

# Expérimentation in situ sur la cellule BESTLab pour la validation d'un modèle d'enveloppe prenant en compte la tache solaire

Rodler A.<sup>1</sup>, Virgone J.<sup>1</sup>, Roux J-J.<sup>1</sup>, Castet H.<sup>2</sup>, Le Berre R.<sup>2</sup>  
Baranzini M.<sup>2</sup>, Hubert J-L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CETHIL, UMR5008, INSA-Lyon, Université Lyon 1, 9 rue de la Physique, 69621 Villeurbanne Cedex, France

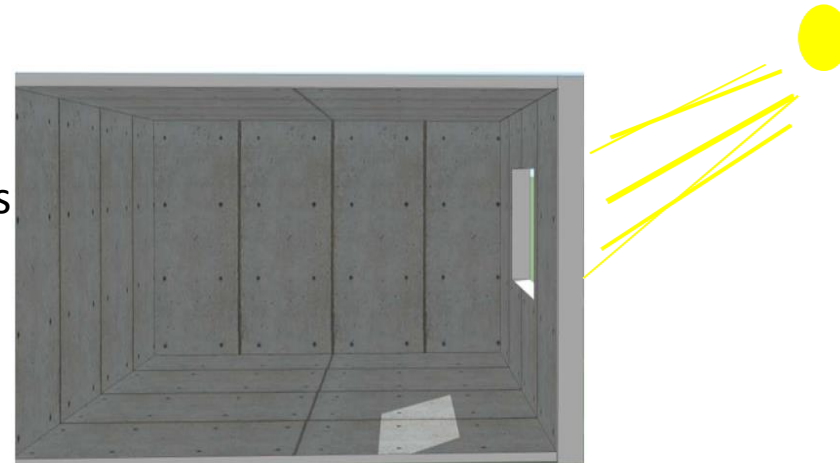
<sup>2</sup>Site EDF R&D des Renardières, Avenue des Renardières – Ecuellen, 77818 Moret-sur-Loing Cedex, France

particulièrement sensibles aux **sollicitations internes et externes** (chauffage, sollicitation climatique, occupant )

Modèle permettant les **échanges tri dimensionnels** au sein de l'enveloppe avec **tache solaire** :

1. Echanges radiatifs avec tache solaire
2. Conduction 3D
3. Intégration des données météorologiques à des pas de temps de la minute

→ **Validation expérimentale** de ce modèle



Expérience en conditions réelles dans une cellule **BESTLab** d'EDF R&D par:

- ” sonde PT100
- ” caméra Infrarouge
- ” caméra dans le visible
- ” Station météorologique

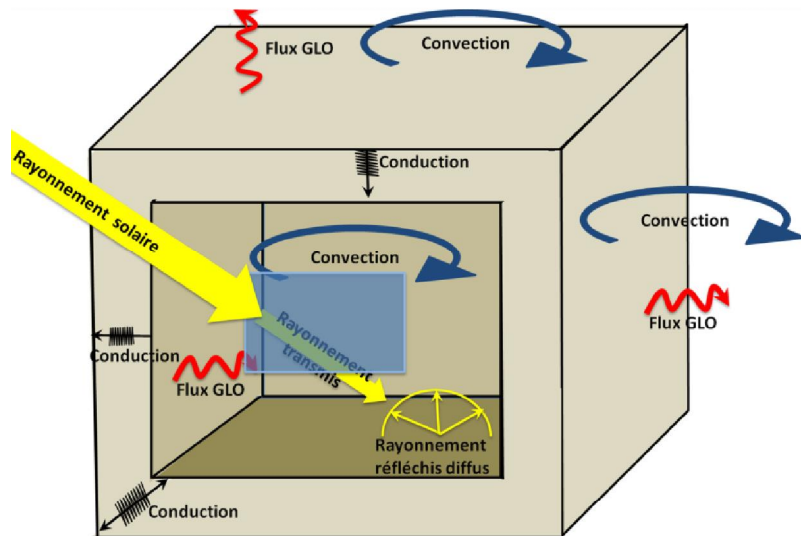
avec une fenêtre pour calculer:

- une **température d'air**
- **températures des volumes de contrôles** des parois
- puissances pour maintenir une consigne avec régulateur

### Etapes de calculs

Données météorologiques (min) - Caractéristiques du bâtiment

Heat 3D maillage cartésien (volumes de contrôles)



$$CV \frac{\partial T_{ai}}{\partial t} = Q(T_{ae} - T_{ai}) + \sum h(T_{surf} - T_{ai}) + CI$$

$$CV \frac{\partial T}{\partial t} = -\lambda \Delta T$$

Conditions aux limites

$$CV \frac{\partial T}{\partial t} = -\lambda \Delta T + \varphi_{conv} + \varphi_{CLO} + \varphi_{GLO}$$

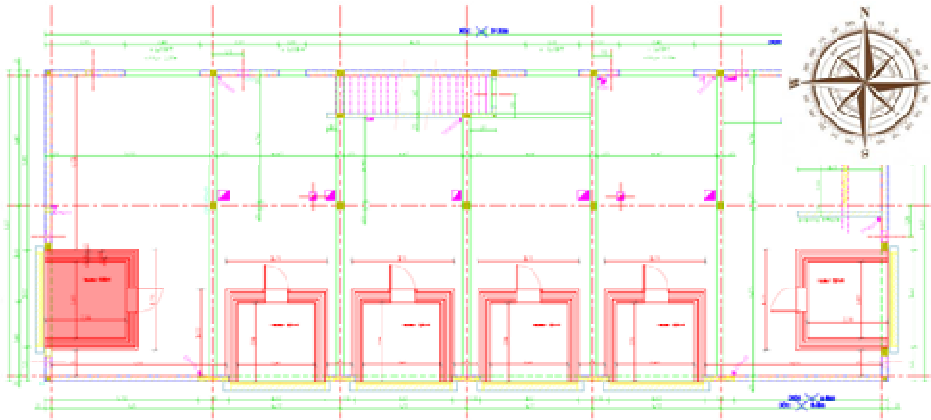
Méthode des radiosités

Corrélation de Awbi et Hatton pour les  $h_{conv}$

→ **Matlab ode23t** – pas de temps adaptatif

### Site des Renardières

12 cellules de test de dimensions 3 m x 3 m x 3 m réparties sur deux étages  
paroi amovible



fortement isolées sur ( $U < 0.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ )

double vitrage DV 4/16/4 FEA  
dimensions de la vitre :  $1,31 \times 1,31 \text{ m}^2$   
placée au nu intérieur du mur

de surfaces et d'air (à la minute) :

**Conditions aux limites:**

Conditions climatiques

Température des gardes 20°C

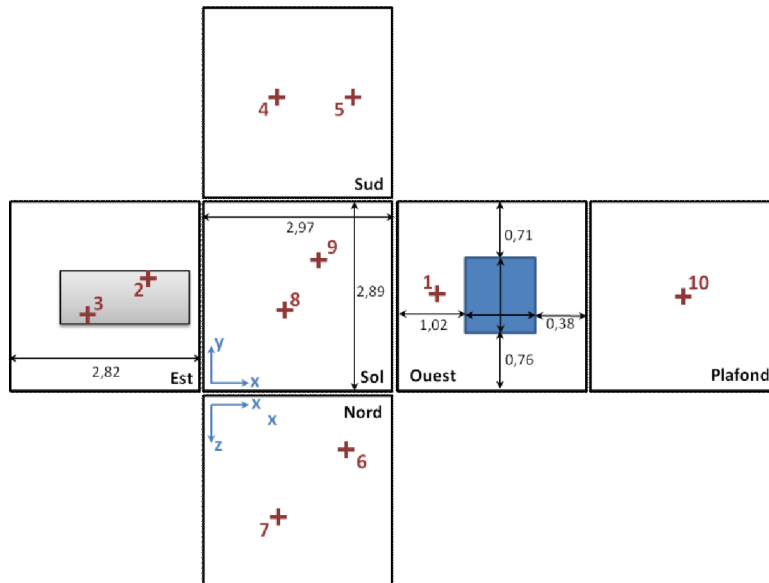
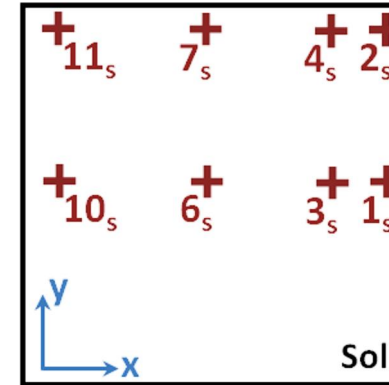
Température au sol : 8 sondes entre l'isolant et la dalle.

**Validation**

11 sondes PT100 réparties à la surface des surfaces intérieures

3 sondes mesurant la température d'air + 2 boules noires

4 sondes extérieures réparties autour de la fenêtre de la paroi opaque Ouest



INTRODUCTION

PRESENTATION CELLULE

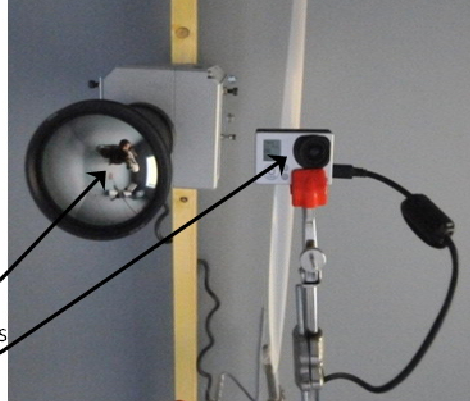
METROLOGIE

VALIDATION

CONCLUSIONS



## ion de la tache solaire



Caméra IR  
Caméra dans le visible

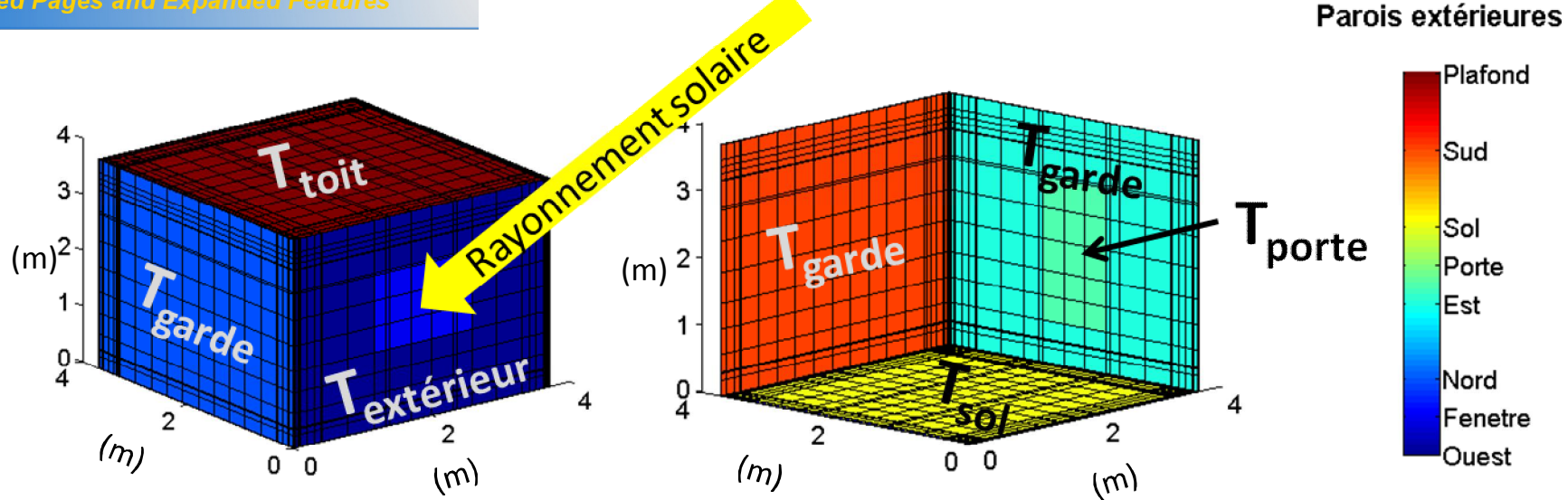
## Précision

rayonnement Gh:  $\pm 0,6\%$   
diffuse :  $\pm 0,2\%$   
température de l'air:  $\pm 0.2\%$   
vitesse du vent et direction :  $\pm 1\%$   
Pt100  $\pm 0.18^\circ\text{C}$

## Station météorologique

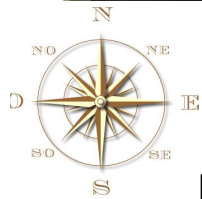
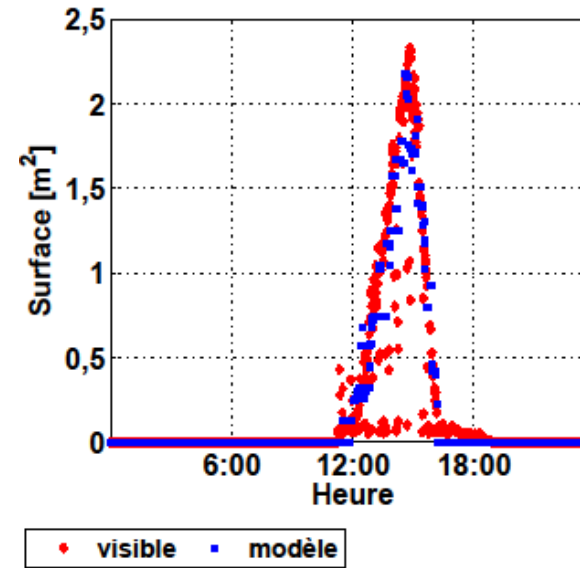


es et orientation du bâtiment



” Caractéristiques optiques – thermiques  
Emissivité de la peinture  
Coefficient de transmission global du vitrage

” Maillage  
Etude de maillage → 38000 mailles

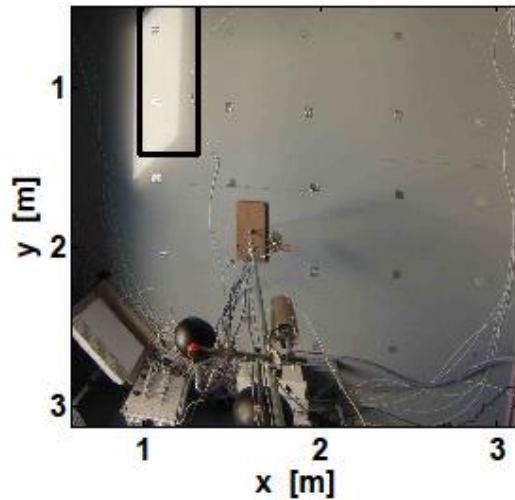


Profondeur (m)

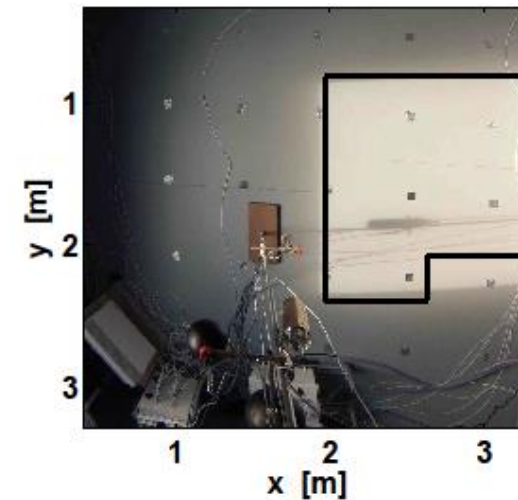
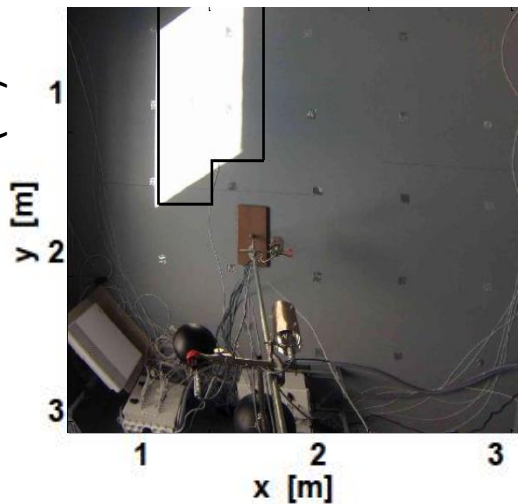
Mai 13h30

Mai 14h

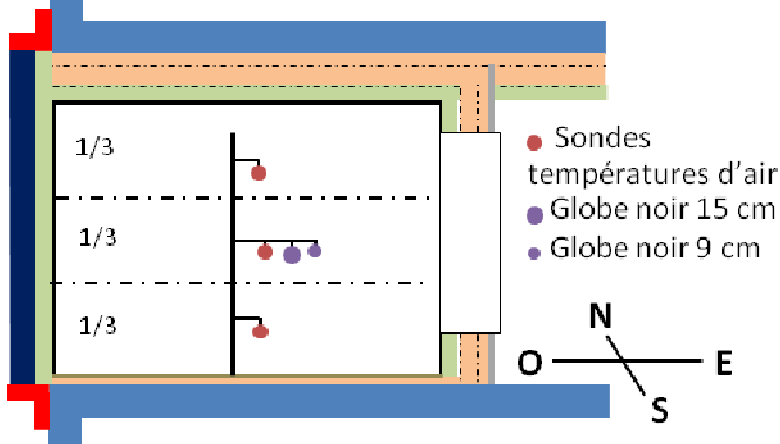
Mai 16h



largeur (m)





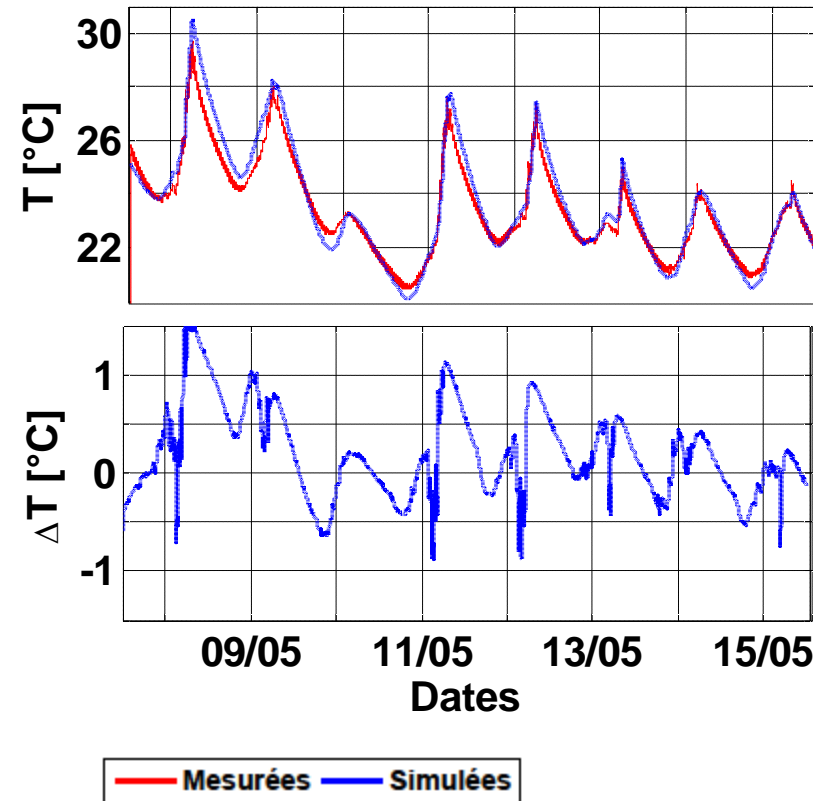


Erreurs quadratiques absolues entre la température d'air calculée et mesurée

Sondes	Bas	Milieu	Haut
RMSE [°C]	0,555	0,495	0,472

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_t^2}$$

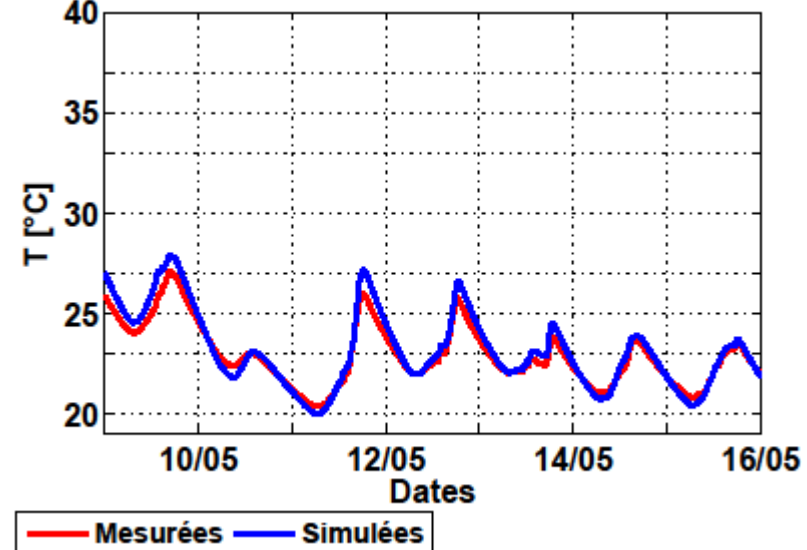
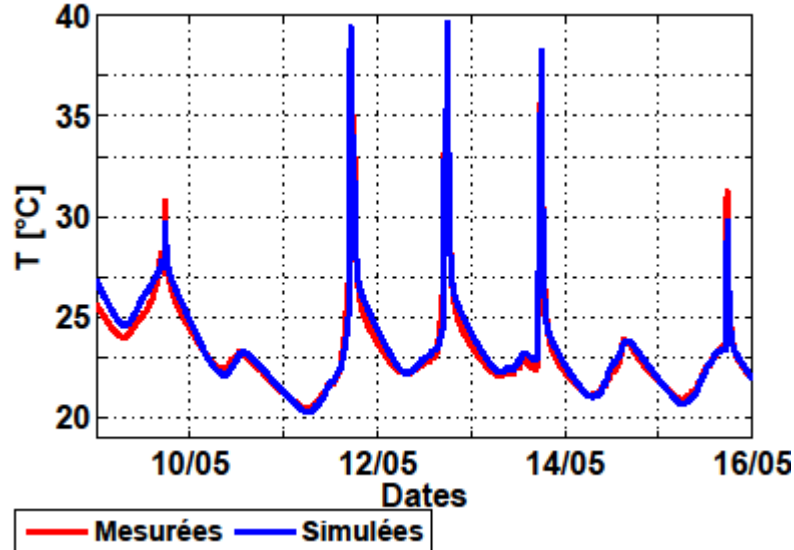
### Validation de la température d'air



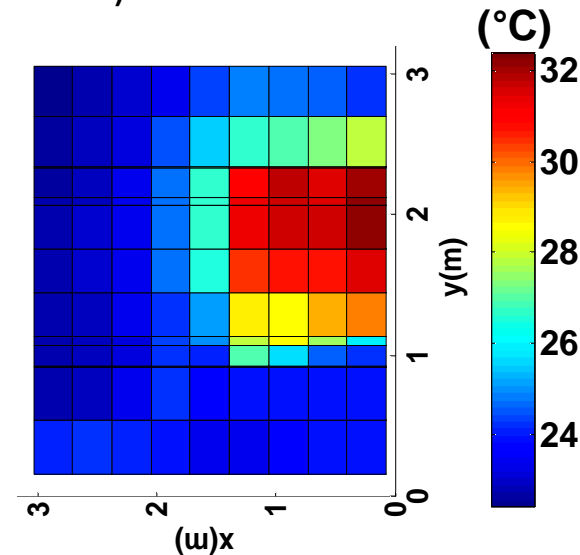
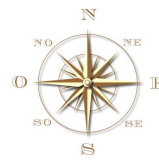
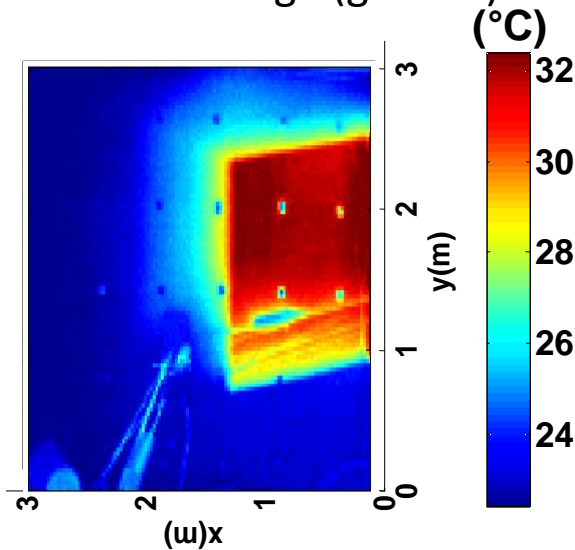
Sur estimation en milieu de journée  
Sous estimation la nuit

ON

ure au niveau de la Validation de la température au niveau de la Sonde 6 (paroi nord)



Mesure infrarouge (gauche) et simulation (droite) à 16h le 11 Mai



## Validation d'un modèle d'enveloppe de bâtiment 3D localisant la tache solaire représentant cellule BESTLab

Les températures d'air et des surfaces mesurées aux températures : **erreurs ~ 0.5°C**

	N° Sondes Paroi TS	1 Ouest Non	2 Est Oui	3 Est Non	4 Sud Oui	5 Sud Non	6 Nord Non	7 Nord Non	8 Sol Oui	9 Sol Non	10 Plafond Non
08 au 16 Mai 2013	RMSE [°C]	0,59	0,67	0,40	0,49	0,63	0,66	0,55	0,57	0,71	0,62

### → Perspectives

Confort

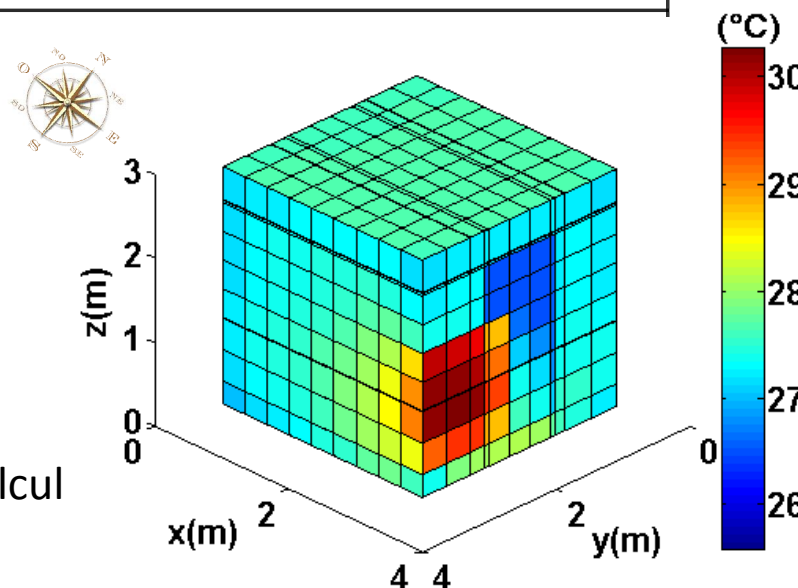
Analyse de l'impact de la représentation de la tache solaire

Matériaux à changements de phase

Amélioration du modèle :

“ Augmentation du maillage → Puissance de calcul

“ Modélisation du volume d'air → CFD ?



Cartographie des températures de surfaces à 18h20 – Paroi Est – Sud - Plafond



Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

# ce Francophone France 2014

20 au 21 mai 2014

Arras, France



**Merci!**



Université Claude Bernard

