficient d'absorption d'eau: 0,36

Graphique: Coefficient de Transport d'eau liquides [m²/s] vs Teneur en eau [kg/m³].

Paste Into Database Importer Exporter OK Annuler Aide

Couche/Données matériau

Couche / Nom du matériau: Brique ancienne - Ouvert

Densité volumique [kg/m³]: 1800
 Porosité [m³/m³]: 0,31
 Chaleur spécifique [J/kgK]: 850
 Conductivité thermique [W/mK]: 0,6
 Facteur de résistance à la diffusion de vapeur [-]: 15

Humidité typique de construction [kg/m³]: 100
 Épaisseur de la couche [m]: 0,01
 Conductivité Thermique - Valeur Utile [W/mK]:
 Couleur:

13. Adapter la valeur du coefficient d'absorption «A» en fonction des résultats mesurés ou attendus

Fonctions hygrothermiques: Material Information

Fonction de stockage d'humidité (sorption)
 Liquid Transport Coefficient, Suction
Liquid Transport Coefficient, Redistribution
 Facteur de résistance à la diffusion de vapeur, fon...
 Conductivité thermique, fonction de l'humidité
 Conductivité thermique, fonction de la température
 Enthalpie, fonction de la température

N°	Teneur en ... [kg/m ³]	DWW [m ³ /s]
1	0	0
2	4,5	1,07E-8
3	230	9,31E-7

Générer

Paramètres supplémentaires:
 Teneur en eau de référence (à 80% HR) [kg/m³]: 4,5
 Free Water Saturation [kg/m³]: 230
 Coefficient d'absorption d'eau: 0,36

Graphique: Coefficient de Transport d'eau liquides [m²/s] vs Teneur en eau [kg/m³].

Paste Into Database Importer Exporter OK Annuler Aide

3. ANALYSE DES RESULTATS

Lors de l'analyse des résultats, l'utilisateur veillera particulièrement au point suivant¹:

- L'évolution de la teneur en eau totale du complexe. Si une accumulation, même légère, se profile, le complexe ne sera pas validé.

¹ Liste non-exhaustive

- L'évolution de l'humidité relative à l'interface entre l'isolant et le mur extérieur. Une humidité relative supérieure à 95% peut entraîner des problèmes relativement importants (humidification de l'isolant et perte de ses performances hygrothermiques, tassement, dégâts par le gel, ...)
- ...

De manière générale, il est important de comprendre que la mise en œuvre d'une isolation thermique côté intérieur réduit le potentiel de séchage du mur existant en raison d'une température plus basse au sein de celui-ci et d'une résistance à la diffusion de vapeur supplémentaire côté intérieur. En combinant à ce phénomène celui de l'absorption d'eau à l'état liquide, côté extérieur de la paroi, d'importants taux d'humidité peuvent être atteints à certains endroits de la paroi.

La teneur en eau à l'interface mur/isolant peut déjà être fortement réduite par l'amélioration de la protection contre la pluie battante du matériau de revêtement extérieur. On notera ainsi la possibilité de mettre en œuvre des débordants de toiture plus importants, un traitement hydrofuge, un nouvel enduit de finition, une peinture particulière, etc.

Il faut toutefois veiller à ne pas appliquer de traitement qui compromettrait la performance à la diffusion de vapeur du matériau de revêtement. A ce sujet, les recommandations du WTA² pour les cas d'isolation par l'intérieur, n'autorise qu'une augmentation de 50% de la valeur « Sd » d'une surface traitée de manière hydrofuge.

Toute étude menée sur l'exposition à la pluie d'une maçonnerie avec isolation par l'intérieur nécessite de connaître les propriétés des matériaux mis en œuvre, aussi bien de l'isolant (courbe de sorption) que de la brique et du mortier utilisé pour les joints (absorption, teneur en eau à saturation,...).



² WTA : Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft (Scientific and technical workgroup)

ANNEXE 01 - Exemple de composition de paroi utilisée pour l'exercice

