

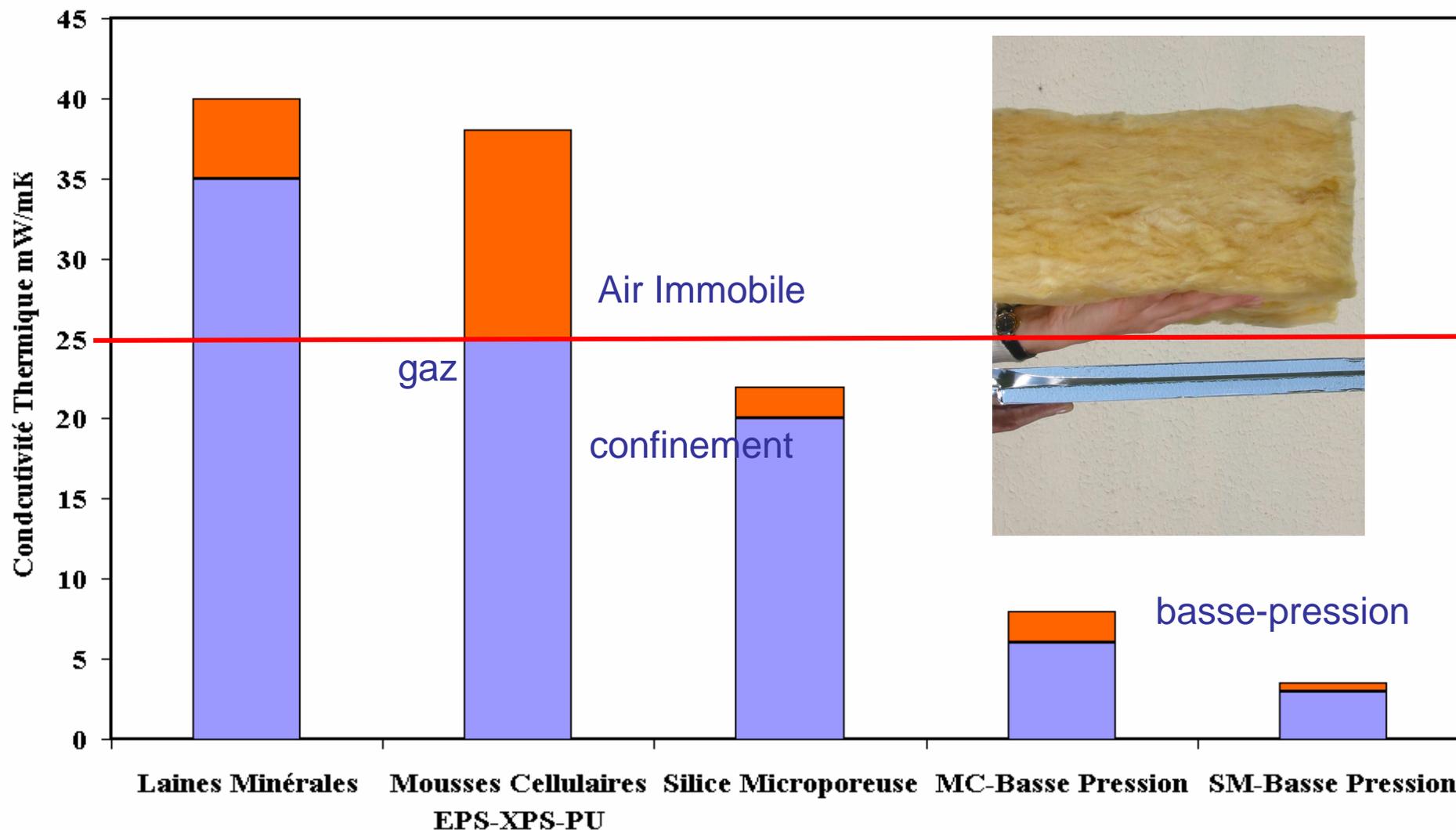
Super Isolation Méthodes et Procédures d'Evaluation, Exemples d'applications (IEA) Durabilité des PIV

**D. QUENARD (CSTB) - C. POMPEO (CSTB) - B. YRIEIX (EDF)
JC. DAROCHA (ACOME) – C. MEES (ARCELOR)**

Projets ADEME : 02-04-082 – 03-04-C0087

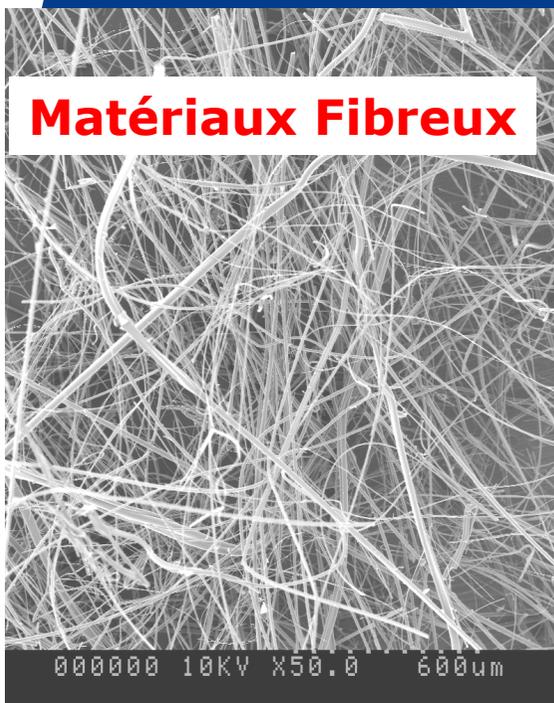
FP6 – IEA-Annexe 39

Journées PREBAT Aix les Bains – 20-21-22 mars 2007



Isolants Traditionnels Super-Isolants

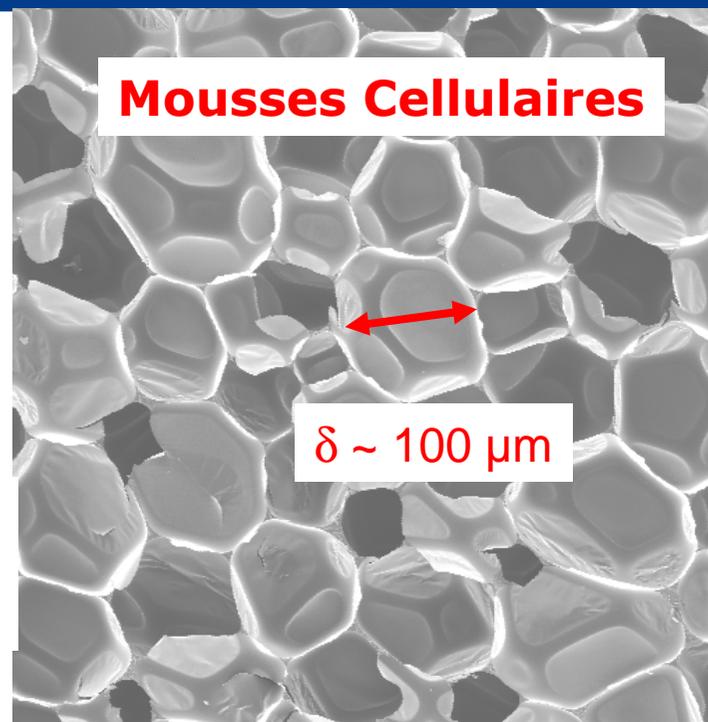
Matériaux Fibreux



$$R = \frac{e}{\lambda}$$

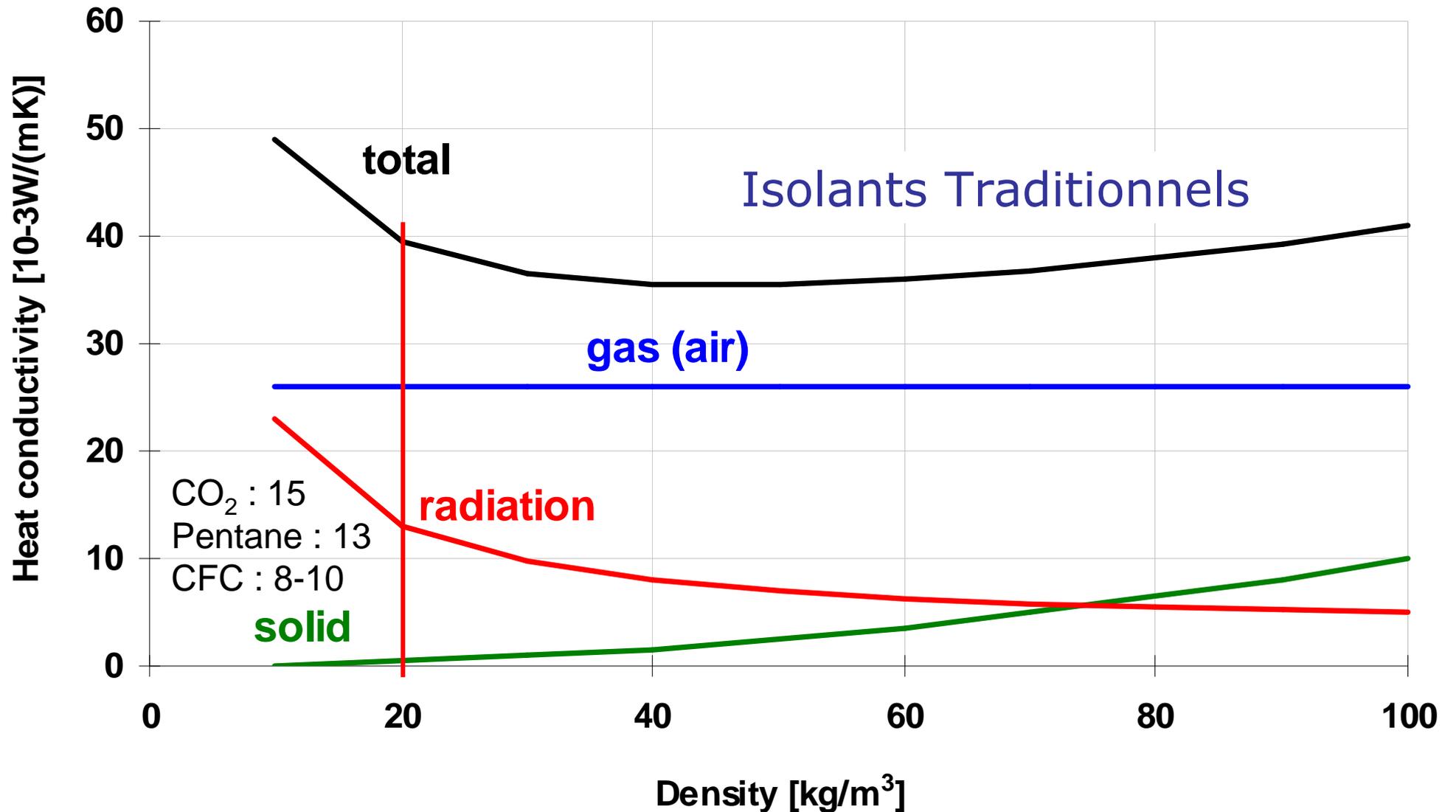
Porosité
 $\varepsilon > 95 \%$

Mousses Cellulaires



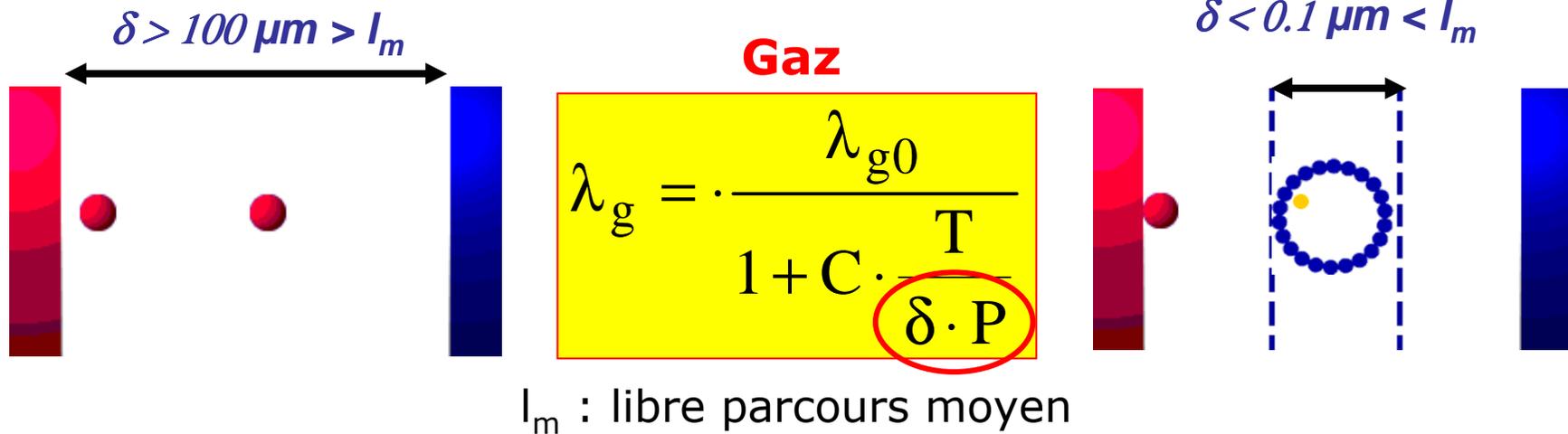
$$\lambda = \varepsilon \cdot \lambda_g + (1 - \varepsilon) \cdot \lambda_s + \lambda_r$$

g : gaz – s : solide – r : rayonnement



Conduction Gazeuse Rayonnement

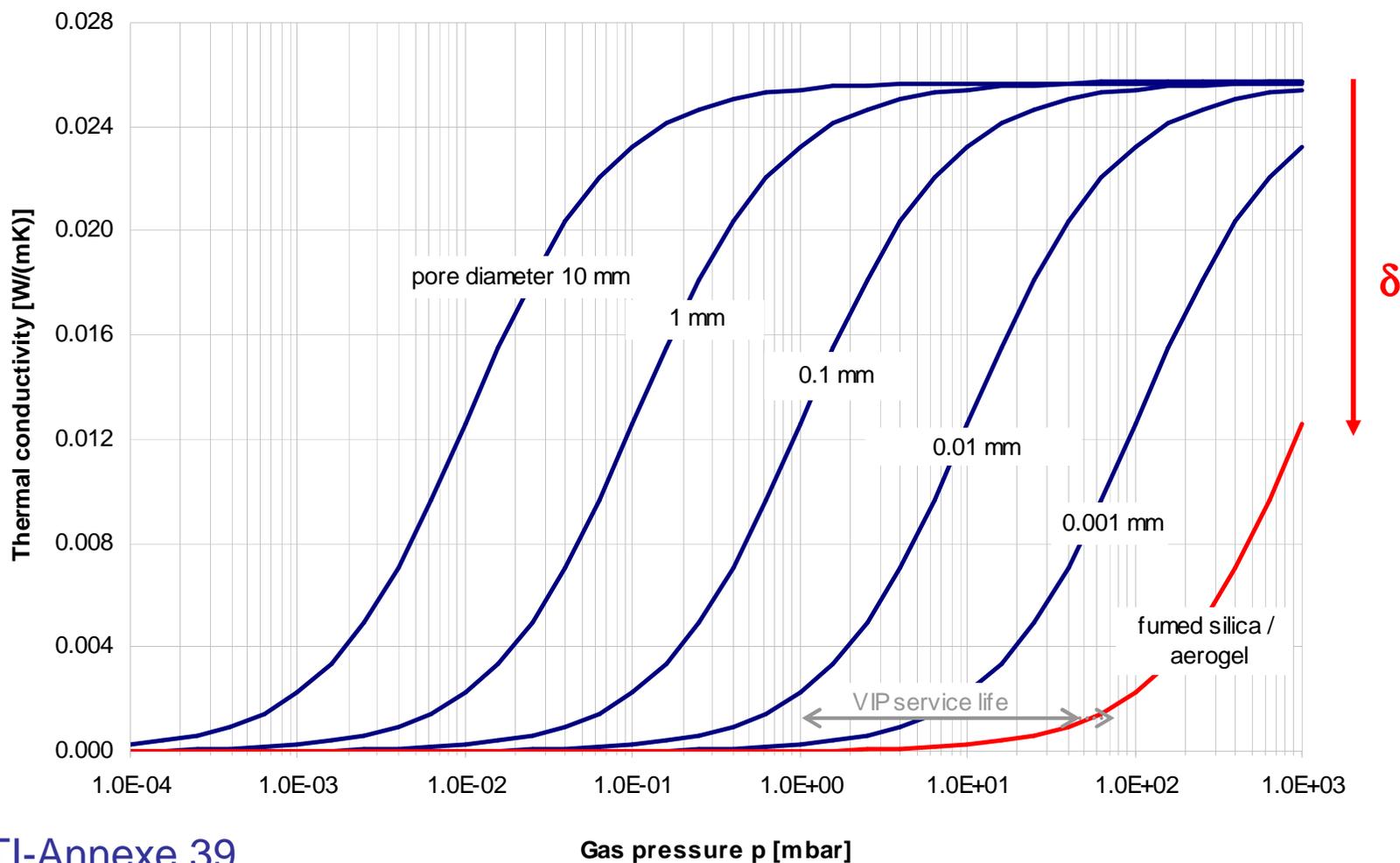
$$\lambda = (1 - \varepsilon) \cdot \lambda_s + \varepsilon \cdot \lambda_g + \lambda_r$$



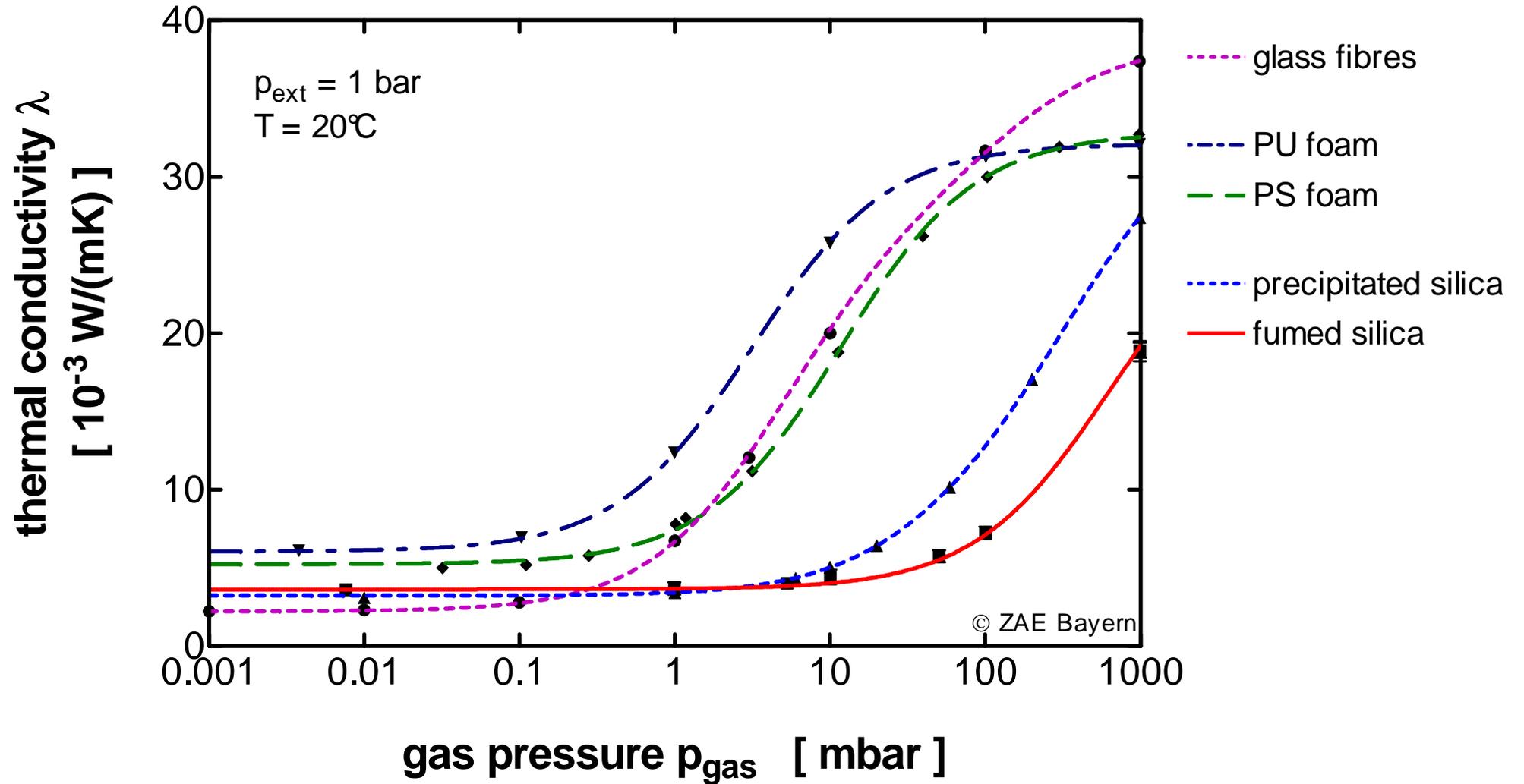
Rayonnement

$$\lambda_r = \frac{16}{3} \cdot \frac{\sigma \cdot T^3}{\rho \cdot E}$$

Thermal conductivity of air as a function of pore diameter



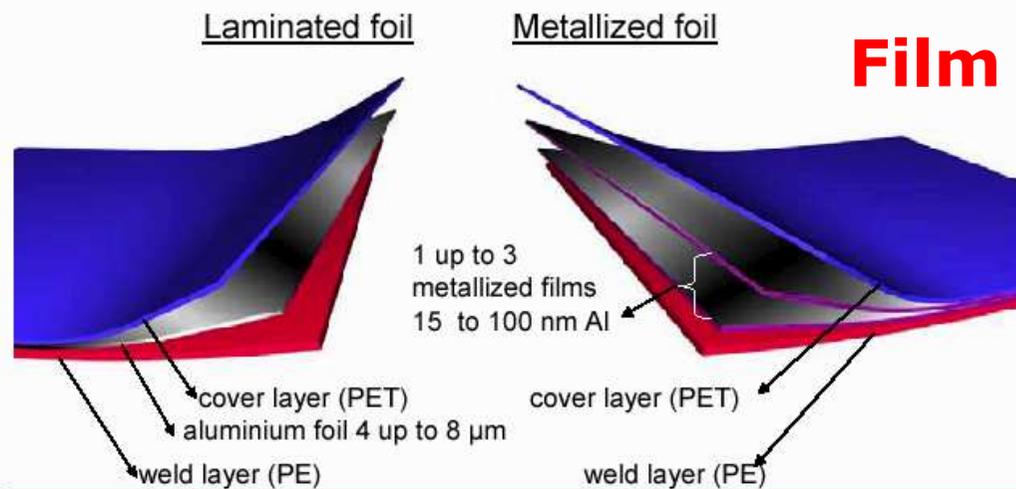
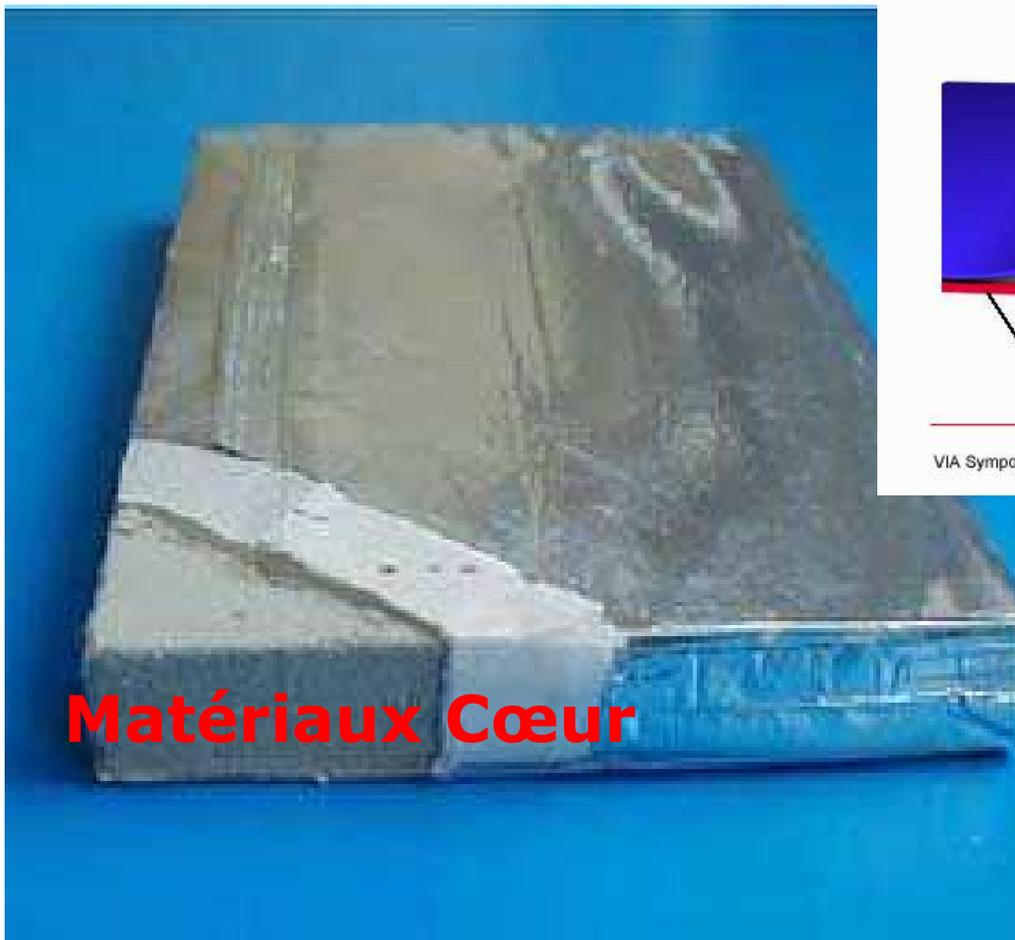
Confinement Basse-Pression



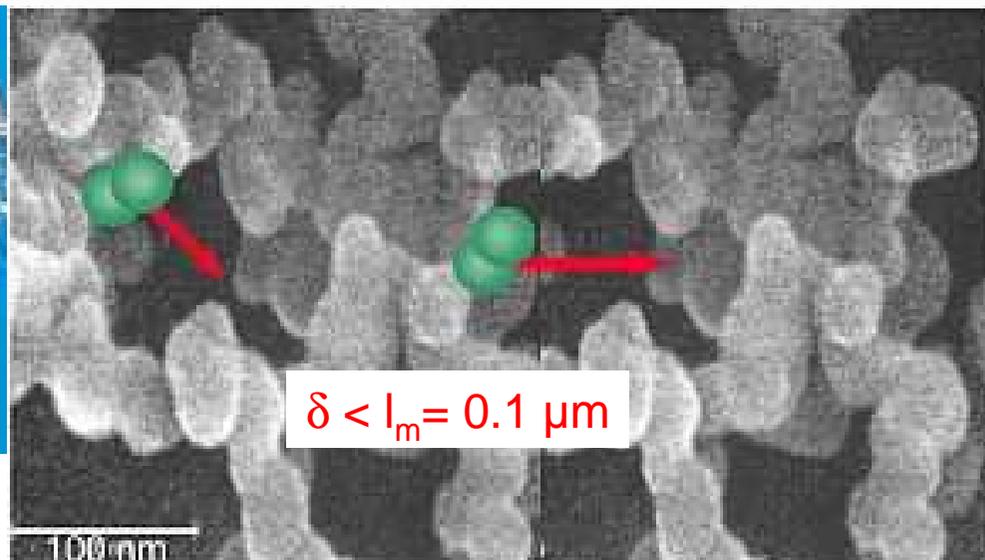
- **Conduction solide faible**
 - ✓ Porosité Elevée > 95 %
- **Conduction gazeuse faible, voire nulle (vide)**
 - ✓ CO₂, Pentane, Ar, Kr, Xe
 - ✓ Confinement ($\delta < l_m$) – Matériaux Nanoporeux
 - ✓ Basse-Pression ($P < P_{atm}$) – Film Etanche
- **Rayonnement**
 - ✓ Particules opacifiantes

Super-Isolant

Deux composants essentiels



VIA Symposium 03 / R. Bundi S. Brunner / 5./6. Jun. 03 / Slide 5



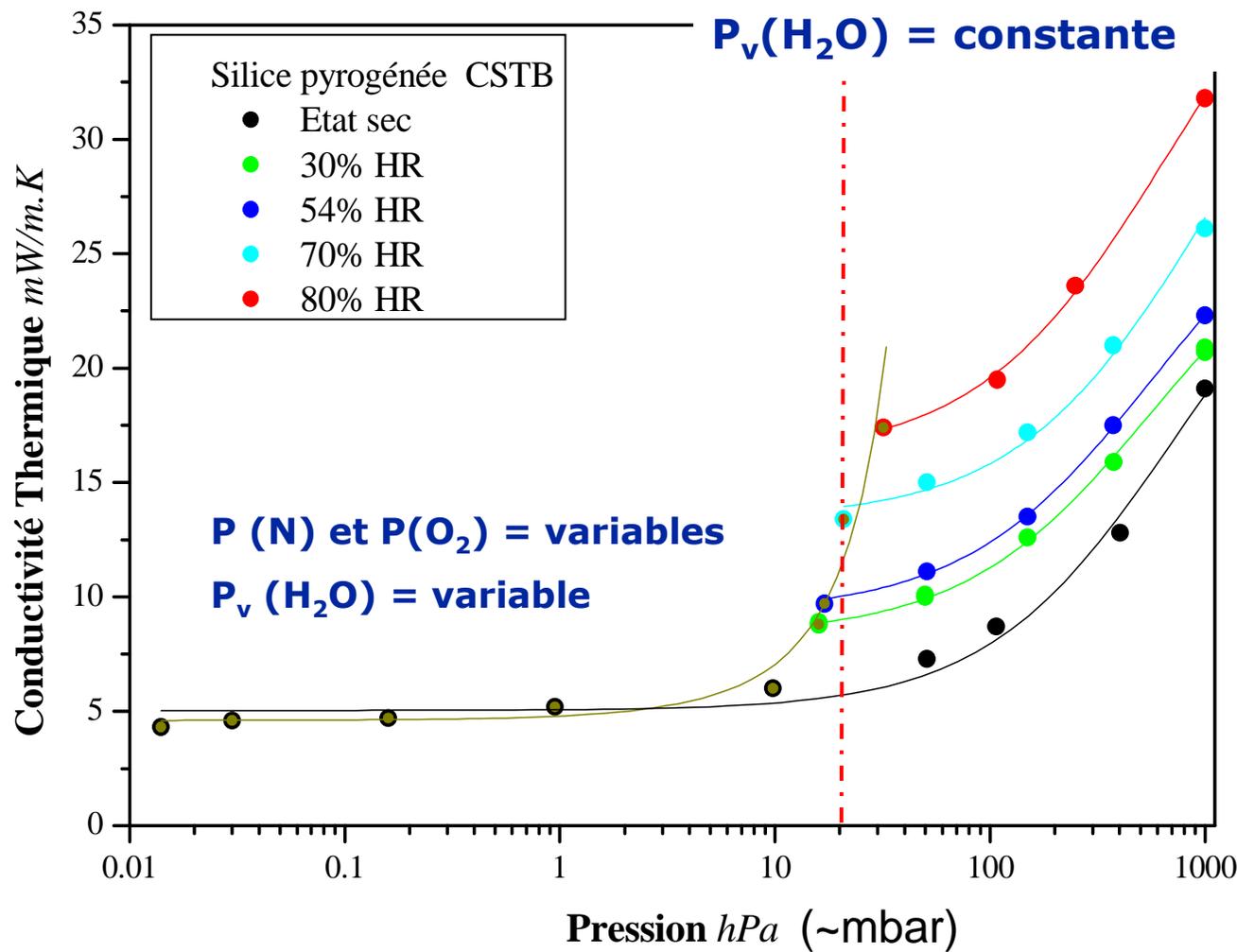
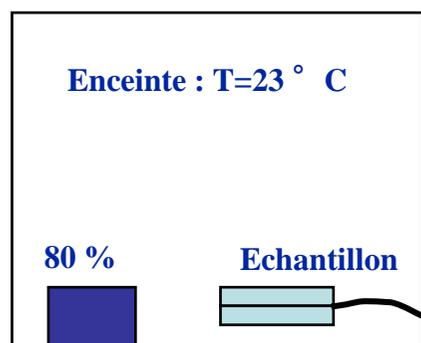
Deux ennemis : Humidité – Air

1: Matériaux coeur

$P(N)$ et $P(O_2)$ = variables

$P_v(H_2O)$ = constante

HR %	Pression de Vapeur hPa
30	8,43
54	15,17
70	19,66
80	22,47
100	28,08



Température : $23^\circ C$

Etanchéité aux gaz (N, O₂, H₂O)

Pont Thermique et Drainage Thermique

Sa nature : Laminé, Métallisé (Aluminium)

La soudure :

Les défauts : pliages

Les flux de vapeur d'eau et d'air peuvent être séparés en trois parties

$$\Phi_{\text{total}} = \Phi_{\text{Surface}} + \Phi_{\text{Défauts}} + \Phi_{\text{Soudure}}$$

Surface

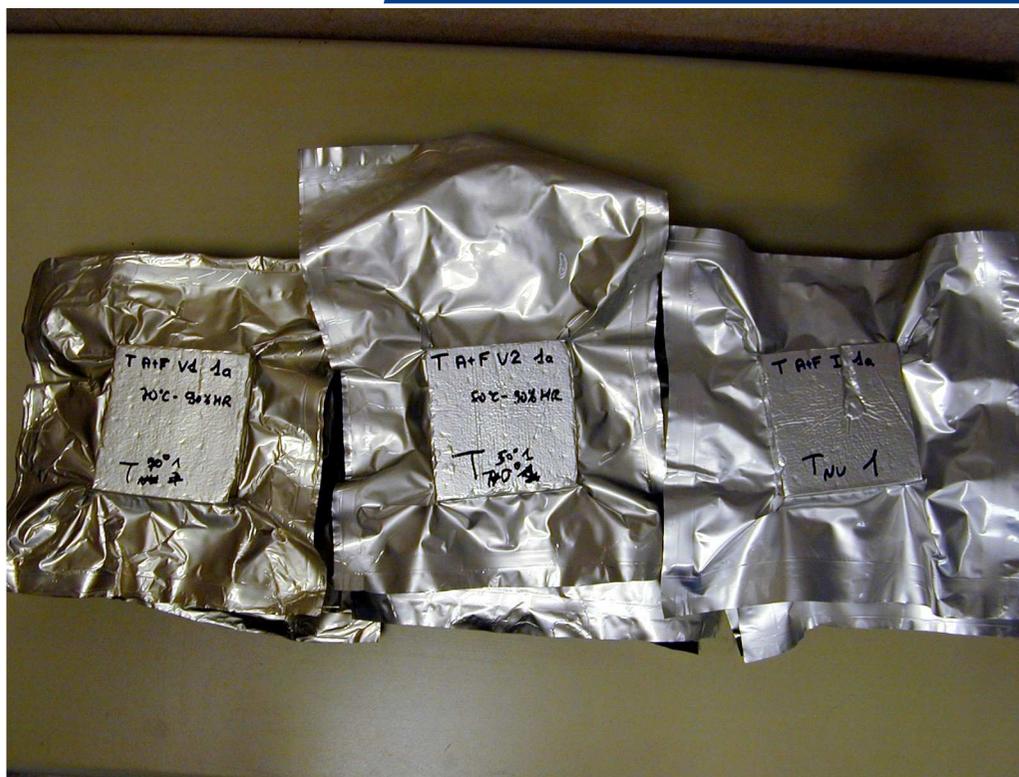
Complexe Laminé Al : < 0,01 g/jour
Complexe « Métallisé » : > 0,2 g/jour

Défauts

??

Soudure

*Valeurs numériques bibliographiques pour un panneau d'1m² à 23 ° C 50%HR, soudure PEHD 2*50µm * 5 mm*



Tailles d'Echantillon
Longueurs de Soudure
Longueurs de défaut
Variables



Importance du film Perméabilités de chaque zone

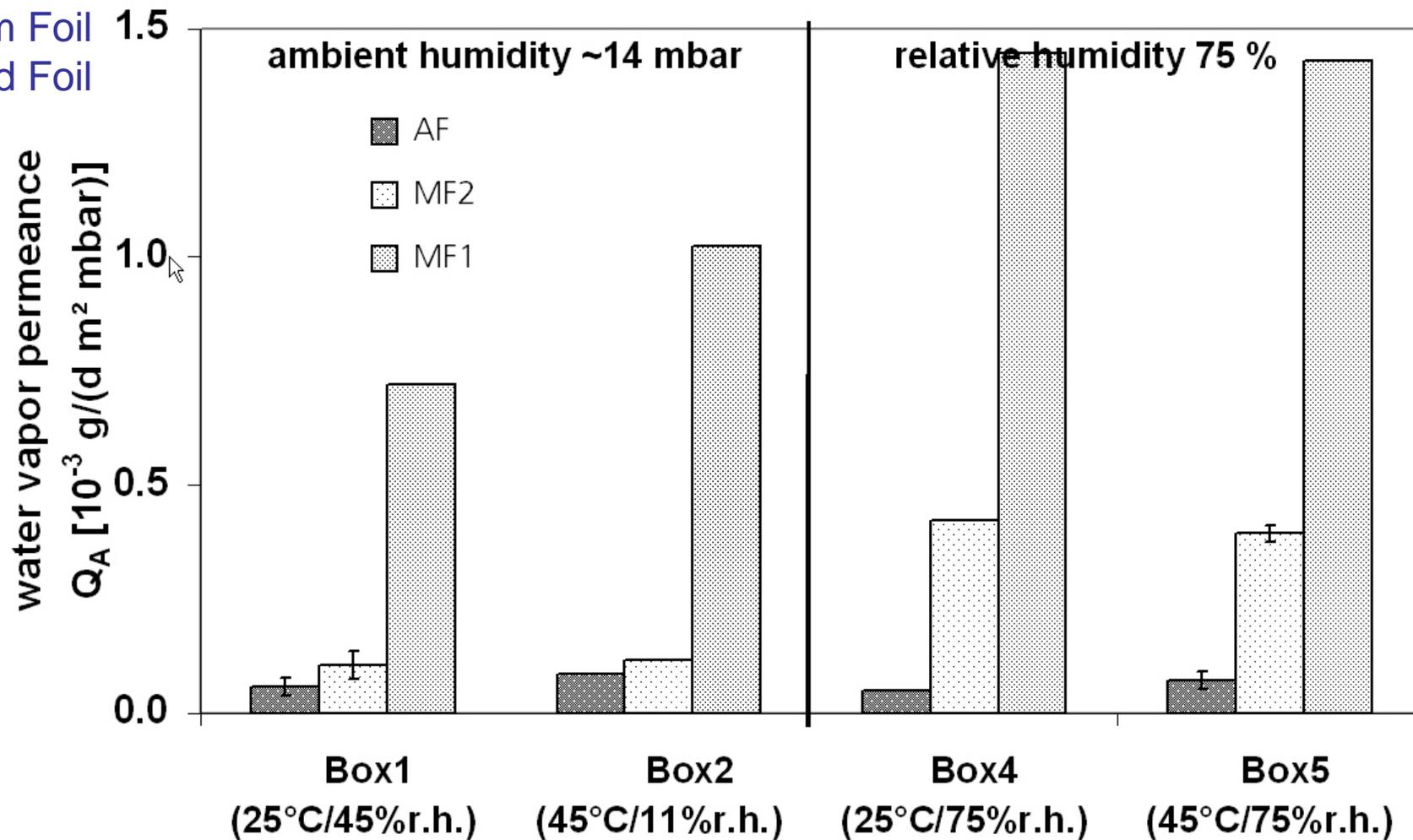
Mesures de Reprise de Poids : 50 C-90%HR

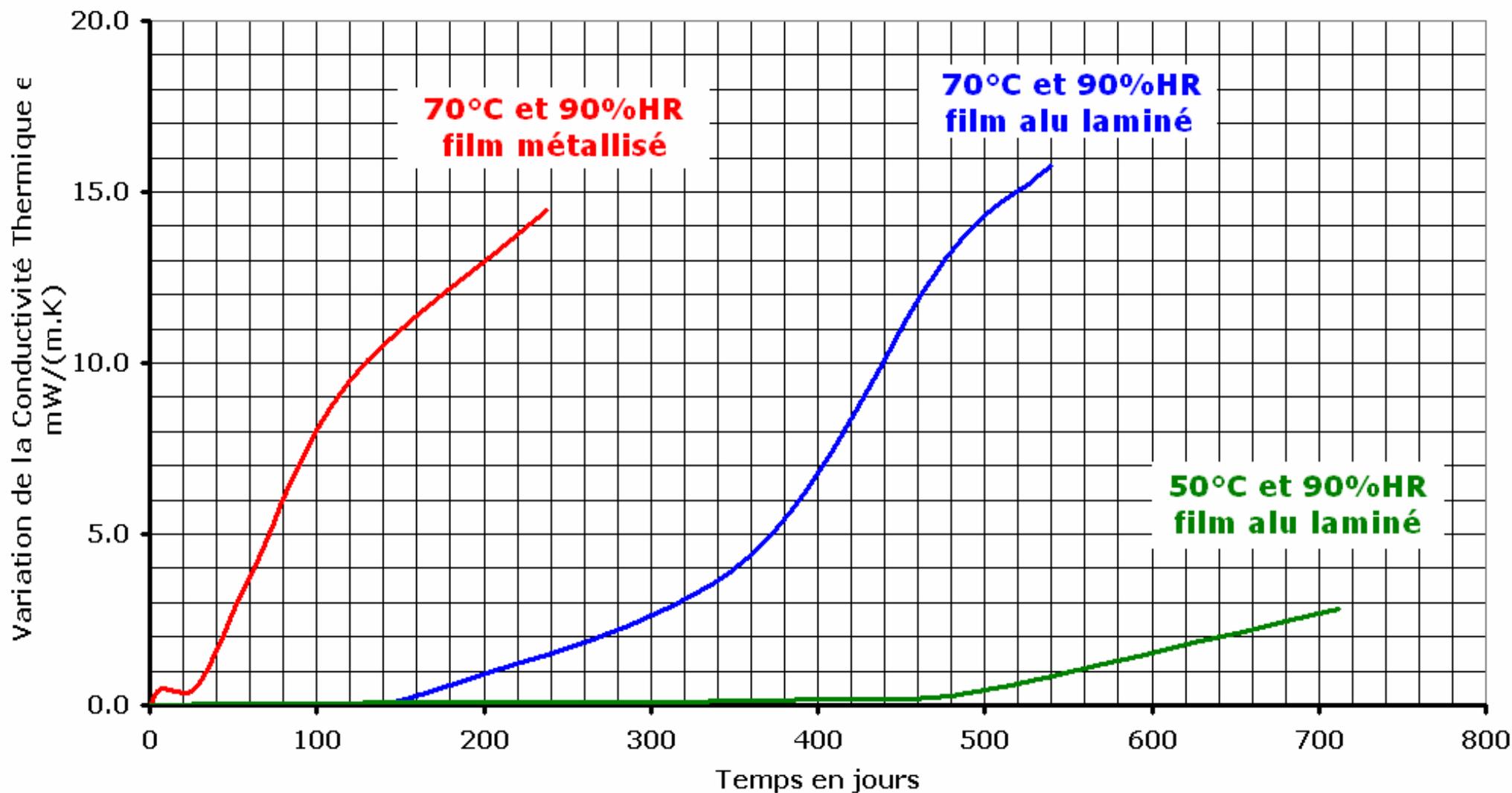
Tailles d'Echantillon – Longueurs de Soudure - Longueurs de défaut

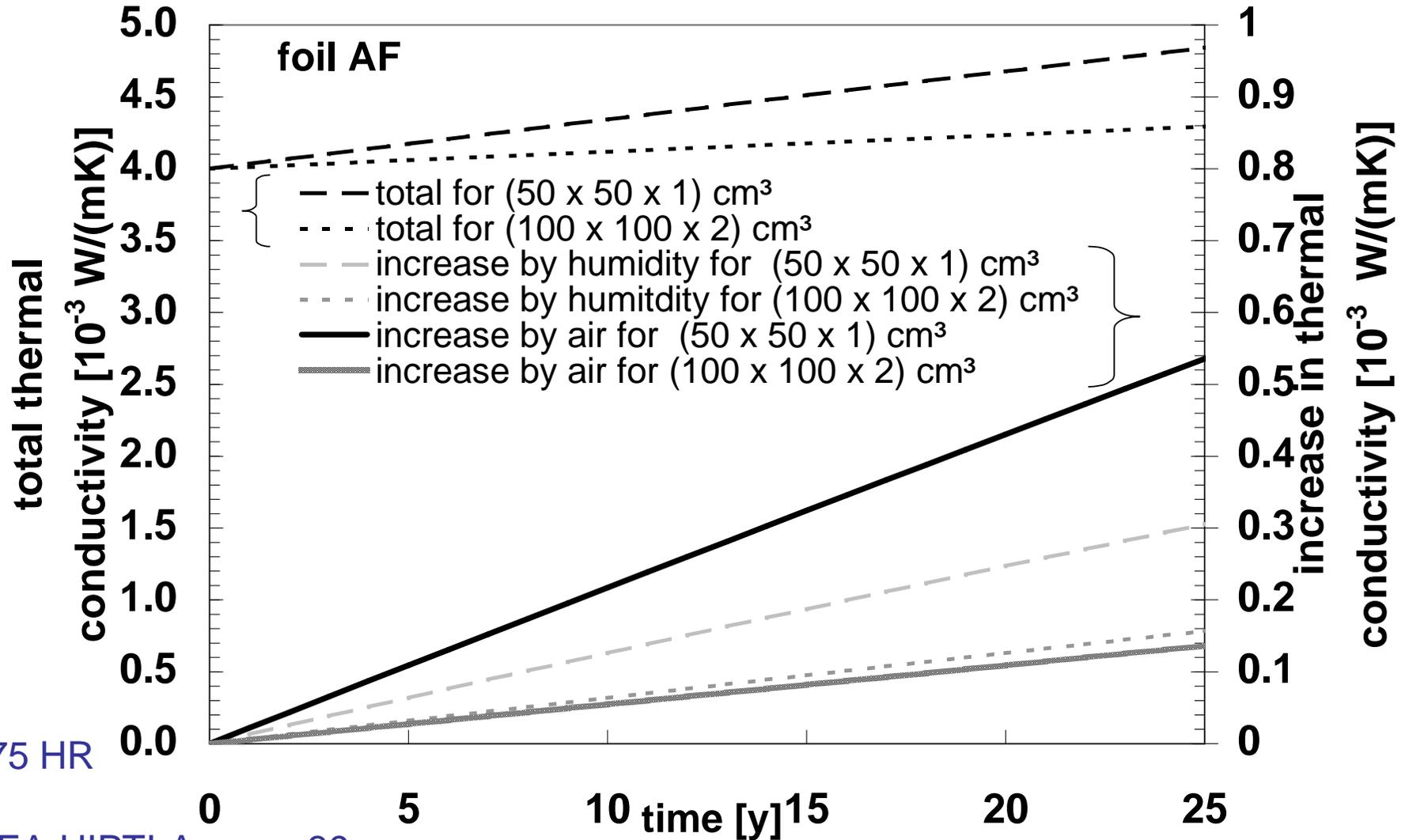
	Soudure	Défauts	Surface	
Perméabilité g/(m*Pa*h)	8,8 10⁻⁸	3,3 10⁻¹⁰	Négligeable	R² = 0,946
Ecart type	7,2 10⁻⁹	1,1 10⁻¹⁰		sur ΔM calculé : 5%

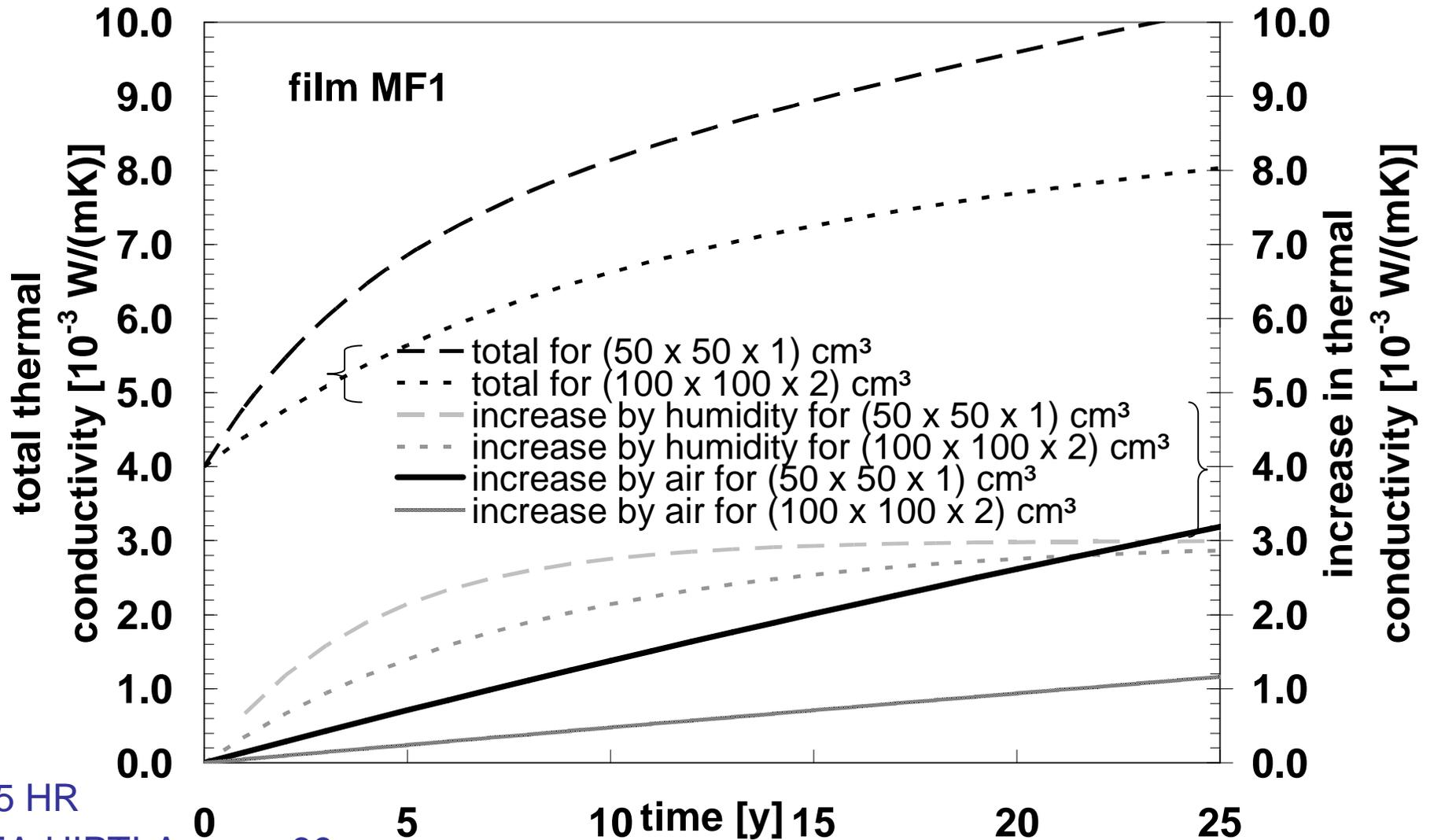
Importance de la soudure

AF : Aluminium Foil
MF : Metallised Foil









23 C – 75 HR

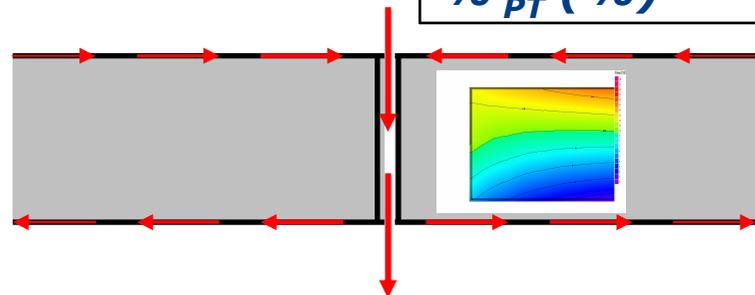
Source : IEA-HIPTI-Annexe 39

Résultats - Boite Chaude Gardée



Caisson Mesure
Taille : 0,9x0,9 m

Boîte Froide



PIV

	Film Laminé	Film Métallisé
R_{th} m ² .K.W ⁻¹	1,64	2,64
λ_{eq} mW.m ⁻¹ .K ⁻¹	12,2	7,6
% P_T (calc.)	55	27

Film laminé - Pression atmosphérique

Laminé	Avec drainage (éch. percé)	Sans drainage (découpe sur 1 face)
R_{th} m ² .K.W ⁻¹	0,76	0,90
λ_{eq} mW.m ⁻¹ .K ⁻¹	26,3	22,1
% P_T (%)	20	5

Silice : 21 mW/mK

	Laminé			Métallisé	
	Mesure	Calcul		Mesure	Calcul
Dimension (m)	0,9x0,9	1x1	0,5x0,5	0,9x0,9	0,5x0,5
Epaisseur (mm)	20	28	28	20	28
λ_{silice} mW.m-1.K-1	5,5	7,4	5	5,5	7,4
λ_{eq} mW.m-1.K-1	12,2	11	12,6	7,6	7,8
%PT	55	33	59	27	5,5

➤ **ACQUIS**

- ✓ Méthodes de mesures disponibles pour caractériser les PIV et leurs deux composants principaux : matériau cœur et les films

Méthode Fluxmétrique : partie centrale du panneau ou du produit,
Boîte Chaude Gardée : caractéristique thermique panneau ou du produit (partie centrale + drainage + ponts thermiques périphériques).

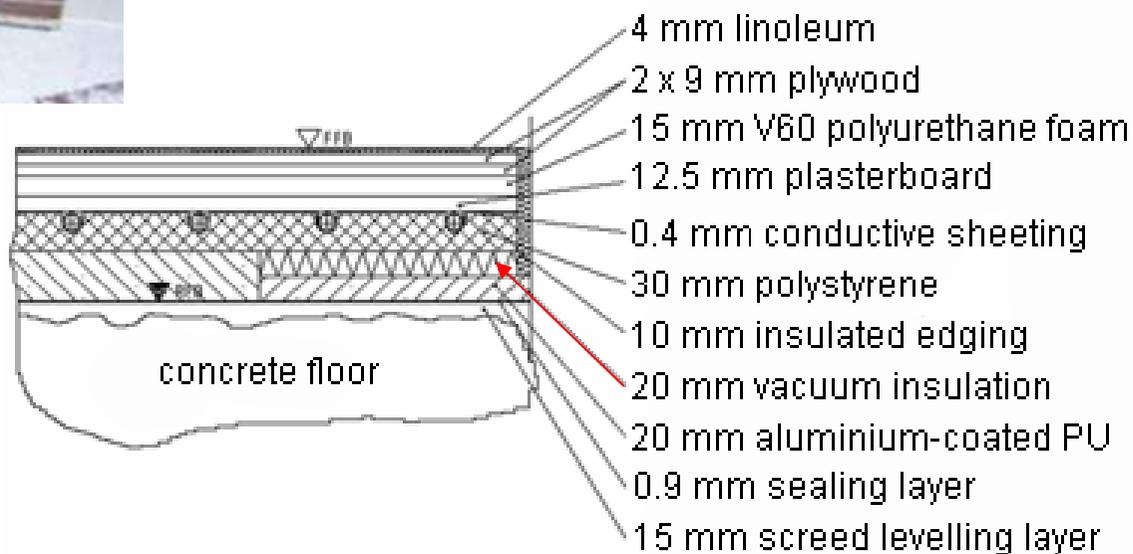
Reste à définir une méthode pour déterminer la perméabilité à la vapeur d'eau des films très étanches et à proposer des vieillissements adaptés à chaque application

➤ **EN COURS**

- ✓ Définition des procédures d'évaluation : hygrothermique, acoustique, feu, mécanique
- ✓ Etudes :
 - amélioration des enveloppes : film et conception globale du panneau.
 - optimisation de la silice suivant l'usage du PIV : hydrophobicité, coût ...



Pont Thermique Plancher Chauffant

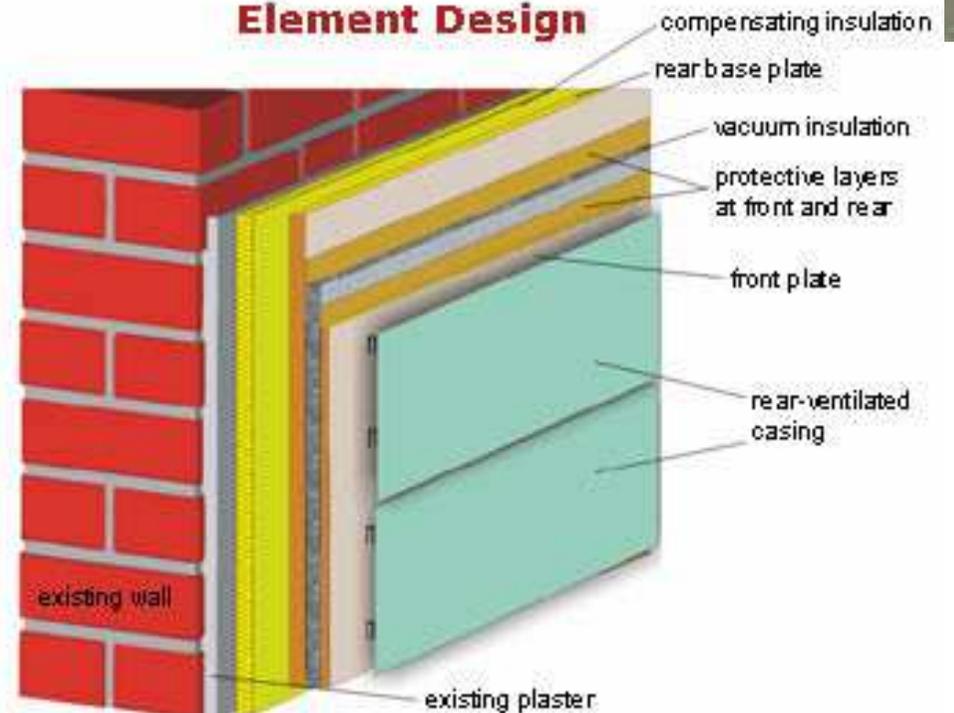


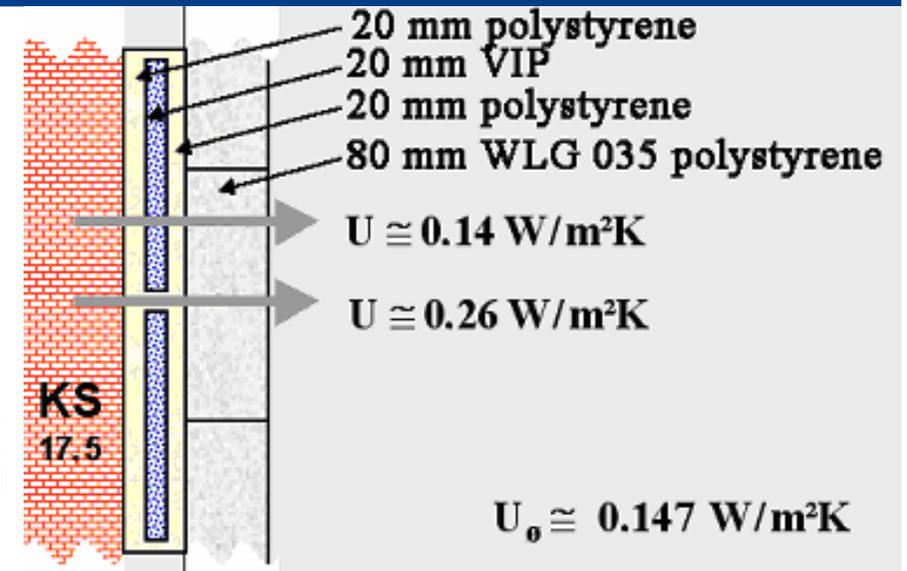
Source : IEA-HIPTI-Annexe 39

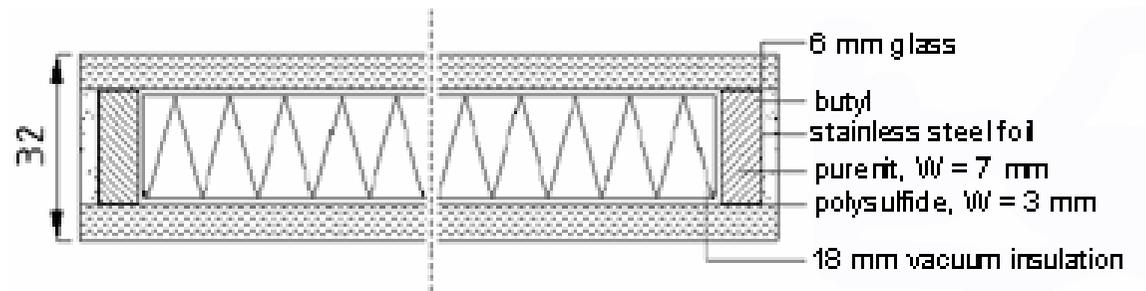
Isolation Extérieure



Element Design







Architect: Jeker Blanckarts Architekten SIA, Basel

Construction: Hürzeler Holzbau AG, Magden

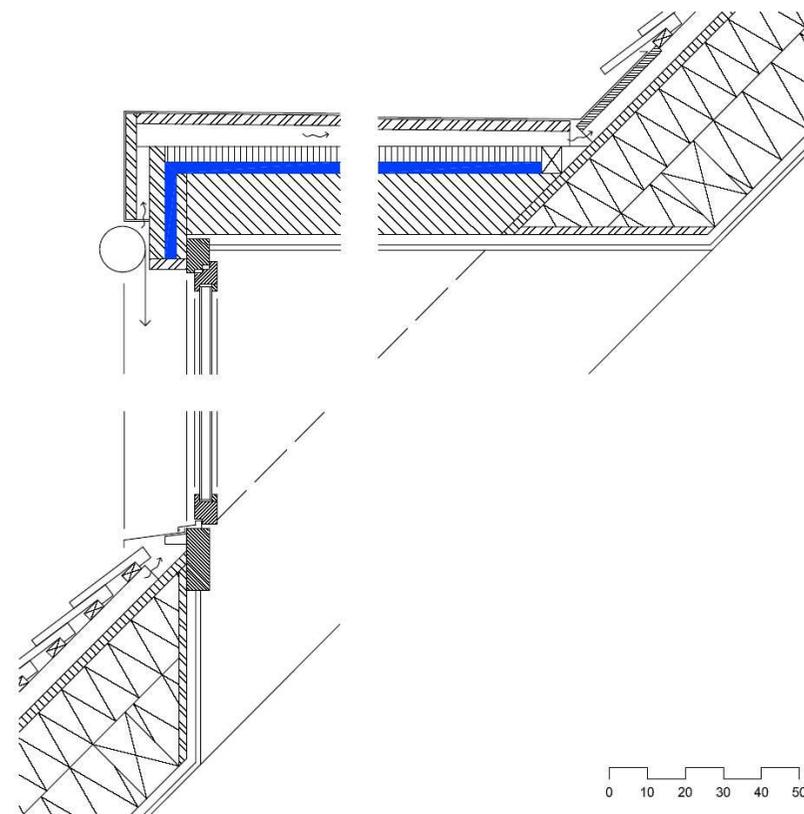




ZZ Wancor, Regensdorf Suisse
Bruno Arnold, bruno.arnold@zzwancor.ch
www.zzwancor.ch









**8^{ième} International Vacuum Insulation Symposium
IVIS
Würzburg – ZAE Bayern – 18-19 Septembre**

**IEE – Intelligent Energy Europe
Des caractéristiques des produits d'enveloppe
à la performance énergétique du bâtiment
Séminaire Commun EPA-NR/Green-IT
4 avril 2007**

**CSTB, 4 Avenue du Recteur Poincaré, Paris
Contacter : Jean-Luc Chevalier**

Merci de votre attention

