

500 maisons rénovées basse consommation

Enseignements opérationnels des programmes « Je rénove BBC » en Alsace

Le 12 octobre 2018



Déroulé :

1. Présentation des programmes JRBBC
2. Les enseignements généraux des programmes
3. Retours d'expériences sur la performance de l'enveloppe des maisons rénovées
 - a) Performance thermique
 - b) Etanchéité à l'air
 - c) Transfert d'humidité

Déroulé :

1. Présentation des programmes JRBBC
2. Les enseignements généraux des programmes
3. Retours d'expériences sur la performance de l'enveloppe des maisons rénovées
 - a) Performance thermique
 - b) Etanchéité à l'air
 - c) Transfert d'humidité

Présentation des programmes JRBBC

2 programmes successifs :

- > Les 50 chantiers pionniers (50 CP) : le laboratoire
- > Je rénove BBC (JRBBC) : une étape vers la massification

- Les enseignements du 1^{er} programme :
 - ✓ Nécessité de recourir à un maître d'œuvre engagé dans le programme « Je rénove BBC » (+ de 100 MOE partenaires)
 - ✓ Priorité à l'isolation du bâti à travers le respect d'un référentiel

Présentation des programmes JRBBC



489 rénovations BBC
en Alsace

Dont 57 chantiers pionniers
Et 432 chantiers JRBBC
terminés

Les enseignements techniques issus des programmes :



Performance énergétique et confort thermique



Performance de l'enveloppe



Systèmes de chauffage, ECS et ventilation



Bilan carbone



Qualité de l'air intérieur



Mise en œuvre



économie



Sociologie

Les enseignements techniques issus des programmes :



Performance énergétique et confort thermique



Performances de
Aujourd'hui



Systèmes de chauffage, ECS et ventilation



Bilan carbone



Qualité de l'air intérieur



Mise en œuvre



économie



Sociologie

Déroulé :

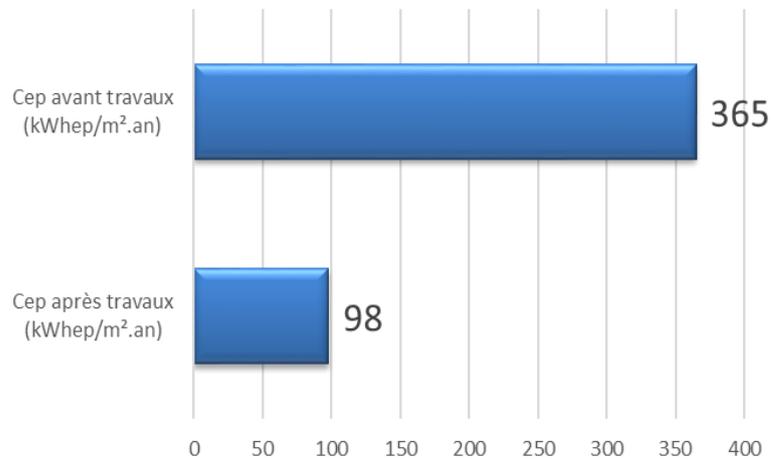
1. Présentation des programmes JRBBC
2. Les enseignements généraux des programmes
3. Retours d'expériences sur la performance de l'enveloppe des maisons rénovées
 - a) Performance thermique
 - b) Etanchéité à l'air
 - c) Transfert d'humidité



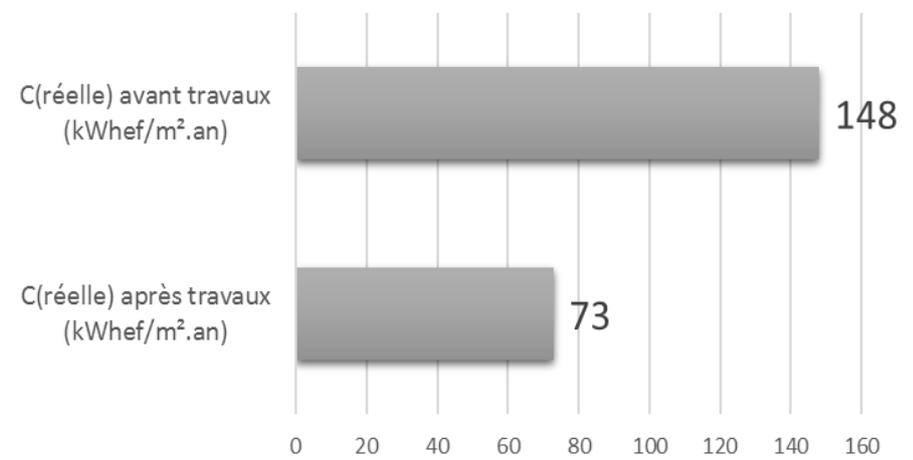
La performance énergétique :

Des consommations en forte diminution

Consommations conventionnelles (RT Ex) **divisées par un facteur supérieur à 3 en moyenne après travaux :**



Consommations réelles (relevées sur un panel restreint) **divisées par 2 en moyenne après travaux :**





La qualité de l'air intérieur

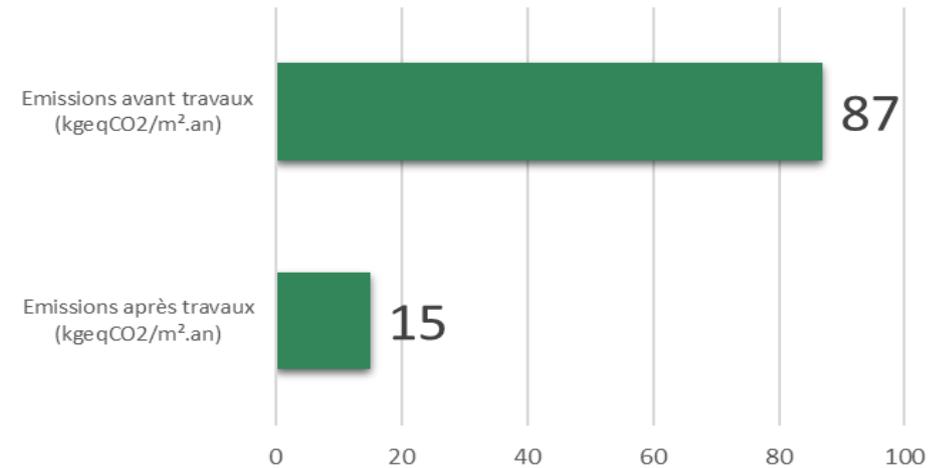
Équivalente au parc existant

- Les campagnes de mesures effectuées dans les maisons rénovées du programme « JRBBC » font état d'une **qualité de l'air globalement équivalente aux niveaux constatés dans d'autres campagnes**, notamment l'étude nationale « logements » OQAI 2003 – 2005, représentative du parc français.
- Les mesures effectuées montrent une concentration respectant les valeurs guides pour la plupart des polluants, **sauf pour les PM 2.5 et le formaldéhyde.**



Le bilan carbone

Le facteur 4 atteint



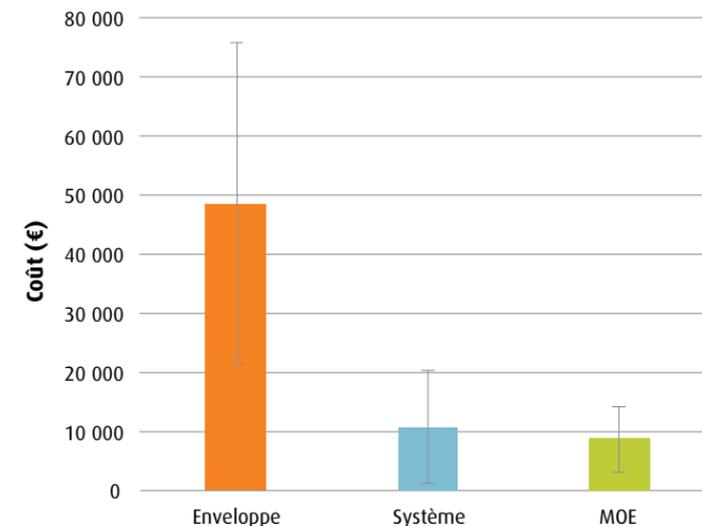
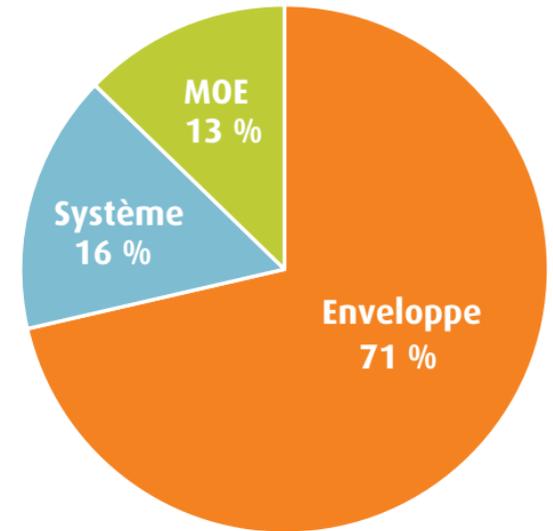
- Les émissions de GES liées aux consommations conventionnelles **sont réduites de 76% en moyenne.**
- Les taux de réduction les plus importants (dépassant 75%) correspondent **au passage à des énergies décarbonées**
- Les travaux de rénovation énergétique représentent un poids carbone estimé en moyenne à **8,6 [TeqCO₂]** par chantier, **provenant à 2/3 des matériaux et produits de construction et à 1/4 des déplacements.**
- Ainsi, au final, les travaux de rénovation énergétique ont un impact environnemental largement positif. Ils présentent **un temps de retour « carbone » de moins de 1 an (10 mois environ) en moyenne.**



Coûts des rénovations énergétiques

Un coût moyen par opération à 465€ HT/m²SHAB

- Le coût de rénovation est de **68,1 k€ HT** en moyenne (soit **465 €HT/m²SHAB**)
- Postes de dépenses (très variables) :
 1. L'**enveloppe** **71 %** du coût total
 2. Le changement des **systèmes** **16 %** du coût total
 3. La **maîtrise d'œuvre** **13 %** du coût total
- Les aides obtenues par les ménages représentent environ et en moyenne **25% du coût de l'opération**





Les enseignements sociologiques

Des clients très satisfaits

➤ Pour les ménages

➤ Motivations principales :

- ✓ une volonté d'améliorer le confort de leur habitat et
- ✓ de réaliser des économies d'énergie et financières

➤ La quasi-globalité des clients est très satisfaite du programme et du résultat des travaux (plus de 90 %)

➤ Évolution : Après travaux, les ménages paraissent avoir renforcé une logique écologique dans leurs pratiques d'usage



Les enseignements sociologiques

La constitution d'un réseau et la montée en compétence d'une filière

➤ Pour les Professionnels

- Motivation : **opportunité** professionnelle, en passant par des clients à la recherche de subventions, ou afin de **lancer une activité**
- Les évolutions :
 - ✓ **Montés en compétence** des artisans et entreprises, des architectes ;
 - ✓ Les maîtres d'œuvre et bureaux d'études déclarent avoir **gagné en légitimité et avoir été valorisés**
- Un plus **grand temps de conception et de présence sur le chantier.**
- L'obligation de résultat et le test imposé d'étanchéité à l'air ont permis de créer un **climat de coopération** entre les acteurs, permettant de bénéficier des compétences des uns et des autres dans un but commun

Déroulé :

1. Présentation des programmes JRBBC
2. Les enseignements généraux des programmes
3. Retours d'expériences sur la performance de l'enveloppe des maisons rénovées
 - a) Performance thermique
 - b) Etanchéité à l'air
 - c) Transfert d'humidité

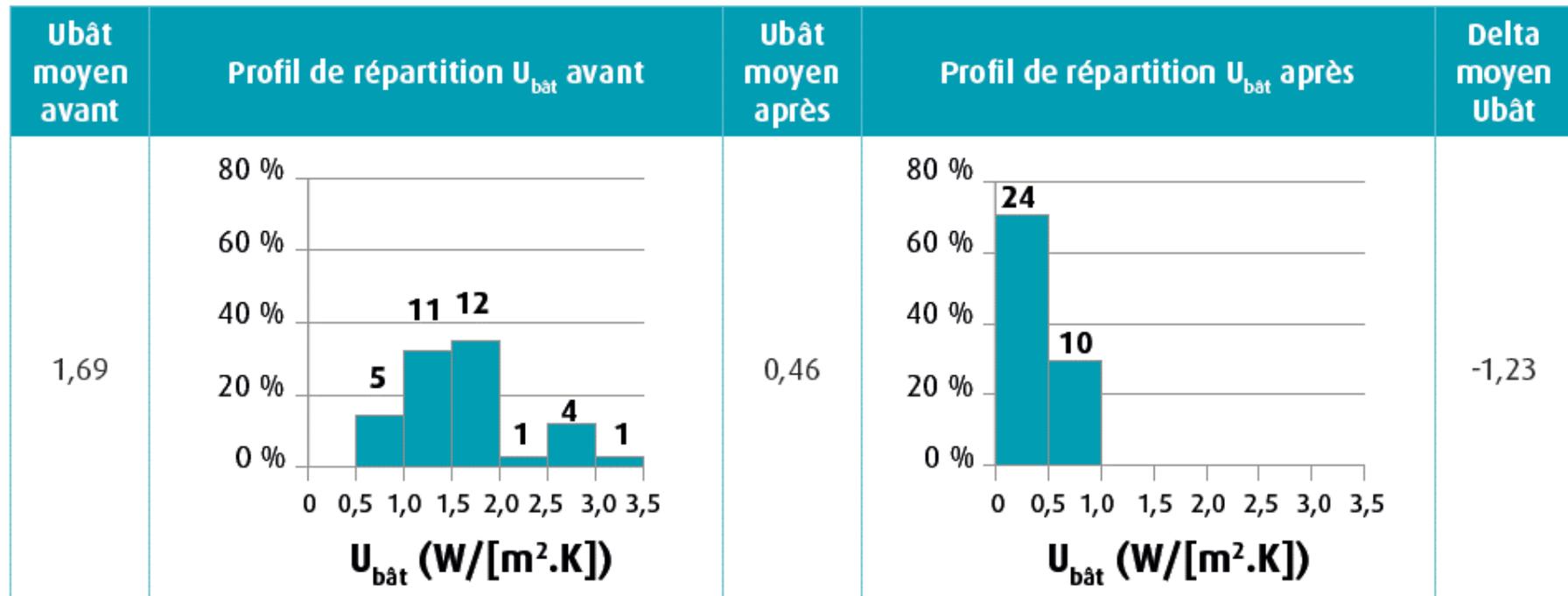
Déroulé :

1. Présentation des programmes JRBBC
2. Les enseignements généraux des programmes
3. Retours d'expériences sur la performance de l'enveloppe des maisons rénovées
 - a) Performance thermique
 - b) Etanchéité à l'air
 - c) Transfert d'humidité



L'isolation thermique de l'enveloppe : Une isolation largement renforcée

- Coefficient $U_{bât}$ des opérations **divisé par 3 en moyenne** :

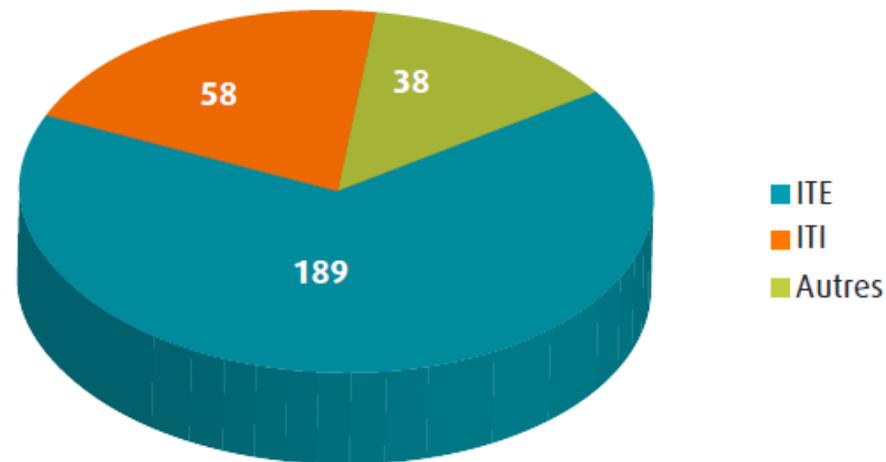


Échantillon : 34 opérations



L'isolation thermique de l'enveloppe : *Une évolution des techniques et des matériaux*

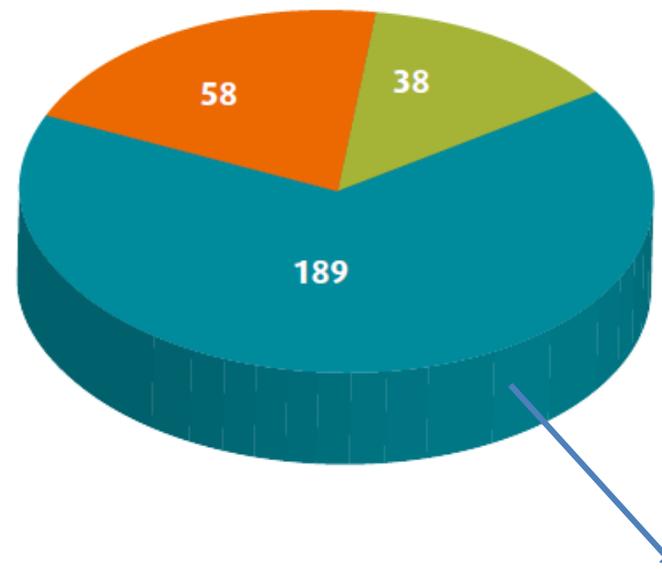
- **Traitement des murs** (93% sur 305 opérations)





L'isolation thermique de l'enveloppe : *Une évolution des techniques et des matériaux*

- **Traitement des murs** (93% sur 305 opérations)



Isolation Thermique par l'extérieur :
En moyenne $R = 4,5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

- 66% par du Polystyrène
- 17% par de la fibre de bois
- 8 % par un complexe ouate de cellulose - fibre de bois



L'isolation thermique de l'enveloppe : *Une évolution des techniques et des matériaux*

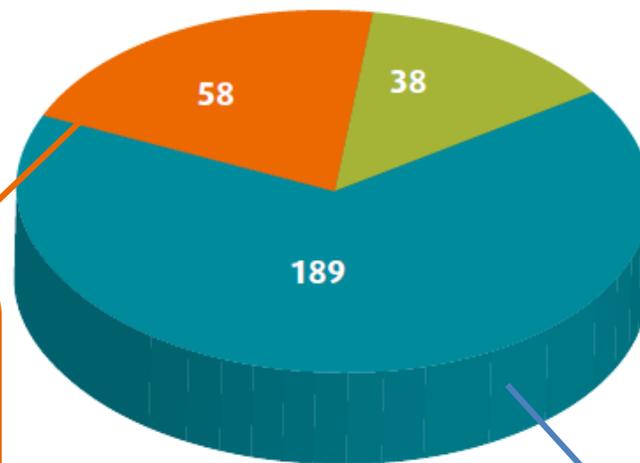
- **Traitement des murs** (93% sur 305 opérations)



Isolation Thermique par l'Intérieur :

En moyenne $R = 4,0 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

- 35% par de la laine de verre
- 28% par de la fibre de bois
- 13% par de la ouate de cellulose



Isolation Thermique par l'extérieur :

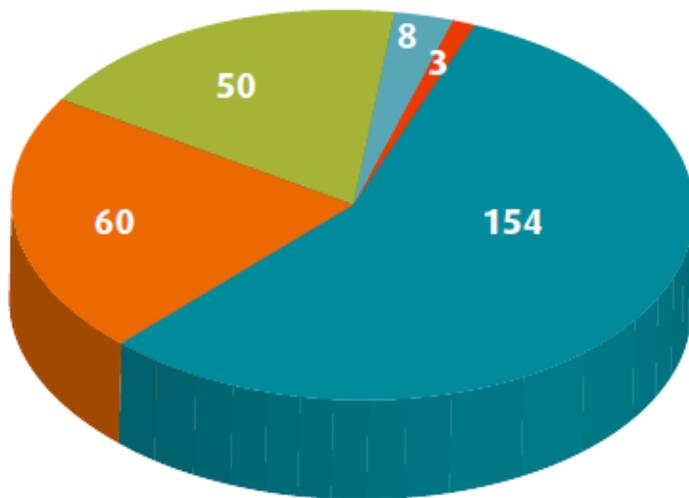
En moyenne $R = 4,5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

- 66% par du Polystyrène
- 17% par de la fibre de bois
- 8 % par un complexe ouate de cellulose - fibre de bois



L'isolation thermique de l'enveloppe : *Une évolution des techniques et des matériaux*

- **Traitement des toitures** (93% sur 295 opérations)

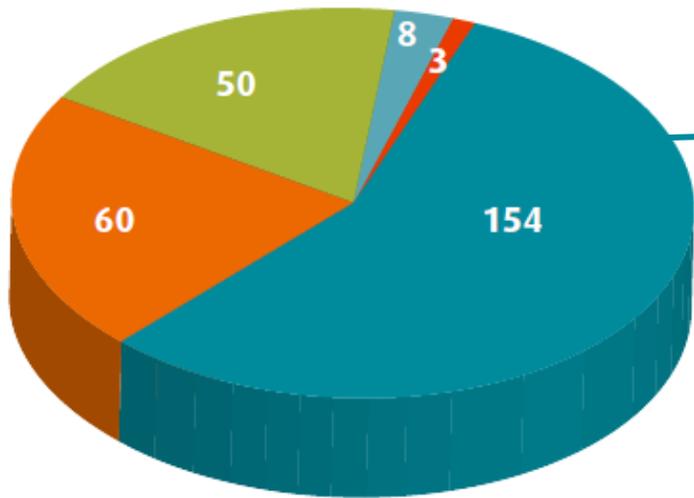


■ Isolation par l'intérieur ■ Mixtes
■ Isolation par l'extérieur ■ Inconnu
■ Isolation du plancher haut



L'isolation thermique de l'enveloppe : *Une évolution des techniques et des matériaux*

- **Traitement des toitures** (93% sur 295 opérations)



■ Isolation par l'intérieur ■ Mixtes
■ Isolation par l'extérieur ■ Inconnu
■ Isolation du plancher haut

Isolation par l'intérieur :
En moyenne $R = 7,2 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

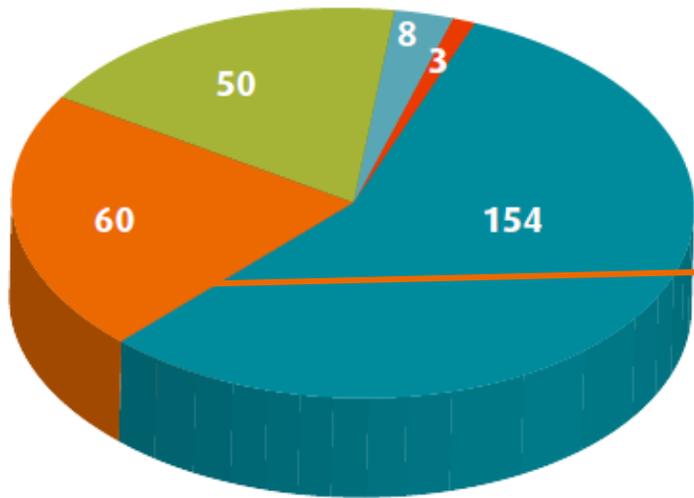
- 30% par de la laine de verre
- 25% par de la ouate de cellulose
- 22 % par de la fibre de bois





L'isolation thermique de l'enveloppe : *Une évolution des techniques et des matériaux*

- **Traitement des toitures** (93% sur 295 opérations)



■ Isolation par l'intérieur ■ Mixtes
■ Isolation par l'extérieur ■ Inconnu
■ Isolation du plancher haut

Isolation par l'extérieur :
En moyenne $R = 7,3 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$

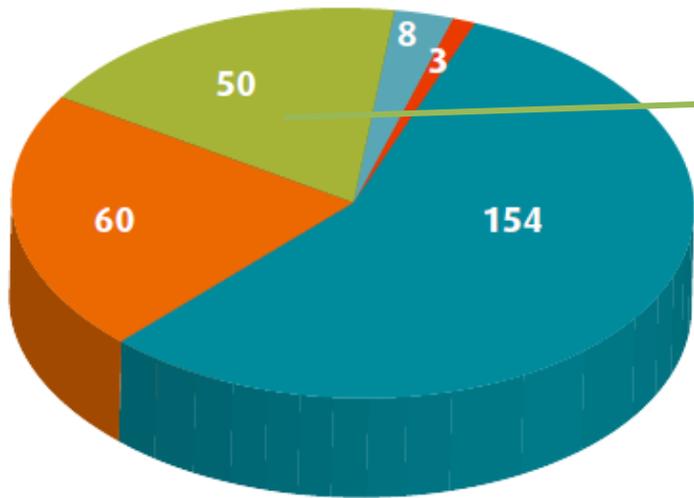
- 42% par de la fibre de bois
- 11% par des complexe fibre de bois-polyuréthane
- 8% par des complexe fibre de bois-ouate de cellulose
- 8% par du polyuréthane





L'isolation thermique de l'enveloppe : *Une évolution des techniques et des matériaux*

- **Traitement des toitures** (93% sur 295 opérations)



■ Isolation par l'intérieur ■ Mixtes
■ Isolation par l'extérieur ■ Inconnu
■ Isolation du plancher haut

Isolation du plancher haut : En moyenne $R = 7,4 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

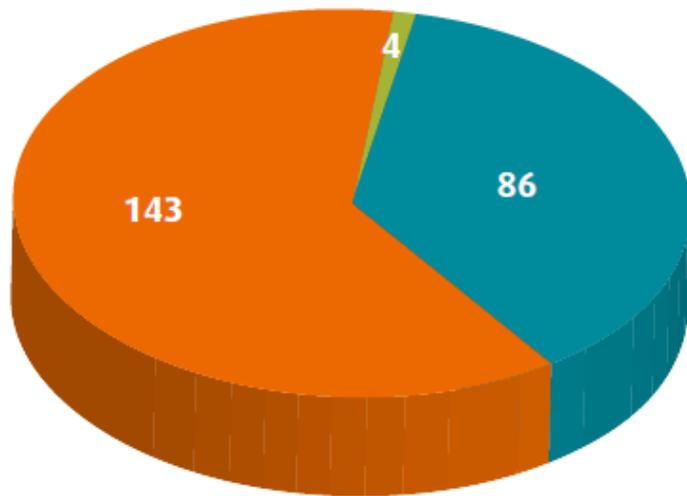
- 29% par de la ouate de cellulose
- 29% par de la laine de verre
- 19% par du polyuréthane
- 12% par de la fibre de bois





L'isolation thermique de l'enveloppe : *Une évolution des techniques et des matériaux*

- **Traitement des planchers bas** (86% sur 282 opérations)

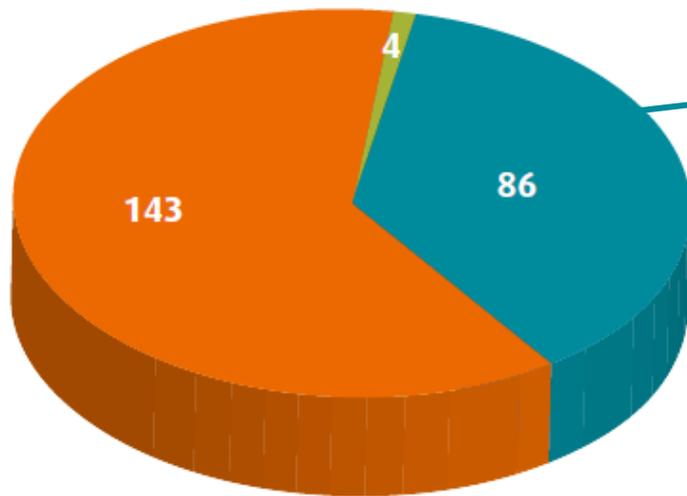


- Isolation sous chape
- Isolation sous face
- Mixte



L'isolation thermique de l'enveloppe : *Une évolution des techniques et des matériaux*

- **Traitement des planchers bas** (86% sur 282 opérations)



- Isolation sous chape
- Isolation sous face
- Mixte

Isolation sous chape :
En moyenne $R = 3,5 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

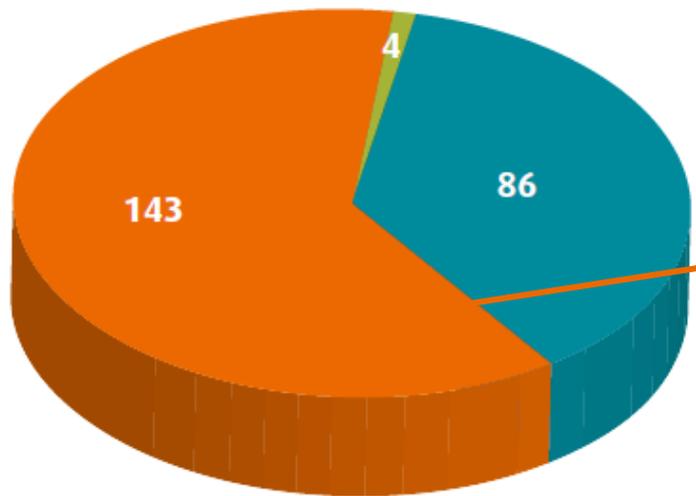
- 90% par du polyuréthane





L'isolation thermique de l'enveloppe : *Une évolution des techniques et des matériaux*

- **Traitement des planchers bas** (86% sur 282 opérations)



- Isolation sous chape
- Isolation sous face
- Mixte

Isolation sous face :
En moyenne $R = 3,6 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$

- 30% par du polyuréthane
- 18 % par du polystyrène
- 21 % par des isolants minéraux
- 14% par de la ouate de cellulose
- 8% par de la fibre de bois

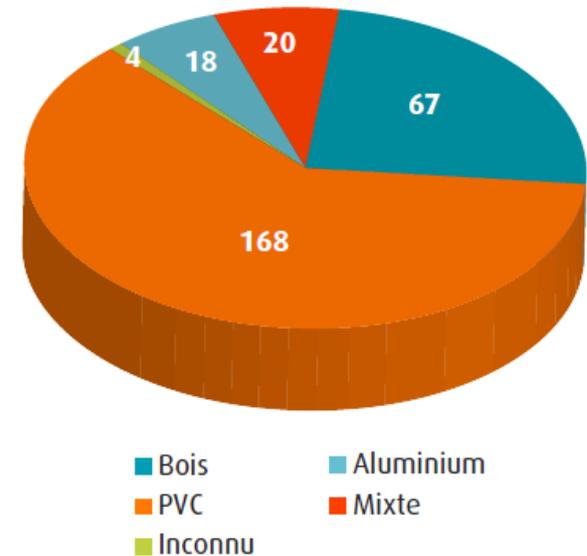




L'isolation thermique de l'enveloppe : *Une évolution des techniques et des matériaux*

- **Traitement des menuiseries** (81% sur 262 opérations)

- ✓ **Division par 2 en moyenne** du facteur U_w
- ✓ Fin du simple vitrage
- ✓ **Généralisation du double vitrage performant** et apparition du triple vitrage
- ✓ **Réduction de la part des châssis bois** remplacés par des châssis PVC moins couteux





La mise en œuvre



- D'une manière générale, nous pouvons constater **qu'il n'existe pas de pathologies spécifiques aux bâtiments performants.**
- La rénovation basse consommation **nécessite une approche globale avec coordination des travaux en conséquence** et une attention particulière à la mise en œuvre.





La performance de l'enveloppe :

Pratiques rencontrées

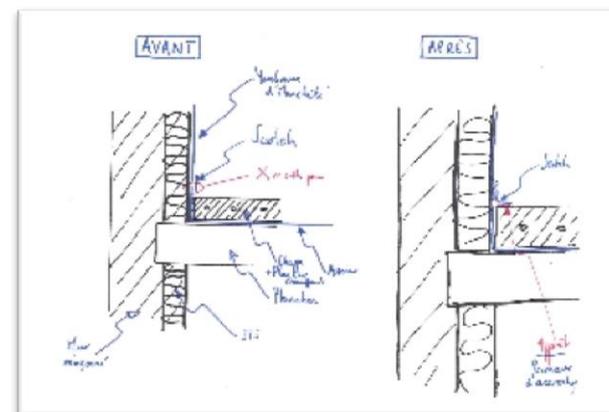
Bonnes Pratiques



Caisson de volet roulant est « pris » dans l'isolant.



Escalier en structure métallique rapporté.



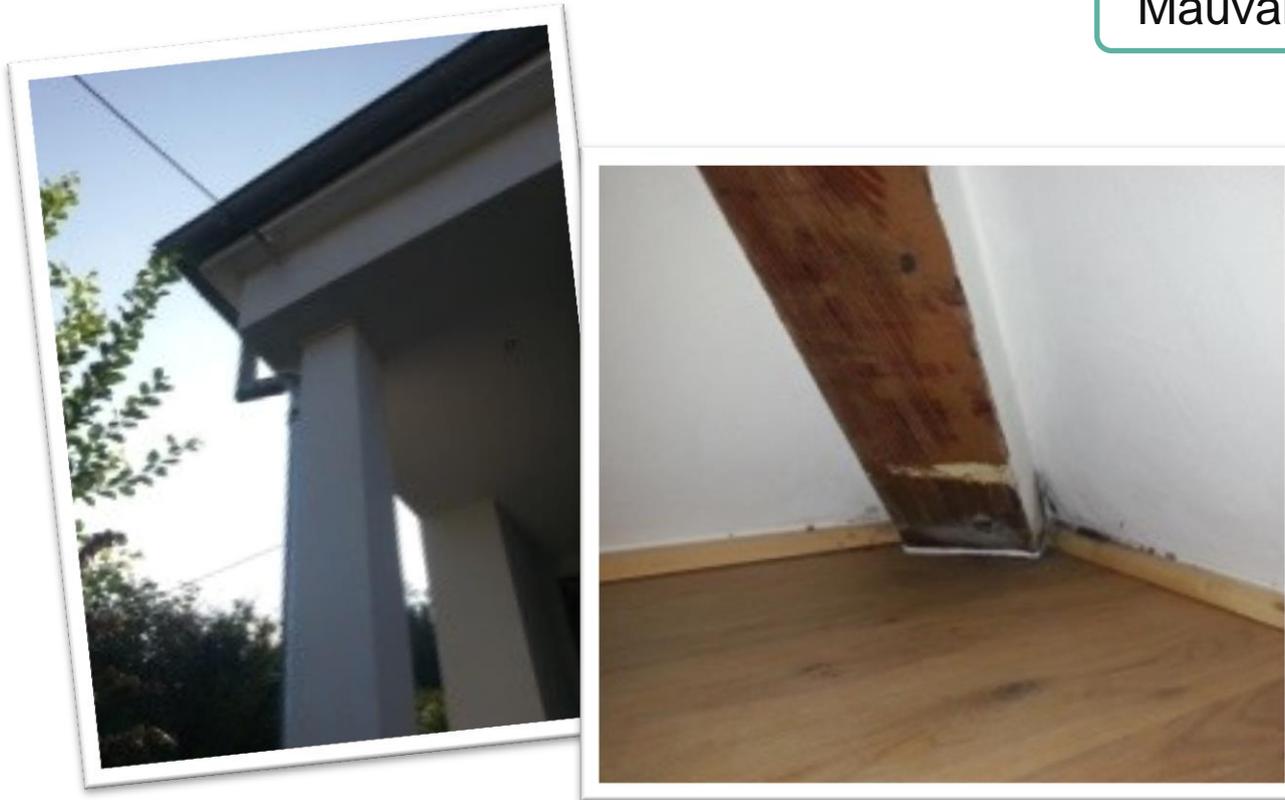
Ensemble de croquis de détails aux interfaces entre produits



La performance de l'enveloppe :

Pratiques rencontrées

Mauvaises Pratiques



*Apparition de moisissure sur l'un
des angles de l'arbalétrier*

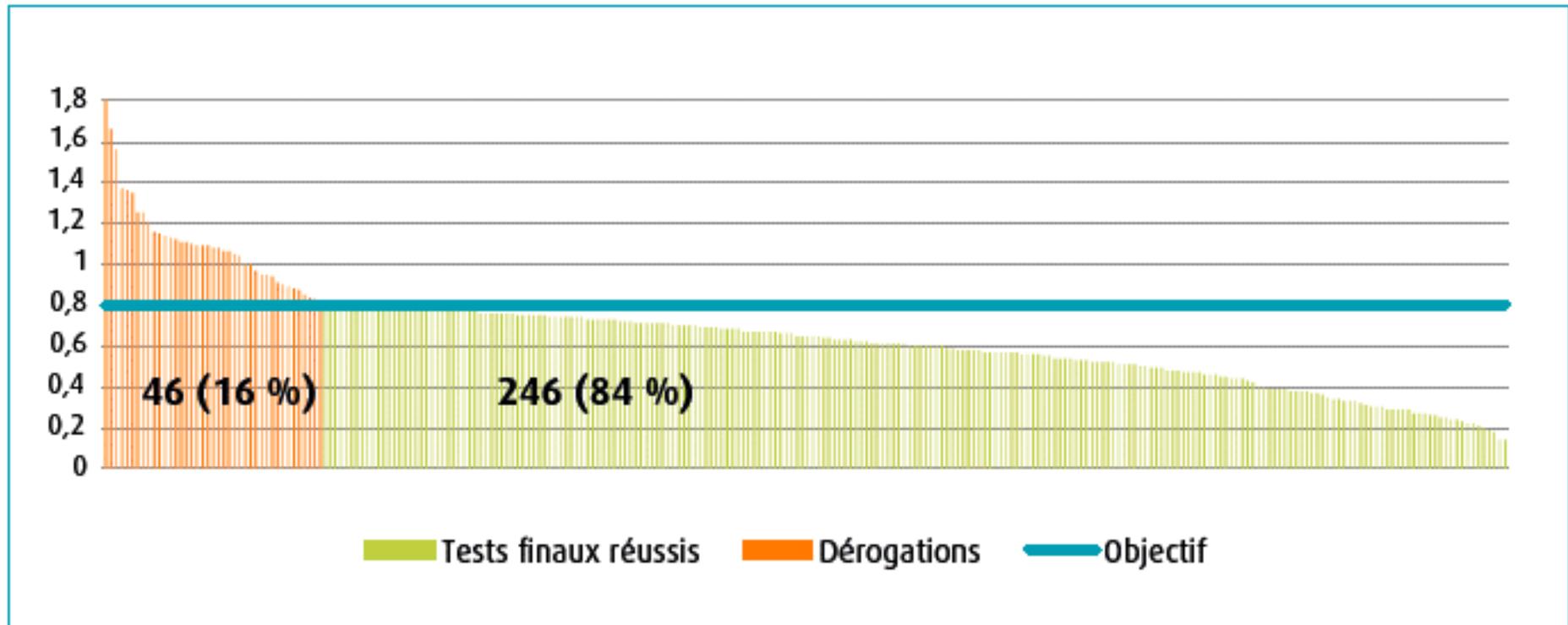
Déroulé :

1. Présentation des programmes JRBBC
2. Les enseignements généraux des programmes
3. Retours d'expériences sur la performance de l'enveloppe des maisons rénovées
 - a) Performance thermique
 - b) Etanchéité à l'air
 - c) Transfert d'humidité



L'étanchéité à l'air

Des résultats conformes à l'objectif fixé ($Q4 = 0,8 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$) pour 84% des cas





L'étanchéité à l'air

Des résultats variables selon les types de bâtiments et les types de rénovation

Typologies de bâti		Q_{4_psurf} moyen $m^3/(m^2.h)$	Profil de répartition Q_{4_psurf}	Écart-type Q_{4_psurf} $m^3/(m^2.h)$
Maçonnerie ou béton 223 opérations		0,63	<p>Proportion de l'échantillon</p> <p>Q4 ($m^3/[m^2.h]$)</p>	0,24
Taux de réussite	88 %			
Colombage 29 opérations		0,84	<p>Proportion de l'échantillon</p> <p>Q4 ($m^3/[m^2.h]$)</p>	0,39
Taux de réussite	62 %			



L'étanchéité à l'air

Des résultats variables selon les types de bâtiments et les types de rénovation

Typologies de chantier		Q_{4_psurf} moyen $m^3/(m^2.h)$	Profil de répartition Q_{4_psurf}	Écart-type Q_{4_psurf} $m^3/(m^2.h)$
Rénovations énergétiques dites « simples »	Rénovation thermique sans réaménagement 204 opérations	0,69		0,27
	Taux de réussite			
Rénovations énergétiques dites « lourdes »	Rénovation thermique + réaménagement 29 opérations	0,54		0,21
	Rénovation thermique + extension 9 opérations			
	Transformation 20 opérations			
	Taux de réussite			



La performance de l'enveloppe : *Pratiques rencontrées*

Bonne Pratique



Mauvaise Pratique



Passage de gaines, étanchéité à l'air

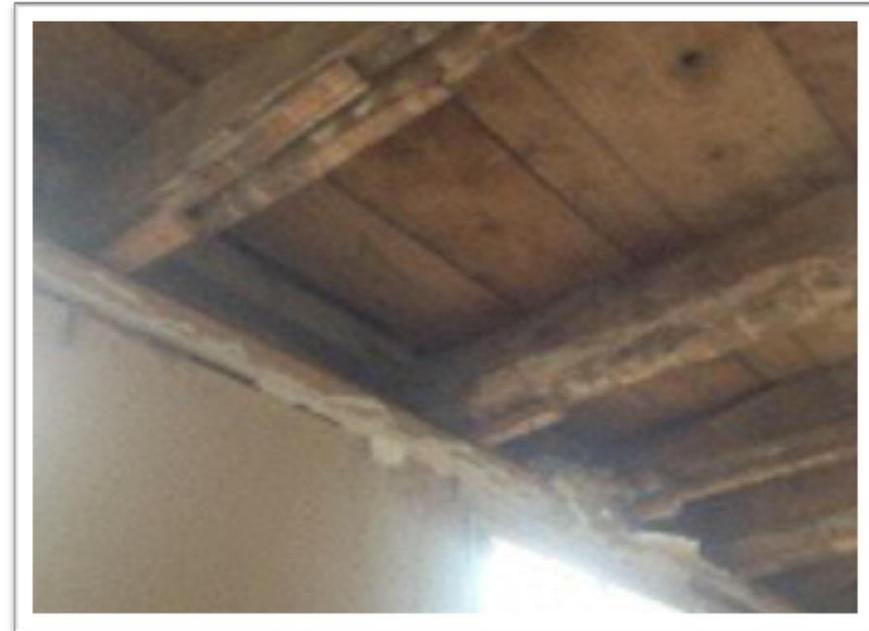


La performance de l'enveloppe : *Pratiques rencontrées*

Mauvaises Pratiques



*Passage de gaines électriques
après pose de la membrane
d'étanchéité*



*Fuites d'air importantes au niveau
des solives*



La performance de l'enveloppe : *Pratiques rencontrées*

Bonnes Pratiques



*Passage de gaines électriques
après pose de la membrane
d'étanchéité*



*Fuites d'air importantes au niveau
des solives*



La performance de l'enveloppe : *Pratiques rencontrées*

Mauvaises Pratiques



Utilisation récurrente de la mousse polyuréthane pour le traitement des jonctions, en lieu et place de produits adaptés



La performance de l'enveloppe : *Pratiques rencontrées*

Bonnes Pratiques

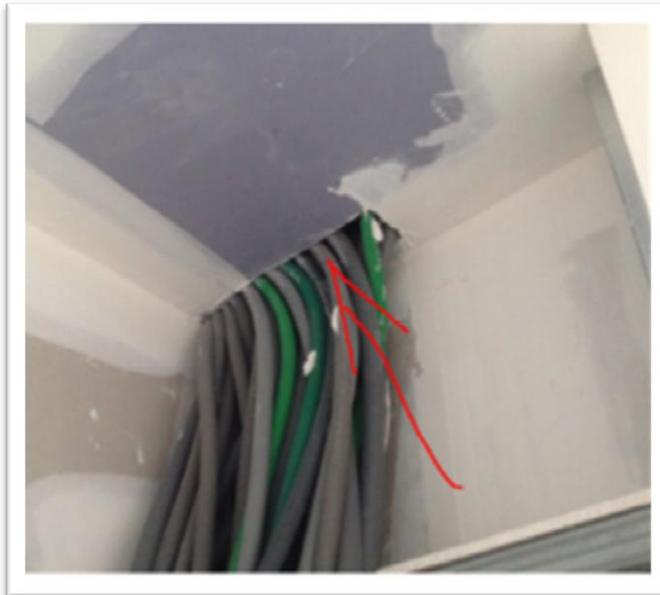


Utilisation récurrente de la mousse polyuréthane pour le traitement des jonctions, en lieu et place de produits adaptés



La performance de l'enveloppe : *Pratiques rencontrées*

Mauvaises Pratiques

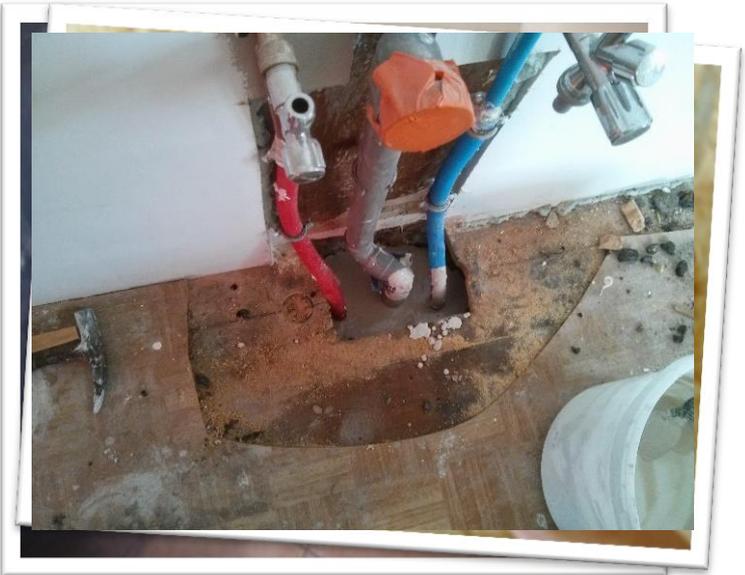


Passages de gaines non étanches à l'air



La performance de l'enveloppe : *Pratiques rencontrées*

Bonnes Pratiques



Passages de gaines non étanches à l'air

Déroulé :

1. Présentation des programmes JRBBC
2. Les enseignements généraux des programmes
3. Retours d'expériences sur la performance de l'enveloppe des maisons rénovées
 - a) Performance thermique
 - b) Etanchéité à l'air
 - c) Transfert d'humidité



Les transferts d'humidité

Retour sur un suivi instrumenté



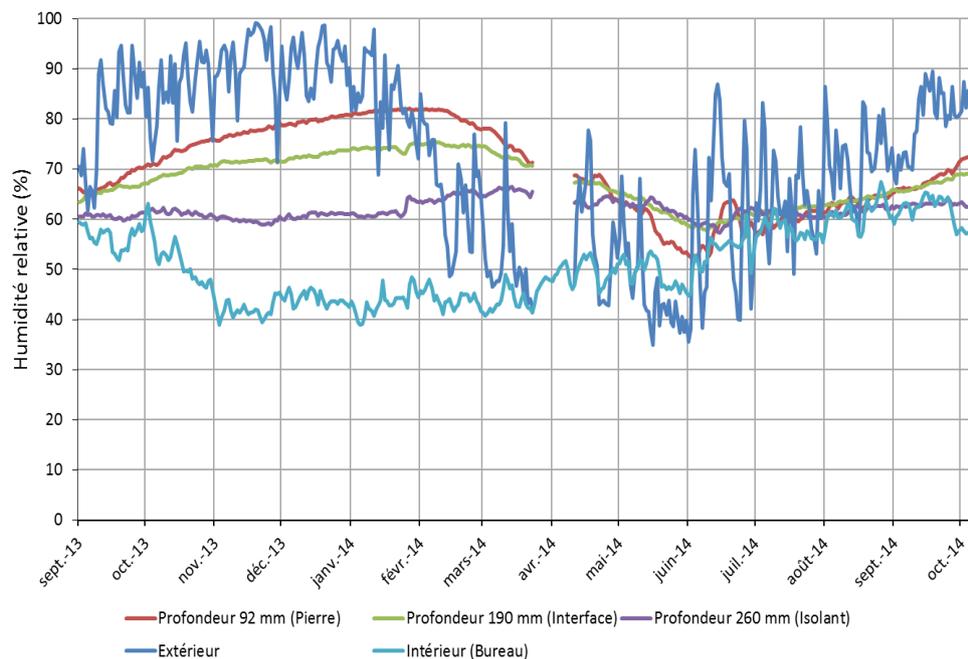
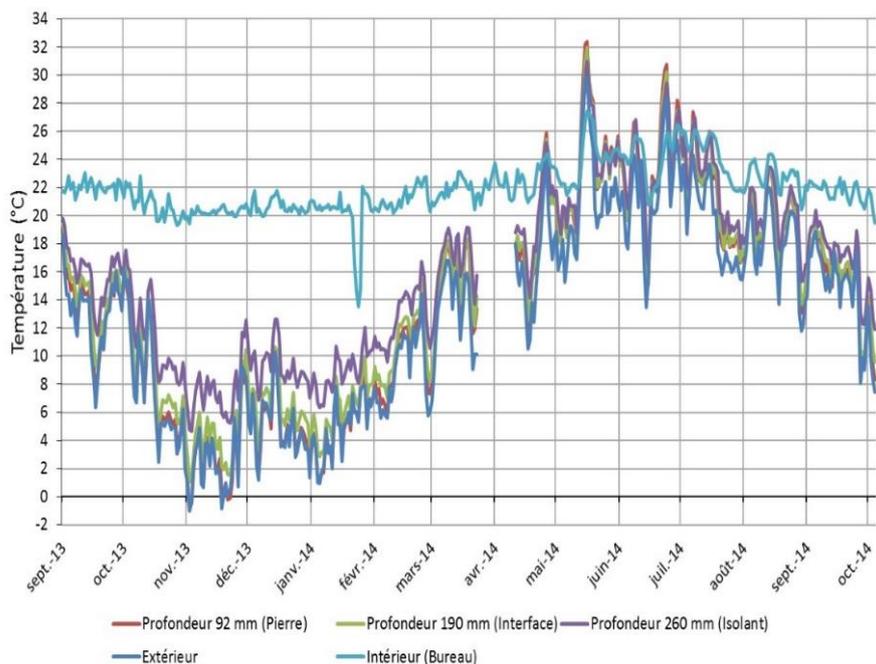


Les transferts d'humidité

Retour sur un suivi instrumenté

- Résultats des mesures :

Des niveaux d'humidité stables et acceptables après 1 an de suivi





La performance de l'enveloppe :

Pratiques rencontrées

Bonnes Pratiques



*Installation d'un drain
périphérique*





La performance de l'enveloppe :

Points à retenir

Performance de l'isolation :

- ✓ **Un coefficient $U_{bât}$ divisé par 3 en moyenne**, indispensable à la rénovation BBC des maisons

- ✓ **Une évolution des techniques et des matériaux :**
 - ✓ *Généralisation de l'ITE*
 - ✓ *Développement des biosourcés*
 - ✓ *Généralisation des menuiseries performantes (DV peu émissifs, voire TV)*



La performance de l'enveloppe :

Points à retenir

Etanchéité à l'air :

- ✓ Possibilité d'atteindre des **valeurs de $Q4 < 0,8\text{m}^3/\text{h.m}^2$** en rénovation à **grande échelle**
- ✓ Des typologies de bâti et de travaux **plus ou moins contraignantes**
- ✓ Des **conditions de réussite** :
 - ✓ *Accompagnement de la démarche « étanchéité » tout au long du projet*
 - ✓ *Test intermédiaire*
 - ✓ *Produits adaptés et mise en œuvre soignée*



La performance de l'enveloppe :

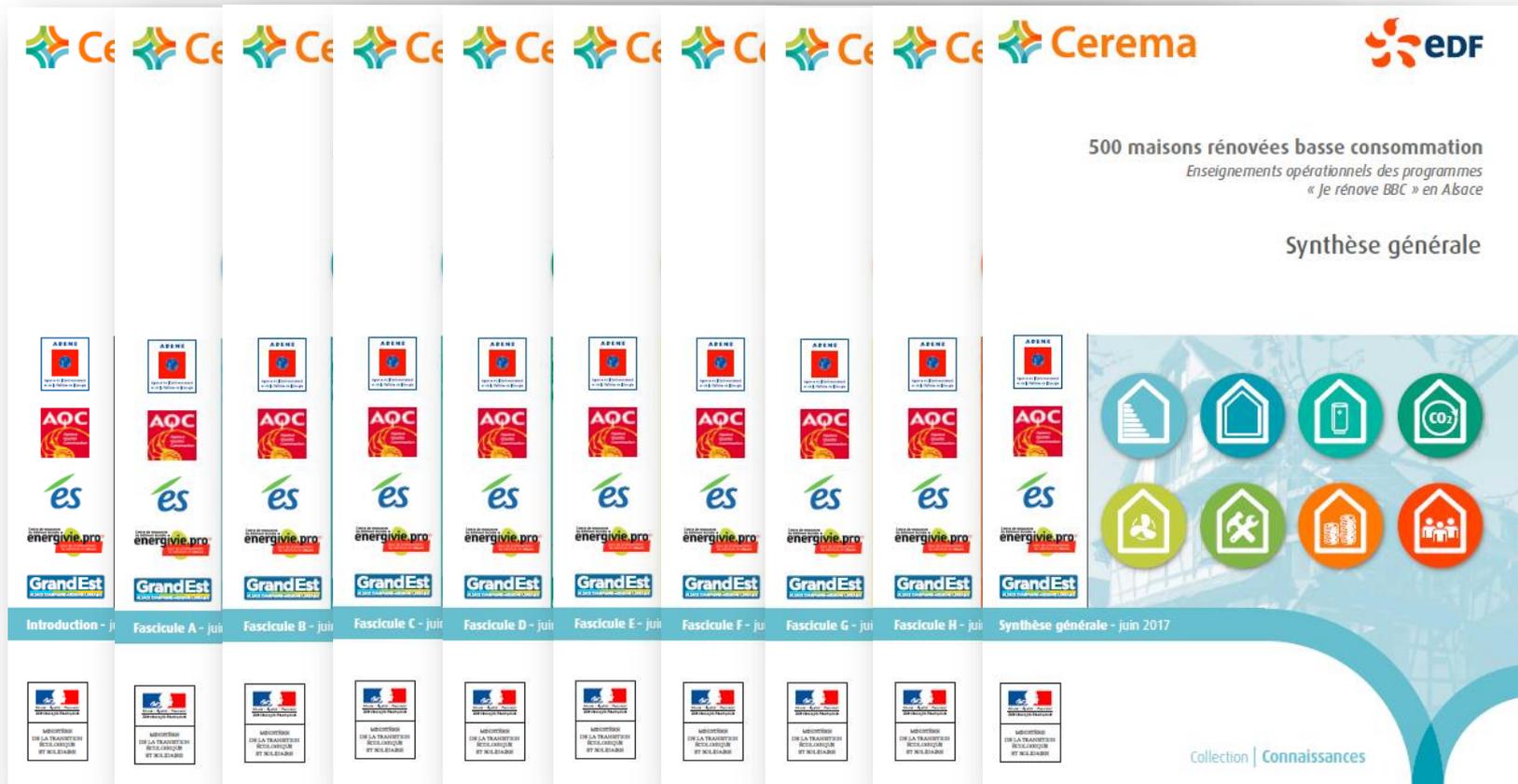
Points à retenir

Transferts d'humidité:

- ✓ Risques hygrothermiques maîtrisés sur le cas étudié
- ✓ Meilleure résilience des isolants perméables à la vapeur, hygroscopiques et capillaires
- ✓ Limiter les sources d'humidité accidentelles dans la paroi, en veillant notamment :
 - ✓ *À la protection de la façade vis-à-vis de la pluie*
 - ✓ *Au traitement préalable des remontées capillaires,*
 - ✓ *À une bonne ventilation intérieure*
 - ✓ *À une bonne mise en œuvre de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe, permettant de maîtriser les infiltrations d'air humide*

Publication des enseignements des programmes « Je rénove BBC »

Disponible dès maintenant !



Contacts :

sabine.mirtain-roth@ac-strasbourg.fr ; julien.burgholzer@cerema.fr ; pierrick.nussbaumer@cerema.fr