

*ATE Vitratech®*

*Sogaris 204*

*94654 Rungis*

*France*

**Date**

22-08-2018

**Contact**

S. Van Linden  
N. Van Den Bossche

**E-mail**

stephanie.vanlinden@ugent.be  
nathan.vandenbossche@ugent.be

**T** +32 9 264 39 75

**F** +32 9 264 41 85

**Etanchéité durable à l'air entre un châssis PVC et la membrane TWINFLEX® SI**

A la demande de la société ATE Vitratech®, des tests ont été effectués sur la durabilité de l'étanchéité à l'air de membrane TWINFLEX® SI entre un châssis PVC posé sur un mur en maçonnerie. La membrane TWINFLEX® SI est autocollante. Elle est composée d'une membrane feutrée avec coating perméable à la vapeur d'eau. La membrane a été appliquée le 25 juin 2018 et a été testée le 3 juillet 2018.

L'étanchéité à l'air entre le châssis PVC et la membrane a été testée au moyen d'un montage d'essai constitué d'un mur en maçonnerie dans lequel une fenêtre en PVC a été montée à l'aide d'ancrages à l'intérieur. L'extérieur du mur et l'ébrasement de la fenêtre ont été cimentés. L'intérieur du mur a été plâtré. A l'extérieur, le joint entre le mur et la fenêtre a été fini par la membrane TWINFLEX® SI.

# 1. Montage d'essai et procédure

## 1.1 Montage d'essai

Une fenêtre fixe en PVC aux dimensions de 560 mm x 1010 mm a été placée dans un mur en maçonnerie. Celui-ci a été cimenté à l'extérieur. A l'intérieur, le mur a été plâtré. La fenêtre a été fixée à l'intérieur du mur à l'aide d'ancrages. Deux ancres ont été utilisés sur les côtés, un ancrage en haut et un autre en bas. La fenêtre a été montée dans l'embrasure qui mesure 585 mm x 1035 mm. Ceci crée une distance entre la fenêtre et l'embrasure de 5 mm en bas, 20 mm en haut, 15 mm à droite et 10 mm à gauche. La fenêtre a été montée depuis la surface extérieure du mur.

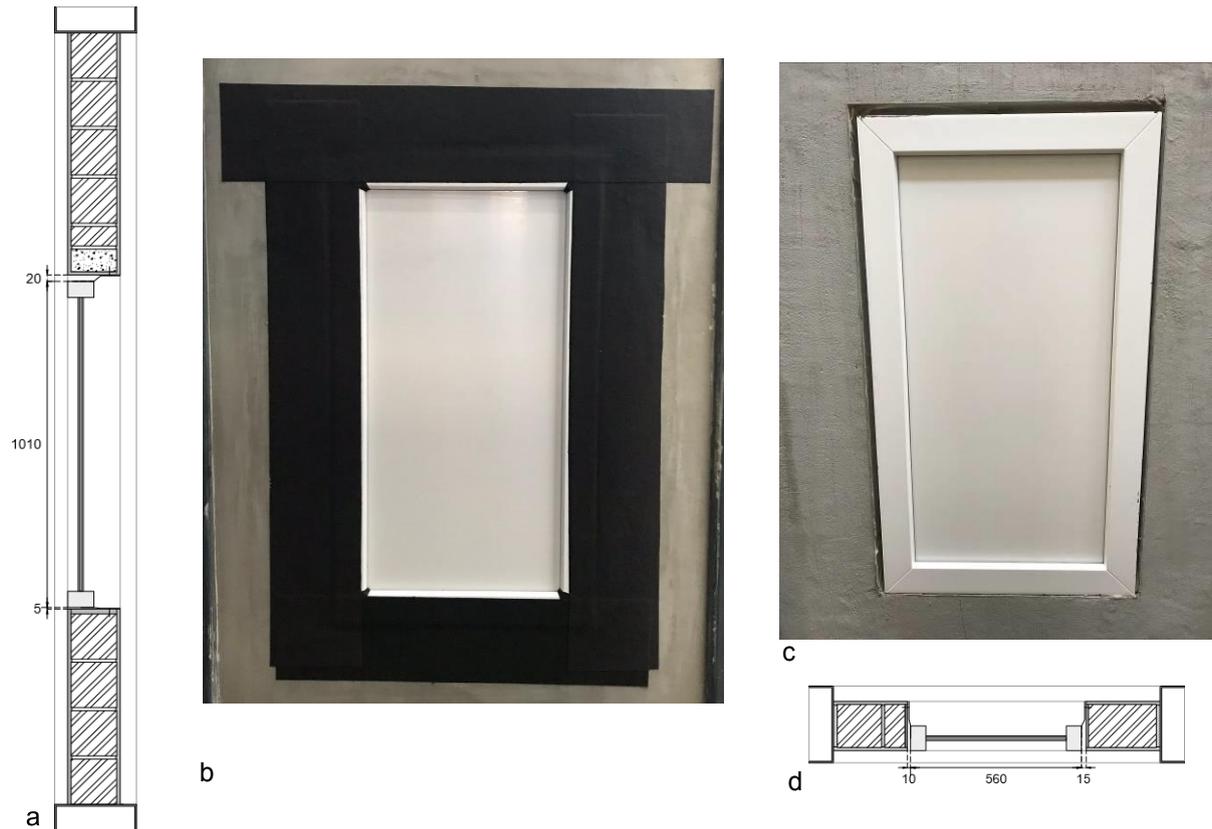


Figure 1: Montage d'essai, a. section transversale, b. face extérieure du mur, c. face intérieure du mur, d. section horizontale

Avant l'application de la membrane TWINFLEX® SI, le mur a été dépoussiéré et la fenêtre a été nettoyée à l'aide du Dowsil™ R40.

La membrane TWINFLEX® SI a une largeur de 20 cm. Quatre bandes de cette membrane ont été collées sur le joint entre la fenêtre et le mur, d'abord la bande inférieure, ensuite les bandes sur les côtés, et finalement la bande supérieure par dessus. Les 4 jointures de la fenêtre en PVC ont également été recouvertes par de petits triangles de membrane supplémentaires. La membrane a été marouflée à l'aide d'un rouleau marouffeur métallique ou silicone.

## 1.2 Procédure du test

### 1.2.1 Etanchéité à l'air

L'étanchéité à l'air des matériaux a été testée à l'aide d'un banc d'essai étalonné dans le Centre de Test pour Eléments de Façade de l'Université de Gand selon la norme NBN EN 12114:2000 *Performance thermique de bâtiments – Perméabilité à l'air des composants et parois de bâtiments – Méthode d'essai en laboratoire*.

Les essais ont été effectués en tenant compte des restrictions imposées par la norme NBN EN 12114:2000:

- Intervalle de température [15°C; 30°C]
- Intervalle d'humidité relative [25%; 75%]

Le banc d'essai dispose d'un ventilateur à fréquence contrôlée soufflant de l'air sur le montage d'essai. Des diaphragmes peuvent être glissés entre le ventilateur et ce montage. Le débit d'air obtenu est calculé à partir d'une formule qui mesure la variation de pression présente sur le diaphragme placé:

$$V = C \cdot \Delta P^n$$

avec  $V$  = débit d'air [m<sup>3</sup>/h]

$C$  = coefficient du débit d'air [m<sup>3</sup>/(h.Pa<sup>n</sup>)]

$\Delta P$  = différence de pression [Pa]

$n$  = exposant du débit d'air [-]

L'exposant  $n$  des diaphragmes circulaires est toujours égal à 0,5. Le coefficient du débit d'air  $C$  dépend du diaphragme utilisé.

Selon la norme NBN EN 12114:2000 le montage d'essai doit être soumis au minimum à six différences de pression d'air, qu'elles soient en surpression ou, si nécessaire, en dépression. Lors de chaque augmentation de pression le débit de fuite d'air doit être mesuré. En l'occurrence, il a été décidé d'appliquer huit pressions différentes d'air allant de 0 à 600 Pa. A chaque fois les mesures se sont effectuées d'abord en surpression, ensuite en dépression. Préalablement au test le montage d'essai a été soumis à chaque fois à trois impulsions de pression de 600 Pa.

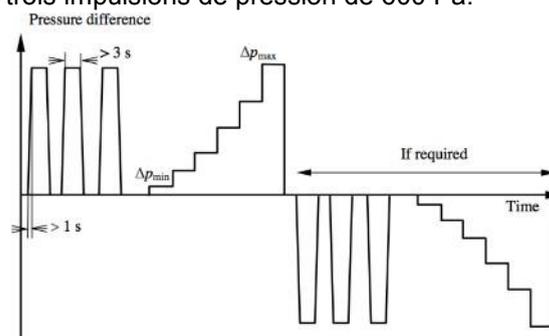


Figure 2: Déroulement du test d'étanchéité à l'air

A partir de la température et de l'humidité mesurées, les résultats ainsi obtenus ont d'abord été recalculés en un débit sous des conditions standards (20°C, 50% HR, 101325 Pa). Ensuite une courbe exponentielle correspondant à la formule  $V = C \cdot \Delta P^n$  a été tracée en fonction des points mesurés. Puis le coefficient  $C$  et l'exposant du débit d'air  $n$  ont été calculés, après quoi les débits d'air ont été déterminés avec des différences de pression de 50-100-150-200-250-300-450-600 Pa.

Afin de déterminer l'intervalle d'incertitude du résultat, il a été tenu compte des aspects suivants:

- Une erreur du recalcul sous des conditions standards suite à une erreur des instruments de mesure. La méthode Monte-Carlo de 1000 simulations montre néanmoins que l'erreur maximale se limite à 0,14 % et est donc négligeable.
- Une erreur suite à la linéarisation et au meilleur ajustement vers la loi de puissance  $V=C \cdot \Delta p^n$  par une répartition Student inverse. Ceci donne une idée de l'incertitude du coefficient du débit d'air C et de l'exposant du débit d'air n.
- La propagation des incertitudes dans la loi de puissance est la suivante:

$$\sigma_V^2 = \sigma_C * \sigma_n \left[ (\Delta P^n * \frac{\sigma_C}{\sigma_n} + (C * \Delta P^n * \ln(\Delta P))^2 * \frac{\sigma_n}{\sigma_C} + 2 * C * \Delta P^{2n} * \ln(\Delta P) * r \right]$$

r étant le coefficient de corrélation de Pearson. Sur la base d'une trentaine de mesures une valeur de -0,5 a été retenue, C et n étant corrélés négativement.

- Sur la base d'une répartition t de 40 mesures il a été constaté que l'intervalle de confiance de 95% du débit mesuré résulte en une erreur de 3,965%.
- Le débit net s'obtient en déduisant le débit de référence du débit brut. Grâce à l'analyse d'erreurs approfondie, une erreur systématique dans le montage est exclue et une somme quadratique des erreurs peut se faire.

L'erreur totale sur les valeurs mesurées à des pressions de 50 – 100 – 150 - ... - 600 Pa est dès lors composée d'une erreur relative de 3,965% par point de mesure et de l'erreur propagée lors du traçage de la courbe à travers les 8 points de mesures.

Le débit total de fuite  $Q_{tot}$  est composé du débit de fuite provenant du raccord de la fenêtre au châssis et du débit de fuite provenant des raccords entre le montage même et le mur d'essai.

$$Q_{tot} = Q_{raccord\ fen\hat{e}tre} + Q_{montage}$$

Ce dernier débit a été déterminé à l'aide d'une mesure de référence dans lequel l'embrasure a été recouverte d'un panneau étanche à l'air. Cette mesure de référence a été effectuée tant en surpression qu'en dépression et a été déduite du débit de fuite mesuré lors du test d'étanchéité à l'air  $Q_{tot}$ , ce qui donne comme résultat le débit net du raccord de la fenêtre au châssis.

## 1.2.2 Evaluation de la durabilité

Il n'existe actuellement aucune méthode de test normalisée, européenne ni nationale, pour évaluer la durabilité de l'étanchéité à l'air de raccords au châssis. Une étude prénormative en cours au CSTC et à l'Université de Gand examine néanmoins comment élaborer une telle séquence de tests. Le seul document sectoriel entrant en ligne de compte en Europe est la directive ift MO-01/1:2007 de l'*Institut für Fenstertechnik* à Rosenheim (Allemagne). Dans cette séquence de tests, un raccord au châssis est soumis à une charge climatique, à une séquence d'ouverture et de fermeture de fenêtre à répétition et à des charges de rafale. Sur la base d'analyses supplémentaires le vieillissement par charges de rafale semblerait avoir l'impact le plus important. Par conséquent, la séquence de tests s'y limite dès lors. Lors des tests de la membrane TWINFLEX® SI, seule cette séquence a dès lors été imposée au montage d'essai.

Afin de simuler l'effet de rafales de vent, 200 séquences de pression d'une amplitude de +1000 et -1000 Pa ont été exercées, conformément aux rafales de vent prescrites par la norme NBN EN 12211 pour la menuiserie extérieure.

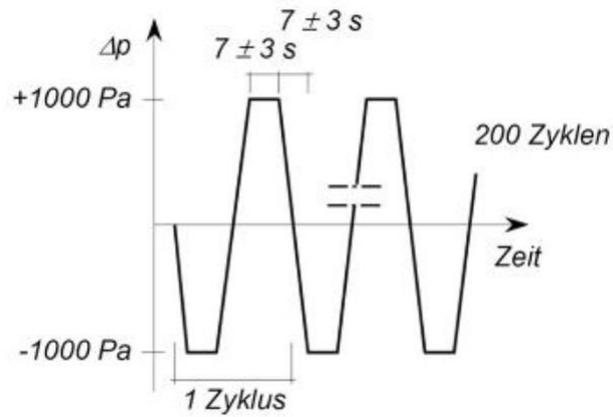


Figure 3: Séquences de pression lors de vieillissement par rafales de vent [MO-01/1]

### 1.2.3 Contrôle de l'étanchéité à l'air

Après avoir subi 200 séquences de pression à  $+1000$  et  $-1000 \text{ Pa}$ , l'étanchéité à l'air du montage d'essai est calculée à nouveau selon la norme belge EN 12114 : 2000 comme décrite sous le paragraphe 1.2.1.

## 2. Résultats

---

### 2.1 Etanchéité à l'air

Les débits nets suivants ont été calculés pour le raccord au châssis par la membrane TWINFLEX® SI:

Débit de fuite en surpression								
<b>p [Pa]</b>	50	100	150	200	250	300	450	600
<b>V [m³/h]</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	-0,01
<b>E.A. [m³/h]</b>	0,06	0,11	0,16	0,20	0,25	0,30	0,43	0,56

Débit de fuite en dépression						
<b>p [Pa]</b>	50	100	150	200	250	300
<b>V [m³/h]</b>	0,02	0,01	-0,01	-0,04	-0,07	-0,10
<b>E.A. [m³/h]</b>	0,16	0,33	0,51	0,70	0,89	1,08

Le débit de fuite par mètre courant a ensuite été calculé en divisant les valeurs indiquées plus haut par la circonférence de la fenêtre, à savoir 3,14 m.

En moyenne, pour une différence de pression de 50 Pa et un intervalle d'incertitude de 95% il s'agit du débit de fuite suivant:

$$V_{50} = 0,0044 \pm 0,0349 \text{ m}^3/\text{h.m}$$

### 2.2 Contrôle de l'étanchéité à l'air

Les débits nets suivants ont été mesurés pour le raccord au châssis après vieillissement artificiel:

Débit de fuite en surpression								
<b>p [Pa]</b>	50	100	150	200	250	300	450	600
<b>V [m³/h]</b>	0,02	0,01	0,00	-0,01	-0,03	-0,04	-0,08	-0,12
<b>E.A. [m³/h]</b>	0,12	0,20	0,28	0,35	0,42	0,48	0,66	0,84

Débit de fuite en dépression						
<b>p [Pa]</b>	50	100	150	200	250	300
<b>V [m³/h]</b>	0,02	0,00	-0,04	-0,07	-0,12	-0,16
<b>E.A. [m³/h]</b>	0,08	0,17	0,25	0,33	0,42	0,50

Le débit de fuite par mètre courant a ensuite été calculé en divisant les valeurs indiquées plus haut par la circonférence de la fenêtre, à savoir 3,14 m.

En moyenne, pour une différence de pression de 50 Pa et un intervalle d'incertitude de 95% il s'agit du débit de fuite suivant:

$$V_{50} = 0,0051 \pm 0,0324 \text{ m}^3/\text{h.m}$$

### 3. Conclusion

---

La durabilité de l'étanchéité à l'air d'un raccord au châssis par la membrane TWINFLEX® SI a été testée conformément à la norme NBN EN 12114:2000 et à une séquence de tests de vieillissement artificiel reprise de la directive ift *RICHTLINIE* MO01/1. Ce vieillissement consiste à exercer 200 cycles de pression, chaque cycle comprenant une pulsion de pression positive de +1000 Pa et une pulsation négative de -1000 Pa. L'étanchéité à l'air du raccord au châssis a été testée à nouveau après vieillissement.

Avant vieillissement artificiel le débit de fuite du raccord au châssis s'élevait à  $0,0044 \pm 0,0349$  m<sup>3</sup>/h.m pour une différence de pression de 50 Pa.

Après vieillissement artificiel le débit de fuite du raccord au châssis s'élevait à  $0,0051 \pm 0,0324$  m<sup>3</sup>/h.m pour une différence de pression de 50 Pa.

Sur la base des valeurs mesurées et d'un intervalle d'incertitude de 95% il est certain que le vieillissement artificiel n'a pas d'impact significatif sur l'étanchéité à l'air du raccord au châssis.

Dans le contexte belge, il n'existe pas de directives spécifiques pour l'étanchéité à l'air de raccord au châssis. La valeur mesurée peut néanmoins être évaluée en la comparant à la norme néerlandaise NEN 2687 *Luchtdoorlatendheid van woningen – Eisen* qui spécifie trois catégories d'étanchéité à l'air: classe 1 (base), classe 2 (bien), classe 3 (très bien, maison passive). SBR, la *Stichting BouwResearch* a publié des directives concernant les fuites d'air maximales pour différents composants et interfaces de construction afin de déterminer le débit de fuite total maximal du bâtiment selon ces trois catégories. Pour les catégories 1, 2 et 3, ce débit de fuite maximal pour raccord au châssis s'élève respectivement à 0,5, 0,025 et 0,005 dm<sup>3</sup>/(s.m.ΔP<sup>n</sup>) ou un débit de fuite équivalent pour chaque catégorie à 2,076, 1,038 et 0,21 m<sup>3</sup>/h.m pour une différence de pression de 50 Pa avec  $n = 0,625$ .

Si le débit de fuite d'air provenant des raccords au châssis d'une habitation se limite à 10% du débit de fuite d'air total, Van Den Bossche<sup>1</sup> a calculé que, pour une habitation individuelle moyenne belge, le débit de fuite provenant des raccords au châssis doit être limité à 3,3 m<sup>3</sup>/h.m pour une différence de pression de 50 Pa. Pour les maisons passives cette valeur maximale est diminuée à 0,33 m<sup>3</sup>/h.m pour une différence de pression de 50 Pa.

Selon SBR et selon Van Den Bossche, la valeur mesurée avant et après le vieillissement artificiel se trouve bien en dessous de la valeur maximale prise en considération pour répondre au niveau d'étanchéité à l'air d'une maison passive ( $n_{50} = 0,6$  h<sup>-1</sup>).

Dra. Ir. Arch. Stéphanie Van Linden

Collaborateur Université de Gand

Prof. Nathan Van Den Bossche

Directeur Centre de Test pour Eléments de  
Façade

Professeur Technologie du Bâtiment

---

<sup>1</sup> Van Den Bossche N. et al., Airtightness of the window-wall interface in cavity brick walls, 2011, Energy and Buildings 45