

# Optimisation des transferts d'humidité dans les bâtiments à ossature bois

## ENVELOPPE OSSATURE



Crédits photos : FCBA

Réalisation :



©FCBA

Avec le soutien de :



## REALISATION



L'Institut Technologique FCBA (Forêt Cellulose Bois-Construction Ameublement), a pour mission de promouvoir le progrès technique, participer à l'amélioration de la performance et à la garantie de la qualité dans l'industrie. Son champ d'action couvre l'ensemble des industries de la sylviculture, de la pâte à papier, de l'exploitation forestière, de la scierie, de l'emballage, de la charpente, de la menuiserie, de la préservation du bois, des panneaux dérivés du bois et de l'ameublement. FCBA propose également ses services et compétences auprès de divers fournisseurs de ces secteurs d'activité. Pour en savoir plus : [www.fcba.fr](http://www.fcba.fr)



Le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, a pour mission de rassembler, développer et partager avec les acteurs de la construction les connaissances scientifiques et techniques déterminantes pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments et de leur environnement.

Son rôle d'accompagner des professionnels constitue une priorité et ses activités sont organisées pour être accessibles à l'ensemble des acteurs et partenaires du monde de la construction.

## FINANCEMENT



Le CODIFAB, devenu Comité Professionnel de Développement Economique par décret en conseil d'Etat en 2009, a été créé à la demande des professions de l'ameublement et de la seconde transformation du bois : CAPEB, FIBC, UFC, UFME, UIPP, UMB-FFB, UNAMA, UNIFA.

Le CODIFAB a pour mission de conduire et financer des actions collectives dans le respect de la réglementation européenne et dans le cadre des missions mentionnées à l'article 2 de la loi du 22 Juin 1978 ; ceci par le produit d'une taxe fiscale affectée, créée par l'article 71 de la loi de finances rectificative pour 2003 du 30 Décembre 2003 (modifiée), et dont il assure la collecte.



L'Interprofession nationale filière Forêt-Bois a été créée le 8 décembre 2004 sous l'égide du Ministère de l'Agriculture en charge des Forêts, cofinance grâce à la Contribution Volontaire Obligatoire (CVO) des actions collectives de promotion, de progrès techniques, d'éducation à l'Environnement, de mise à disposition des données statistiques, de Recherche et développement, en encourageant l'innovation et l'export de produits transformés.

Aujourd'hui France Bois Forêt regroupe les propriétaires et gestionnaires forestiers publics et privés, les entrepreneurs de travaux forestiers, les pépiniéristes, grainiers et reboiseurs, les professionnels de la première transformation du bois : récolte, scierie, rabotage, parquet massif et l'emballage en bois caisses palettes et emballages légers. France Bois Régions (FBR) regroupe les 22 interprofessions régionales, est membre associée aux côtés du CNPF, la CNIEFEB, le CIBE et l'ASFFOR.



La Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages dépend du Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et du Ministère du logement et de l'égalité des territoires. La sous-direction de la qualité et du développement durable dans la construction est chargée, des questions techniques, économiques et environnementales dans la construction et l'habitat, notamment dans le domaine de la réglementation technique, de la protection de l'environnement et de la prévention des risques.

■ Les nouveaux standards constructifs imposés par la RT 2012 sont en dehors des domaines d'application des documents normatifs concernant la filière bois construction.

De plus, on constate une demande croissante des parois permettant un maximum de transferts d'humidité suite à l'apparition sur le marché de barrières et matériaux plus perméables à la vapeur d'eau ainsi que la conception de systèmes constructifs (d'origine scandinave, allemande, suisse, autrichienne,...) autorisant de forts transferts d'humidité dans les parois.

Les dispositions constructives de l'actuel DTU 31.2 - Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois - rendent obligatoire la mise en œuvre de barrières à la diffusion de vapeur, caractérisées en terme de résistance à la diffusion à la vapeur d'eau par des valeurs  $S_d$  minimales de 18 m. Cette valeur de  $S_d$  relativement élevée ne permet pas des transferts de vapeur importants.

Le DTU 31.2 comporte également une règle dite des « 2/3 – 1/3 » en ce qui concerne les doublages intérieurs et la position du film pare-vapeur, qui est incompatible avec les configurations de parois actuelles et qui ne prend pas en compte le comportement dynamique et les propriétés hygroscopiques des matériaux.

L'objectif de la présente étude est donc de qualifier des parois à ossature bois permettant les transferts de vapeur afin de les intégrer au DTU 31.2 lors de la révision en cours.

Pour atteindre cet objectif des calculs de transferts couplés température-humidité à travers des parois verticales à ossatures bois ont été réalisés.

Les résultats sont analysés pour déterminer l'influence des pare vapeur, des écrans pare pluie et des panneaux de voile travaillant de contreventement sur ces transferts.

Différentes configurations ont été définies par les demandeurs pour valider ces influences sur une représentativité des parois rencontrées dans la construction.

Les conditions d'humidité dans les différents matériaux sont obtenues à partir de calculs effectués avec le logiciel « WUFI ».

Pour que la simulation des transferts thermiques et hydriques soit possible, les différents paramètres d'entrée ont été définis avec les demandeurs.

L'objectif de cette étude est d'étudier tous les paramètres influençant les transferts hygrothermiques à travers les parois à ossature bois.

Les paramètres pouvant influencer les transferts sont les suivants et ont été étudiés :

1. le climat extérieur (4 zones climatiques métropolitaines défavorables),
2. le type d'isolant thermique (trois types d'isolant, laine minérale (MW), ouate de cellulose (CF) et fibre de bois (WF),
3. l'emplacement du contreventement (côté intérieur ou côté extérieur),
4. le type de panneau de contreventement (variabilité Sd),
5. le type de barrière à la vapeur d'eau (variabilité Sd),
6. l'emplacement de la barrière à la vapeur d'eau (côté intérieur ou au milieu de la paroi),
7. présence ou non d'un doublage isolant intérieur,
8. présence ou non d'un doublage isolant extérieur,
9. la largeur des montants et de l'isolant,
10. le climat intérieur ( $W/n= 5g/m^3$  sauf en période estivale).

Le nombre de cas peut être considérable si l'ensemble des cas de figure potentiel est calculé. Il faut dans ce cas dissocier les influences des paramètres et les analyser séparément. Ensuite une analyse est réalisée dans sa globalité pour faire ressortir les paramètres les plus importants et ainsi ne garder que les cas critiques.

### 1. INFLUENCE DU TYPE D'ISOLANT

Les isolants de type végétal (fibres de bois, ouate de cellulose, etc..) sont des isolants hygroscopiques absorbant la vapeur d'eau.

De ce fait quand les niveaux de teneur en eau sont proches des limites de condensation ces isolants absorbent l'humidité et permettent de retarder ces condensations.

Pour un produit très absorbant, ce déphasage sera plus important.

Ce mécanisme de déphasage se produit également lors de la désorption. Le produit reste plus longtemps humide et donc moins performant thermiquement.

### 2. INFLUENCE DE LA BARRIERE A LA VAPEUR D'EAU

Une paroi, comportant un voile de contreventement, en position extérieure, et sans barrière à la vapeur d'eau et quel que soit le type d'isolant utilisé, aura des condensations qui seront en augmentation d'une année sur l'autre. De plus les montants de la structure de la paroi verront leurs teneurs en eau en augmentation d'une année sur l'autre. Au bout de quelques années la structure et la paroi dans sa totalité verront leur durabilité très dégradée.

Pour les différentes barrières à la vapeur d'eau il s'avère que plus la caractéristique  $S_d$  est faible et plus la teneur en eau des différents composants et notamment le voile travaillant de contreventement, lorsqu'il est placé à l'extérieur, est importante.

### 3. INFLUENCE DE LA CARACTERISTIQUE DE PERMEANCE A LA VAPEUR D'EAU DU PARE PLUIE

Le pare pluie, qu'il soit ou non HPV (hautement perméable à la vapeur d'eau ( $S_d \leq 0,1 \text{ m}$ )), ne modifie pas les risques de condensation dans la mesure où il répond aux spécifications du DTU 31.2.

## 4. INFLUENCE DES CLIMATS

Les climats ont une incidence sur les transferts de vapeur d'eau et donc sur les risques de condensation dans les parois.

Le taux d'humidité intérieur est directement relié au taux d'humidité du climat extérieur puisque l'air dans les locaux provient de l'extérieur. Ces taux d'humidité ont donc une incidence sur les teneurs en eau des différents composants de la paroi.

C'est pour cette raison que les climats extérieurs qui contiennent le plus d'eau dans l'air sont les climats qui entraînent la plus forte humidité dans les parois. C'est le cas pour le climat de Brest et celui de Nice.

Par contre les risques de condensation au niveau ou à côté du voile de contreventement lorsqu'il est placé à l'extérieur sont plus liés à la température du climat extérieur.

En effet d'un climat à un autre, la quantité de vapeur d'eau, contenu dans l'isolant dans sa partie près du voile de contreventement, sera du même ordre. Par contre la température sera très proche de la température extérieure et le point de rosée sera atteint plus rapidement.

## 5. INFLUENCE DE LA PRODUCTION DE VAPEUR DANS LE LOCAL (W/n)

Le passage d'une production de vapeur de 5 g/m<sup>3</sup> toute l'année à 5g/m<sup>3</sup> sauf en été permet de diminuer le nombre de condensation. La teneur en eau de l'isolant minéral côté intérieur diminue sensiblement. Par contre pour les isolants végétaux leurs teneurs en eau restent identiques.

Lorsque W/n est réduit à 2,5 g/m<sup>3</sup> (local à faible taux d'occupation) les teneurs en eau diminuent sensiblement pour tous les types d'isolant.

Certaines configurations avec un W/n de 5 g/m<sup>3</sup>, considérées comme non durable peuvent être fiables avec un W/n de 2,5 g/m<sup>3</sup>.

### 6. INFLUENCE DE LA CONCEPTION DE LA PAROI

Ajouter une sur-isolation entre la plaque de plâtre et la barrière à la vapeur d'eau entraîne une augmentation de l'humidité des matériaux dans cette partie.

Toutefois la règle dite des 2/3-1/3 est vérifiée pour tous les climats métropolitains étudiés pour un  $W/n$  maximal de  $5 \text{ g/m}^3$ .

Une sur-isolation extérieure va réduire les effets de pont thermique et donc de point froid proche de l'intérieur de la paroi. En limitant les points froids dans la paroi, les risques de condensations sont réduits.

Le voile de contreventement est une barrière à la vapeur d'eau par rapport aux autres produits (isolants, plaque de plâtre, etc...). S'il est placé du côté extérieur de la paroi, le voile travaillant de contreventement va créer une barrière où il y aura une accumulation de l'humidité. Cela peut entraîner des condensations à terme si le  $S_d$  du pare-vapeur n'est pas assez élevé.

Placé du côté intérieur le voile travaillant de contreventement pourra faire office de barrière à la vapeur d'eau ou complément à la barrière.

### 7. INFLUENCE DES FENTES (DISCONTINUITES DANS LE PARE-VAPEUR)

Une des hypothèses retenues est de considérer le film barrière comme continu dans la paroi. C'est donc un film qui est mis en œuvre conformément au DTU et notamment avec des lès qui se chevauchent et collés.

Si ce n'est pas le cas, des calculs en intégrant des fentes continues dans la barrière ont permis d'évaluer cette incidence.

A partir du moment où une fente est en présence, la distribution des quantités d'eau va varier et notamment entre la partie intérieure de la paroi et la partie extérieure.

Une petite fente (0,8 mm) est suffisante pour modifier les répartitions de teneur en eau qui induit une augmentation de la teneur en eau globale de la paroi et surtout du voile travaillant de contreventement lorsqu'il est placé du côté extérieur.

Une fente de 5 mm (trou important ou absence de chevauchement des lès) entraîne un doublement de la teneur en eau du voile travaillant de contreventement.

### 8. INFLUENCE DE L'ÉPAISSEUR DE LA STRUCTURE

Pour une même configuration le fait de passer d'une épaisseur de structure de 145 mm à 220 mm conduit à une répartition de la vapeur d'eau plus homogène dans la paroi. Les différents produits, et la paroi dans sa globalité, voient leurs teneur en eau en % et en masse diminuer.

### 9. INFLUENCE DE LA NATURE DES PANNEAUX DE CONTREVENTEMENT

Un voile de contreventement placé du côté intérieur de la paroi pourra être considéré comme une barrière aux transferts de vapeur d'eau ou complément à la barrière.

Le voile pourra être considéré comme barrière dans la mesure où il est mis en œuvre d'une manière continue et comportant des traitements suffisants entre les joints des panneaux pour rendre la barrière uniforme.

La barrière aux transferts de vapeur d'eau ne doit pas occulter l'étanchéité à l'air du bâtiment.

Si le voile travaillant de contreventement est placé du côté extérieur celui-ci devra être associé à une barrière à la vapeur d'eau, placée du côté intérieur, suffisante pour garantir la pérennité de la paroi.

### 10. PARAMETRAGE ENTRE BARRIÈRE A LA VAPEUR D'EAU ET VOILE DE CONTREVENTEMENT

Pour une paroi classique avec un voile travaillant de contreventement placé à l'extérieur et sans sur isolation intérieure le rapport entre les Sd ( $S_d$  barrière/  $S_d$  contreventement) des deux produits doit être d'au moins 5.

## VALORISATION DANS LE CADRE DE LA REVISION DU NF DTU 31.2 – CONSTRUCTION DE MAISONS ET BATIMENTS A OSSATURE BOIS

### **Validation de la règle dite des « 2/3-1/3 » :**

Pour des bâtiments à faible et moyenne hygrométrie, pour tous les climats métropolitains. La résistance thermique du doublage intérieur situé côté intérieur par rapport au pare-vapeur est ainsi limitée à la moitié de la résistance thermique de l'isolant principal.

### **Elaboration d'une règle de moyen spécifique basée sur le facteur 5 :**

- **Cas du contreventement côté extérieur**

- *Sans doublage isolant intérieur*

Le Sd du pare-vapeur doit être au moins 5 fois plus élevé que le Sd du voile de contreventement.

- *Avec doublage isolant intérieur*

Le Sd du pare-vapeur doit être au moins 5 fois plus élevé que le Sd du voile de contreventement et application de la règle des 2/3 – 1/3 (en résistance thermique).

- **Cas du contreventement côté intérieur**

- *Sans doublage isolant intérieur*

Le Sd du pare-vapeur (film ou panneau de contreventement) doit être au moins 5 fois plus élevé que le Sd du pare-pluie ou du parement extérieur.

- *Avec doublage isolant intérieur*

Le Sd du pare-vapeur (film ou panneau de contreventement) doit être au moins 5 fois plus élevé que le Sd du pare-pluie ou du parement extérieur et application de la règle des 2/3 – 1/3 (en résistance thermique).

- **Cas du contreventement deux faces**

- *Sans doublage isolant intérieur*

La somme des Sd du voile intérieur et du pare-vapeur doit être au moins 5 fois plus élevée que le Sd du voile extérieur.

- *Avec doublage isolant intérieur*

La somme des Sd du voile intérieur et du pare-vapeur doit être au moins 5 fois plus élevée que le Sd du voile extérieur et application de la règle des 2/3 – 1/3 (en résistance thermique).

## **Elaboration d'une méthodologie de justification des transferts de vapeur d'eau par simulation numérique :**

### **Données matériaux minimales à justifier**

- coefficient de résistance a la diffusion de vapeur d'eau
- porosité
- masse volumique
- chaleur spécifique
- conductivité thermique
- courbe de sorption

### **Choix des valeurs : ordre de préférence**

- 1er choix : valeurs mesurées par labo notifie
- 2eme choix : valeurs tabulées (sauf panneaux et films valeurs obligatoirement mesurées)

### Conditions initiales des matériaux

- 20°C pour la température ;
- 80% HR pour l'humidité.

### Données d'entrée : climat extérieur

- le climat extérieur sera celui qui se rapprochera le plus de l'endroit où la paroi est située.
- Le climat doit provenir soit de Météo France soit du logiciel Météonorm.
- Les données seront indiquées heure par heure (temps; pluviométrie; vitesse du vent; direction du vent; flux énergétique solaire direct ; flux solaire diffus; température et humidité relative).

### Données d'entrée : climat intérieur

- Humidité : quantité d'eau dans l'air extérieur +  $x$  g/m<sup>3</sup> de vapeur d'eau
- sauf du 1er mai au 30 septembre (période à laquelle il sera considéré que l'ouverture des fenêtres sera suffisante pour que la vapeur d'eau produite soit évacuée).

*Note : la valeur  $x$  dépend de l'hygrométrie  $w/n$  du local*

- Température : 20°C du 1er octobre au 30 avril, 25°C du 1er juillet au 31 août, croissante linéairement entre le 1er mai et le 30 juin de 20°C à 25°C, décroissante linéairement entre le 1er septembre et le 30 septembre de 25°C à 20°C.

### Autres paramètres de calcul

- paroi orientée au nord
- la simulation sera réalisée sur une période de 3 ans
- les données des climats seront reprises une année sur l'autre avec les mêmes conditions
- la simulation débutera le premier janvier de l'année n à 00h00 jusqu'au 31 décembre de l'année n+2 à 24h00h.

### A mentionner sur la note de calcul

- description précise de la paroi, des matériaux et des conditions
- vue 3d de la répartition de la teneur en eau dans la paroi à la période la plus défavorable
- teneur en eau totale en fonction du temps dans la paroi
- teneur en eau et humidité relative du contreventement
- teneur en eau du contreventement au droit du montant d'ossature
- teneur en eau et humidité relative du doublage isolant.

### Validation de la paroi si

- les éléments de la paroi participant à la stabilité du bâtiment sont à moins de 20% d'humidité sauf pendant 8 semaines
- les éléments de la paroi ne participant pas à la stabilité du bâtiment sont à moins de 23% d'humidité sauf pendant 8 semaines
- aucun des éléments de la paroi ne dépasse jamais 30% d'humidité (dépassement psf).