Destinataire :

Monsieur Hugo DUROU

ENERGY HARVESTING TECH
PORTE A2
9 RUE LOUIS COURTOIS DE VICOSE
31000 TOULOUSE
FRANCE

Villeurbanne, le 20/03/2024

Responsable de l'étude : **Jacques-Olivier FAVREAU**
Fonction : Chargé d'Etudes

Signature : Jacques-Olivier FAVREAU
Chargé d'études
2024.03.21 10:19:55 +01'00'

Rapport d'étude n° 2231057
Révision : 01

Caractérisation des performances thermiques du système de récupération de chaleur Obox P MAX

COLLABORATEUR (S) : Emmanuelle PLAQUIN
ESSAIS RÉALISÉS : SEMAINE 6/2024

Le rapport final signé annule tous les résultats et documents provisoires communiqués.

Chaque révision annule et remplace la précédente.

Tout exemplaire périmé doit être détruit ainsi que les éventuelles copies. Nous attirons votre attention sur les risques d'erreurs encourus à conserver une version périmée.

Révision	Date	Nature de la modification	Pages modifiées
00	19/03/2024	Première édition	/
01	20/03/2024	Changement d'indentifiant de Obox P à Obox P MAX	1, 4 et 8

Les résultats et les rapports sont la propriété exclusive du demandeur et le CETIAT s'interdit leur communication à des tiers sauf autorisation écrite.

Toute utilisation commerciale du nom du CETIAT et des résultats est soumise à l'accord préalable du CETIAT.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Les rapports établis par le CETIAT ne sont valables que pour le matériel qui lui a été présenté, et dans les conditions particulières de l'essai.

Les informations relatives aux équipements de mesure utilisés pour les essais sont conservées dans le dossier archivé au CETIAT.

L'utilisation de ces résultats pour le dimensionnement d'installations utilisant ce matériel doit tenir compte des tolérances de fabrication, des conditions réelles d'exploitation et ne relève donc pas de la responsabilité du CETIAT.

Les formules ou codes utilisés pour prévoir soit le fonctionnement d'un appareil dans des conditions autres que celles de l'essai, soit les caractéristiques d'appareils semblables mais de dimensionnement différent tiennent compte de l'état des connaissances au moment de la livraison des résultats et sont susceptibles d'évolution. Les résultats obtenus par ces formules ou codes de calcul sont donnés de façon indicative.

Le rapport signé numériquement est transmis au client. Un exemplaire est conservé au CETIAT.

S O M M A I R E

1. INTRODUCTION....4
2. PROTOCOLE D'ESSAIS....4
2.1. Equipement en essais....4
2.2. Installation d'essais et mesures....4
2.3. Conditions d'essais....6
3. RESULTATS....7
4. CONCLUSIONS....8

ANNEXE 1 - Photos de l'installation d'essais....9
ANNEXE 2 - Incertitude de mesure des capteurs....11

1. INTRODUCTION

ENERGY HARVESTING TECH a sollicité le CETIAT pour caractériser expérimentalement les performances thermiques d'un système de récupération de chaleur Obox P MAX sur un point de fonctionnement thermique.

2. PROTOCOLE D'ESSAIS

2.1. Equipement en essais

La figure 1 présente le système de récupération de chaleur, modèle OBOX P MAX, qui a été testé. Il est de dimensions 1200 × 900 × 510 mm pour un poids de 51 kg.

Figure 1 : Système de récupération de chaleur OBOX P MAX

2.2. Installation d'essais et mesures

Le système OBOX P MAX a été installé dans la cellule climatique CLIM1 du CETIAT controlée en températures d'air sèche et humide. Chaque circuit hydraulique, primaire et secondaire, a été raccordé à une boucle d'eau indépendante régulée en température et en débit. En entrée et en sortie de chaque circuit des manchettes de mesures spécifiques ont été utilisées afin de mesurer la température de l'eau ainsi que la perte d'énergie mécanique de chaque circuit. Des photographies de l'installation d'essais sont présentées en Annexe 1.

Les mesures effectuées sont :

- les températures entrée et sortie d'eau du circuit primaire ;
- le débit volumique d'eau et la perte d'énergie mécanique du circuit primaire ;
- les températures entrée et sortie d'eau du circuit secondaire ;
- le débit volumique d'eau et la perte d'énergie mécanique du circuit secondaire ;
- la température d'air autour du système.

À partir de ces mesures, ont été calulés :

- la puissance thermique échangée sur l'eau au circuit primaire ;
- la puissance thermique échangée sur l'eau au circuit secondaire ;
- le bilan thermique ;
- l'efficacité de l'échangeur, définie comme le rapport entre la puissance réelle échangée et la puissance maximale échangeable.

Les instruments de mesure utilisés ont été étalonnés par un laboratoire accrédité COFRAC selon la norme NF EN ISO/IEC 17025.

Les incertitudes de mesure des capteurs utilisés sont présentées en Annexe 2.

2.3. Conditions d'essais

Le système a été testé, en régime stationnaire, sur un point d'essai thermique, dans les conditions opératoires présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Condition d'essais

Circuit primaire	
Fluide	Eau
Température	28 °C
Débit	20 l/min
Circuit secondaire	
Fluide	Eau
Température	12,3 °C
Débit	20 l/min

La température d'air ambiante autour du système a été régulée à 25°C +/-0,5°C.

Lors des essais, la position des vannes n'a pas été modifiée.

Le CETIAT s'est appuyé sur la méthodologie d'essai décrite dans les normes EN305 et EN306 pour mener ces essais.

3. RESULTATS

Conditions de test / *Test conditions*

Température de l'air extérieur (sèche (humide)) *Outdoor temperature (DB (WB))*	°C	**25 (-)**
Pression atmosphérique *Atmospheric pressure*	mbar	99 216
Température sèche *Dry bulb temperature*	°C	25,1
Température humide *Wet bulb temperature*	°C	18,9
Température de rosée *Dew point temperature*	°C	15,8
Circuit Primaire		
Température d'entrée *Inlet temperature*	°C	28,0
Température de sortie *Outlet temperature*	°C	13,2
Débit massique *Mass flow rate*	kg/s	0,334
Débit volumique *Volume flow rate*	m³/h	1,20
Différence de pression statique (sortie-entrée) *Static pressure difference (outlet-inlet)*	kPa	-70,6
Puissance calorifique mesurée *Measured heating capacity*	kW	-20,62
Circuit Secondaire		
Température d'entrée *Inlet temperature*	°C	12,3
Température de sortie *Outlet temperature*	°C	27,2
Débit massique *Mass flow rate*	kg/s	0,333
Débit volumique *Volume flow rate*	m³/h	1,20
Différence de pression statique (sortie-entrée) *Static pressure difference (outlet-inlet)*	kPa	-57,3
Puissance calorifique mesurée *Measured heating capacity*	kW	20,86

Bilan thermique	%	1,1

Efficacité thermique du système	**%**	94,1

4. CONCLUSIONS

Dans les conditions d'essais présentées en § 2.3., le système de récupération de chaleur OBOX P MAX présente une efficacité thermique de 94,1% et la puissance thermique échangée côté secondaire est de 20,86 kW. Le bilan thermique est de 1,1 %.

ANNEXE 1 - Photos de l'installation d'essais

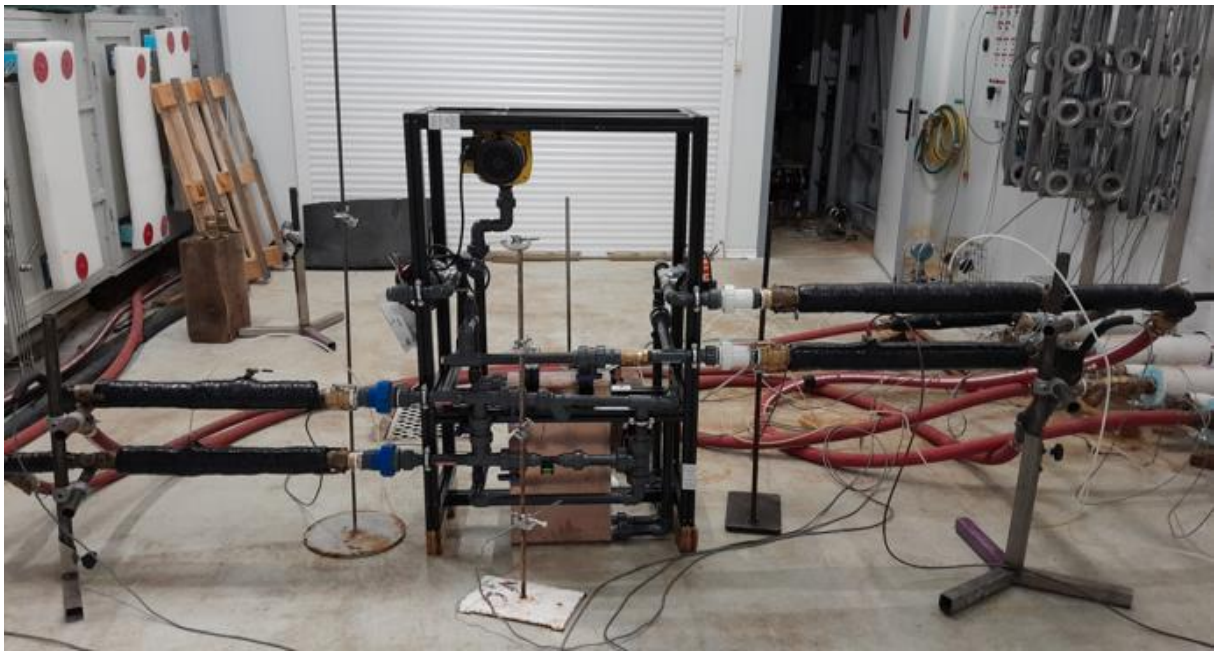

Figure 2 : Vue densemble 1

Figure 3 : Vue densemble 2

Figure 4 : Vue de face avec posisiton des vannes

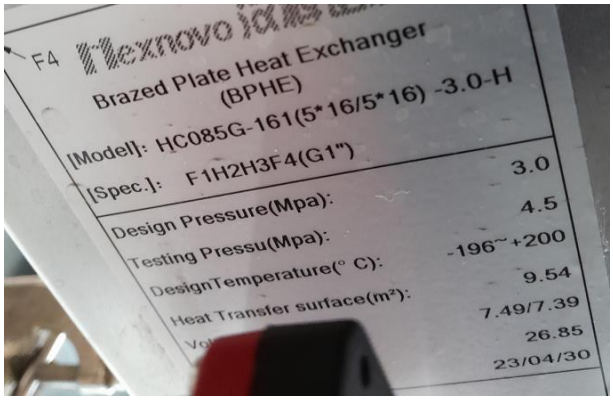

Figure 5 : Plaque signalétique de l'échangeur

ANNEXE 2 - Incertitude de mesure des capteurs

Paramètre mesuré *Measured value*	Instrumentation *Instrumentation*	Nombre *Number*	Incertitude de mesure *Uncertainty of measurement*
Air			
Température sèche entrée d'air *Entering air dry bulb temperature*	Sonde platine (Pt 100 Ohms à 0 °C) Pt sensor (100 Ohms at 0 °C)	4	± 0,2 °C
Température de rosée entrée d'air *Entering air dew point temperature*	Hygromètre à point de rosée Condensation hygrometer	2	± 0,3 °C
Eau primaire			
Température entrée d'eau *Inlet water temperature*	Sonde platine (Pt 100 Ohms à 0 °C) Pt sensor (100 Ohms at 0 °C)	1	± 0,1 °C
Température sortie d'eau *Outlet water temperature*	Sonde platine (Pt 100 Ohms à 0 °C) Pt sensor (100 Ohms at 0 °C)	1	± 0,1 °C
Perte d'énergie mécanique sur l'eau *Water pressure drop*	Capteur à membrane -1/+1 bar Pressure transducer -1/+1 bar	1	± 1 kPa (ou ± 5% si sup. à 20kPa)
Débit d'eau *Water flow rate*	Débitmètre électromagnétique Electromagnetic volume flow meter	1	± 1 %
Eau secondaire			
Température entrée d'eau *Inlet water temperature*	Sonde platine (Pt 100 Ohms à 0 °C) Pt sensor (100 Ohms at 0 °C)	1	± 0,1 °C
Température sortie d'eau *Outlet water temperature*	Sonde platine (Pt 100 Ohms à 0 °C) Pt sensor (100 Ohms at 0 °C)	1	± 0,1 °C
Perte d'énergie mécanique sur l'eau *Water pressure drop*	Capteur à membrane -1/+1 bar Pressure transducer -1/+1 bar	1	± 1 kPa (ou ± 5% si sup. à 20kPa)
Débit d'eau *Water flow rate*	Débitmètre électromagnétique Electromagnetic volume flow meter	1	± 1 %