



L'isolation par l'intérieur : performances et risque

Filip DESCAMPS

Daidalos Peutz bureau d'études en physique du bâtiment, Louvain

daidalos peutz



PRÉSENTATION DE L'ORATEUR

Filip Descamps a été chargé de cours sur l'énergie dans les bâtiments jusqu'à l'année académique 2021-2022 (VUB). Dans ses recherches, il a simulé l'optimisation des systèmes de chauffage et de ventilation.

Filip Descamps est associé au sein du bureau de conseil Daidalos Peutz. Il est ingénieur consultant (physique du bâtiment, utilisation rationnelle de l'énergie, lumière du jour et durabilité),

Isolation intérieure : performances et risques

Filip Descamps, bureau d'études en physique du bâtiment Daidalos Peutz

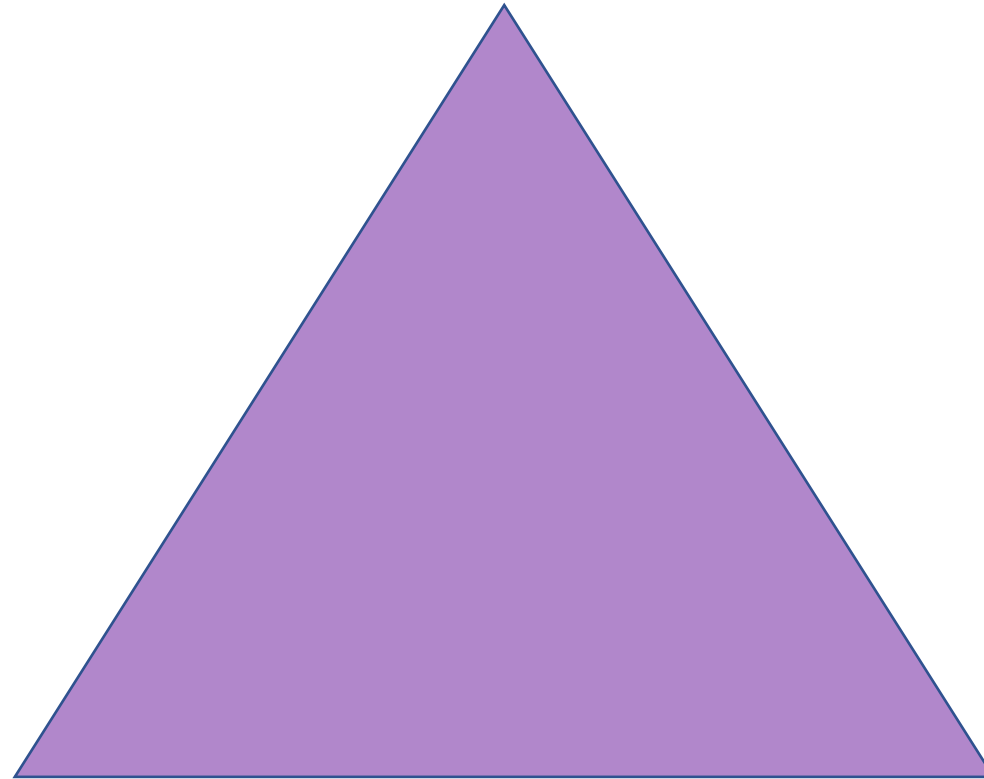
environnement.brussels Séminaire Bâtiment Durable, 7 février 2025, Bruxelles

Pathologies du bâtiment : du diagnostic aux solutions



Monastère thérésien, Gand (architectes Coussée-Goris-Huyghe)

propriétés **hygriques** :
hétérogènes



propriétés de résistance :
antécédents (gel)

**exposition à la pluie
(battante) :**
contexte et détails



pathologie

pathologie



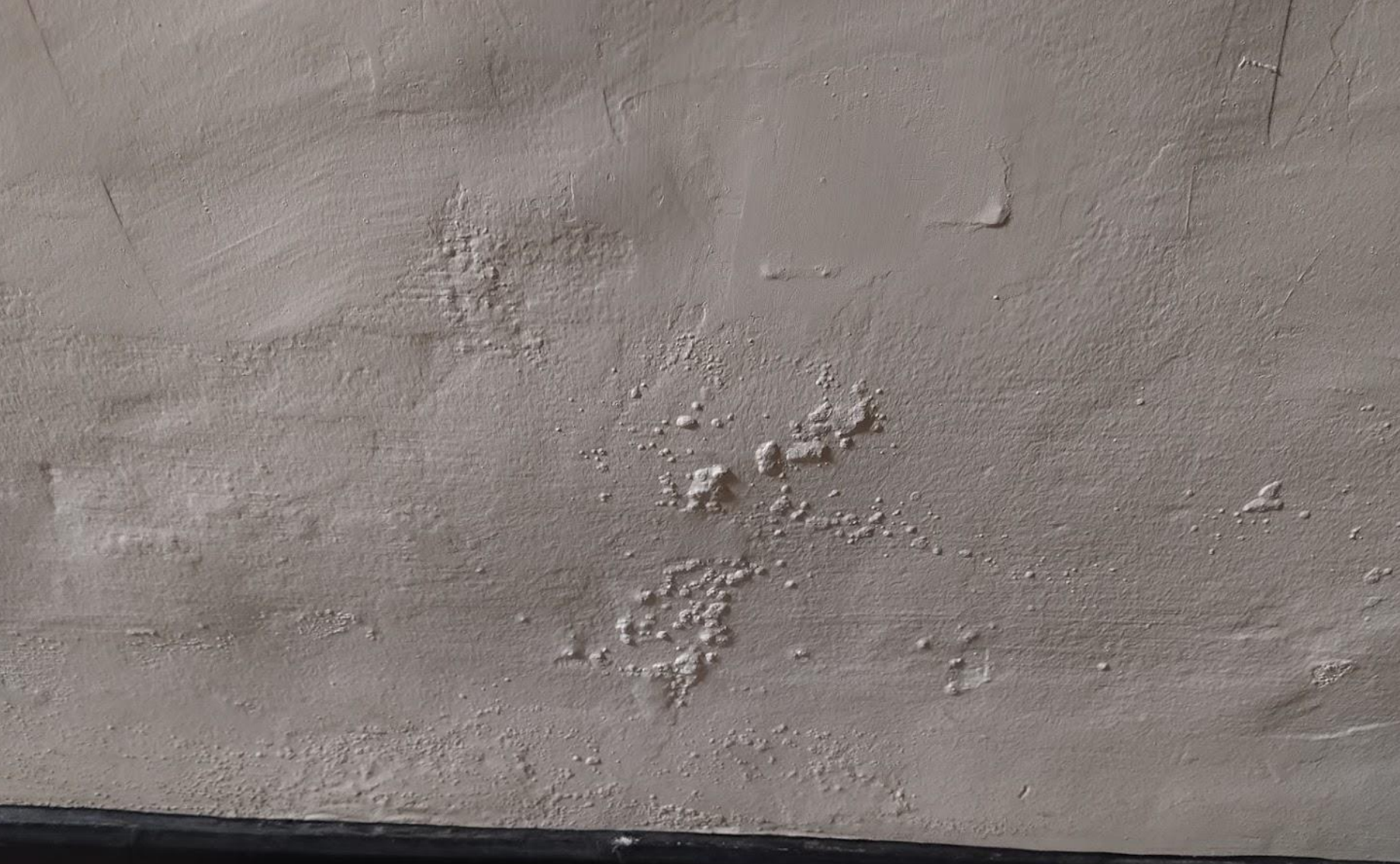
Château de Hex, Heks





Couvent de béguinage, Anvers

pathologie



Abbaye Sainte-Godelieve, Bruges (B-juxta)

pathologie



Abbaye Sainte-Godelieve, Bruges (B-juxta)



Minnewater, Bruges (Origin)



Abbaye Sainte-Godelieve, Bruges (B-juxta)

détail

A photograph of a multi-story red brick building, identified as the Eglise des Pères in Roeselare. The building features several arched windows with white frames and dark lintels. A prominent vertical brick chimney is visible on the left side of the facade. The brickwork is a mix of standard and decorative patterns, including a diamond pattern on the upper left. A grey downspout runs vertically along the left side of the building. The sky is visible at the top, and some thin wires are visible in the lower right foreground.

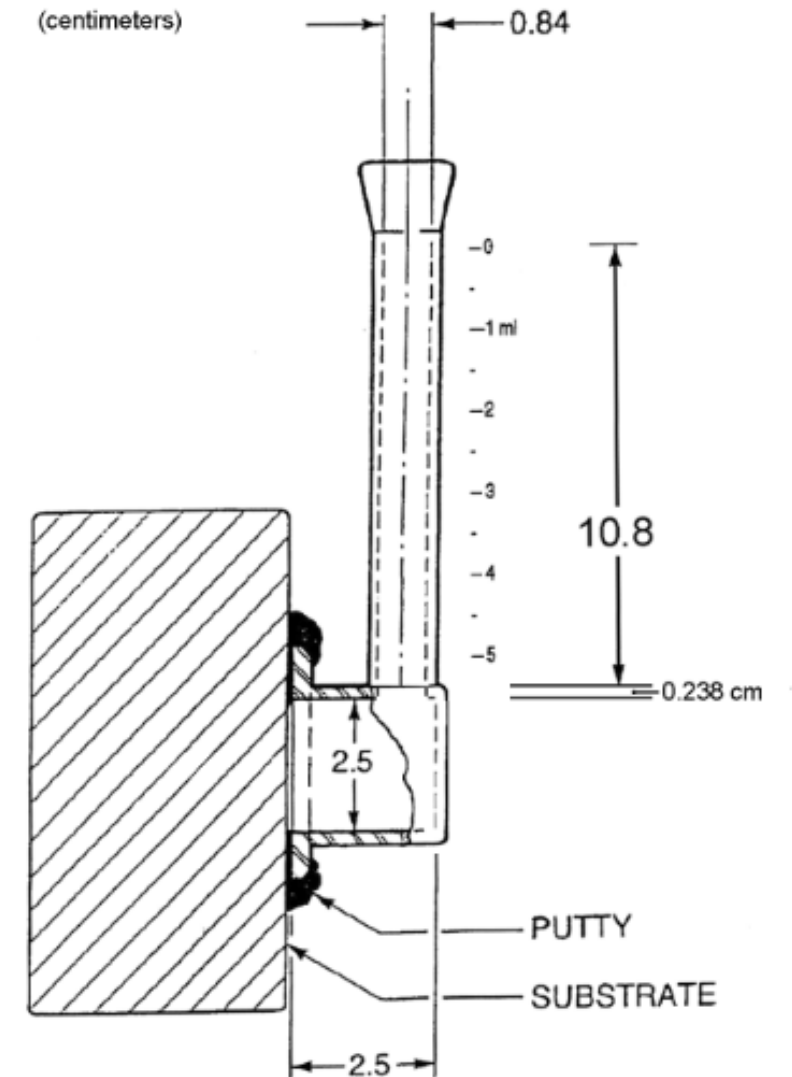
Eglise des Pères, Roeselare (bow architecten)





Rilem Test Method No. 11.4
Vertical Application

(centimeters)



Rilem Method - Revised - 2

Eglise des Pères, Roeselare (bow architecten)



Eglise des Pères, Roeselare (bow architecten)

densité 1500 - 2050 kg/m³

porosité ouverte totale 0,23 - 0,43 m³ /m³

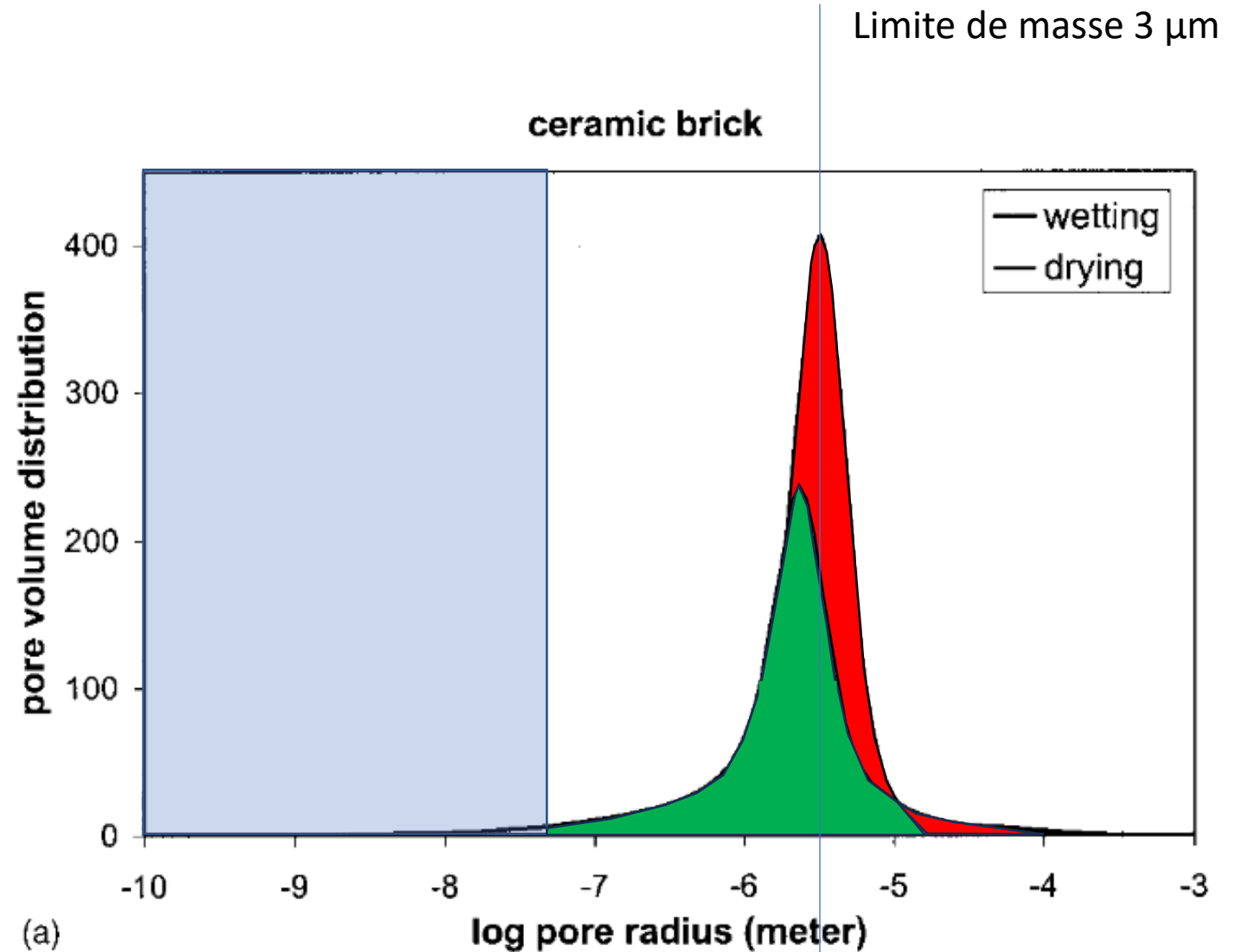
porosité remplie d'eau à teneur en humidité capillaire 0,15 - 0,30 m³ /m³

porosité remplie d'eau à teneur en humidité capillaire / porosité ouverte totale (-)
0.60 - 0.80

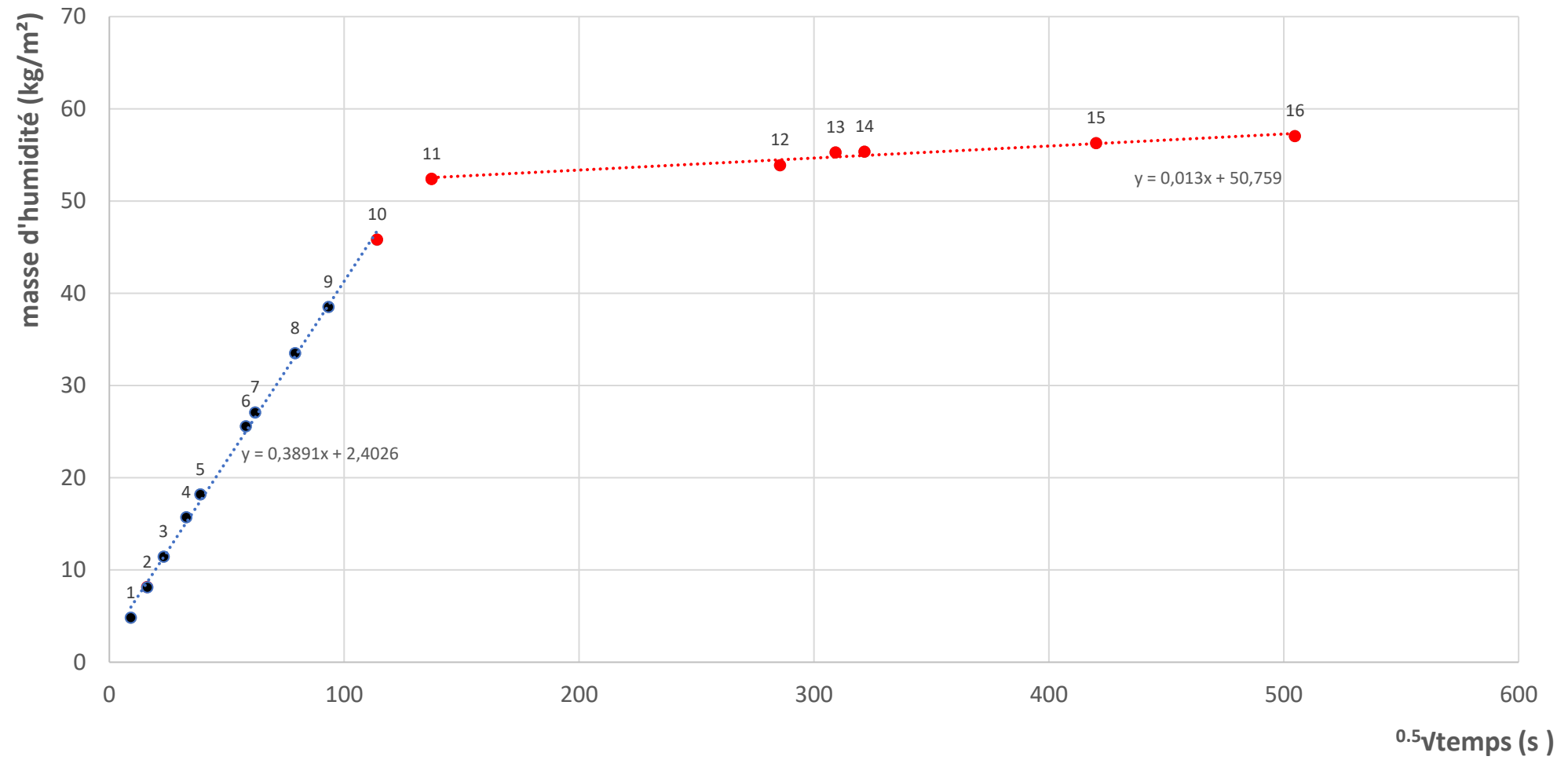
coefficient d'absorption d'eau
0,15 - 1,5 kg/m² s^{0.5}

Determination of the Moisture Capacity
of Porous Building Materials

JAN CARMELIET^{*,†} AND STAF ROELS



Absorption capillaire



Détermination de la résistance au gel de la brique

1. Valeur GC (NBN B 23-010) $GC = -14,53 - 3,09 \alpha + 0,203 w_{cap} / w_{max}$ avec $\alpha \sim A$ (coefficient d'absorption d'eau)

GC < -2,5 très résistant au gel -2,5 < GC < -0,85 résistant au gel

2. Masse = $3.2 * w_{max} / 10 + 2.4 * (w_{max} - w_{cap}) / 10$ crit : < 70

3. Essai de congélation directe NBN B 27-009

Étape 3 : simulation numérique ?

– Interior insulation according to WTA II: Evaluation of internal insulation systems with numerical design methods

Pour les propriétés des briques, un matériau aux propriétés similaires appartenant au même groupe de matériaux de construction peut être sélectionné. Cet ensemble de données sur les matériaux est utilisé pour effectuer une analyse des variantes en ce qui concerne les paramètres incertains. S'il s'avère que la structure globale réagit de manière sensible à un paramètre, une analyse hygrothermique détaillée des matériaux doit être effectuée. Cependant, cela n'est pas réalisable à l'échelle du projet.

WTA Merkblatt 6-4 (2009) – Inside insulation
according to WTA I: Planning guide

WTA Merkblatt E-6-5 (2012) – Interior insulation
according to WTA II: Evaluation of internal insulation
systems with numerical design methods.

Während der bestehende Schlagregenschutz durch eine Innendämmung nicht verändert wird, ändern sich die Anforderungen an schlagregenbeanspruchte Oberflächen, da das geringere Trocknungspotential der gedämmten und damit kälteren Wand ggf. durch eine geringere Schlagregenaufnahme kompensiert werden muss. Bei der Einhaltung der folgenden Anforderung an die beanspruchte Oberfläche der Fassade ist für innen gedämmte Bauteile in der Regel ein ausreichender Schlagregenschutz sichergestellt:

$$w \cdot s_d \leq 0,1 \text{ kg}/(\text{m}\sqrt{\text{h}})$$

$$\text{mit } w \leq 0,2 \text{ kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}}) \quad \text{und} \quad s_d \leq 1,0 \text{ m}$$

La couche hydrofuge (enduit, badigeon, etc.) est conforme à EN 1062-1: Paints and varnishes – Coating Materials and coating systems for exterior masonry and concrete – Part 1: Classification):

- Classes for water vapour transmission rate $\leq V_1$ volgens EN ISO 7783-2: high water vapour transmission rate, dampdiffusiedikte < 0.14 m (V_0 en V_1 zijn aanvaardbaar, V_2 en V_3 niet)
- Classes for liquid water permeability: $\geq W_3$ volgens EN 1062-3: low water permeability (≤ 0.1 kg/(m² h^{0.5})) (W_3 ok, W_0 t.e.m. W_2 niet ok)
- Classes for crack-bridging volgens EN 1062-7 methode A: een belangrijke eigenschap maar niet terug te vinden in bestaande technische fiches.

Water vapour transmission rate shall be determined in accordance with EN ISO 7783-2.

Table 4 — Classes for water vapour transmission rate (V)

Class		Requirement	
		g/(m ² · d)	m ^a
V_0		No requirement	
V_1	High	> 150	$< 0,14$
V_2	Medium	≤ 150 > 15	$\geq 0,14$ $< 1,4$
V_3	Low	≤ 15	$\geq 1,4$

^a Values in diffusion equivalent air thickness (s_d) in accordance with EN ISO 7783-2

NOTE This property is used to assess the influence of the coating system on the humidity behaviour of the substrate.

Liquid water permeability shall be determined in accordance with EN 1062-3.

Table 5 — Classes for liquid water permeability (W)

Class		Requirement kg/(m ² · h ^{0.5})
W_0		No requirement
W_1	High	$> 0,5$
W_2	Medium	$\leq 0,5$ $> 0,1$
W_3	Low	$\leq 0,1$

NOTE This property is used to assess the influence of the coating system on water penetration.



approche



approche



Étape 1 : inspection visuelle

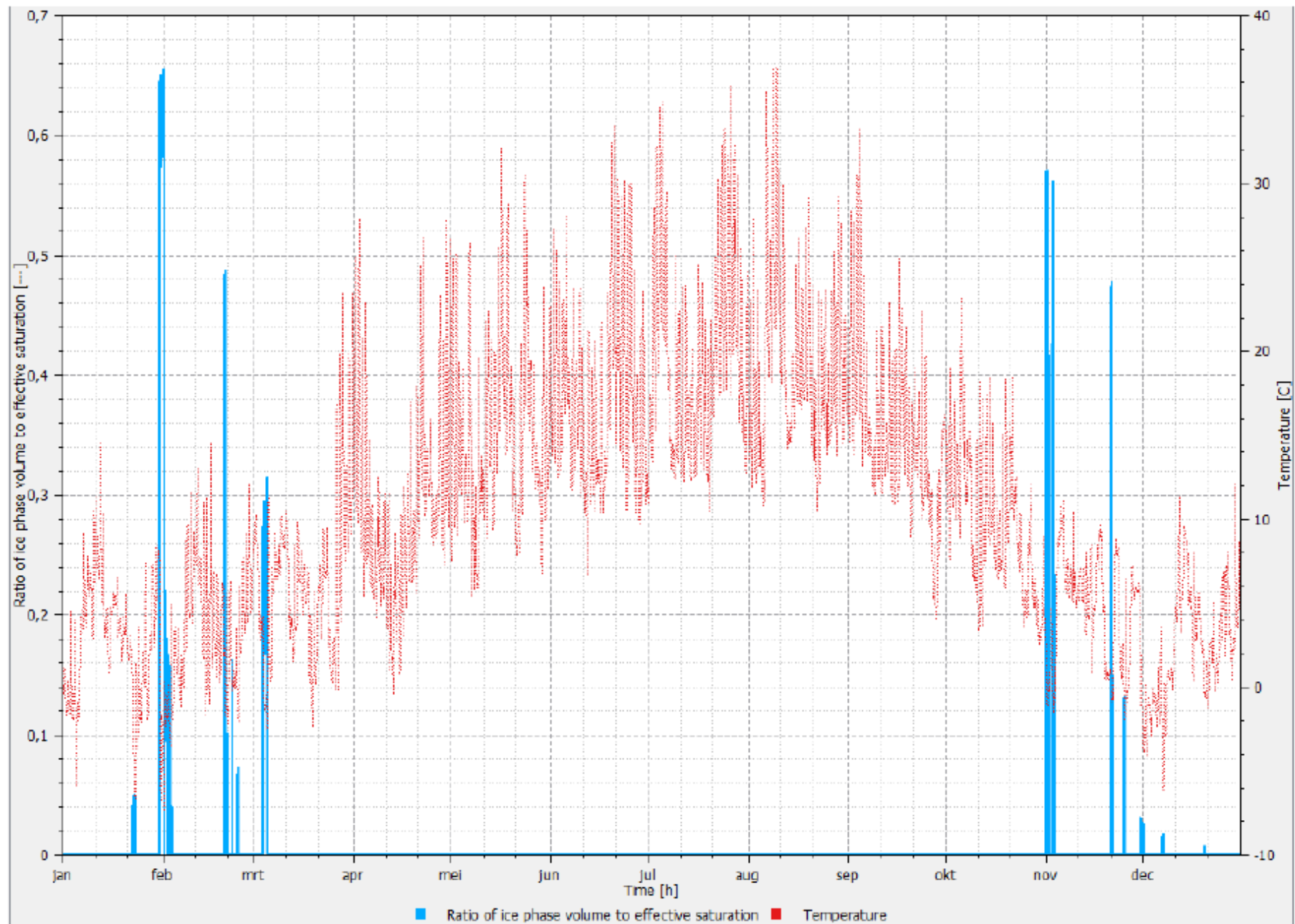
- ont-ils déjà visibles dans les zones fortement exposées à l'humidité (coins, niveau du sol, sous des gouttières inadaptées) ou, pire encore, sur toute la surface du mur ?
- Y a-t-il d'importantes macro-fissures dans les briques ou dans les joints ?
- L'hétérogénéité des propriétés des briques est-elle importante (test de Karsten) ?

Si la réponse à deux de ces trois questions est positive, alors les voyants rouges s'allument.

Étape 2 : mesures

Nous retirons plusieurs briques (généralement cinq par type de brique) afin de déterminer leur teneur en humidité capillaire et à saturation, le coefficient d'absorption d'eau et la valeur GC. La valeur GC permet de déduire une classe de résistance au gel.

L'isolation intérieure sans protection contre la pluie n'est appliquée que si la classification est **"résistant au gel"** ou **"très résistant au gel"** selon la norme **NBN B 23-002**.



Nombre de cycles gel-dégel par an pouvant entraîner des dommages : 6 fois

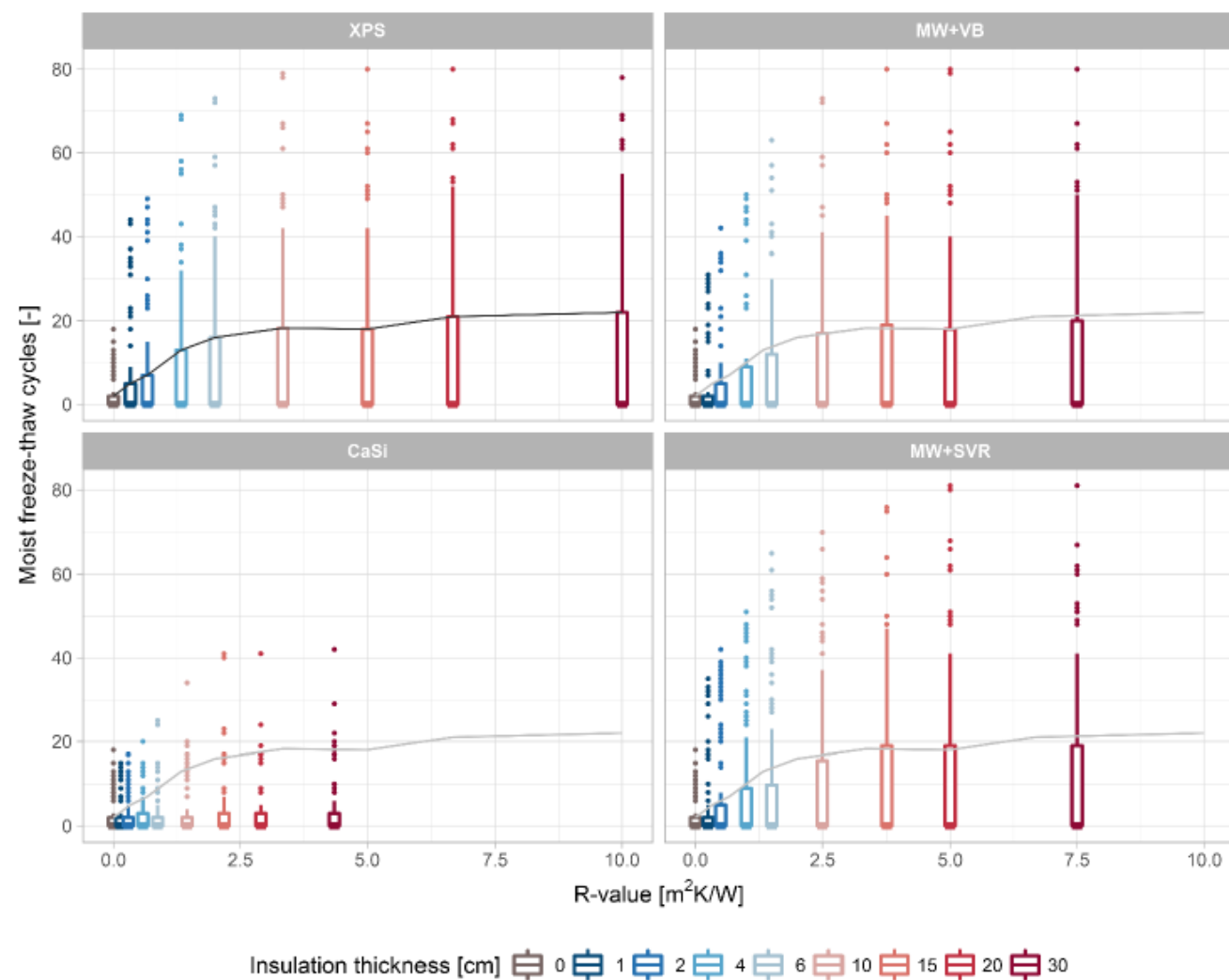
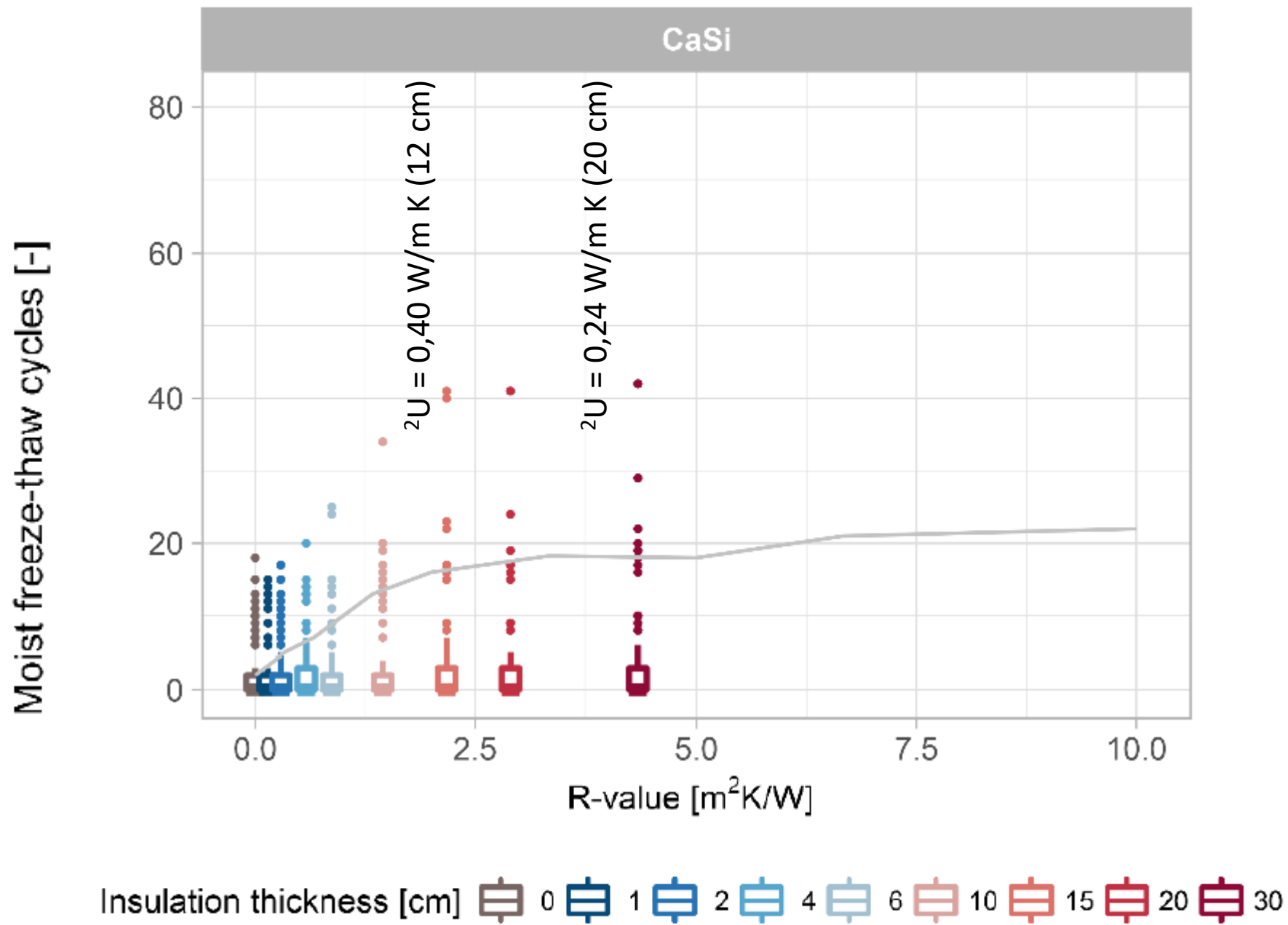


Figure 18 Boxplots du nombre de cycles gel-dégel humides ($w > 0.25 \cdot w_{\text{sat}}$) au cours de la dernière année, représentés en fonction de la résistance thermique (à sec) du système d'isolation appliqué. Le mur non isolé est systématiquement ajouté en référence en gris ($R=0 \text{ m}^2\text{K/W}$). La ligne du 75e centile pour le XPS est indiquée par la ligne noire dans la figure en haut à gauche et reprise pour comparaison sous forme de ligne gris dans les trois autres figures. Figure extraite du rapport final RiBuild [5].



Faiblesses

- Il n'est pas possible d'estimer correctement l'impact de l'hétérogénéité, car le nombre de pierres classées en fonction de la valeur GC est très limité. La méthode n'est utile que si les tests de Karsten indiquent une hétérogénéité acceptable. D'après notre expérience, plus la brique est ancienne, plus l'hétérogénéité est importante.
- La méthode est plutôt conservatrice, car elle ne prend pas en compte la possibilité que la matrice de la brique puisse supporter les contraintes de la déformation sans empêcher les fissurations. Une méthode complémentaire (applicable in situ) permettant de détecter la fissuration (historique) - comme les tests ultrason ou la détermination de la résistance à la traction - pourrait représenter une avancée significative.

Conclusion

- Les simulations dynamiques de transport d'humidité sont avant tout utiles pour l'analyse des systèmes. Dans des cas concrets, il est plus important d'optimiser la robustesse de la solution grâce à une analyse des risques.
- Limiter la charge d'humidité est une méthode sûre et historiquement largement utilisée pour réduire le risque de dommages causés par le gel. L'hydrofugation est moins robuste qu'une couche de badigeon ou d'enduit en termes de durée de vie, de résistance aux fissures et d'évaluation de la durabilité.
- Un bon drainage des eaux de pluie est essentiel.

Littérature

1. [Koolstofarm verwarmen en koelen van woningen met erfgoedwaarde. Catalogus installaties | Vlaanderen.be](#) (Vlaamse overheid, Onroerend erfgoed)
2. 2023, Martin Tempierik en Staf Roels, 'Hygrothermische modellering van baksteenmetselwerk in functie van na-isolatie van woonhuismonumenten' (WTA studiedag 24/11/2023)
3. 2015, Hartwig Kunzel, Criteria defining rain protecting external rendering systems
4. DIN 4108-3:2024-03 Thermal protection and energy economy in buildings - Part 3: Protection against moisture subject to climate conditions - Requirements, calculation methods and directions for planning and construction
5. WTA Merkblatt 6-4 (2009) – Inside insulation according to WTA I: Planning guide
6. WTA Merkblatt E-6-5 (2012) – Interior insulation according to WTA II: Evaluation of internal insulation systems with numerical design methods.
7. NBN EN EN 1062-1 : Paints and varnishes – Coating materials and coating systems for exterior masonry and concrete – Part 1: Classification
8. PhD Astrid Tijssens, 2021, Hygrothermal assessment of timber frame walls using a convolutional neural network, KUL Department of Building Physics and Sustainable Construction.
9. ISOLATION THERMIQUE PAR L'INTERIEUR DES MURS EXISTANTS EN BRIQUES PLEINES' Méthode Isolin, UCL - Architecture et Climat (2011)
10. European H2020 Ribuild project: Robust Internal Thermal Insulation of Historic Buildings. Rapporten te downloaden via www.ribuild.eu/knowledge-base/#research
11. Maage, M. (1984). Frost Resistance of Clay Bricks. Materials and Structures, 17(2), 91-96
12. NBN 27-009 Produits céramiques - Résistance au gel
13. NBN 27-010 Résistance au gel - Capacité à absorber l'eau par capillarité.

Filip DESCAMPS

Directeur

Téléphone : 016 35 32 77

Email : info@daidalospeutz.be

Daidalos Peutz bouwfysisch ingenieursbureau bv

www.daidalospeutz.be