



HAL
open science

Optimisation du stockage de chaleur par la technologie thermocline

Wanruo Lou, Yilin Fan, Nicolas Baudin, Stéphane Roux, Lingai Luo

► **To cite this version:**

Wanruo Lou, Yilin Fan, Nicolas Baudin, Stéphane Roux, Lingai Luo. Optimisation du stockage de chaleur par la technologie thermocline. Congrès Français de Thermique 2021, Jun 2021, Belfort, France. <hal-03257956>

HAL Id: hal-03257956

<https://hal.science/hal-03257956v1>

Submitted on 23 Jun 2021

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.



HAL Authorization

Optimisation du stockage de chaleur par la technologie thermocline



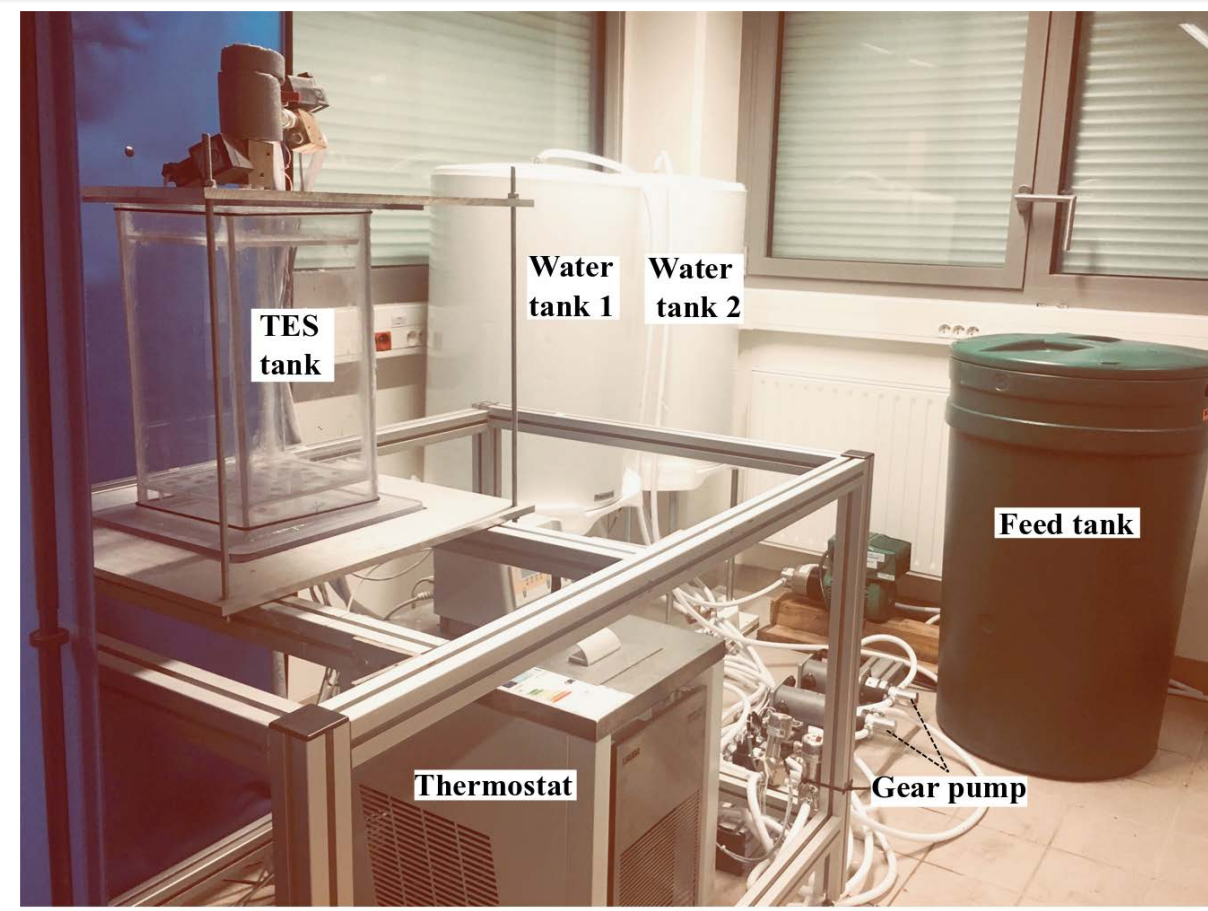
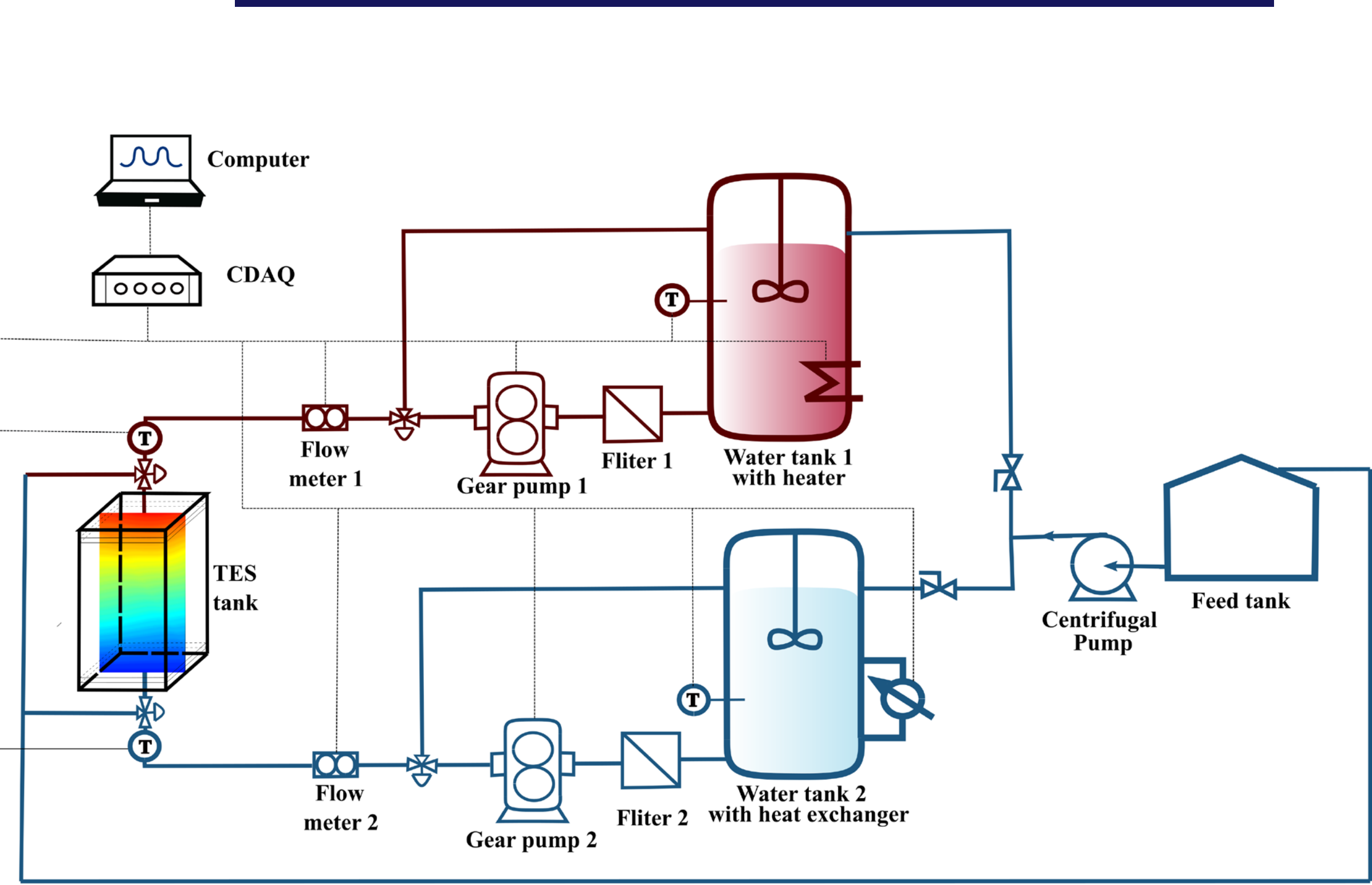
Wanruo LOU ⁽¹⁾, Yilin FAN ⁽¹⁾, Nicolas BAUDIN ⁽¹⁾, Stéphane ROUX ⁽¹⁾, Lingai LUO ^(1*)

Introduction

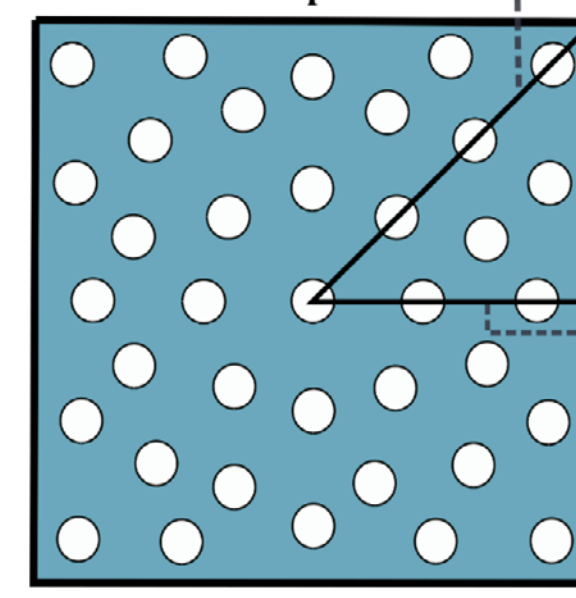
- Contexte**
 - Le stockage de l'énergie thermique (TES) dans une cuve unique est proposé comme une solution technologique importante, compacte et rentable afin de résoudre les problèmes de fiabilité, de disponibilité et d'inadéquation avec leur usage des ressources renouvelables ou résiduelles
- Enjeu**
 - Le jet thermique à l'entrée du réservoir provoque un fort mélange des fluides chauds et froids, et donc conduit à la dégradation de la thermocline et à la réduction des performances de stockage.
- Objectifs**
 - Concevoir la géométrie du distributeur optimisé avec l'algorithme développé
 - Augmenter la performance de stockage par la technologie de thermocline à l'aide de diffuseur optimisé
 - Caractériser l'évolution de la thermocline et l'impact du jet thermique à l'entrée pour valider les modélisations

Banc d'essai

Boucle fluide & réservoir



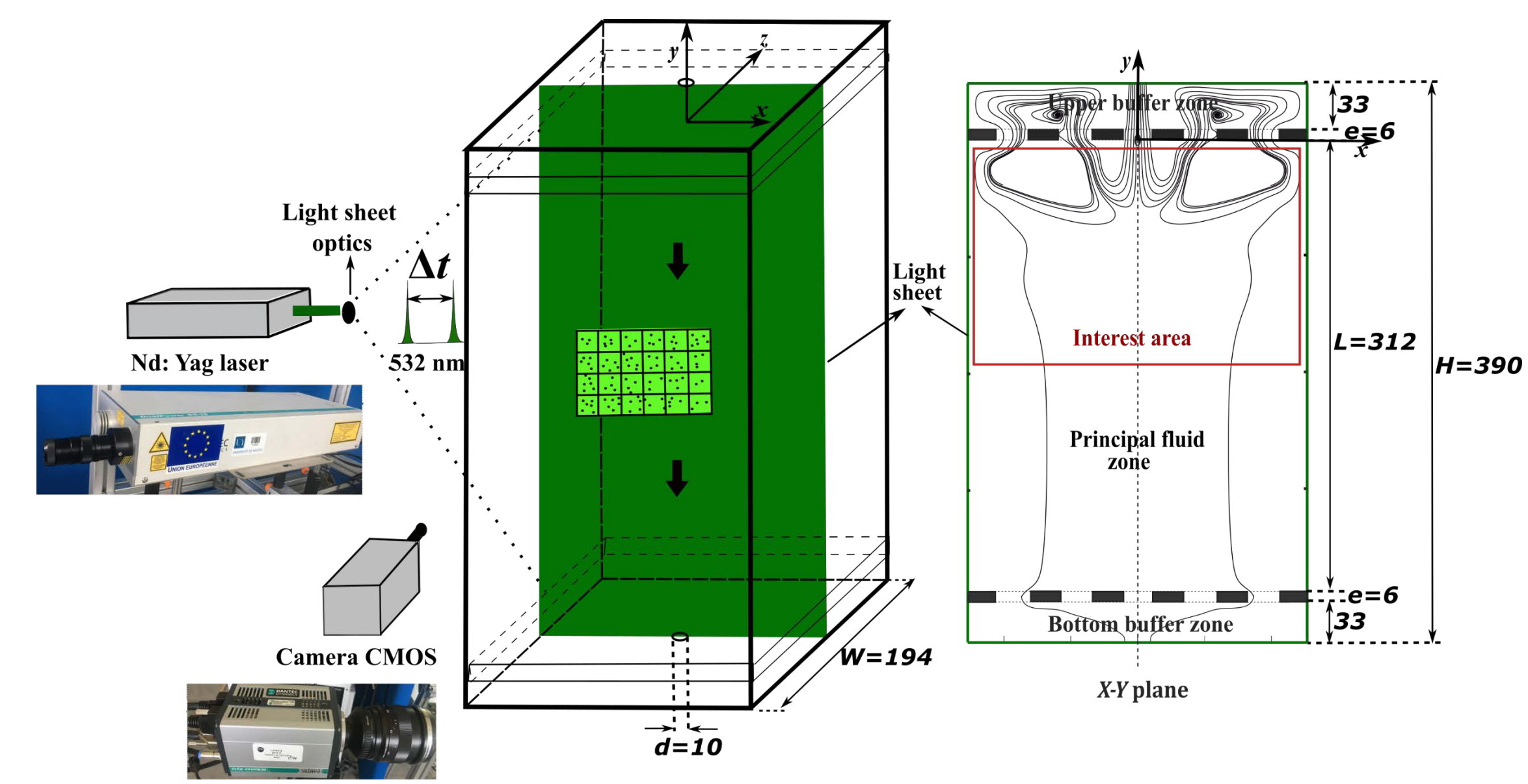
Distributeur (orifice baffle-type distributors OBD)



OBD initial (orifice uniforme)

Luo et al. WO/2015/028758, 2015

PIV instrumentation



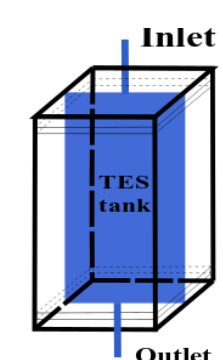
Zone d'intérêt : Domaine de fluide entre deux distributeurs au-dessus et en-dessous

Résultats expérimentaux

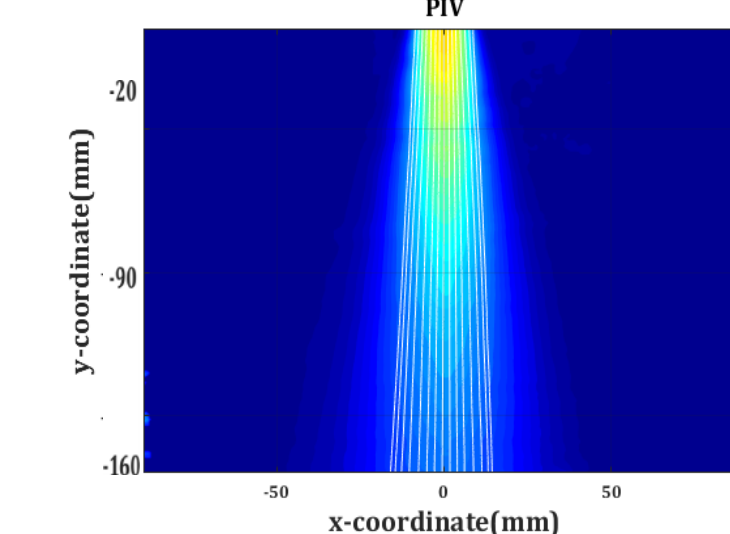
Caractérisation du champ de vitesse avec OBD initial

Jet isothermique

Condition d'opération :
 $T_{in} = 293,15 K$
 $T_{ini} = 293,15 K$
 $Q_{in} = 1 L \cdot min^{-1}$

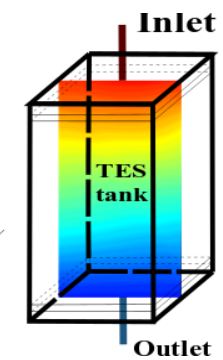


Cas stationnaire



Jet thermique

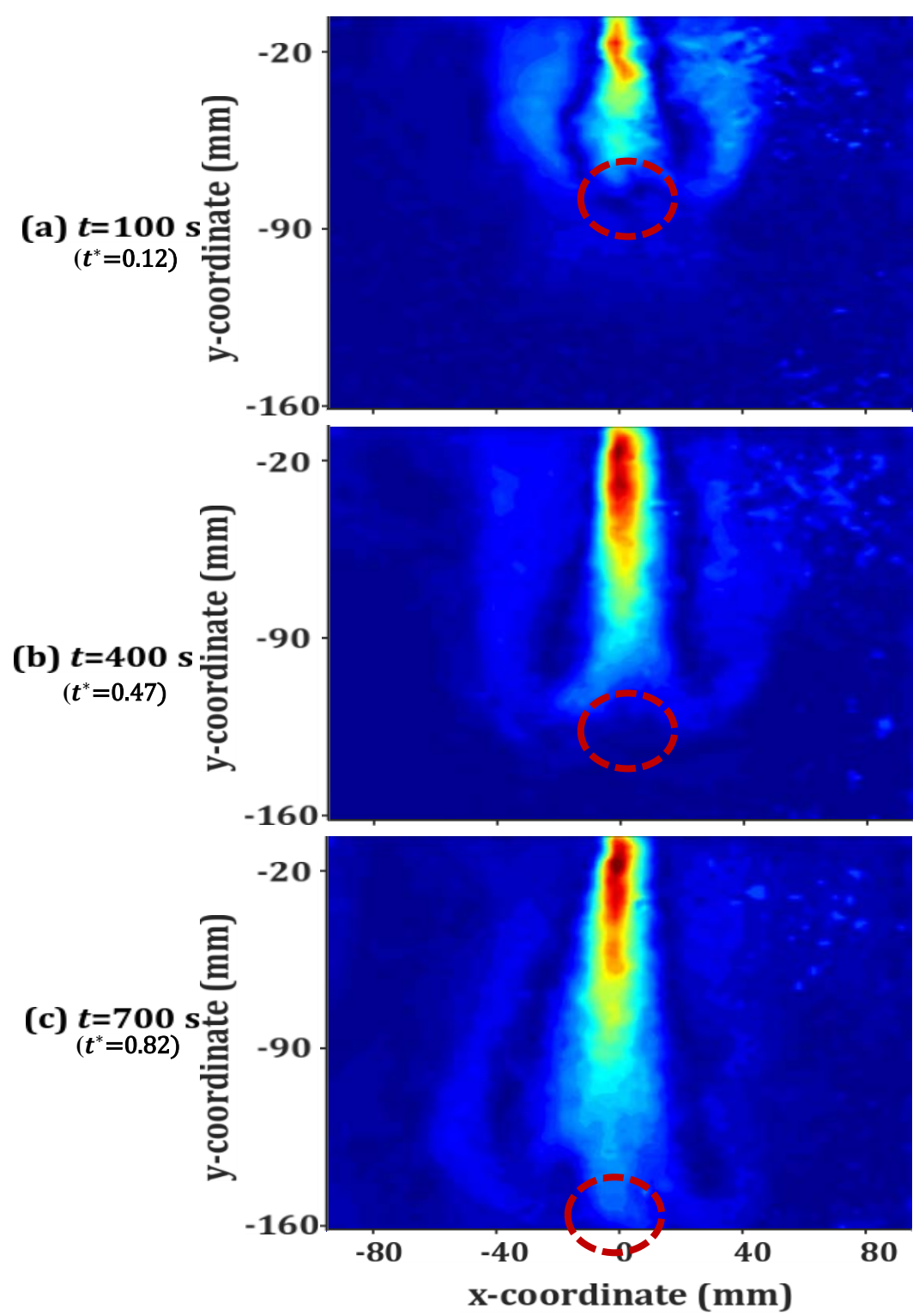
Condition d'opération :
 $T_{in} = 333,15 K$
 $T_{ini} = 293,15 K$
 $Q_{in} = 1 L \cdot min^{-1}$



Cas transitoire

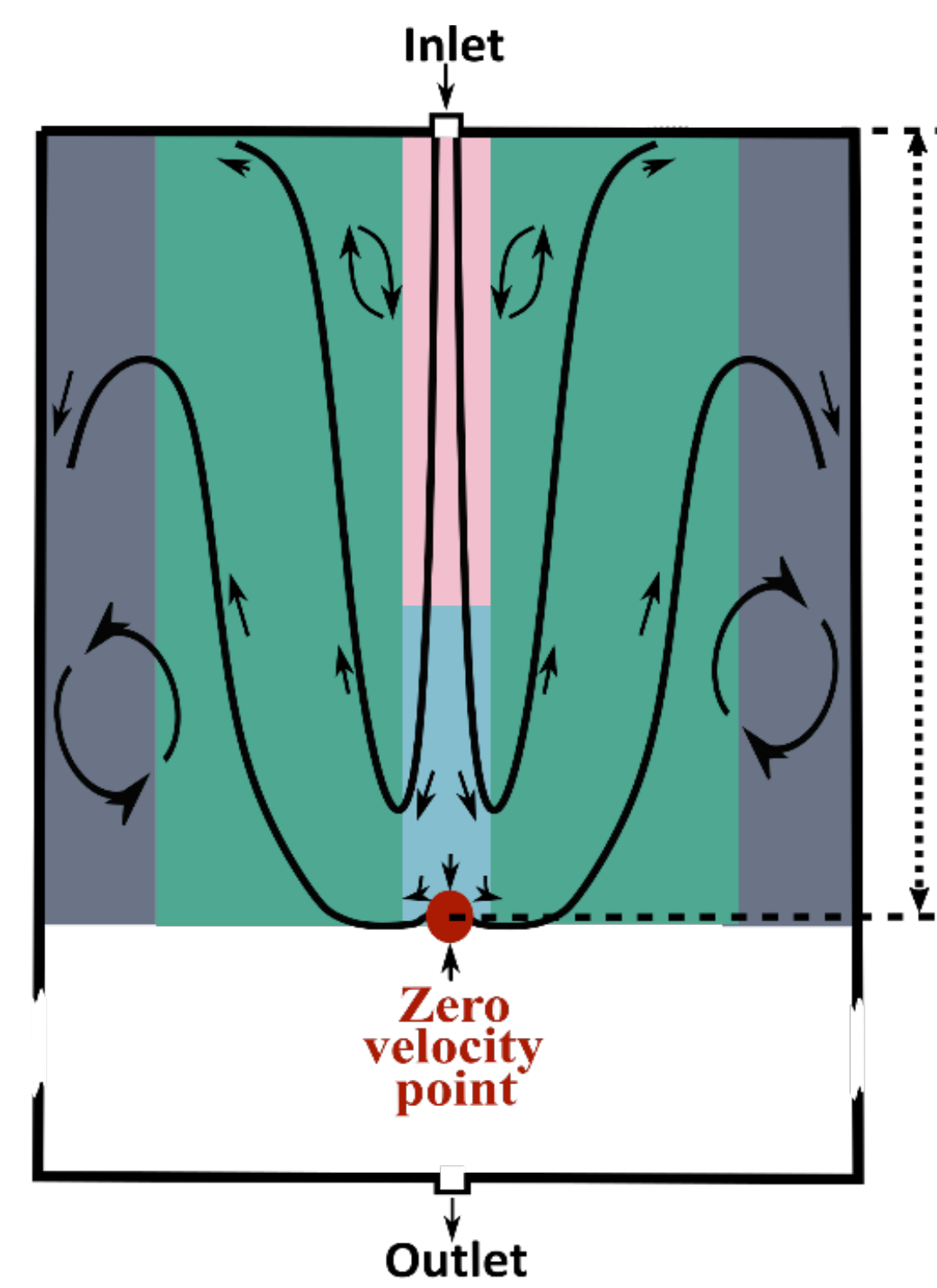
Évolution en fonction du temps

- Avance du jet thermique
- Distance de pénétration ↑



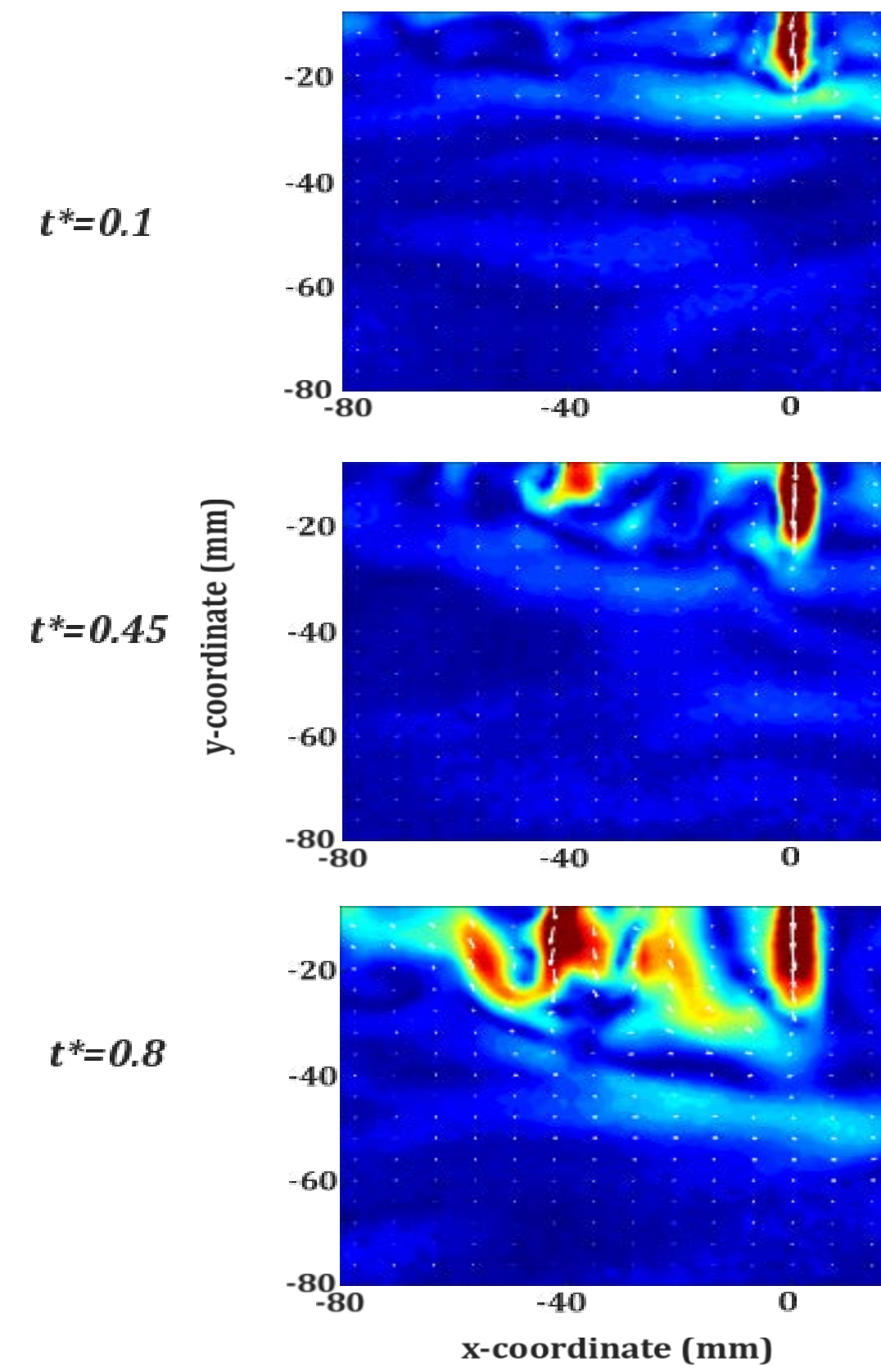
Évolution en fonction de l'espace

- Régime 1, 2, 3 et 4

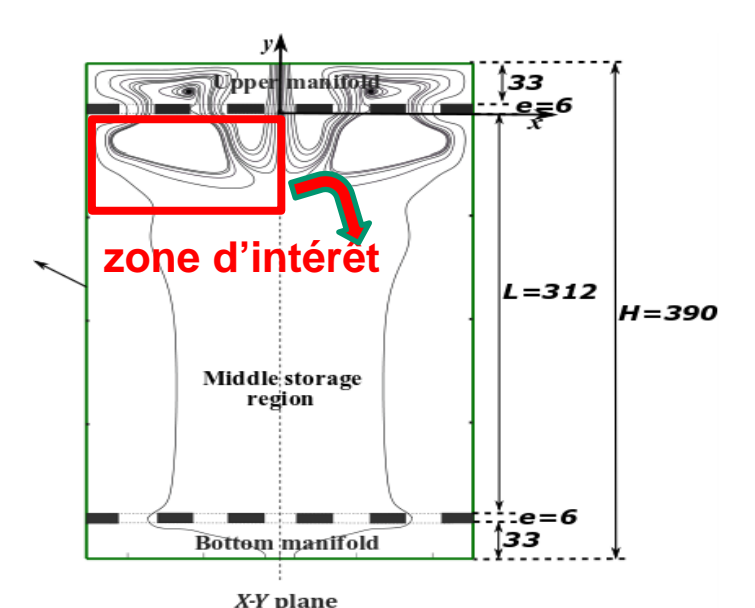


- Regime 1: Momentum-dominated regime
- Regime 2: Transition regime
- Regime 3: Buoyancy-dominated regime
- Regime 4: Lateral dispersion regime

Caractérisation du champ de vitesse avec OBD optimisé



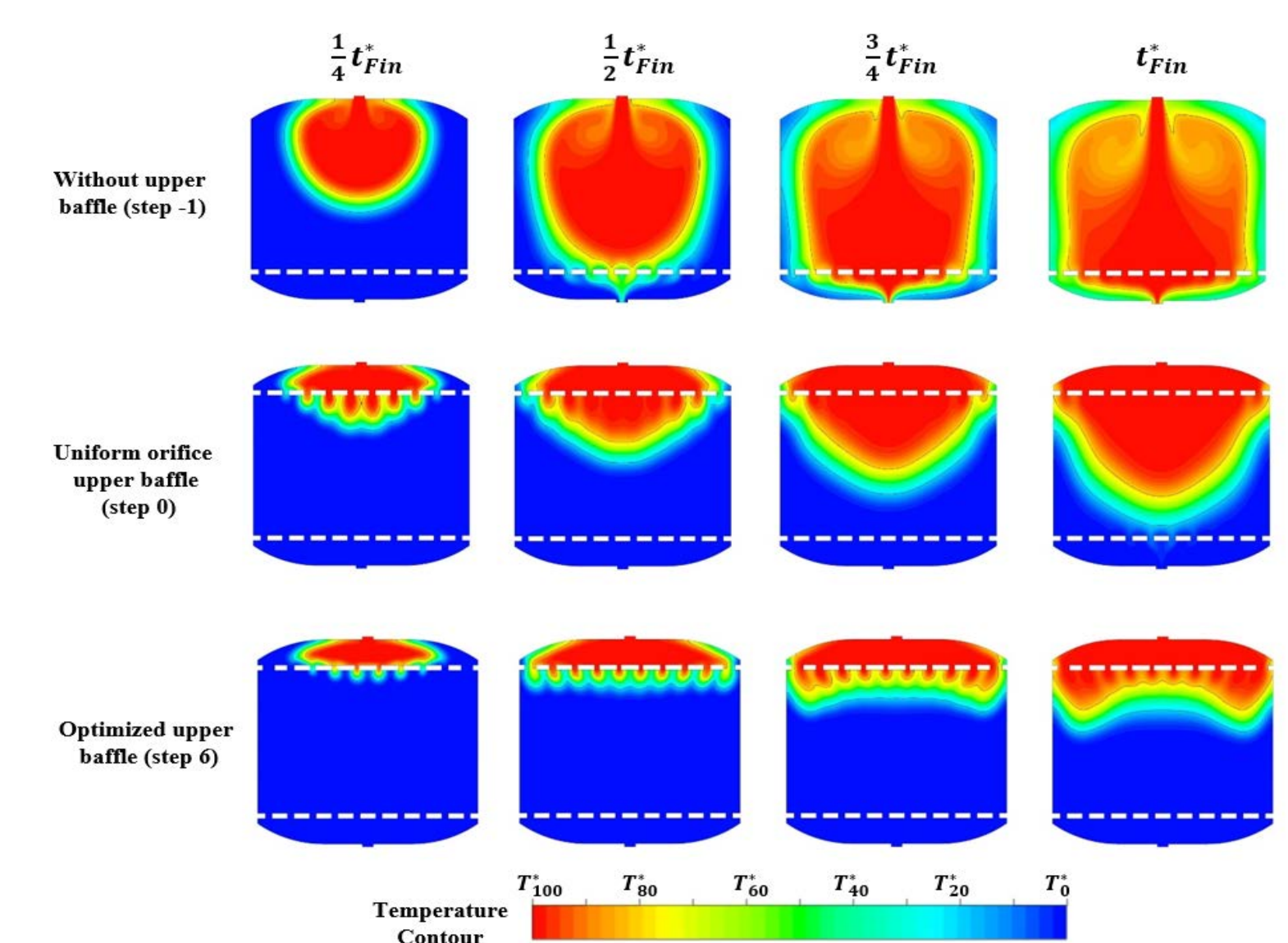
Afin d'augmenter la résolution spatiale, on a réduit la zone de visualisation



Condition d'opération :
 $T_{in} = 333,15 K$
 $T_{ini} = 293,15 K$
 $Q_{in} = 1 L \cdot min^{-1}$

- h_j sont largement réduits ↓
- Pas de zone avec grande vitesse
- Zone de tourbillon et recirculation ↓
- $t^* = 0.1$, un seul jet sortant (par l'orifice au centre)
- Et puis, 2^{ème} jet apparaît (observé $t^* = 0.45$)
- $t^* = 0.8$, tous les jets ont presque les mêmes h_j

Résultats : champ de température



Lou, W., et al. (2020). *Journal of Energy Storage*, 32, 101749

Conclusion

- Performance de stockage augmentée (~15%) par une gestion optimisée de la thermocline;
- Impact important du jet flottant et de l'écoulement en panache ($Fr > 3$); nécessité d'une structuration/adaptation du diffuseur;
- Notre solution : insertion de plaques perforées avec la configuration optimisée des dimensions des orifices/anneaux;
- Méthode d'optimisation simple, pratique, robuste et efficace avec validation expérimentale.