

# Modélisation CFD des performances thermiques d'un mur Trombe

Afef LARIBI<sup>(1\*)</sup>, Valérie LEPILLER<sup>(1)</sup>, Yacine AIT OUMEZIANE<sup>(1)</sup>, Sylvie BEGOT<sup>(1)</sup>, Philippe DESEVAUX<sup>(1)</sup>

## Contexte et objectifs

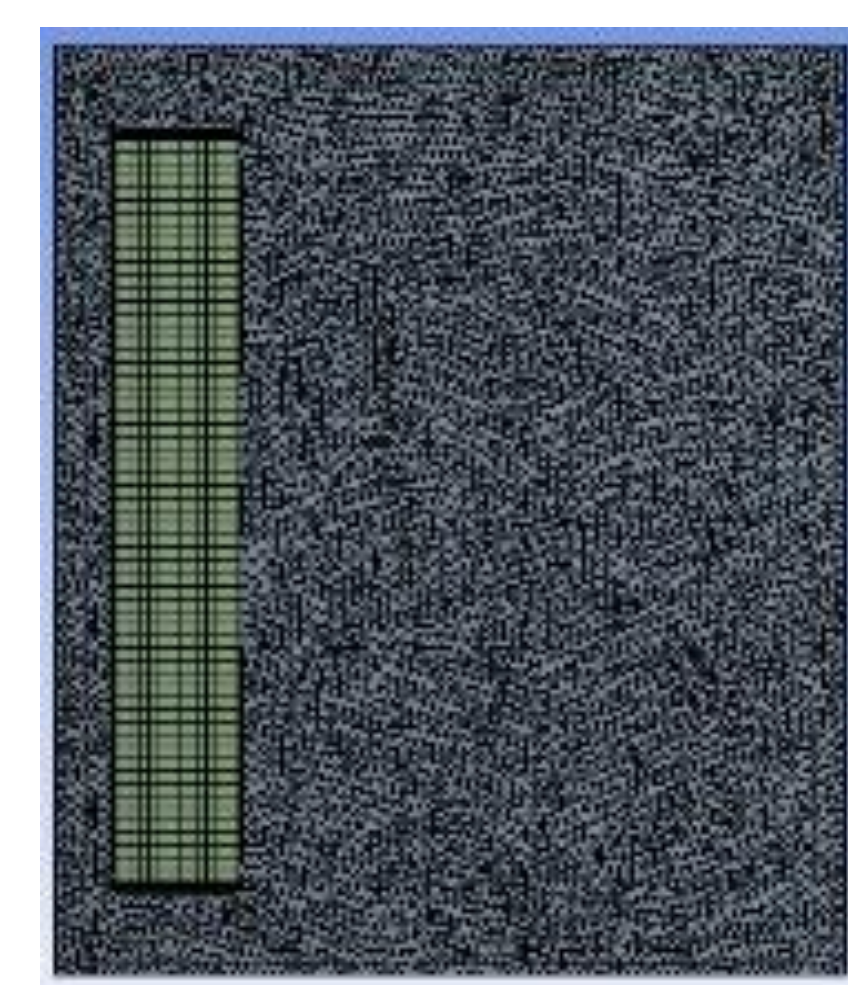
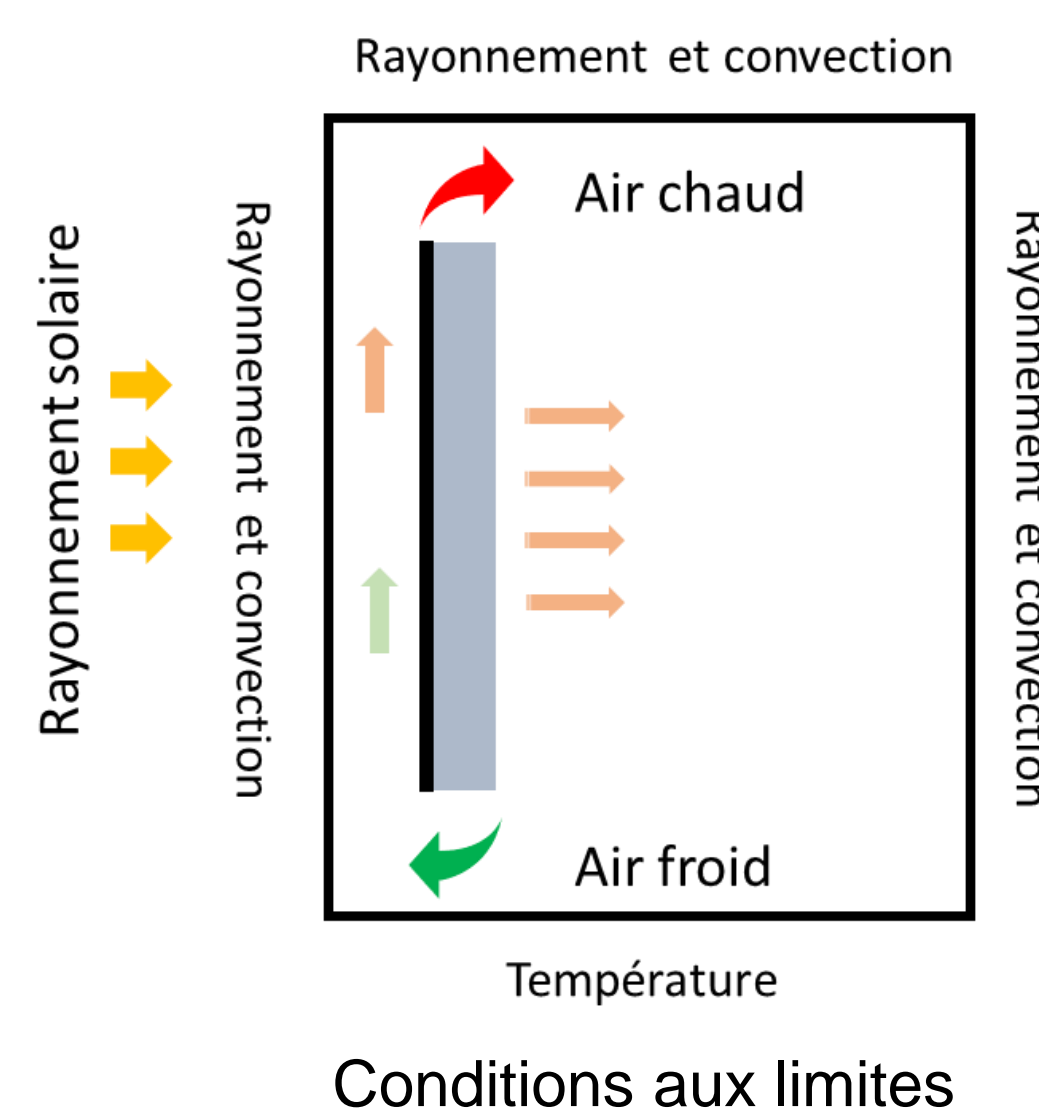
- L'habitat est l'un des secteurs les plus énergivores. En France, le bâtiment représente environ 45% de la consommation d'énergie finale.
- Les systèmes solaires passifs présentent une alternative intéressante permettant d'économiser 30% de la consommation énergétique d'un bâtiment.
- Mur Trombe : technique passive performante en conditions hivernales, problème de confort hygrothermique en été.
- Les performances d'un système mur Trombe sont affectées par divers paramètres, tels que la taille des ouïes ou l'épaisseur de la lame d'air.
- Objectif de ce travail :** Étude paramétrique de l'influence de l'épaisseur de la lame d'air et de la taille des ouïes sur les performances thermiques du système mur Trombe via un modèle numérique 2D stationnaire.

## Modélisation CFD en 2D stationnaire

### Géométrie et conditions aux limites

Hauteur	1,5 m
Longueur	1,5 m
Épaisseur du vitrage	0,006 m
Épaisseur de la lame d'air	0,15
Épaisseur du mur massif	0,3 m
Largeur des orifices	0,15 m

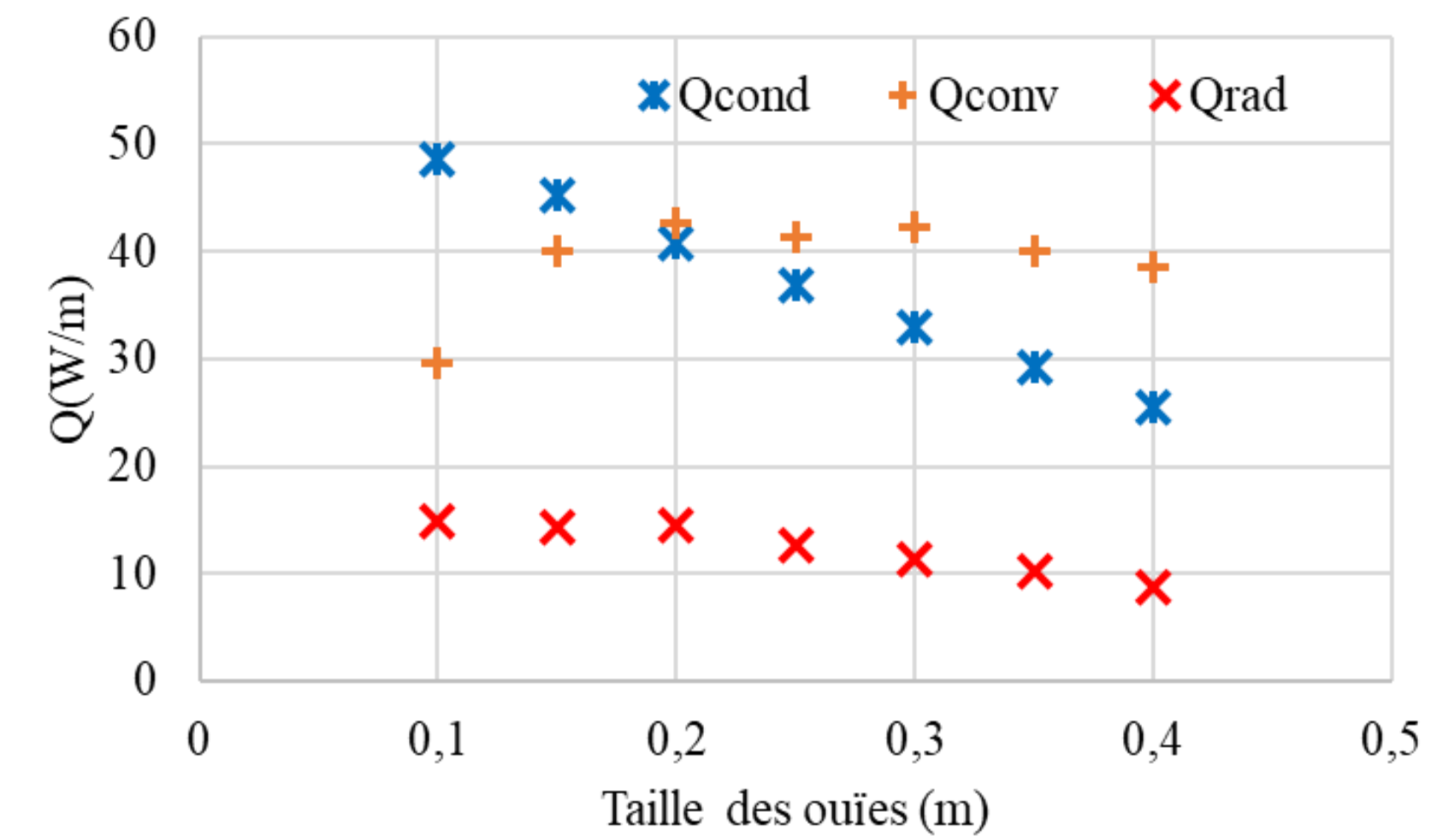
Dimensions de système mur Trombe



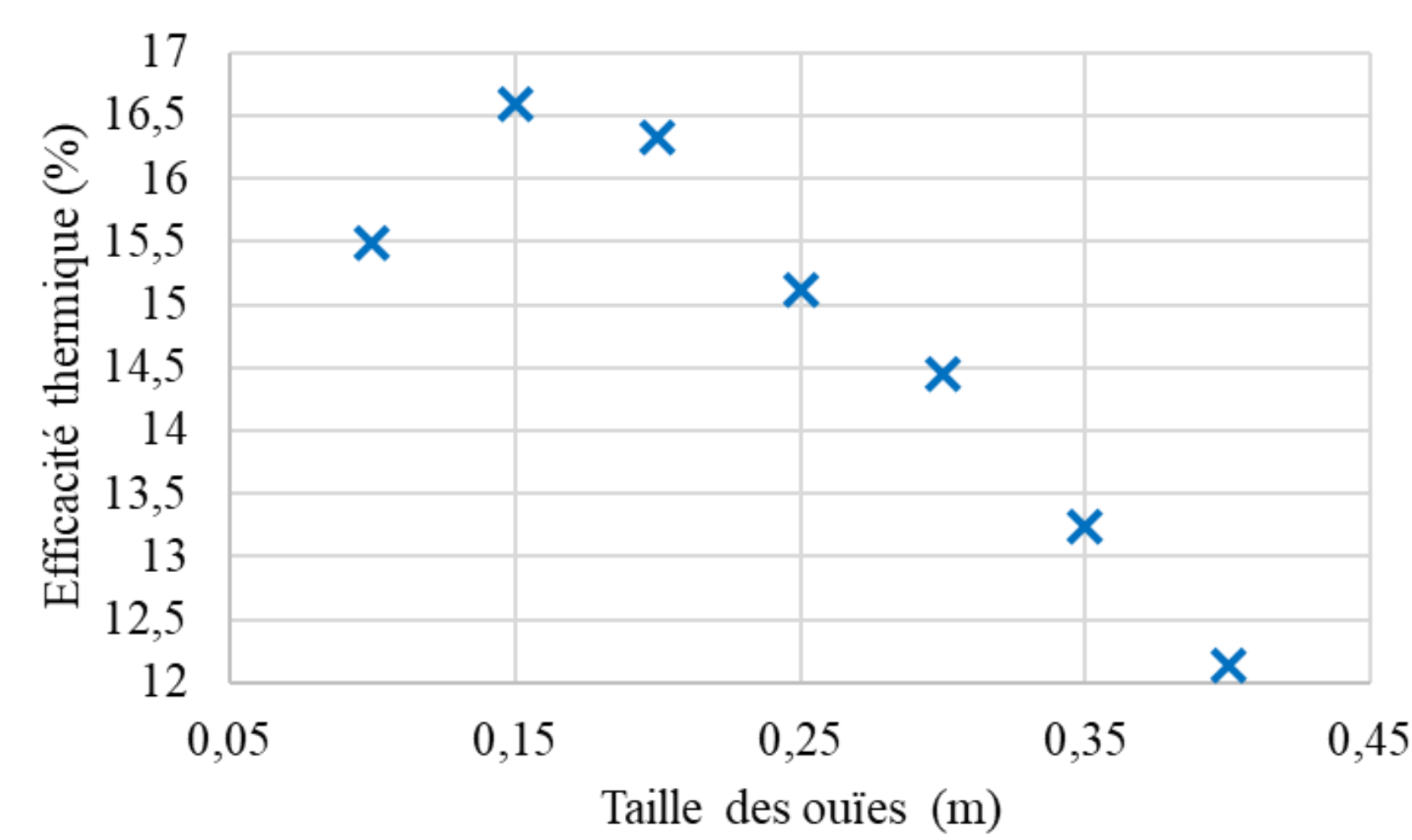
Maillage du domaine d'étude

- Fluide incompressible : modèle de Boussinesq
- Modèle de turbulence  $k-\omega$  SST
- Modèle de rayonnement Discrete Ordinates (DO)
- Couplage pression-vitesse : pressure based
- Discrétisation du second ordre de type upwind, sauf pour le modèle radiatif DO qui utilise une discrétisation 1<sup>er</sup> ordre.
- Convergence des calculs :
  - ✓ Equations de continuité, de quantité de mouvement et de turbulence : résidus  $< 10^{-3}$
  - ✓ Equations d'énergie et de transfert radiatif : résidus  $< 10^{-6}$ .

## Influence de la taille des ouïes



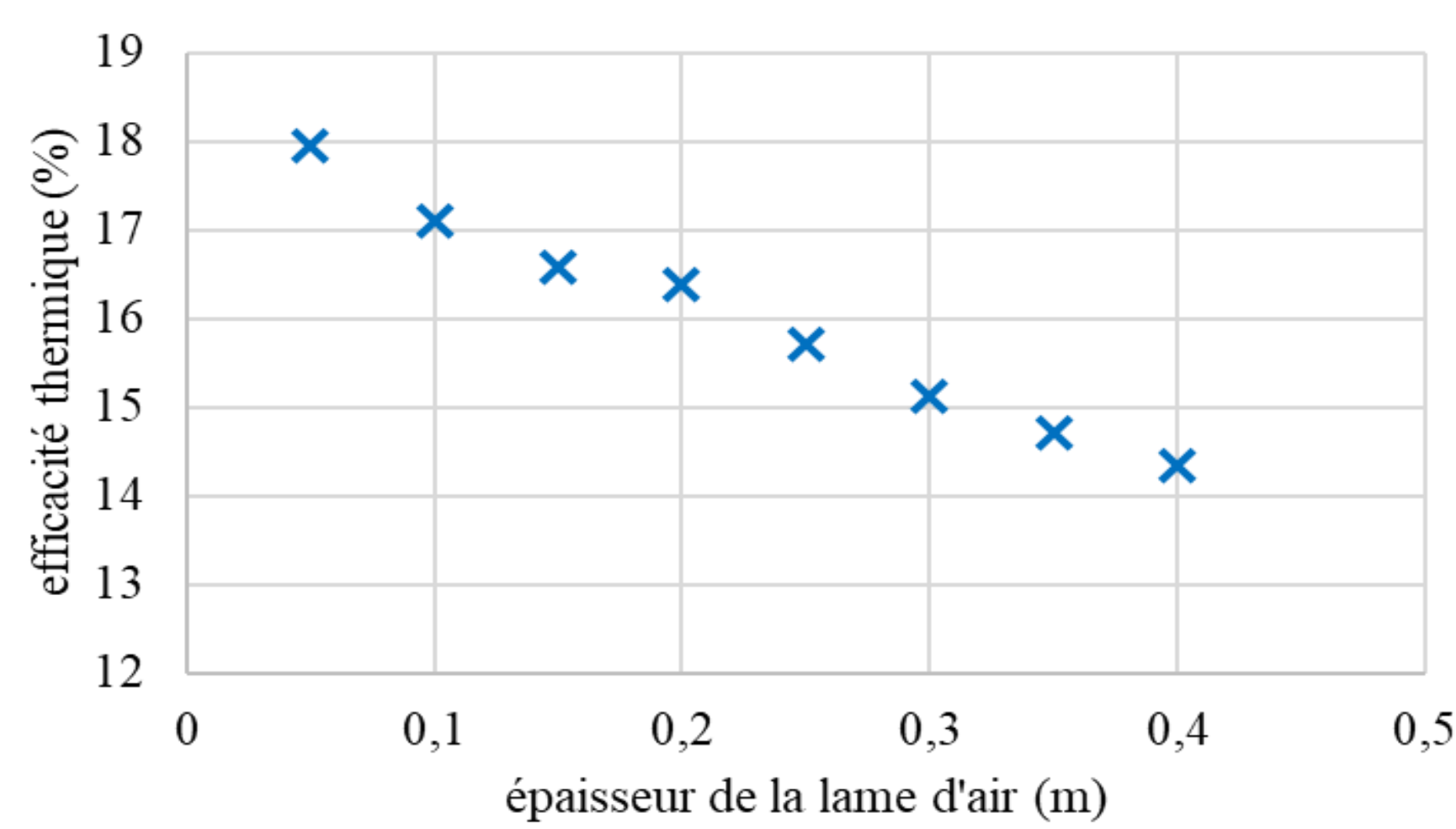
Variation des échanges thermiques en fonction de la taille des ouïes



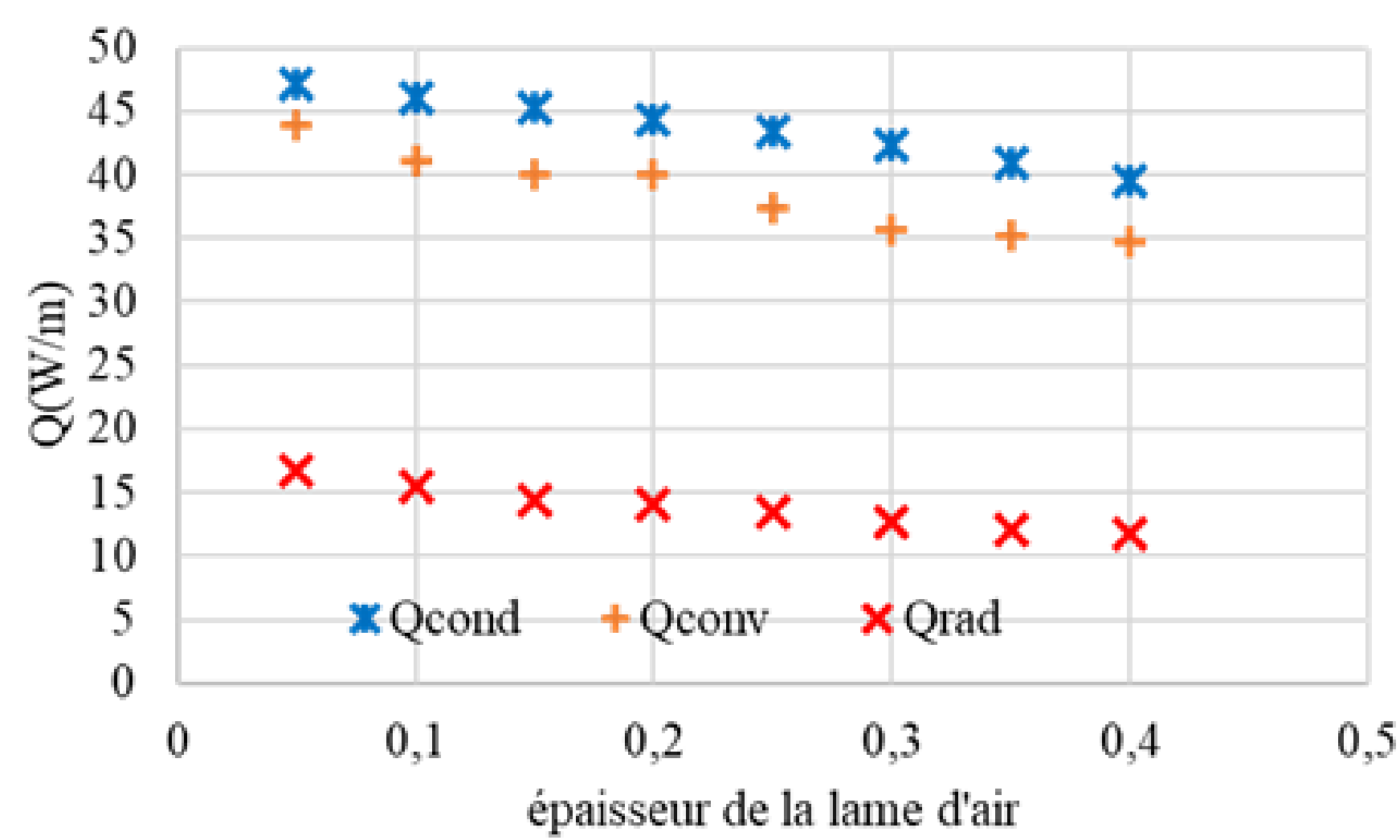
Variation de l'efficacité thermique en fonction de la taille des ouïes

- L'échange conductif décroît linéairement quand la taille des ouïes augmente.
- L'échange convectif croît lorsque la dimension des ouïes augmente jusqu'à 0,2 m puis reste quasiment constant au-delà de cette valeur.
- Les échanges radiatifs sont faibles et semblent peu influencés par la taille des ouïes.
- L'efficacité thermique augmente quand la taille des ouïes varie de 0,1 à 0,15 m avant de décroître sensiblement au fur et à mesure que la taille des ouïes augmente.

## Influence de l'épaisseur de la lame d'air

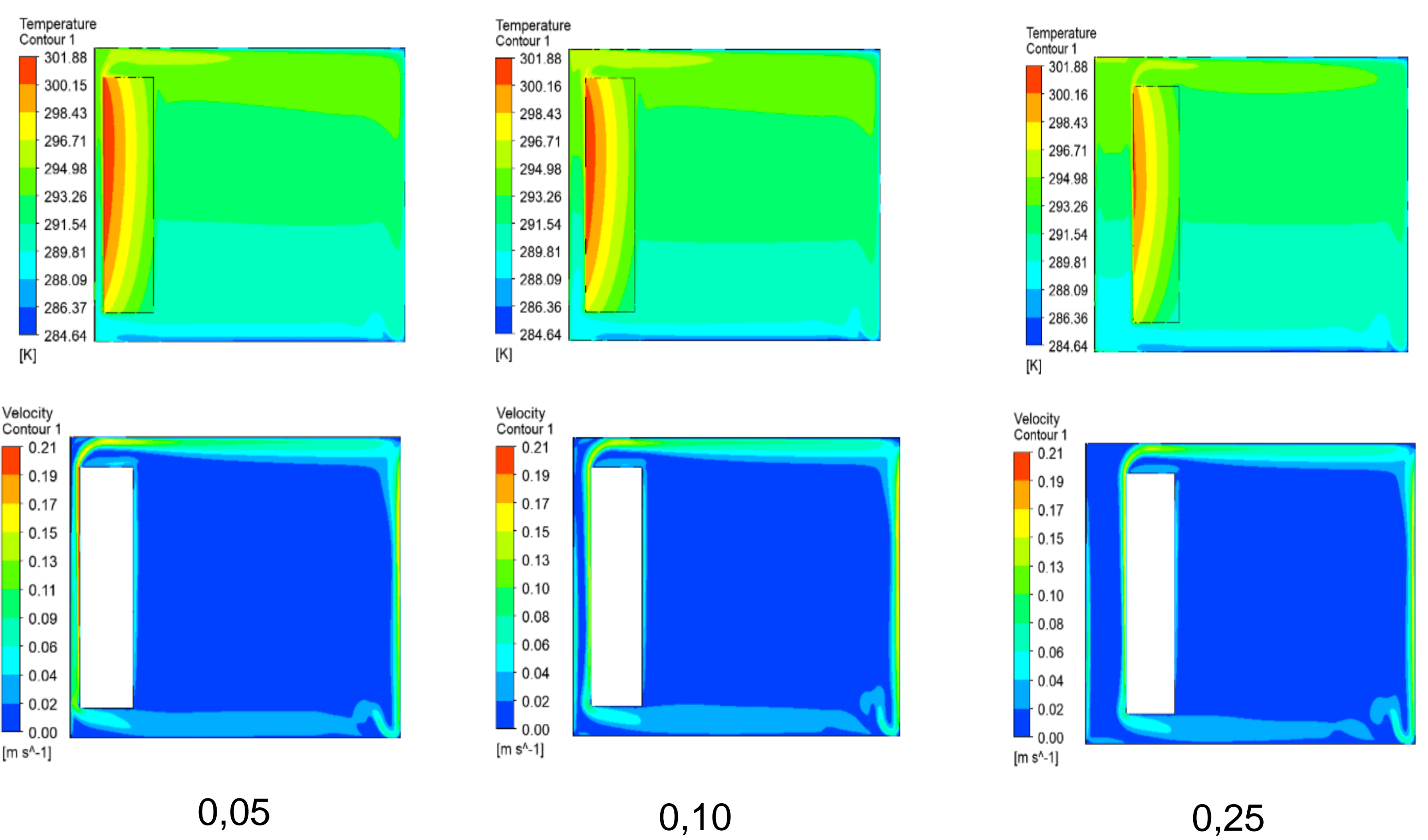


Variation des échanges thermiques en fonction de l'épaisseur de la lame d'air



Variation de l'efficacité thermique en fonction de l'épaisseur de la lame d'air

- Diminution régulière des performances thermiques du mur Trombe avec l'augmentation de l'épaisseur de la lame d'air.
- L'efficacité thermique passe de 18 à 14 % lorsque l'épaisseur de la lame d'air varie de 0,05 à 0,4 m.



Contours de température et de vitesse pour trois épaisseurs de la lame d'air (0,05, 0,10 et 0,25 m), pour une taille d'ouïes de 0,15 m

- Impact de l'augmentation de l'épaisseur de la lame d'air sur la dynamique de l'écoulement qui prend place entre le vitrage et la paroi stockeuse.
- Lorsque l'épaisseur de la lame d'air augmente, le volume d'air augmente sensiblement ce qui entraîne une diminution de la température au niveau de la lame d'air.
- La température au niveau de la paroi stockeuse diminue en conséquence, ainsi que la température de l'air dans le local.

## Conclusions et perspectives

- L'augmentation de la taille des ouïes favorise l'échange par convection mais engendre une diminution des échanges par conduction et rayonnement.
- Une largeur d'ouïe égale au 10<sup>ème</sup> de la hauteur du mur conduit à la meilleure efficacité thermique.
- L'augmentation de l'épaisseur de la lame d'air pénalise l'efficacité thermique du système.

### Travaux en cours :

- Développement d'un modèle CFD 3D instationnaire.
- Réalisation d'une maquette expérimentale de système mur Trombe destiné à la validation des simulations.
- Analyse de l'influence des matériaux utilisés et de la présence d'ouvrants sur les performances thermiques du mur Trombe