

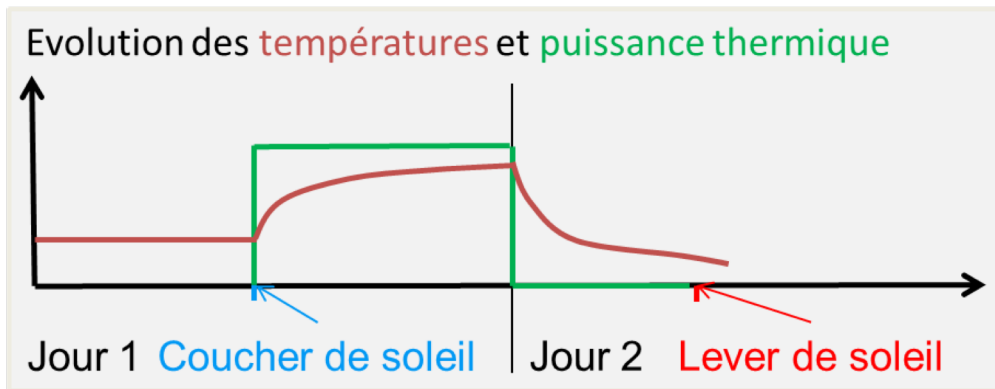
# QUB MESURE RAPIDE DES PERTES THERMIQUES D'UN BATIMENT

G. Pandraud (SG Isover)  
F. Alzetto, J. Meulemans (SGR Paris)

23 mai 2019 – IBPSA France

## LA MÉTHODE QUB/E

### Méthode rapide (1 nuit) développée et brevetée par Saint-Gobain



### Evolution de la température intérieure en fonction de la puissance thermique et de la température extérieure

■ Pendant la nuit

■ Sans occupation

■ Mesure de  $H_{\text{tot}} = U_{\text{BAT}} \cdot A_{\text{t,BAT}} + \text{Infiltrations} \cdot p \cdot C_p$  (W/K)

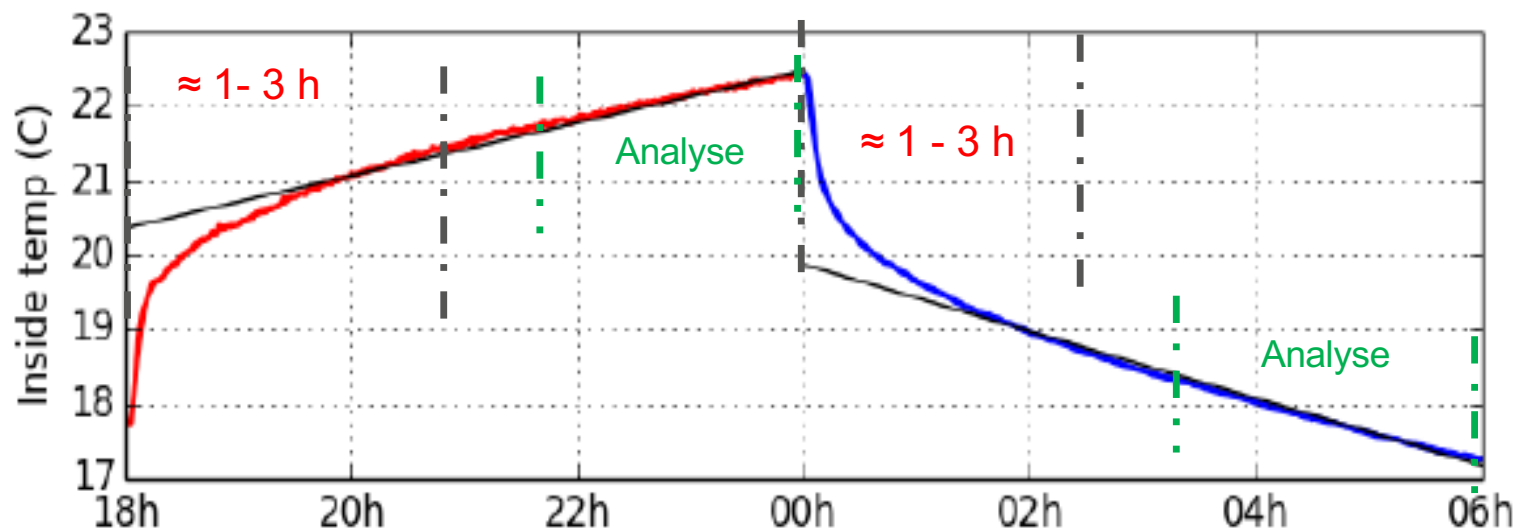
## MODÈLE INITIAL : 1 CONSTANTE DE TEMPS

Modèle dynamique simple:

$$C \cdot T_{\text{int}}'(t) = P - H_{\text{tot}} (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

→ T est une fonction exponentielle de t **sur une partie de son évolution**

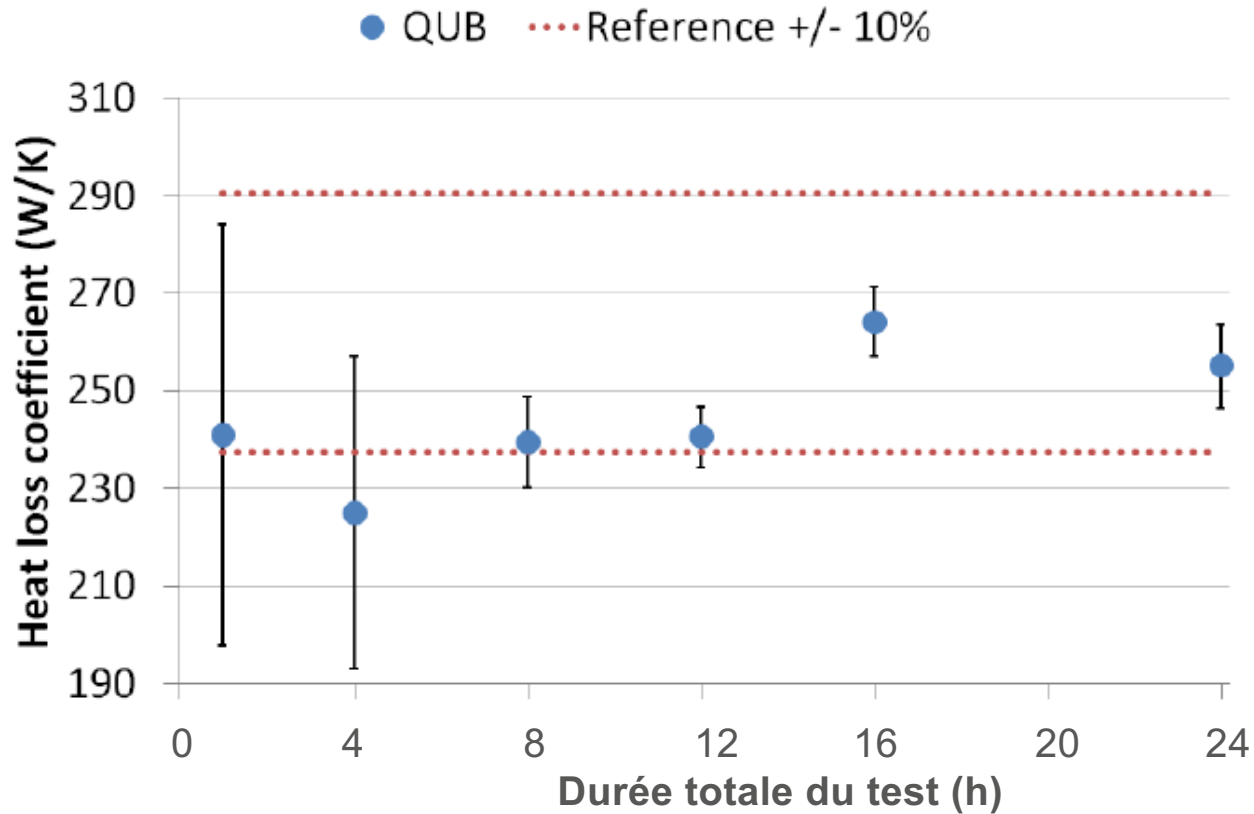
2 Phases  $P_1 > 0$  &  $P_2 \approx 0$  → 
$$H_{\text{tot}} = \frac{T'_1 P_2 - T'_2 P_1}{T'_1 \Delta T_2 - T'_2 \Delta T_1}$$





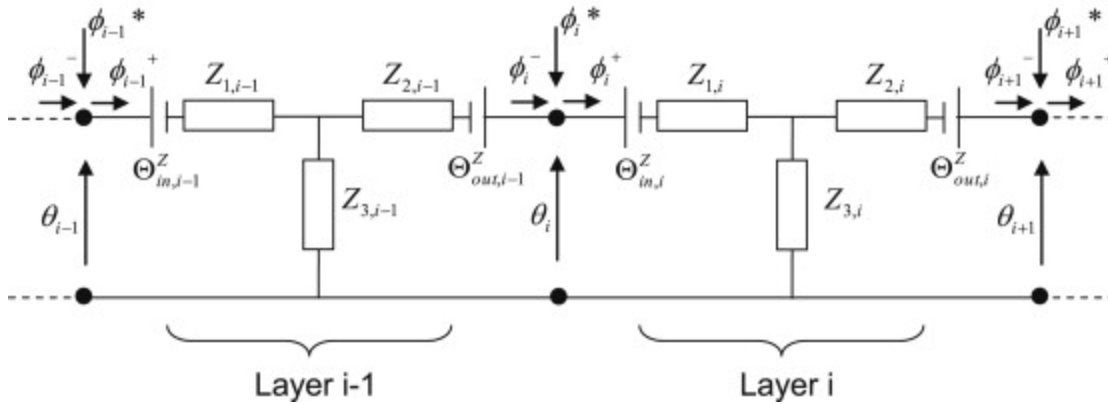
# LE PARADOXE DES MESURES RAPIDES

Malgré une incertitude assez élevée, des résultats acceptables en 1 HEURE !



# APPROCHE SEMI-ANALYTIQUE

## Infinité de quadropoles thermiques (Ri, Ci) dans un mur 1D

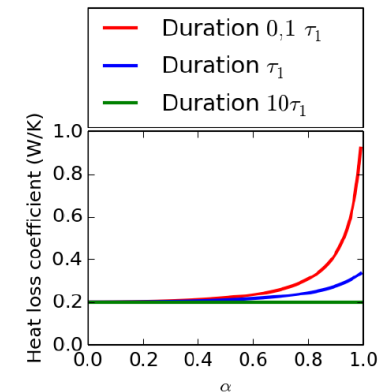


$$H_{QUB} = H_{tot} \frac{1}{1 - \alpha^2 \frac{\sum_{i>j} s_i s_j \beta_i \beta_j (\tau_i - \tau_j) (\beta_i - \beta_j)}{R_T \sum_i (1 - \alpha \beta_i) s_i \beta_i}}$$

$$\alpha = 1 - T_0^* / R_T P_h$$

## Notation matricielle & calculs

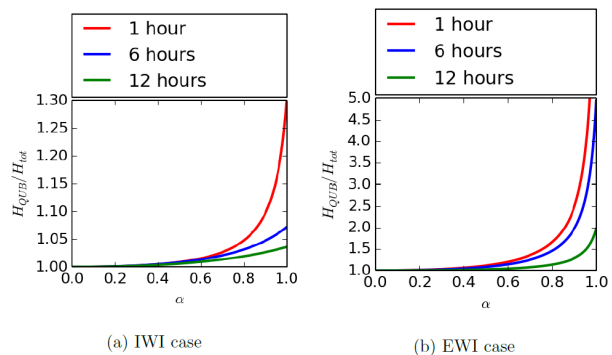
$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \prod_{i=1}^N \lim_{n_i \rightarrow \infty} \left\{ \begin{bmatrix} 1 & \frac{R_i}{2n_i} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ p \frac{C_i}{n_i} & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & \frac{R_i}{2n_i} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right\}^{n_i}$$



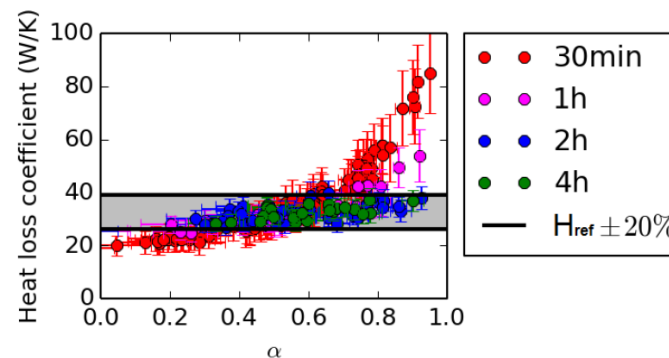
# 4. THEORETICAL AND EXPERIMENTAL INFLUENCE OF $\alpha$

## Validation complète

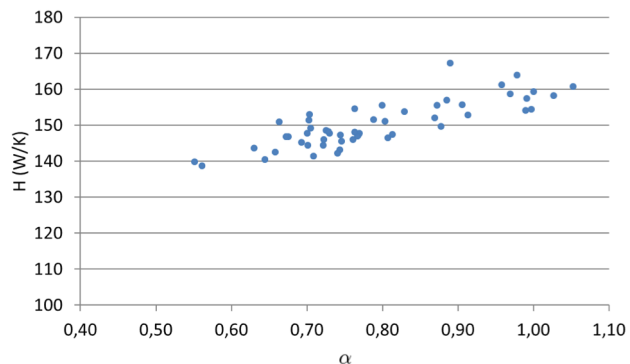
### SGR : modèle numérique



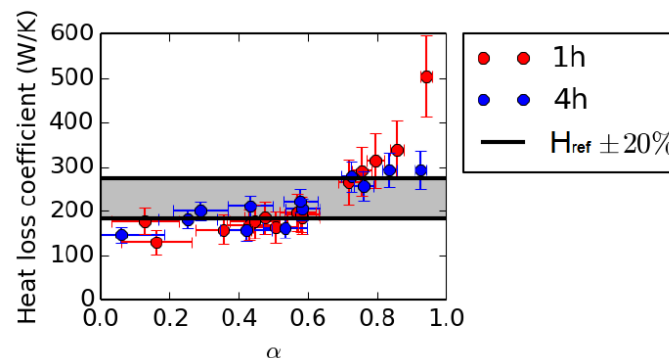
### Bâtiments petite taille (bungalows)



### TRNSYS (STD)

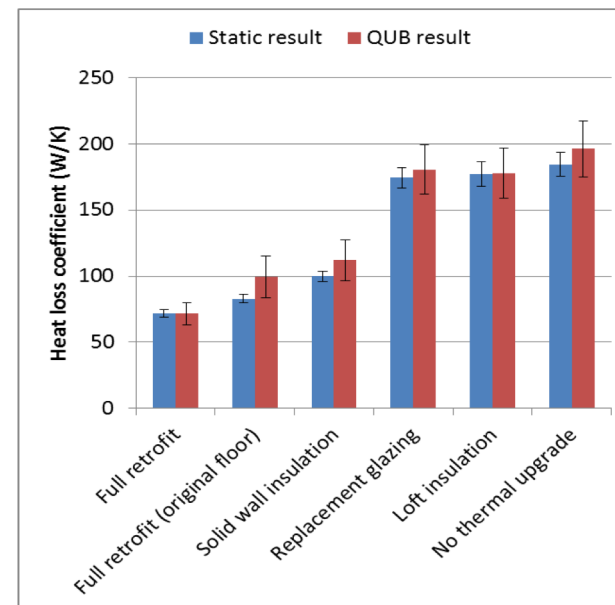
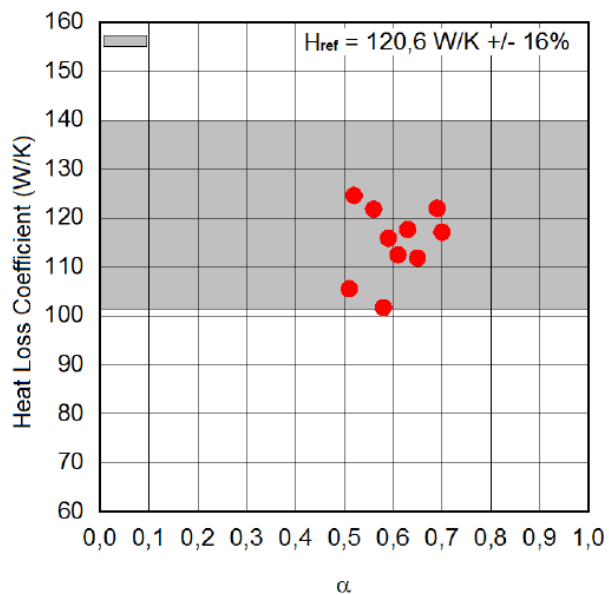


### Maison (Univ. Salford)



# EXEMPLES DE VALIDATION

## 1. Energy House, Univ. Salford (UK) Isolation intérieure ou répartie (plusieurs niveaux de résistance)

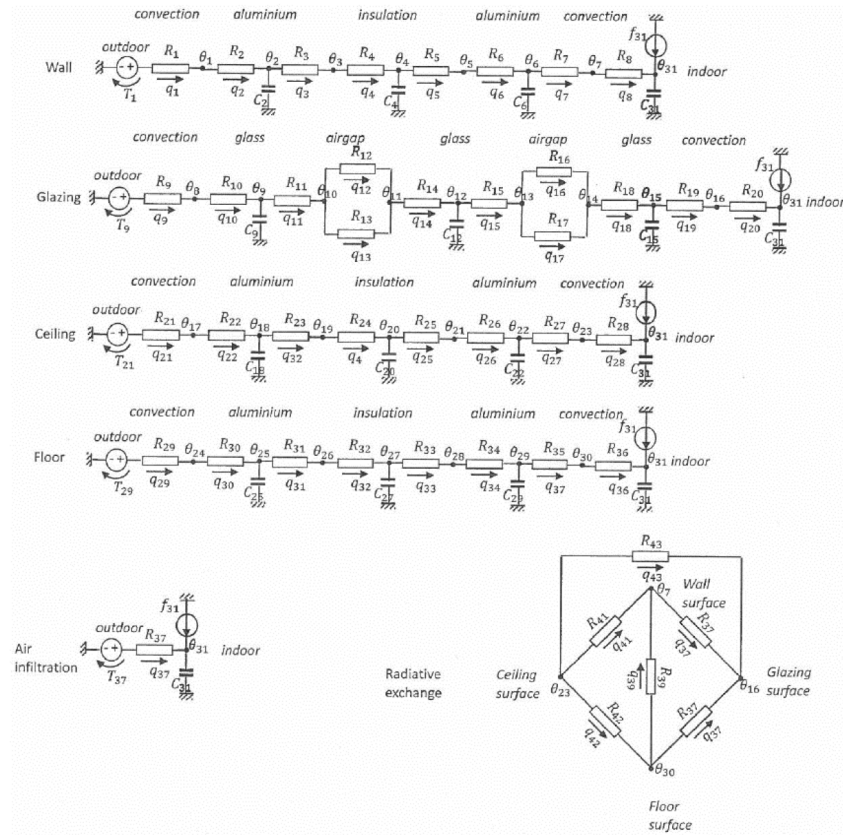


## 2. Fraunhofer Institute Isolation par l'extérieur

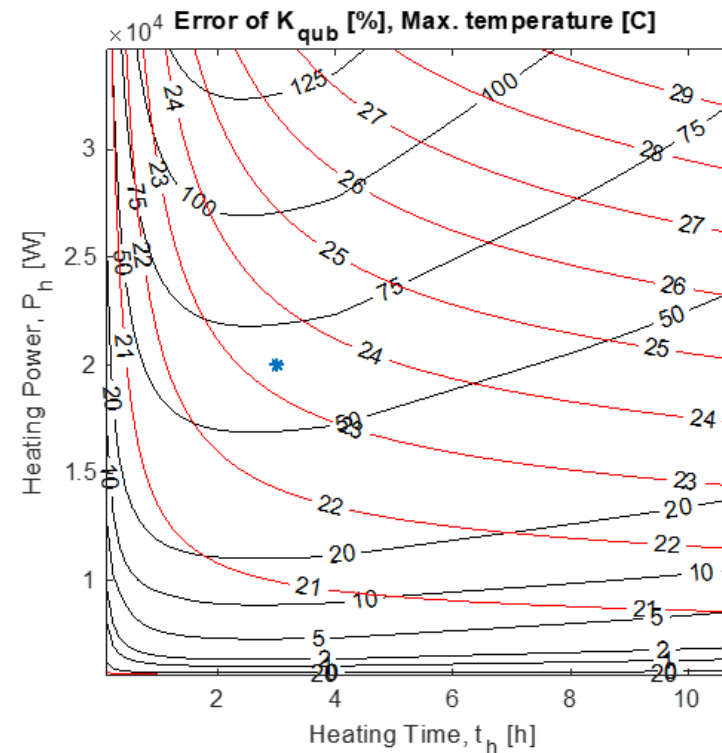
# ESTIMATION DE L'INCERTITUDE

Travail en cours

Modèle avec solution exacte



Incertitude = f(paramètres expérimentaux)







## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

### Méthode dynamique QUB sur 1 nuit de mesure

■ **Faisabilité** : confirmée en bâtiment réel (individuel, collectif, tertiaire)

■ **Fiabilité** : validée théoriquement et expérimentalement sur tous types de bâtiments

■ **Précision** : erreur inférieure à 15 % dans de bonnes conditions

■ **Simplicité** : pour un non expert, installation < 2h / logement et analyse immédiate

### Points à finaliser

■ **Précision** : affiner l'estimation de l'incertitude selon le type de bâtiment, le climat, les conditions de mesure, ...

### Perspectives futures

■ **Massification possible** des mesures thermiques in situ ?



# QUB MESURE RAPIDE DES PERTES THERMIQUES D'UN BATIMENT

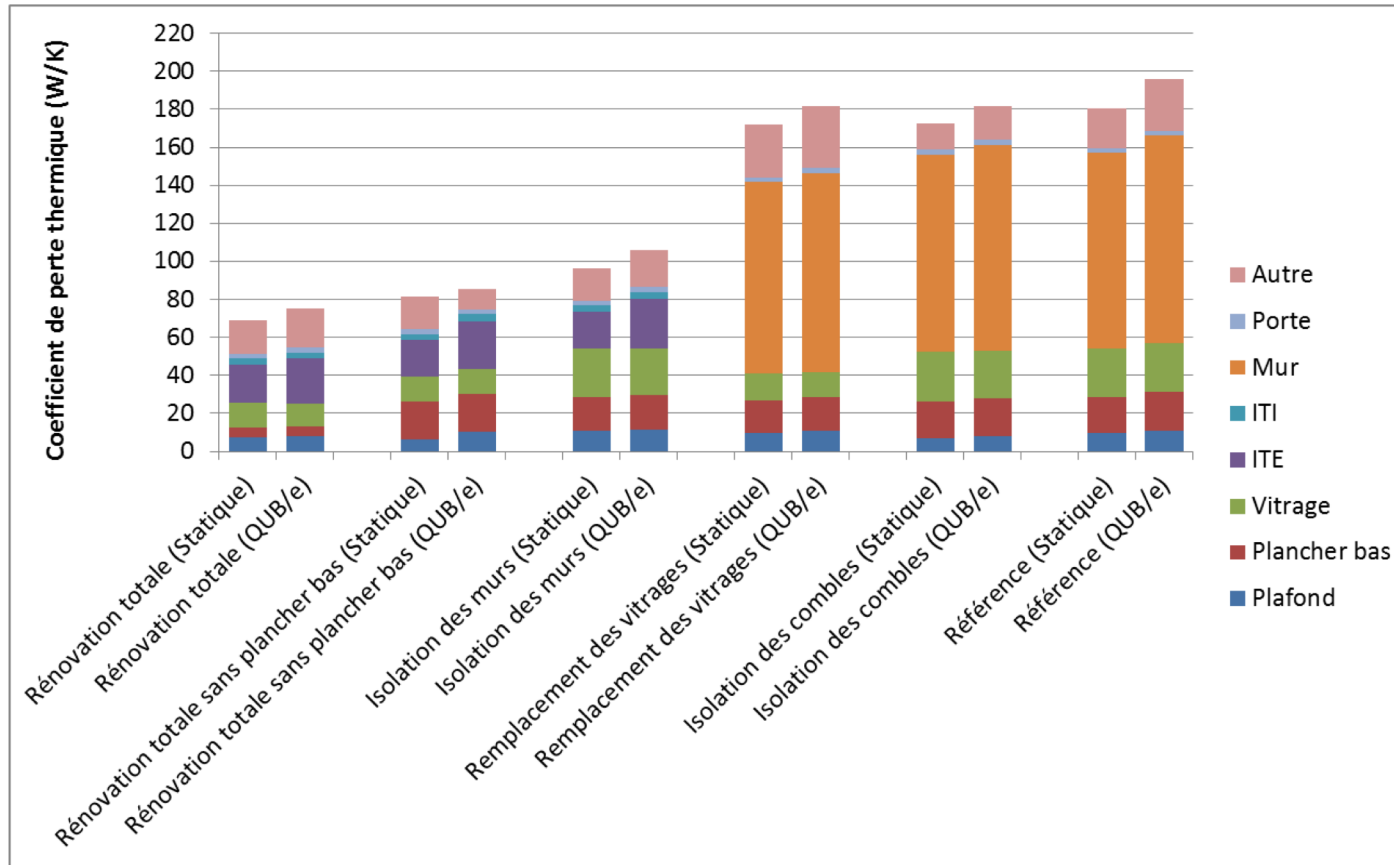
G. Pandraud (SG Isover)  
F. Alzetto, J. Meulemans (SGR Paris)

23 mai 2019 – IBPSA France





# POST-SCRIPTUM : QUB/E = QUB + FLUXMÈTRES



**Bon accord quels que soient les niveaux d'inertie et d'isolation**