

Caractérisation expérimentale de deux éjecteurs pour un transformateur de chaleur à absorption NH₃-H₂O



Mathilde WIRTZ^(1*), Hai Trieu PHAN⁽¹⁾

(1) CEA, LITEN, DTCH. INES, 50 av. du Lac Léman, 73370 Le Bourget du Lac, France

*Mathilde.wirtz@cea.fr



INTRODUCTION / CONTEXTE

Le projet européen ZIMBA vise à développer un **transformateur de chaleur à absorption (AHT)** économe en énergie, qui utilise le couple ammoniac-eau comme fluide de travail, et valorise la chaleur résiduelle industrielle pour produire **~15kW_{th} à 110°C**.

Ce système intègre un éjecteur permettant :

- D'améliorer les performances de la machine,
- D'élargir la gamme de fonctionnement stable à des températures ambiantes plus élevées.

Cette étude se concentre sur le **développement d'un banc d'essai expérimental**, visant à recréer les conditions thermodynamiques des entrées et sorties appliquées au niveau de l'éjecteur.

<https://zimba-project.eu>

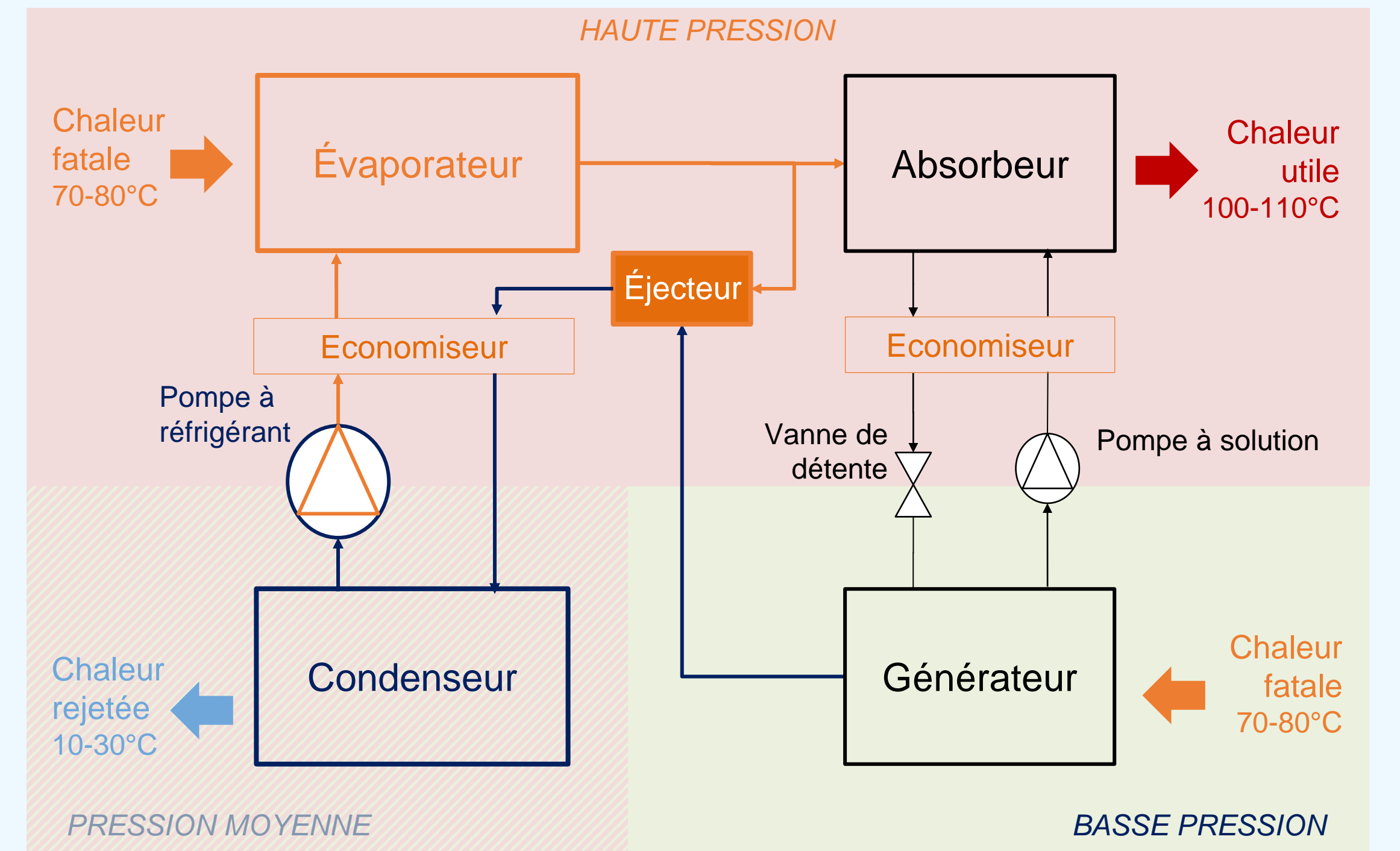


Figure 1. ZIMBA AHT incluant l'éjecteur et les niveaux de températures

CONCEPTION DE L'EJECTEUR

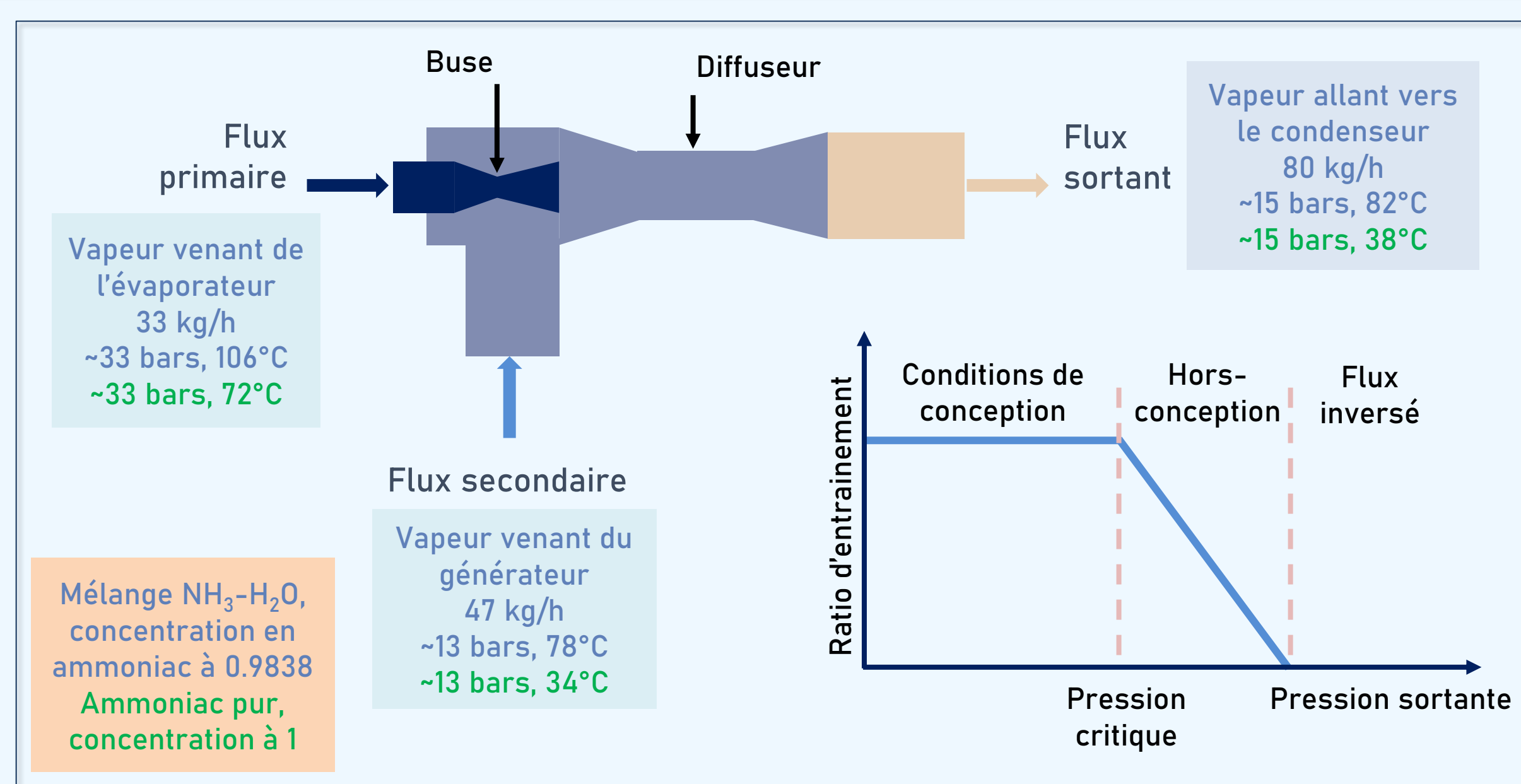


Figure 2. Concept de l'éjecteur

Le banc d'essai doit pouvoir **reproduire les conditions** à la sortie de l'évaporateur -flux primaire- et du générateur -flux secondaire-.

Au point nominal déterminé par [1], la **fraction massique d'eau** contenue dans la vapeur d'ammoniac est de moins de **2%** et la part de vapeur détournée en sortie de l'évaporateur pour alimenter le **flux primaire** est de **40%** du flux de vapeur total.

Simplification du banc d'essai → Utilisation de l'**ammoniac pur** → Adaptation des températures nominales des flux pour correspondre à la même surchauffe que pour le cas réel du mélange.

Deux géométries d'éjecteur ont été développées d'après les simulations et **optimisations CFD** de [2].

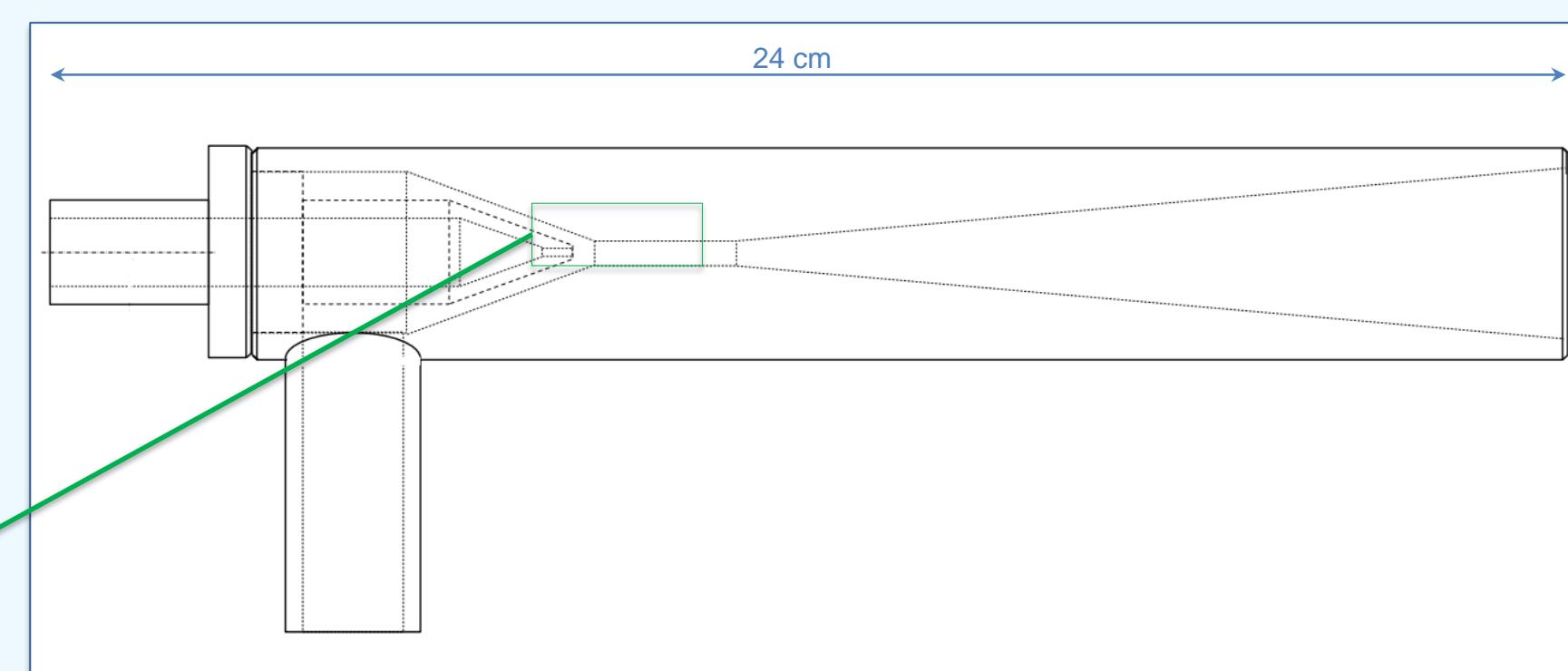
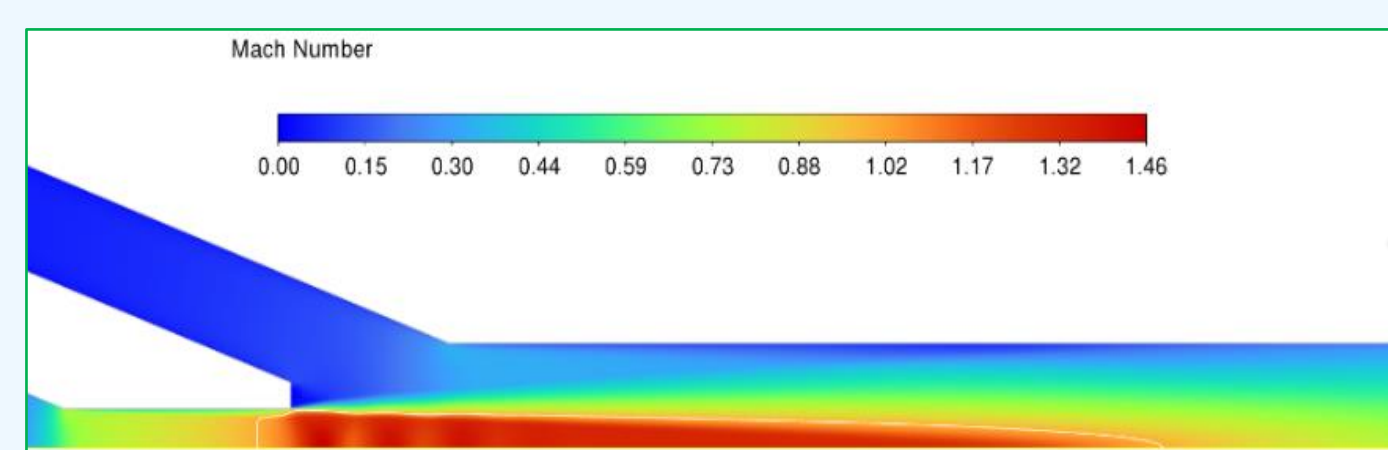


Figure 3. Plan du premier éjecteur et modélisation CFD du champs du nombre de Mach le traversant

Les éjecteurs fabriqués seront caractérisés dans le banc d'essai afin de **choisir la géométrie** la plus pertinente à implanter dans le transformateur de chaleur à absorption ZIMBA.



Figure 4. Éjecteurs à intégrer dans le prototype ZIMBA.



BANC D'ESSAI

- Implantation de **vannes et échangeurs de chaleur** sur les lignes d'entrées et sortie de l'éjecteur afin de garantir l'**indépendance** des pressions et températures vis-à-vis des niveaux de pression du condenseur et de l'évaporateur.
- Intégration d'une **bouteille d'accumulation** en amont de la pompe à solution pour éviter la **cavitation**.
- Dimensionnement d'une **bouteille de séparation** afin d'avoir une vapeur d'ammoniac dans les circuits de l'éjecteur d'une **qualité proche de 1**.

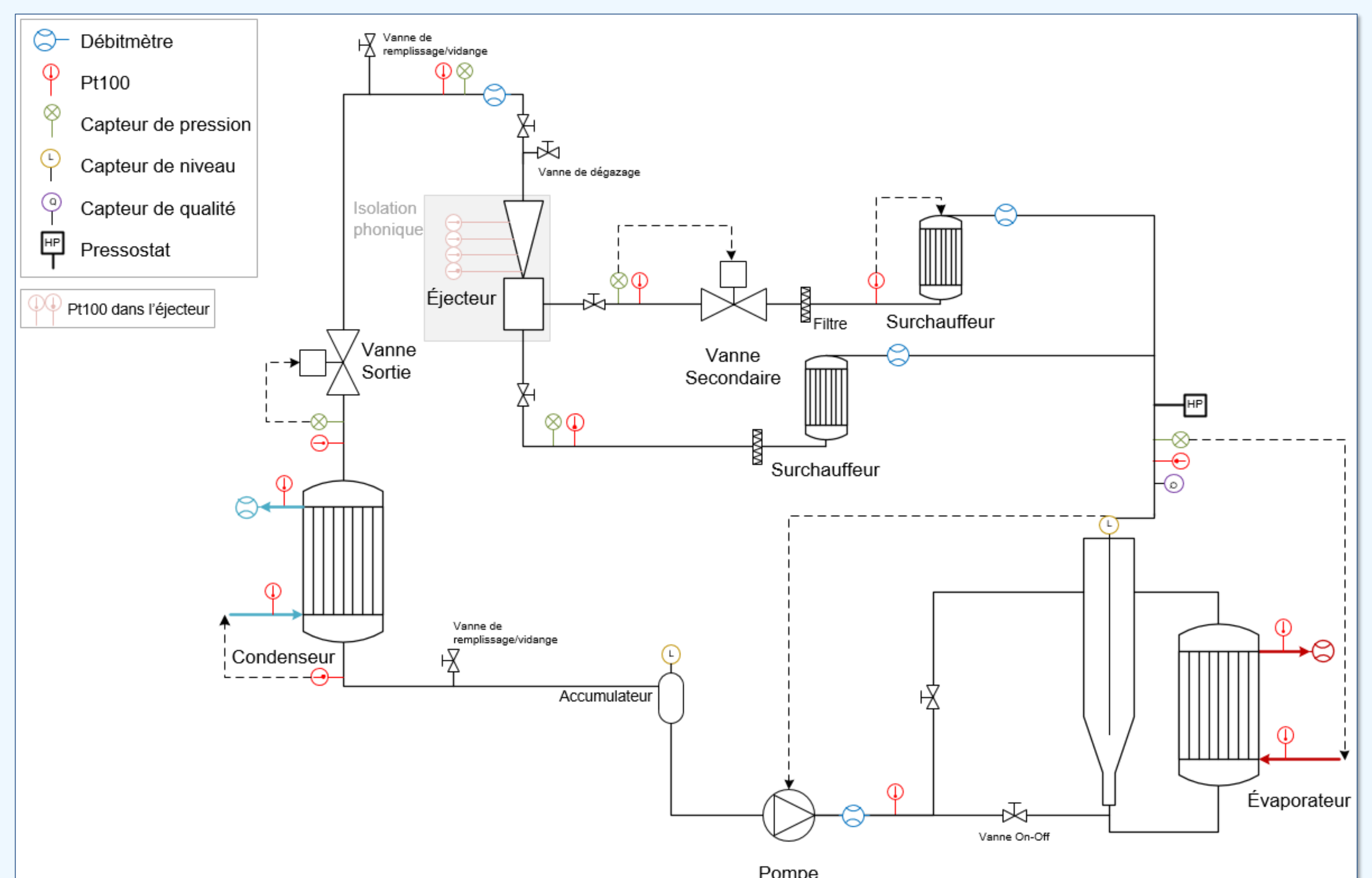


Figure 4. PID du banc de test, incluant ses composants, tuyauterie et capteurs

PERSPECTIVES

Design du banc	✓
Montage et mise en route	Fin Été 2026
Caractérisation des performances	Automne-Hiver
Comparaison et validation du modèle	2026/2027
Valorisation des résultats	Printemps 2027

RÉFÉRENCES

- [1] G. Vaghini, L. Pistocchini, T. Toppi, "Design of a water-ammonia heat transformer with an ejector for low-pressure steam generation in extended operating range", 15th IEA Heat Pump Conference, 26-29 May 2026, Vienna.
- [2] F. Mazzelli, V.H. La, M. Wirtz, H.T. Phan, "CFD-based ejector design to extend the operating range of ammonia/water absorption heat transformers", 15th IEA Heat Pump Conference, 26-29 May 2026, Vienna.



Funded by the European Union

Ce projet a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon Europe de l'Union européenne en vertu de la convention de subvention n° 1101146932.