

Durabilit'Air

L'étanchéité à l'air et le temps...



L'une des maisons testées dans l'échantillon court terme : cette maison de 2015 a conservé une étanchéité quasi constante entre sa réception et 2 ans plus tard. Le débit de fuite est resté stable malgré la mise en place d'éléments traversant les parois, localisés dans le séjour, la salle de bain et le wc !

Depuis la RT2012, le contrôle de l'étanchéité à l'air des bâtiments résidentiels est obligatoire à réception du chantier. Pourtant, très peu d'études ont caractérisé l'évolution de cette performance à moyen et long termes. Initié par **André Litvak** du Cerema et soutenu par l'ADEME, le projet Durabilit'Air étudie l'étanchéité à l'air sur les bâtiments basse consommation depuis 2015 et livre ses premières conclusions.

Sources et photos : Cerema

UNE NÉCESSITÉ

Répondre à la réglementation avec une vision à court terme (test à la livraison) est insuffisant pour garantir que l'étanchéité à l'air du bâtiment puisse tenir toutes ses promesses dans le temps. Et on en attend beaucoup : réduction des déperditions, efficacité du renouvellement d'air, suppression des risques de condensation, confort de l'occupant (qualité hygrothermique et acoustique) et santé dans l'habitat (qualité de l'air). Mieux connaître l'évolution des différents systèmes permettra donc de privilégier les solutions durables.

UNE ÉTUDE COMPLEXE

La diversité des modes constructifs, les aléas des conditions de tests et leur incertitude, les mouvements de structures, la rétractation des enduits au cours des premières semaines, lorsque la maison est chauffée pour la première fois, les comportements des occupants dans le temps (percements de la barrière d'étanchéité), le vieillissement des assemblages dû à une association défavorable de produits et à de mauvaises conditions de mise en œuvre et enfin le vieillissement normal des produits rendent difficiles une telle étude in situ. Pourtant, la réalité du terrain est bien une nécessité pour compléter les résultats théoriques de vieillissement réalisés dans des conditions de laboratoires. Durabilit'AIR s'est donc déroulé en 3 phases :



A droite : le test de la porte soufflante a été réitéré sur les échantillons de maisons, à intervalles réguliers et selon un protocole précis, pour observer l'évolution des résultats dans le temps.

ÉTAT DE L'ART

Toutes les études in situ recensées (une dizaine) aboutissent au même constat : certaines habitations voient leur étanchéité à l'air dégradée les premières années, d'autres au contraire renforcée, sans qu'il soit aisé d'en identifier les causes. Et ces études se heurtent toutes aux mêmes difficultés : comparer des mesures dont les écarts peuvent être dus à la prestation du mesureur, à la reproductibilité des essais, à l'impact du vent et des courants d'air thermiques, à l'incertitude des appareils de mesure ou encore aux variations saisonnières de l'étanchéité à l'air.

Enfin, cet état de l'art montre qu'il n'existe pas de protocole universel normalisé pour caractériser, dans des conditions contrôlées en laboratoire, la durabilité des assemblages de produits en ce qui concerne les performances d'étanchéité à l'air.

PREMIÈRES CONCLUSIONS OBSERVÉES

Si l'on étudie les mesures effectuées sur site au bout de quelques années, il semble que l'étanchéité à l'air diminue les 3 premières années après achèvement, pour se stabiliser ensuite.

On trouve divers facteurs permettant d'expliquer ce phénomène dans la littérature. D'une part, le vieillissement à court terme peut être dû :

- au chauffage des maisons pour la première fois, pouvant entraîner une rétractation des enduits, si le premier essai est effectué avant le chauffage de la maison l'impact de la rétractation des enduits n'apparaît pas lors du premier essai ;
- à la rétractation des enduits, en l'absence d'utilisation de cordons de fond de joint ;
- à des mouvements de la structure et à un tassement pouvant entraîner l'apparition de fissures dans les joints entre le dispositif d'étanchéité à l'air et les pénétrations (par exemple charpente ou canalisations et plaque de plâtre) ;
- aux perçages de l'enveloppe, dont un grand nombre se fait au cours des premières années de la vie d'un bâtiment (pour des meubles de cuisine, une hotte, un chauffage au bois, etc.) ;
- à des conditions de mise en œuvre défavorables pour les colles et les mastics (par temps froid et/ou des conditions poussiéreuses).

Dans le cas où l'étanchéité à l'air s'est améliorée, diverses explications peuvent être avancées :

- tassement
- mise en œuvre des finitions de sols après l'essai d'origine
- présence de fiches dans les prises électriques

1 - L'état de l'art : identifier toutes les études déjà réalisées aux États Unis, Canada, Belgique, Royaume Uni, Allemagne, Suède et France. Pilotée par Valérie Leprince de Pleiaq.

2 - Une campagne de mesures sur site sur une soixantaine de maisons BBC à moyen (1 à 3 ans) et long terme (5 à 10 ans). Pilotée par Sylvain Berthault de Cerema et Gilles Frances du CETII.

3 - La modélisation des mécanismes physiques à l'origine de la dégradation des performances d'étanchéité à l'air en fonction du temps, dans le but de développer une méthode contrôlée en laboratoire afin de tester le vieillissement accéléré des produits et systèmes sensibles à l'étanchéité à l'air. Phase pilotée par Fabien Allegre de Rescoll.

Ceci afin d'en diffuser les résultats auprès des professionnels du secteur du bâtiment afin de promouvoir les bonnes pratiques. Phase pilotée par Andrés Litvak du Cerema.



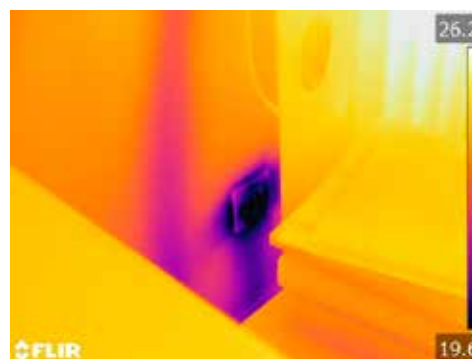
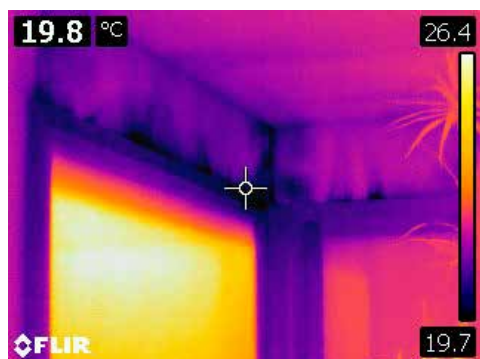


Quelques maisons de l'échantillon court terme : des maisons représentatives des constructions courantes des années 2014-2015. Les résultats varient mais montrent une dégradation moyenne de 18 % de la perméabilité à l'air (n50) au cours de la première année, puis une stabilisation.

RÉDUIRE LES INCERTITUDES

Afin de réduire la différence entre le premier et le deuxième essai, due aux incertitudes de mesure plus qu'au vieillissement, il est nécessaire qu'une même personne qualifiée effectue les deux tests et que le rapport du premier essai décrive avec précision la préparation du bâtiment, y compris les portes extérieures verrouillées et non verrouillées. Les instruments de mesure doivent être étalonnés selon l'ISO 9972 ; les mesures doivent être exécutées sous vent faible ; l'étanchéité à l'air doit être comparée à 50 Pa plutôt qu'à 4 ou 10 Pa ; la moyenne de la mise en pression et de la dépressurisation doit être utilisée pour servir de base de comparaison ; enfin, même si l'impact n'est pas clair, les essais doivent être effectués durant la même saison. C'est donc selon ce protocole précis qu'ont été effectués les relevés de la phase 2 de Durabilité'Air, avec une détection qualitative détaillée des fuites et un questionnaire relatif à l'utilisation de la maison à remplir par les occupants lors de chaque mesure.

Les tests ont été accompagnés d'une recherche de fuites, notamment par thermographie.



LA CAMPAGNE DE MESURES "COURT TERME" (CT)

Pour la campagne CT, un échantillon de 30 maisons individuelles a été sélectionné à l'échelle nationale. Au cours de l'étude, l'étanchéité à l'air de chaque maison a été mesurée à la même saison, une fois par an sur une période de 3 ans. Pour une partie de cet échantillon (5 maisons), des mesures supplémentaires ont été réalisées sur la période de 3 ans au cours d'une saison différente de la mesure initiale afin d'étudier l'impact de la variation saisonnière. Cinq autres maisons de ce même échantillon ont fait l'objet d'une mesure de perméabilité à l'air d'une fenêtre une fois par an sur la période de 3 ans.

Construites principalement en 2014 et 2015, 20 maisons sont de plain-pied et 10 maisons présentent un étage. La surface de plancher moyenne est de 124,1 m² avec un minimum de 87 m² et un maximum de 172,2 m², et le volume moyen est de 217,1 m³. Toutes les maisons sont construites en maçonnerie avec une isolation intérieure (16 maisons avec des blocs de béton creux et 14 avec des briques creuses). La majorité des charpentes sont de

type « fermette industrielle » (20 maisons), contre 8 maisons à charpente de type « traditionnelle » et 2 maisons à charpente de type « traditionnelle apparente à l'intérieur de l'habitation ». Toutes les maisons sont équipées d'un système de ventilation simple flux hygro-réglable. Le traitement de l'étanchéité à l'air est réalisé au niveau du parement intérieur entre les plaques de plâtre et les différentes jonctions des éléments constituant l'enveloppe et ce dans toutes les maisons.

LA CAMPAGNE DE MESURES "LONG TERME" (LT)

La campagne LT a été menée avec un deuxième échantillon de 31 maisons individuelles construites entre 2009 et 2015, dont 7 maisons de plain-pied et 25 maisons avec un étage. La surface de plancher moyenne est de 147,9 m² avec un minimum de 83,1 m² et un maximum de 269 m², et le volume moyen est de 256,6 m³. La majorité des maisons est constituée de murs porteurs avec une isolation thermique intérieure (25 maisons avec briques creuses et 3 avec des blocs de béton creux), contre 6 maisons en ossature

bois. La majorité des charpentes est de type « fermette industrielle » (27 maisons), contre 5 maisons disposant d'une toiture terrasse. Seul un système de ventilation double flux est installé dans une maison tandis que toutes les autres maisons ont un système de ventilation simple flux hygro-réglable.

Le traitement de l'étanchéité à l'air des maisons en maçonnerie de l'échantillon LT se situe principalement au niveau de l'enduit sur la maçonnerie, tandis que le traitement de l'étanchéité à l'air des maisons à ossature bois se situe au niveau du pare-vapeur.

La perméabilité à l'air de l'enveloppe (Q4Pa-surf) mesurée à réception présente la même valeur moyenne de 0,32 m³/h.m² pour les deux échantillons, avec des variations plus importantes pour l'échantillon LT.

RÉSULTATS

En ce qui concerne l'échantillon CT, la perméabilité à l'air (n50) augmente légèrement au cours de la première année (augmentation moyenne de 18 %), puis se stabilise au cours des deuxième et troisième années. En ce qui concerne la campagne LT, la perméabilité de l'air (n50) montre une augmentation similaire après 3-10 ans, avec une valeur moyenne de 20 %.

D'un point de vue général, le débit de fuite s'est stabilisé voire amélioré pour près de la moitié des deux échantillons (maisons à ossature en bois notamment), alors qu'il a augmenté de plus de 100 % pour le cas d'une maison à étage avec une toiture traditionnelle apparente. Les mesures de variabilité saisonnière n'ont pas montré d'impact significatif des conditions climatiques sur le résultat final de la perméabilité à l'air.

En ce qui concerne la perméabilité à l'air des menuiseries, les mesures réalisées n'ont pas permis d'identifier un lien avec l'évolution de la perméabilité à l'air de l'enveloppe.

Les résultats montrent globalement une augmentation du nombre de fuites détectées pour toutes les maisons (portes et fenêtres, composants électrique, orifices à travers l'enveloppe et jonctions entre les murs et les menuiseries), mais cette augmentation n'est pas toujours en lien avec la perméabilité à l'air mesurée de l'enveloppe.

Concernant les opérations dont la perméabilité à l'air s'est améliorée (10 maisons réparties entre les échantillons CT et LT) : pour 6 maisons, cette amélioration est peut-être due au matériau de construction (bois), à l'entretien des fenêtres ou au colmatage de fuites par les occupants au cours de travaux d'entretien, mais pour 4 maisons, il n'a pas été possible d'expliquer cette amélioration.

L'évolution de l'étanchéité à l'air ne semble

pas être corrélée dans cette étude avec les paramètres suivants : constructeur, type de traitement de l'étanchéité à l'air, type de plancher, type de charpente, type de chauffage, équipement de chauffage, de ventilation ou de climatisation.

Les deux paramètres qui semblent être corrélés avec l'évolution de l'étanchéité à l'air sont :

- **Le matériau** : il semble que l'étanchéité des maisons en bois tend à se stabiliser ou même à s'améliorer au fil des ans, peut-être en raison de l'expansion du bois avec l'humidité ;
- **Le nombre de niveaux** : l'étanchéité à l'air des maisons composées d'un rez-de-chaussée surmonté d'un étage semble se dégrader davantage que celle des maisons de plain-pied, ce qui est peut-être dû à un tassement de fondation plus important.

Les résultats de cette étude ne soulignent pas la nécessité d'effectuer une étude à long terme sur la durabilité de l'étanchéité à l'air. Au contraire, il s'agit de mieux comprendre où et pourquoi les fuites apparaissent au cours de la première année, et ce qui provoque la détérioration de l'étanchéité du bâtiment (vieillesse à très court terme).

D'autres paramètres doivent être pris en considération, tels que les conditions environnementales (hygrothermie, poussières) lors de la mise en œuvre de la barrière d'air ou l'évolution de la température et de l'humidité à l'intérieur du bâtiment au cours de la première année d'occupation (première occupation - mise en chauffe - ou premier cycle saisonnier). C'est l'objet du Projet DURABIL'Air 2 (2021-2023).

Exemple de synthèse des résultats obtenus sur l'échantillon Court Terme entre les maisons de plain-pied (en marron) et les maisons à étage (en gris). 5 maisons (de plain-pied) ont amélioré leur étanchéité de plus 50 m³/h, 13 maisons n'ont quasiment pas varié, 6 maisons ont eu leur test dégradé de 50 à 150 m³/h et 5 maisons, dont 4 à étage, ont vu leur test dégradé de plus de 150 m³/h. Un lien avec des mouvements structurels ?

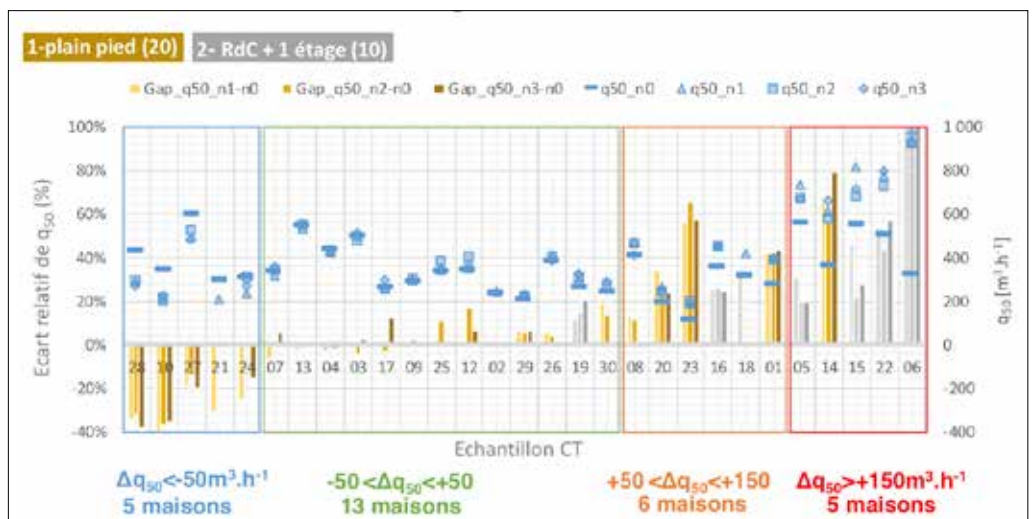


6 maisons en ossature bois composent l'échantillon long terme et semblent présenter de meilleurs résultats qu'à la réception au fil des ans !



CETE de Lyon

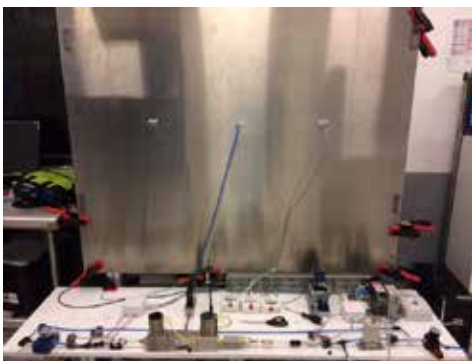
Les fuites peuvent être situées au niveau du gros-œuvre et des éléments de structure, des menuiseries extérieures, des trappes et éléments traversant les parois et des équipements électriques et réseaux fluides.





Ci-dessus, la chambre environnementale de 1 m³ mise au point pour exposer au vieillissement artificiel les différents échantillons de produits assemblés. A droite, le banc d'acquisition des données.

Ci-dessous : **Extrait d'un Memento étanchéité Minifil** sur les bonnes pratiques en matière d'étanchéité à l'air. (A télécharger sur le site de Durabilit'air).



De plus, les modifications apportées par les occupants doivent être mieux connues et répertoriées. Des mesures d'étanchéité à l'air plus fréquentes (par exemple des mesures mensuelles) pourraient être effectuées sur un petit échantillon de maisons pendant la période allant de la mise en place de la barrière d'étanchéité à l'air jusqu'à un an après la fin de la construction, en enregistrant à chaque mesure les paramètres susmentionnés.

ET EN LABORATOIRE ?

A la lumière des résultats de l'état de l'art, les chercheurs ont défini les conditions d'exposition d'un essai de vieillissement relatif, à travers des cycles d'exposition thermique, d'humidité et de pression. Une chambre environnementale de 1 m³ a été mise au point pour exposer trois échantillons différents de 1 m² de produits assemblés. Les échantillons

testés représentent trois traitements différents de l'étanchéité à l'air des joints entre les menuiseries et les murs :

- 1) pose en applique avec mousse expansive ;
- 2) pose en applique avec fond de joint et mastic ;
- 3) pose en applique avec complexe d'adhésif et de membrane.

Au cours de chaque cycle d'exposition, l'évolution de l'étanchéité de l'échantillon a été mesurée. Les essais de vieillissement des échantillons 2 et 3 ont montré une dégradation significative de l'étanchéité à l'air après le cycle de vieillissement, alors que la perméabilité à l'air de l'échantillon 1 n'a pu être évaluée par ce protocole expérimental. Ces premières expériences ouvrent d'autres perspectives à explorer en modifiant la durée et les caractéristiques des cycles d'exposition (humidité, température et pression) pour différencier davantage les résultats dans les futurs travaux.

BONNES PRATIQUES

Pour en savoir plus : les résultats du projet sont disponibles en téléchargement sur le site de Durabilit'Air (voir carnet d'adresses), ainsi que des mementos de conception à l'attention des concepteurs, artisans et entreprises du bâtiment.

Nos remerciements à *Andrés Litvak* pour sa relecture attentive.

Construction Ossature Bois

Localisation :

COUPE

PLAN

Corps d'état :

Matériaux d'étanchéité à l'air :

- Feutre bitumineux
- Joint mousse pré-comprimée
- Joint torique en EPDM
- Bande adhésive autocollante
- Ecran pare-vapeur
- Mastic colle extrudé

Isolation croisée en doublage extérieur - Liaison de la lisse basse

Plancher sur vide sanitaire / Plancher dalle bois sur solives

Risque d'infiltration d'air :
- Au droit de la liaison entre la paroi extérieure en bois et le support en béton

1. Isolation thermique entre montants verticaux
2. Voile travaillant / Contreventement
3. Isolation thermique extérieure croisée
4. Enduit mince et treillis d'armature
5. Solive de rive en bois lamellé type LVL
6. Parement extérieur / Bardage horizontal
7. Mur de soubassement maçonné ou béton armé
8. Lisse basse sur feutre bitumineux
9. Poutre en I / Entraxe 400 mm
10. Panneau de fond de dalle filmé ou contreplaqué
11. Isolation thermique entre poutre en I
12. Voile travaillant horizontal
13. Revêtement de sol et sous couche résiliente
14. Parement intérieur / Plaque de plâtre

15. Vide technique ou Plenum
16. Ecran pare-vapeur continu

Travaux d'étanchéité à l'air :

A - Pose d'un double joint mousse pré-comprimée imprégnée de résines synthétiques (Classe 1 / NF P 85-570) ou d'un double joint profilé torique en EPDM ou de deux cordons autocollants en caoutchouc butyle

B - Pose continue de l'écran pare-vapeur horizontal du plancher bas par superposition des lés puis en effectuant un collage soigné du recouvrement des lés à l'aide d'une bande adhésive incorporée ou rapportée, ou d'un cordon de mastic colle élastique extrudée

Application d'un joint d'étanchéité au droit de tous les raccordements panneau du voile travaillant horizontal. Ces joints sont réalisés avec un mastic colle souple de type PU40 labellisé SNJF (Cf. Fiche 15e / 15f)

C - Continuité et collage soigné de l'écran pare-vapeur de la paroi verticale sur la dalle ou au pied de la traverse basse à l'aide d'une bande adhésive flexible en caoutchouc butyle, d'une bande adhésive autocollante ou d'un cordon de mastic colle élastique extrudée

Coupe verticale

Date : 04 Octobre 2010

Réf : COB-ITD-LiPb

© CETE de Lyon