

Modélisation numérique et intégration d'un générateur/rectifieur à plaques et films tombants dans une machine à absorption NH₃/H₂O



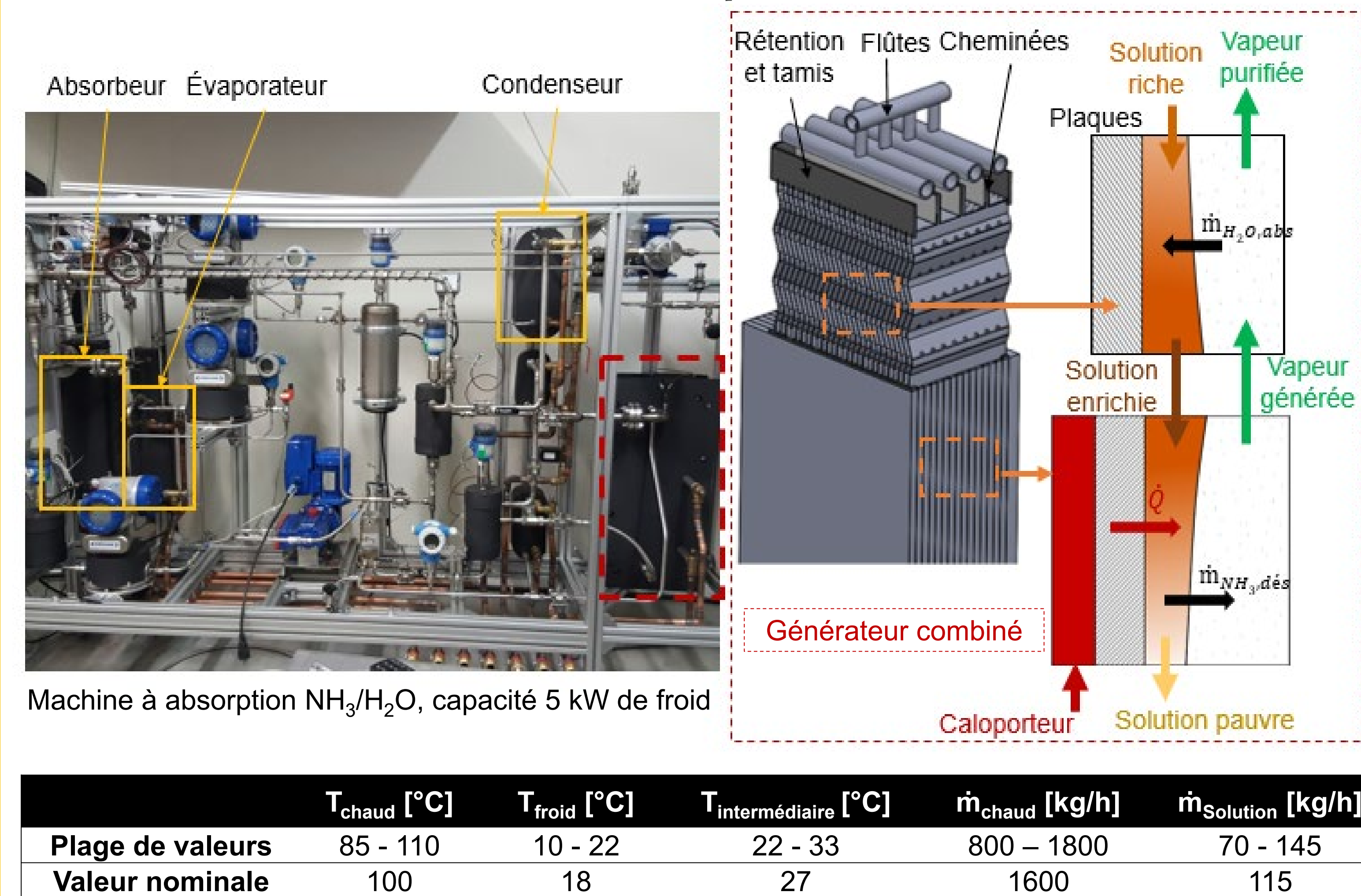
Mathilde WIRTZ^{1, 2, *}, Benoit STUTZ², Hai Trieu PHAN¹, François BOUDEHENN¹

Introduction

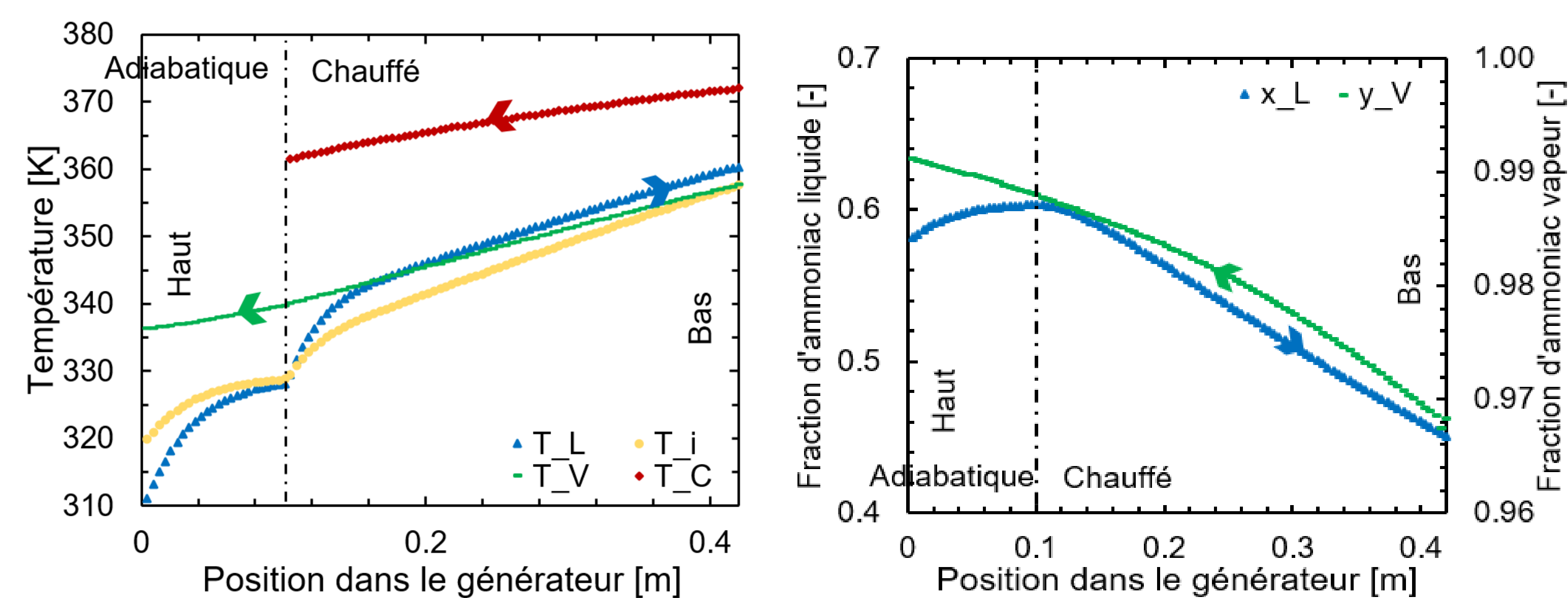
- Regain d'intérêt pour les machines à absorption → Production de froid pour l'industrie ou la climatisation des bâtiments, par **récupération de chaleur**, venant de sources abondantes et à faibles coûts (soleil, réseaux de chaleur, valorisation de chaleur fatale)
- **Couple NH₃-H₂O** → Fluides naturels, propriétés physiques intéressantes, production du froid à des températures positives et négatives, facilité d'utilisation des échangeurs de chaleur à plaques connus pour leur **compacité** et leur efficacité.
- **Problématique** → Limitation des traces d'eau dans la **vapeur d'ammoniac générée** pour un fonctionnement optimal de la machine.
- **Solution** → Conception d'un **générateur à plaques et films tombants** associant **génération** et **purification** de la vapeur d'ammoniac.

Fonctionnement et modèle du générateur combiné

Conception



Modèle



Films ruisselants

- Corrélations **transferts de masse et de chaleur**
- Bilans de masse, thermique et d'espèces
- Équations d'équilibre à l'interface liquide-vapeur

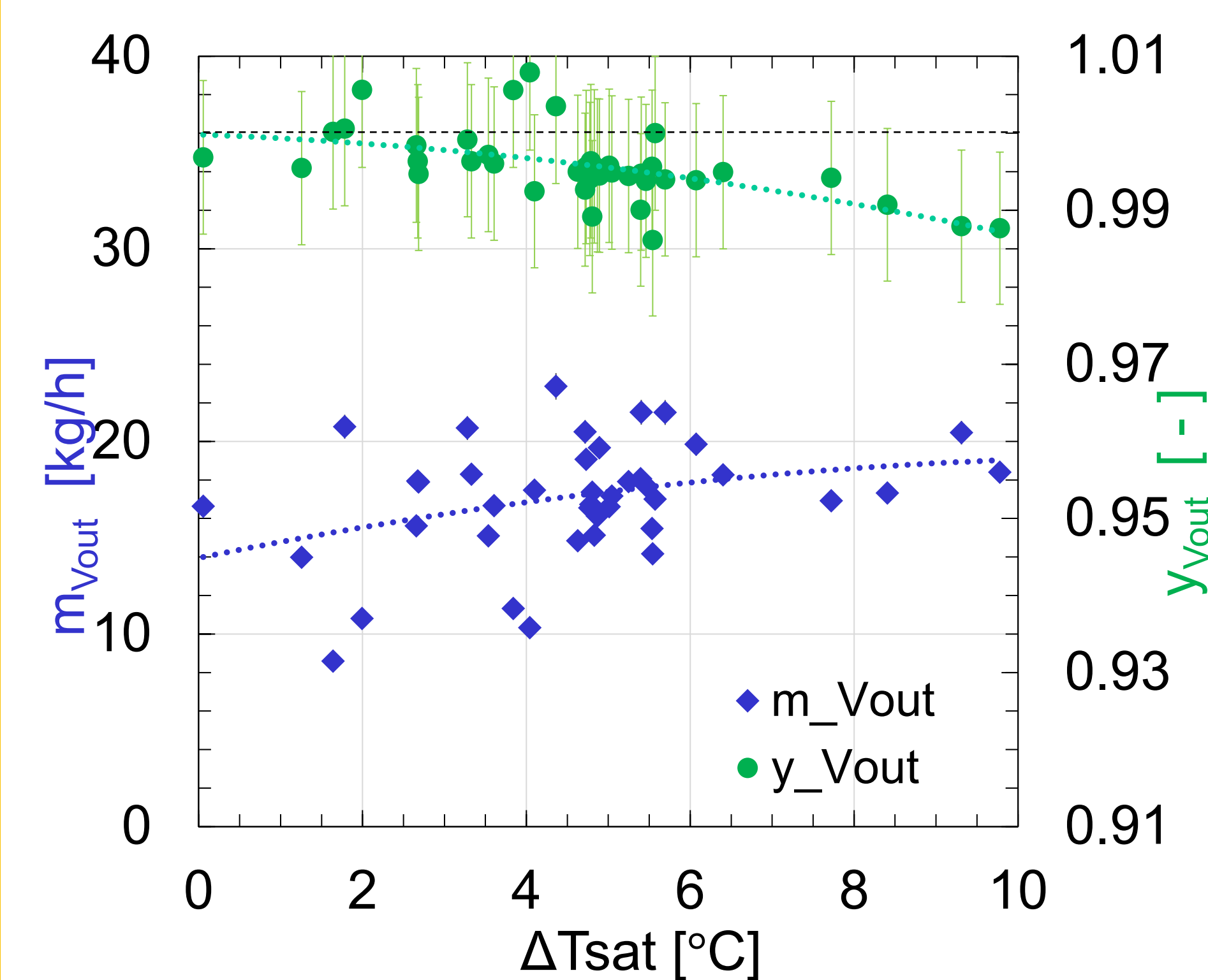
Zone noyée

- Modèle d'**ébullition libre**

Méthode de résolution pseudo instationnaire permettant de simuler les **processus d'absorption** et de **désorption** en configuration d'écoulement liquide-vapeur à **contre-courant**

Résultats

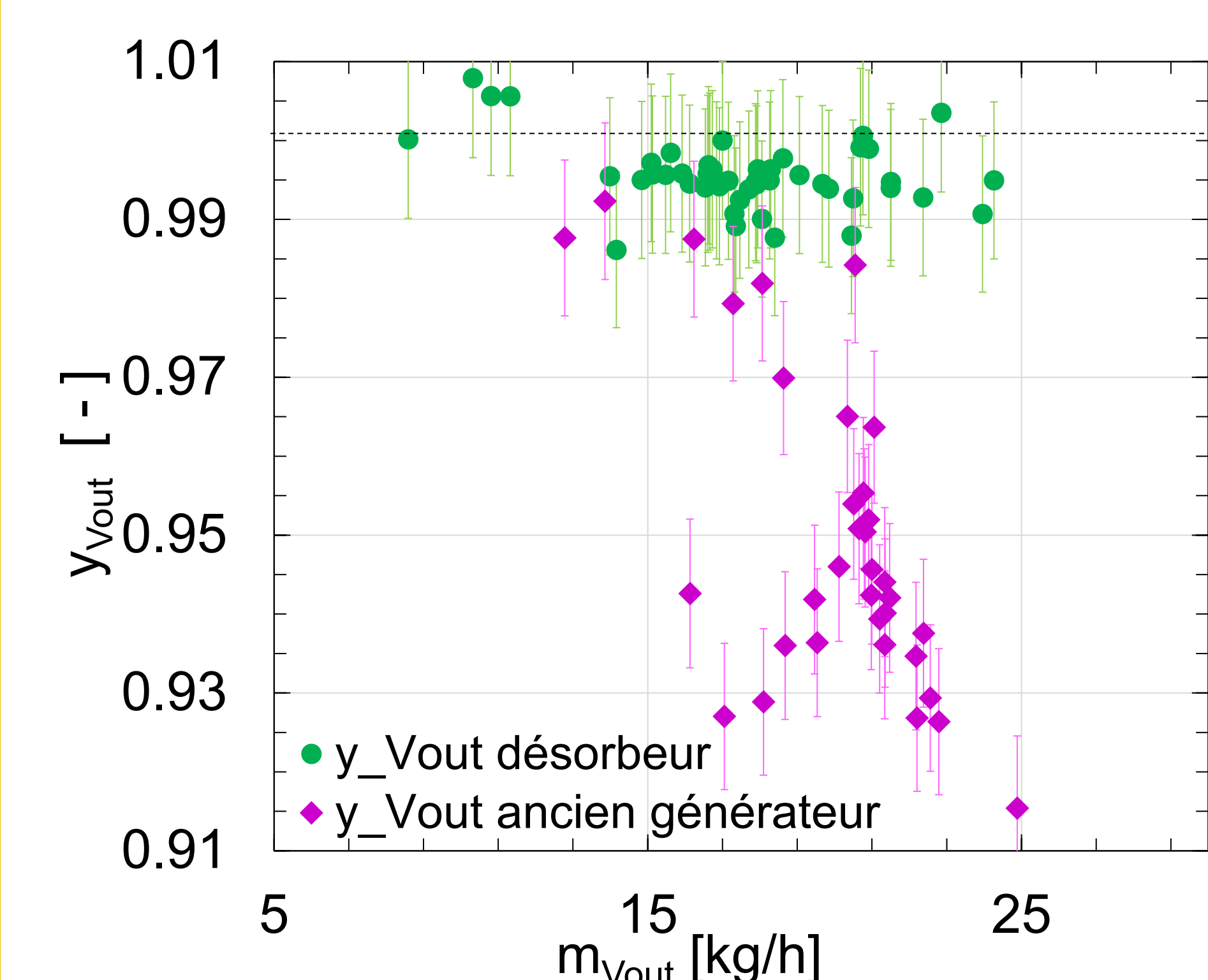
Évolution du débit et de la concentration en ammoniac dans la vapeur générée en sortie du générateur en fonction de la surchauffe de la solution riche en entrée.



Plus la surchauffe de la solution en entrée est faible :
 → plus le débit de vapeur générée diminue ;
 → plus la concentration en ammoniac augmente.

Qualité et quantité de la vapeur produite sensibles à la **surchauffe** de la solution en entrée (Détente flash à l'injection et réabsorption partielle de la vapeur par la solution).

Évolution des concentrations en ammoniac dans la vapeur en fonction du débit de vapeur générée par le générateur combiné et par un générateur bouilleur.



Avantages du générateur combiné vs générateur bouilleur :
 → **Vapeur de meilleure qualité** à même débit
 → **Pas besoin de rectifieur à sa sortie.**

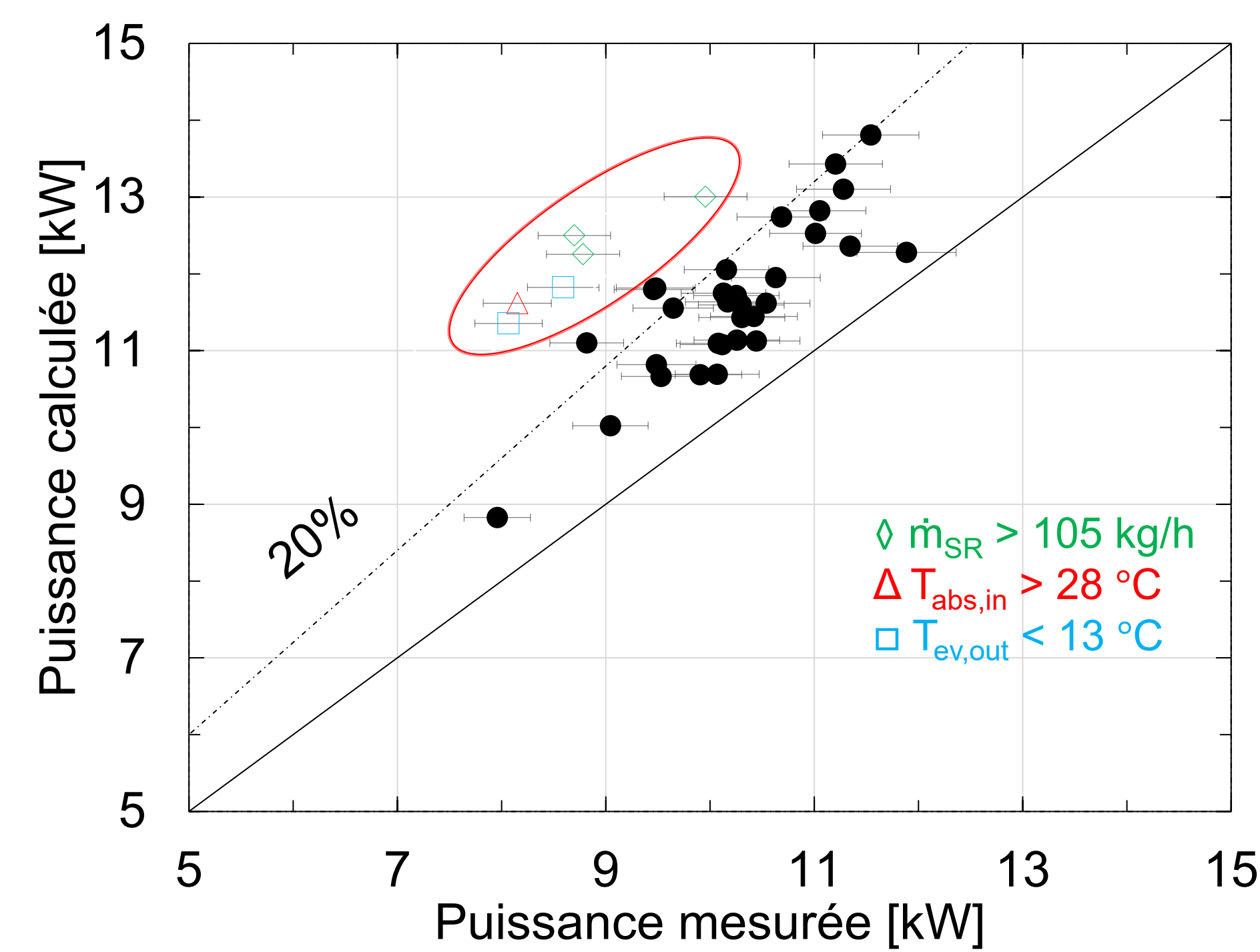
Conclusion :

- Vapeur générée avec une **pureté en ammoniac > 0.98** → Pas besoin de rectifieur ;
- **Comparaison expérimentale/numérique** → Bonne concordance des résultats ;

Perspectives :

- Mise en place d'un **sous-refroidissement** en entrée de la solution → Optimum à définir ;
- Améliorer le modèle numérique afin de mieux représenter les phénomènes expérimentaux comme **l'assèchement des plaques** et prendre en compte le développement des **couches limites thermiques et massiques.**

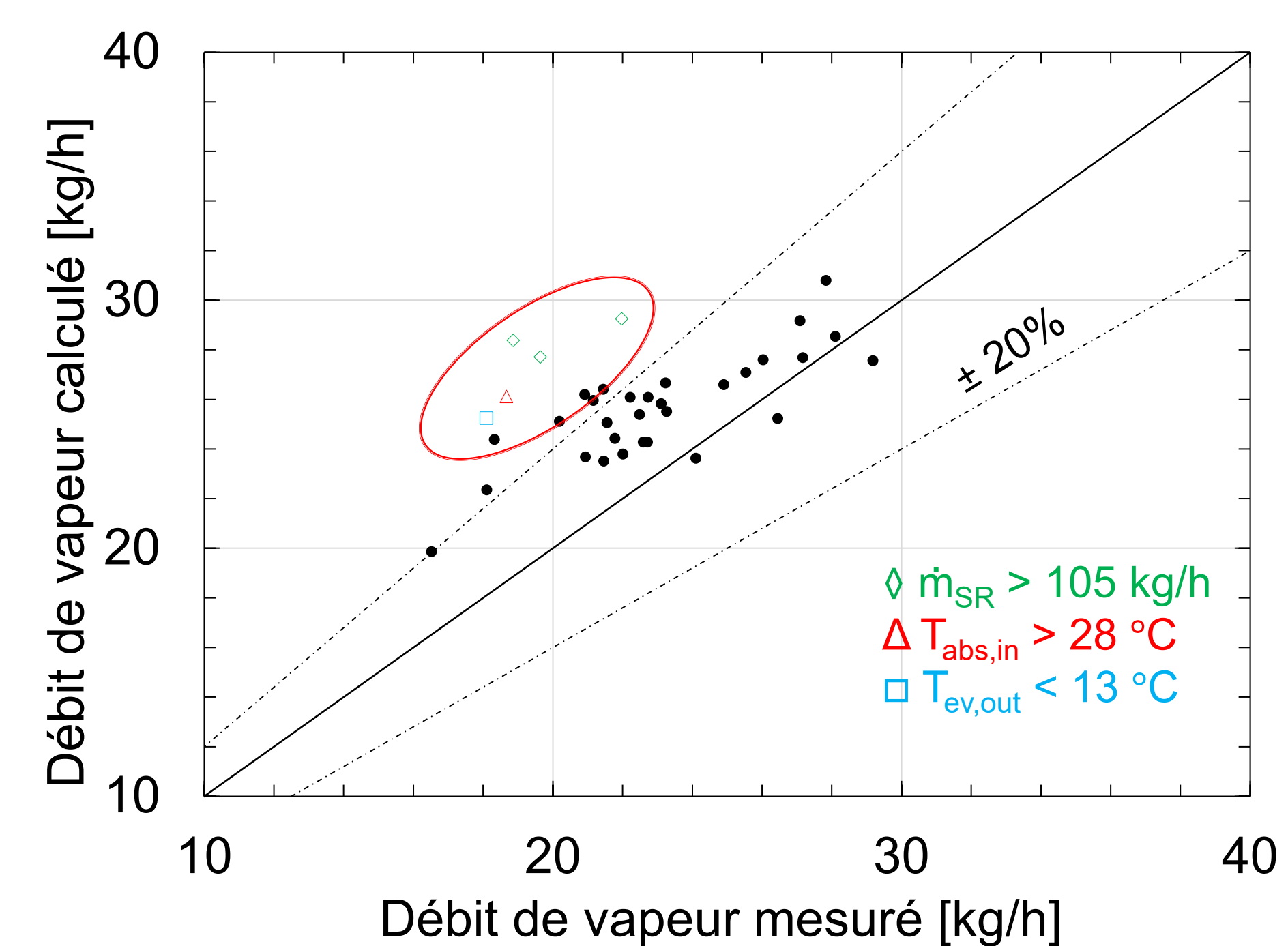
Comparaison numérique/expérimentale des performances du désorbeur avec une partie noyée.



Modèle surestime la **chaleur fournie**
 → Pas de pertes de chaleur simulées
 → Écart < 20 % pour 76 % des valeurs
 → Incertitudes expérimentales [2 - 7] %

Écart extrême : conditions extrêmes

- **Débit massique de solution élevé**
- **Température absorbeur élevée**
- **Température évaporateur faible**



Débit de vapeur produite :
 → Écart < 20 % pour 70 % des valeurs