



HAL
open science

Méthode inverse pour l'identification de paramètres de modèles en vue de la prédiction robuste de quantités d'intérêt en thermique du bâtiment

Zohra Djatouti, Julien Waeytens, Ludovic Chamoin, Patrice Chatellier

► To cite this version:

Zohra Djatouti, Julien Waeytens, Ludovic Chamoin, Patrice Chatellier. Méthode inverse pour l'identification de paramètres de modèles en vue de la prédiction robuste de quantités d'intérêt en thermique du bâtiment. Congrès Français de Thermique, Jun 2019, Nantes, France. Congrès Français de Thermique, 1p, 2019. hal-02269687

HAL Id: hal-02269687

<https://hal.science/hal-02269687>

Submitted on 23 Aug 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

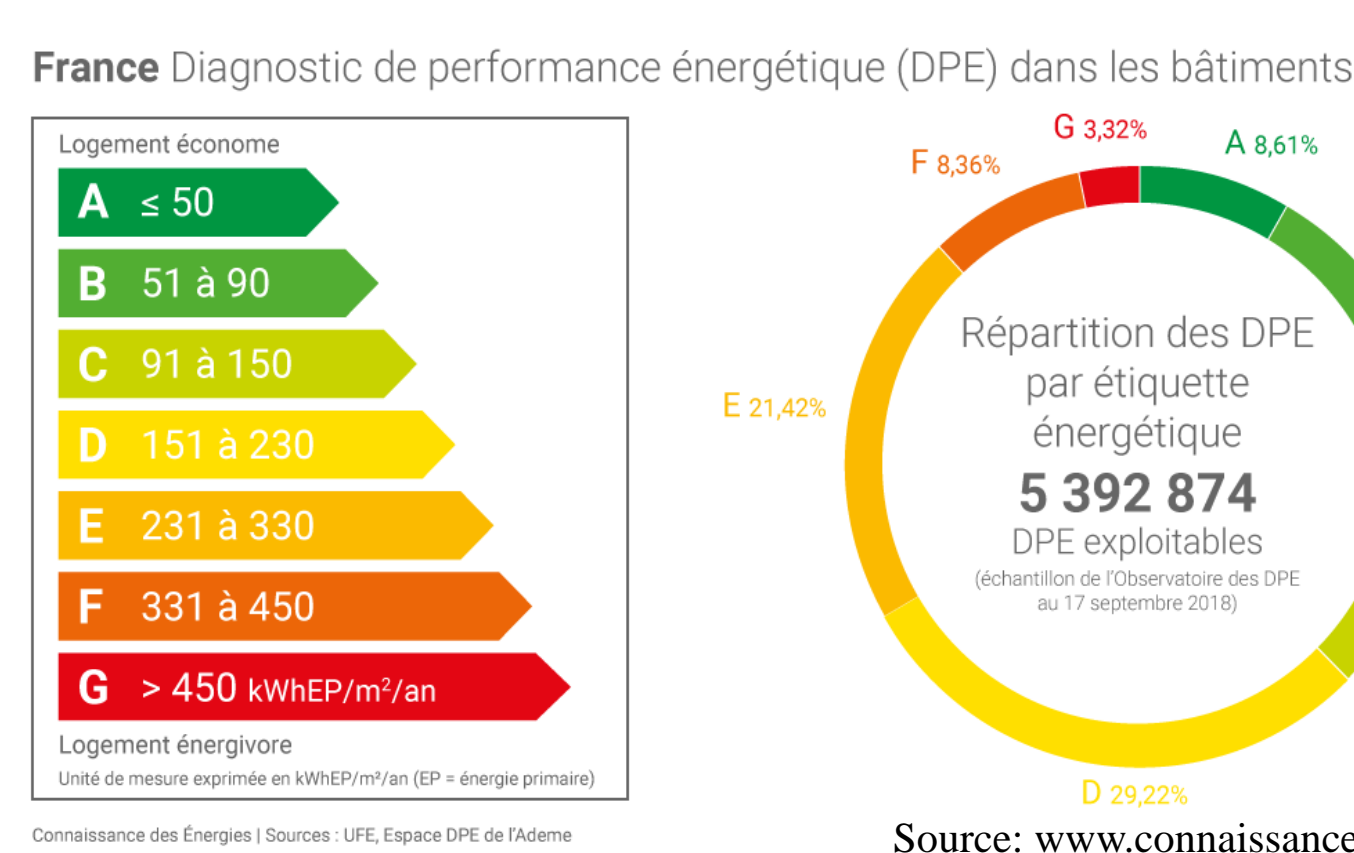
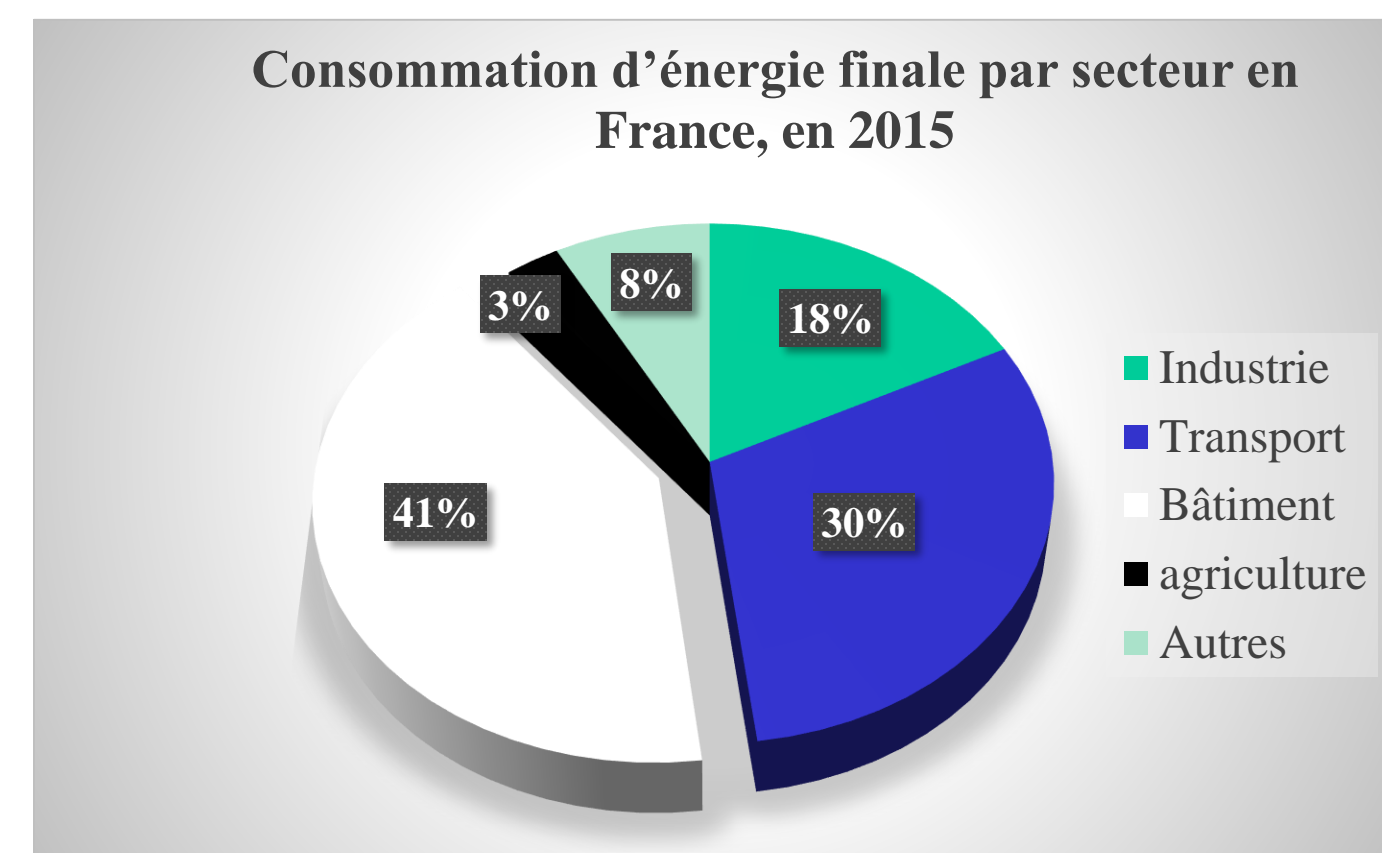
Méthode inverse pour l'identification de paramètres de modèles en vue de la prédiction robuste de quantités d'intérêt en thermique du bâtiment.



Zohra Djatouti^(1*), Julien Waeytens⁽¹⁾, Ludovic Chamoin⁽²⁾ & Patrice Chatellier⁽¹⁾

Contexte

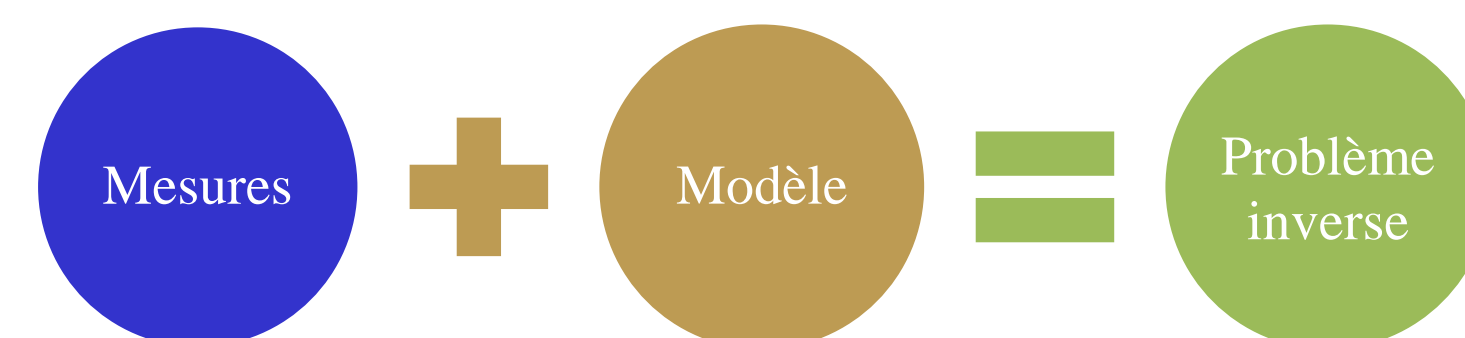
Introduction: En France, le secteur résidentiel/tertiaire compte pour environ 40% des consommations énergétiques finales. Le parc immobilier est constitué majoritairement de bâtiments anciens et énergivores et son taux de renouvellement annuel est très faible (1% à 2%). La rénovation des bâtiments existants représente un important gisement en économies d'énergie.



Problématique: Besoins en outils numériques pour:

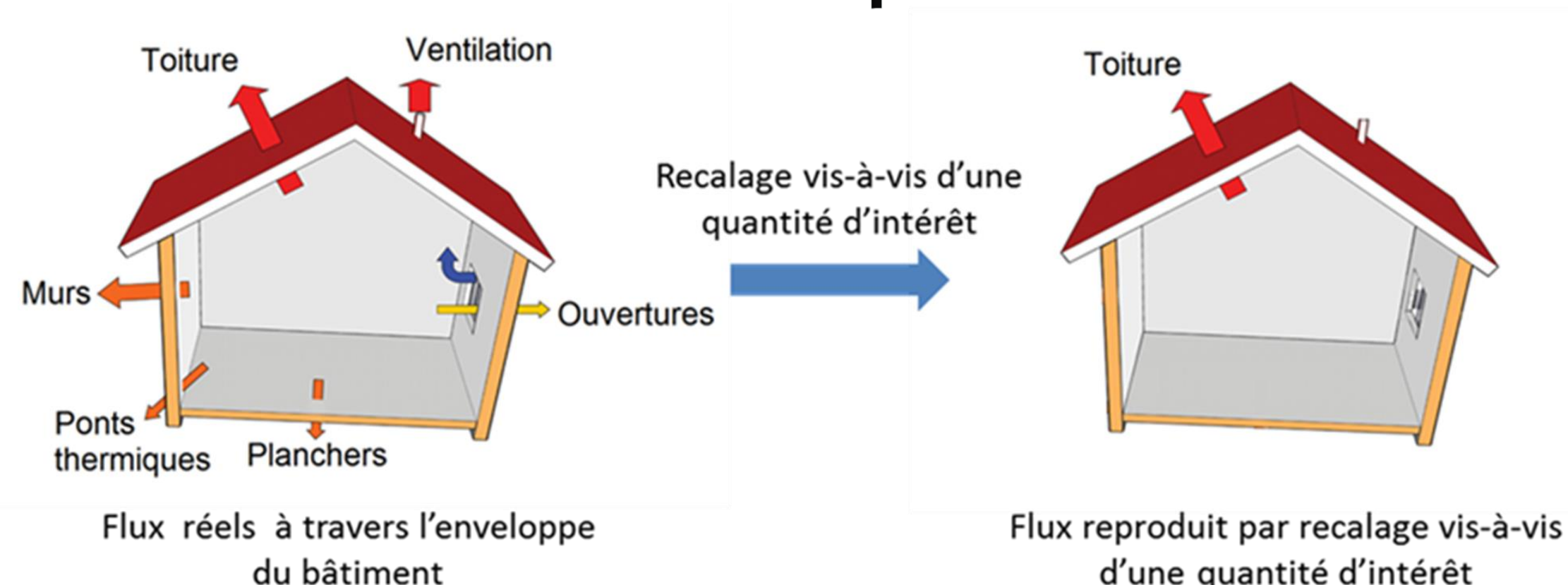
- L'identification de caractéristiques thermiques des bâtiments existants.
- Un diagnostic de performance énergétique représentatif.
- La prédiction du comportement thermique des bâtiments pour leur contrôle optimal.

Solution proposée: Méthodes inverses pour l'identification de paramètres de modèles, combinant mesures in-situ et modèles numériques.



Méthode d'identification vis-à-vis d'une quantité d'intérêt

Principe



Prédiction du flux total à travers l'enveloppe du bâtiment (à gauche),
prédiction du flux à travers la toiture du bâtiment par la méthode d'identification de paramètres vis-à-vis d'une quantité d'intérêt (à droite).

Formulation

Chercher le jeu de paramètres P qui minimise l'écart $[Q_1(T_1(P)) - Q_2(T_2(P))]^2$

$$\begin{cases} \text{Min}_{P=\{k,c,h_i,h_e\}} J_Q(T,P) \\ J_Q(T,P) = \frac{1}{2} r [Q_1(T_1(P)) - Q_2(T_2(P))]^2 \end{cases}$$

• $Q_1(T_1(P))$: Quantité d'intérêt calculée à partir de la solution du problème direct de thermique $C\dot{T}_1 + K T_1 = F, T_1(x, t = 0) = T_0$

• $Q_2(T_2(P))$: Quantité d'intérêt issue de l'extrapolation des mesures par le modèle

$$\begin{bmatrix} C & 0 \\ 0 & C \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} \dot{T}_2 \\ \lambda_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} K & \frac{1}{\tau}C + K \\ \alpha G_u & -K \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} T_2 \\ \lambda_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} F \\ \alpha G T_{mes} \end{Bmatrix}$$

Applications

Cas académique: application à l'échelle de l'enveloppe

Paroi monocouche en régime dynamique

➢ 2 paramètres inconnus:

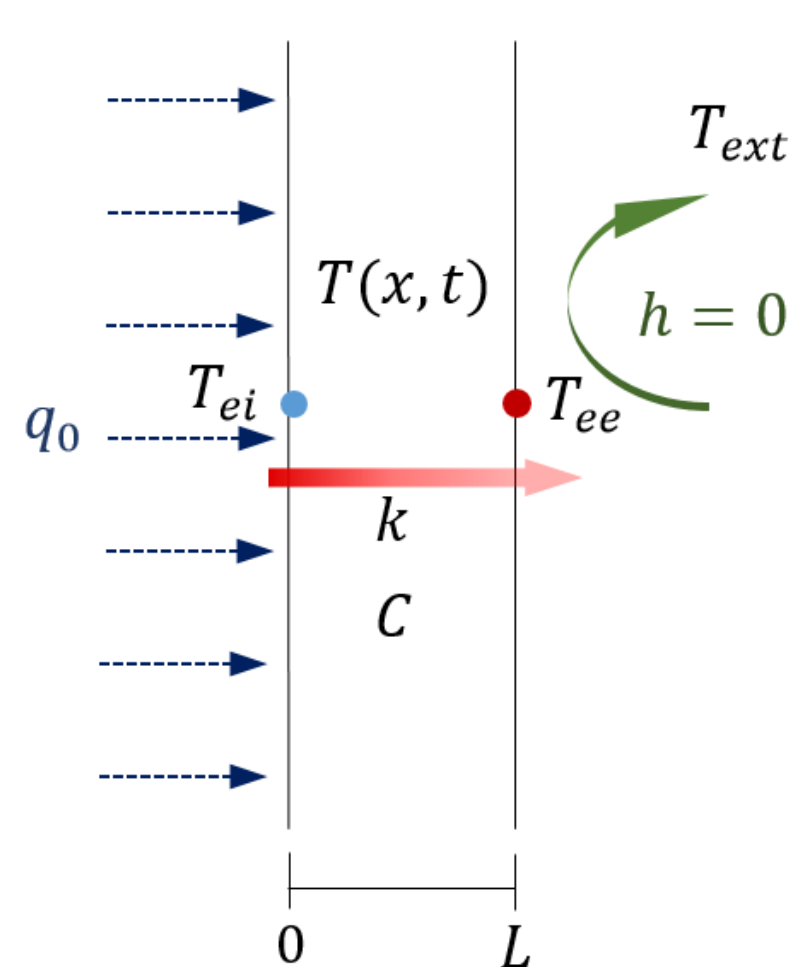
- Conductivité thermique globale de la paroi k
- Capacité thermique globale de la paroi C

➢ 2 mesures disponibles:

Températures faces intérieure et extérieure

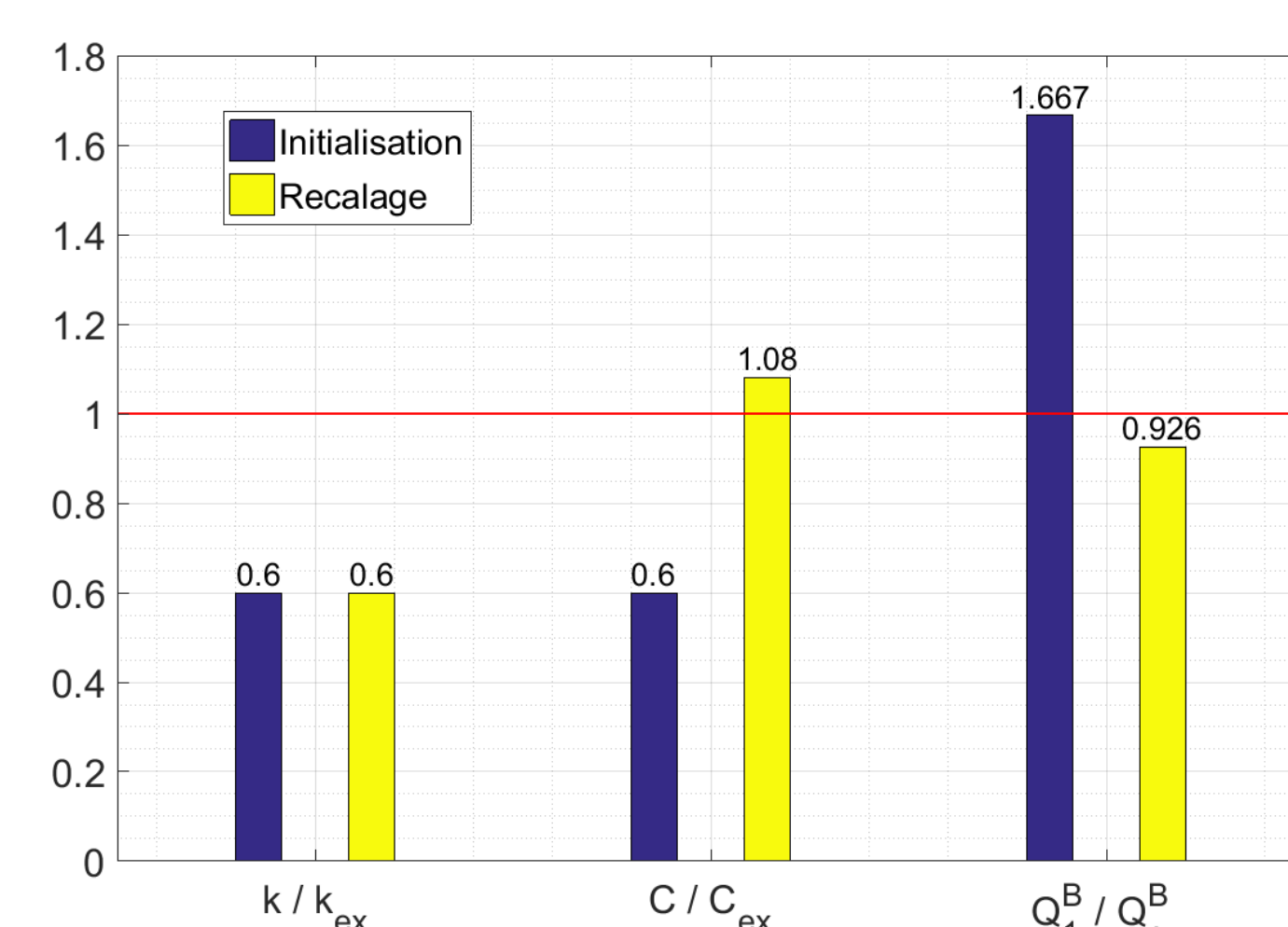
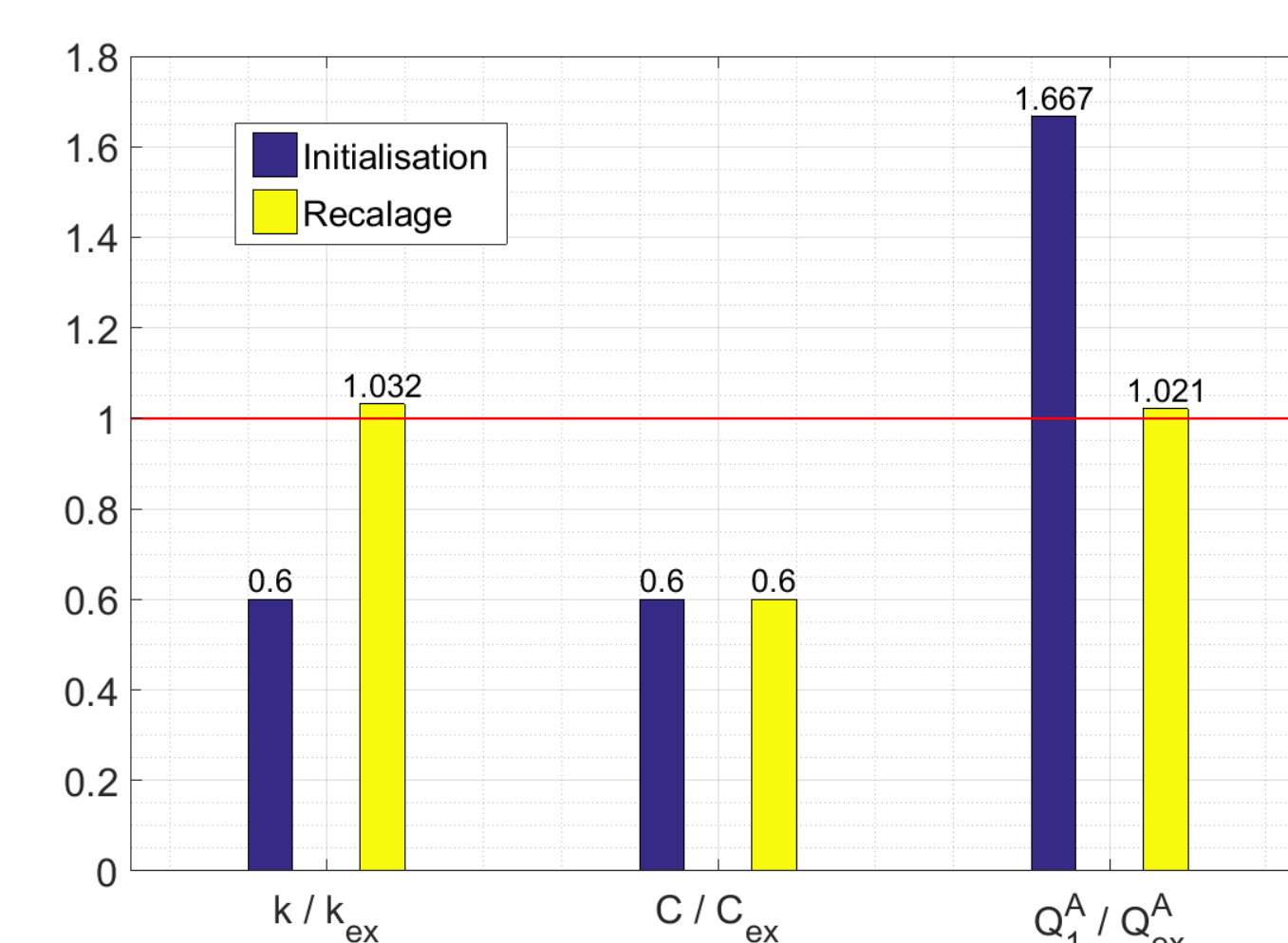
Solution analytique:

$$T(x,t) = T_0(x) + \frac{\delta q_0 t^2}{2cL} + \frac{\delta q_0 t}{6Lk} (3(x-L)^2 - L^2) + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2cL^3 \delta q_0}{n^4 \pi^4 k^2} \cos\left(\frac{n\pi x}{L}\right) \left(\exp\left(-\frac{n^2 \pi^2 k t}{cL^2}\right) - 1 \right)$$



➢ Etude de deux quantités d'intérêt: $Q^A = \frac{-1}{L(t_2 - t_1)} \int_{t_1}^{t_2} \int_0^L \frac{\partial T}{\partial x}(x,t) dx dt$ et $Q^B = \int_{t_1}^{t_2} \int_0^L \frac{\partial T}{\partial t}(x,t) dx dt$

Résultats du recalage:



Cas réel: application au chalet de l'Equipex Sense-City

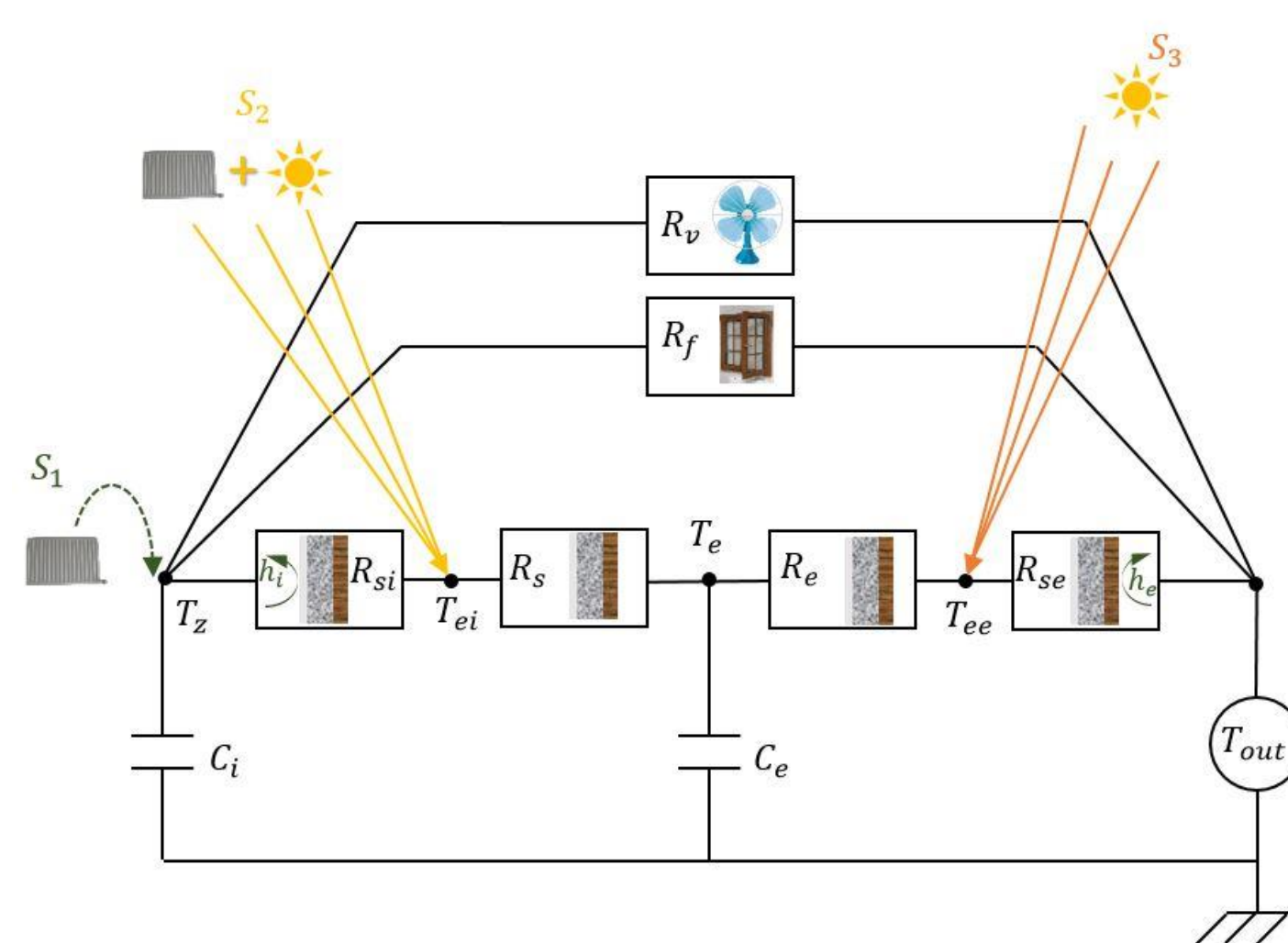
Modèle R6C2

➢ 7 paramètres inconnus:

$U_{si}, U_s, U_e, U_{se}, U_f, C_i$ et C_m .

➢ Mesures disponibles:

- Températures de la zone
- Température faces intérieure et extérieure de la paroi



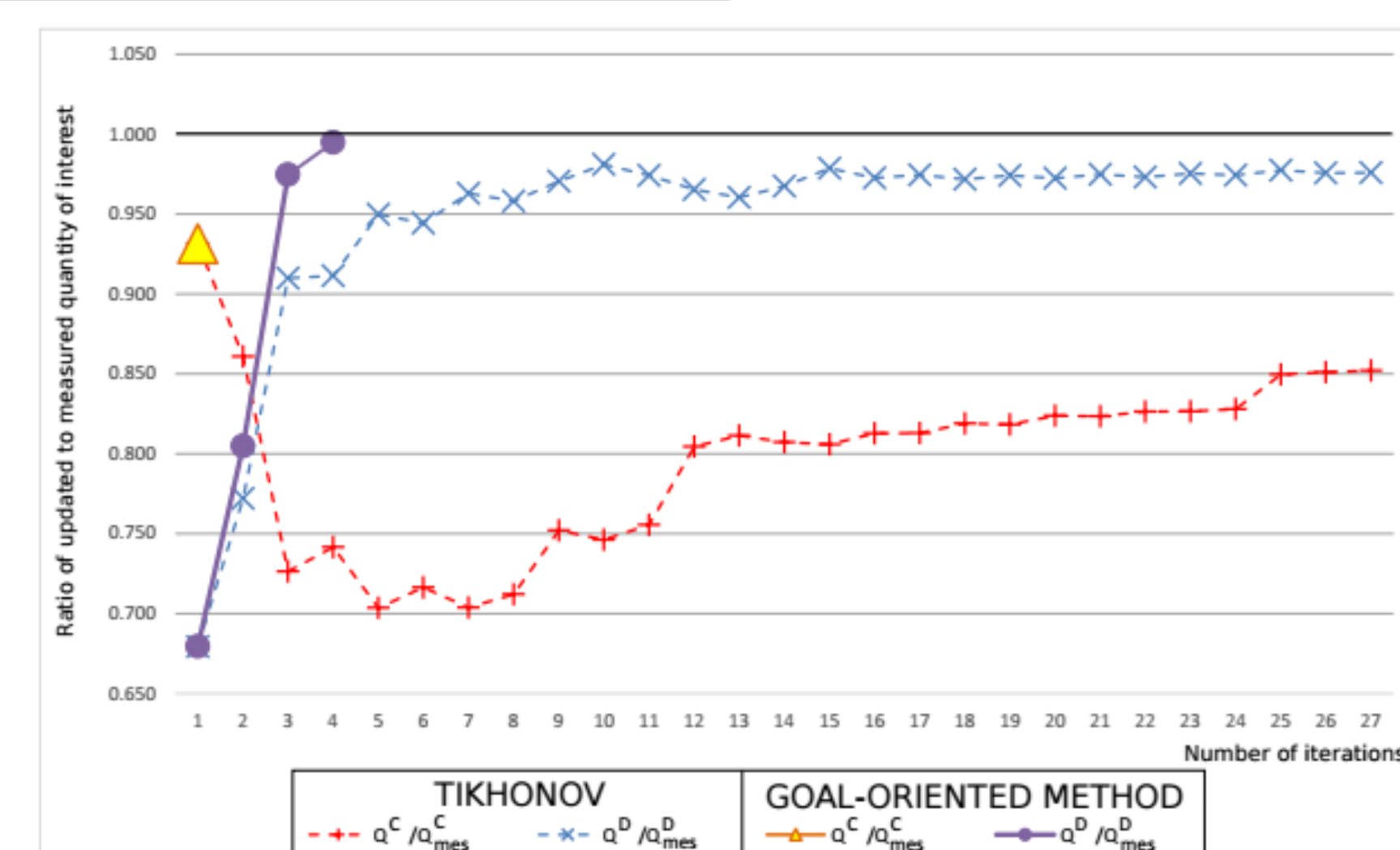
➢ Etude de deux quantités d'intérêt: $Q^C = \int_{t=8h}^{t=12h} U_{si}(T_z - T_{ei}) dt$ et $Q^D = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1=14h}^{t_2=15h} T_z dt$

Résultats du recalage:

	$\frac{U_{si}^{rec}}{U_{si}^0}$	$\frac{U_s^{rec}}{U_s^0}$	$\frac{U_e^{rec}}{U_e^0}$	$\frac{U_{se}^{rec}}{U_{se}^0}$	$\frac{U_f^{rec}}{U_f^0}$	$\frac{U_v^{rec}}{U_v^0}$	$\frac{C_i^{rec}}{C_i^0}$	$\frac{C_m^{rec}}{C_m^0}$
Tikh.	0.895	0.404	0.307	0.861	0.134	1	0.840	1.038
QI - Q ^C	1	1	1	1	1	1	1	1
QI - Q ^D	1	1	1	1	0.145	1	1	1

Seul le paramètre auquel la quantité d'intérêt étudiée est sensible est recalé

La méthode d'identification de paramètres vis-à-vis d'une quantité d'intérêt converge plus rapidement que la méthode de Tikhonov



Travaux en cours

Application au bâtiment R+1 de Sense-City: génération automatique de modèles multizones en s'appuyant sur ReTrofit (logiciel de STD développé à l'IFSTTAR). Positionnement optimal de capteurs grâce à



(*) Auteur correspondant: zohra.djatouti@ifsttar.fr

(1) Université Paris-Est, IFSTTAR, 14-20 Boulevard Newton, F-77447 Marne-la-Vallée Cedex 2, France

(2) LMT-Cachan (ENS Paris-Saclay/CNRS/Université Paris-Saclay), 61 Avenue du Président Wilson, 94235 Cachan Cedex, France