Estimation « in situ » de l'efficacité de capteurs solaires sous vide pour la production d'eau chaude

Julien GAMBADE[1], Hervé NOËL[1] , Patrick GLOUANNEC[1] , Anthony MAGUERESSE[1]

[1] Univ. Bretagne Sud, UMR CNRS 6027, IRDL, F-56100 Lorient, France.

29e Congrès français de thermique Belfort 1er – 3 juin 2021

Interreg North-West Europe
EUROPEAN UNION
ICARE4FARMS
European Regional Development Fund

Contexte général

Fonctionnement d'une installation solaire

Présentation du capteur solaire

Instrumentation

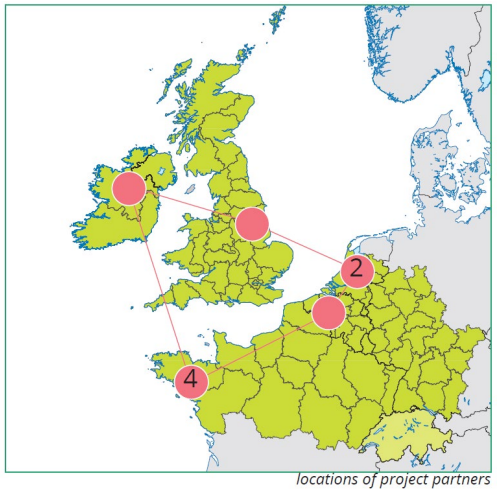
Bilans énergétiques

Déperditions thermiques

Conclusion

Contexte général

Interreg North-West Europe ICARE4FARMS
European Regional Development Fund



locations of project partners

Union Européenne

- Augmenter la part des Energies Renouvelables
- Réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre

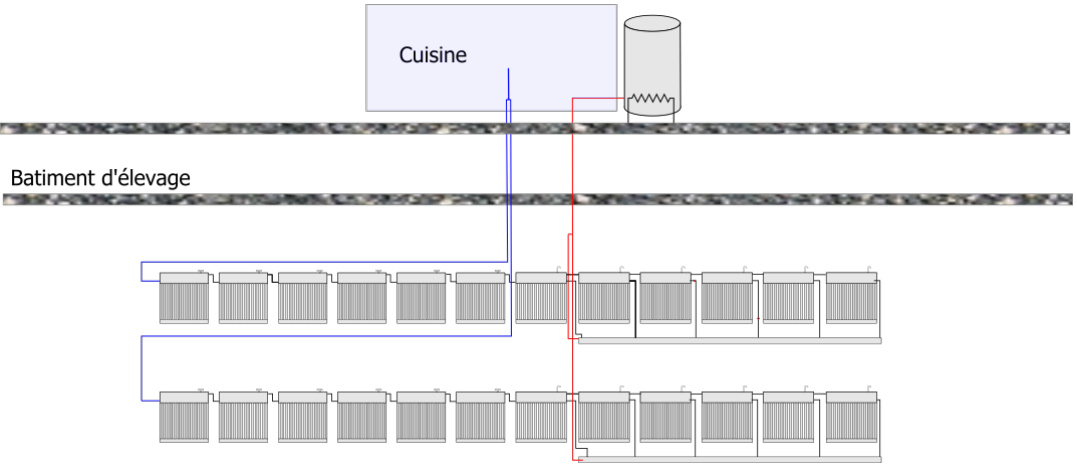
Projet ICare4Farms

- Développer l'Energie Solaire Thermique en Europe du Nord Ouest
- Spécifiquement dans le secteur de l'agriculture

Université Bretagne Sud

- Evaluer l'efficacité de l'installation solaire
- Développer un modèle numérique

Etude en fonctionnement d'un capteur solaire

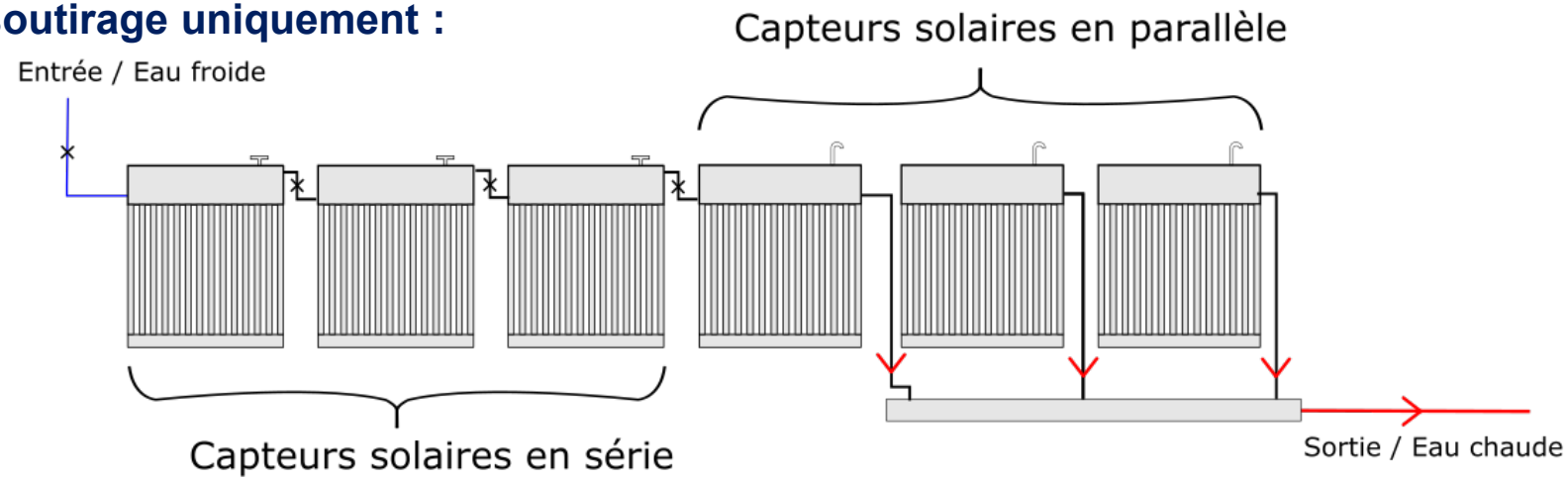


Site de pré-audit (Côtes d'Armor)
En fonctionnement depuis Juin 2019 et mise en place de l'instrumentation en Juillet 2020

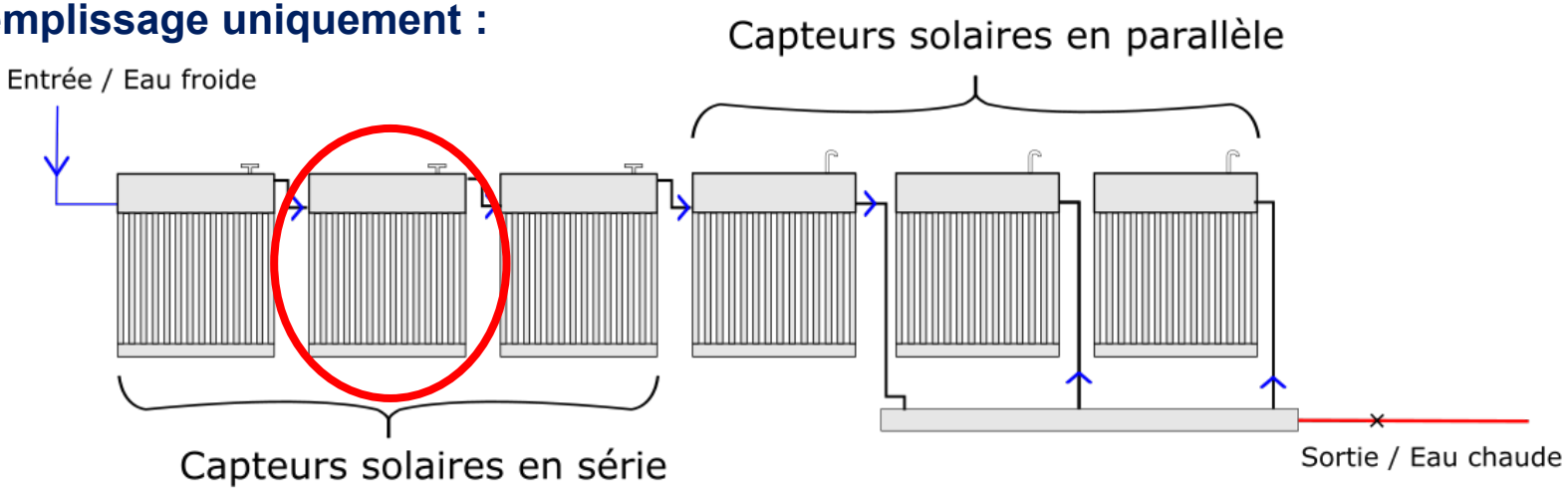
Température	Débit	Irradiation solaire	Station météorologique
• Thermocouples en entrée et en sortie • Thermocouples pour étudier la stratification	• Débitmètre à ultrason en entrée de ligne	• Pyranomètre • Irradiance mètre • Pyrgéomètre	• Température ambiante • Vitesse et direction du vent • Humidité relative

Fonctionnement de l'installation solaire étudiée

Période de soutirage uniquement :

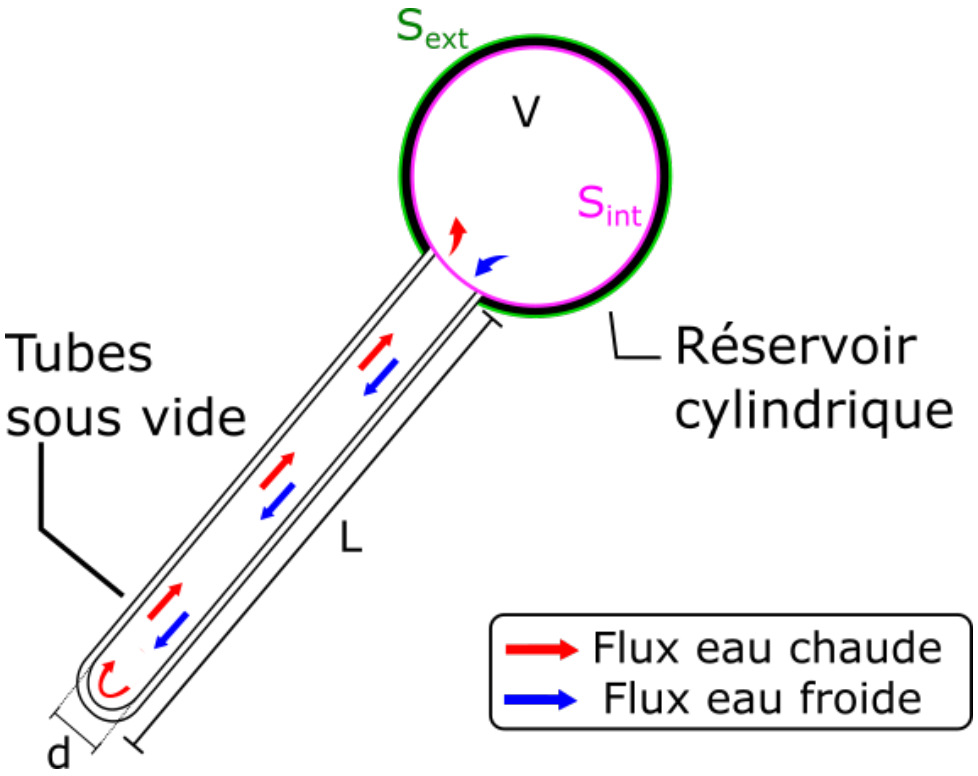


Période de remplissage uniquement :



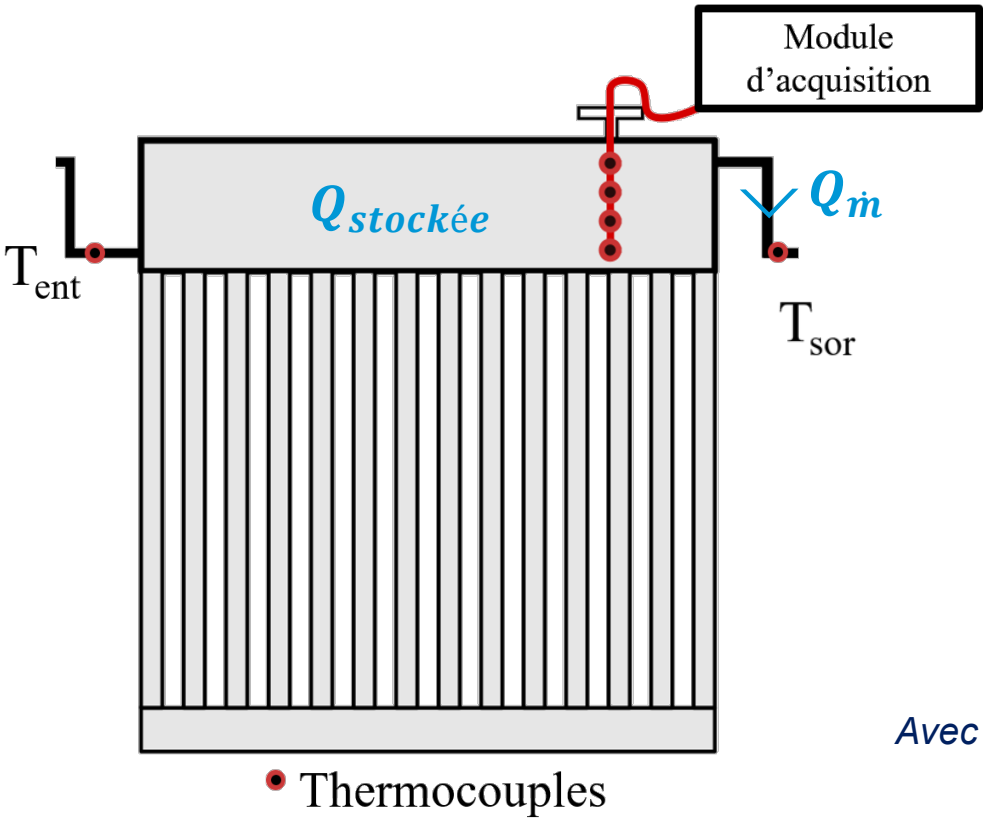
Présentation du capteur solaire

C'est un chauffe-eau solaire à tubes sous vide associé à un réservoir.
Un revêtement sélectif est appliqué sur le tube intérieur



Volume du réservoir V	241 L
Épaisseur de polyuréthane e	60 mm
Surface extérieure du réservoir S_{ext}	3,9 m²
Surface intérieur du réservoir S_{int}	2.9 m²
Longueur des tubes L	1,80 m
Diamètre intérieur des tubes d	4,7 cm
Volume d'eau approximatif par tube	2,6 L

Bilans énergétiques sur le capteur solaire



Deux énergies calculées :

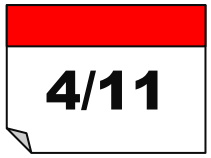
$$Q_{\dot{m}} = \int_{t_{début}}^{t_{fin}} \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_{sor} - T_{ent}) \cdot dt$$

$$Q_{stockée} = \int_{t_{début}}^{t_{fin}} \rho \cdot V \cdot c_p \cdot \frac{\partial T_{moy}}{\partial t} \cdot dt$$

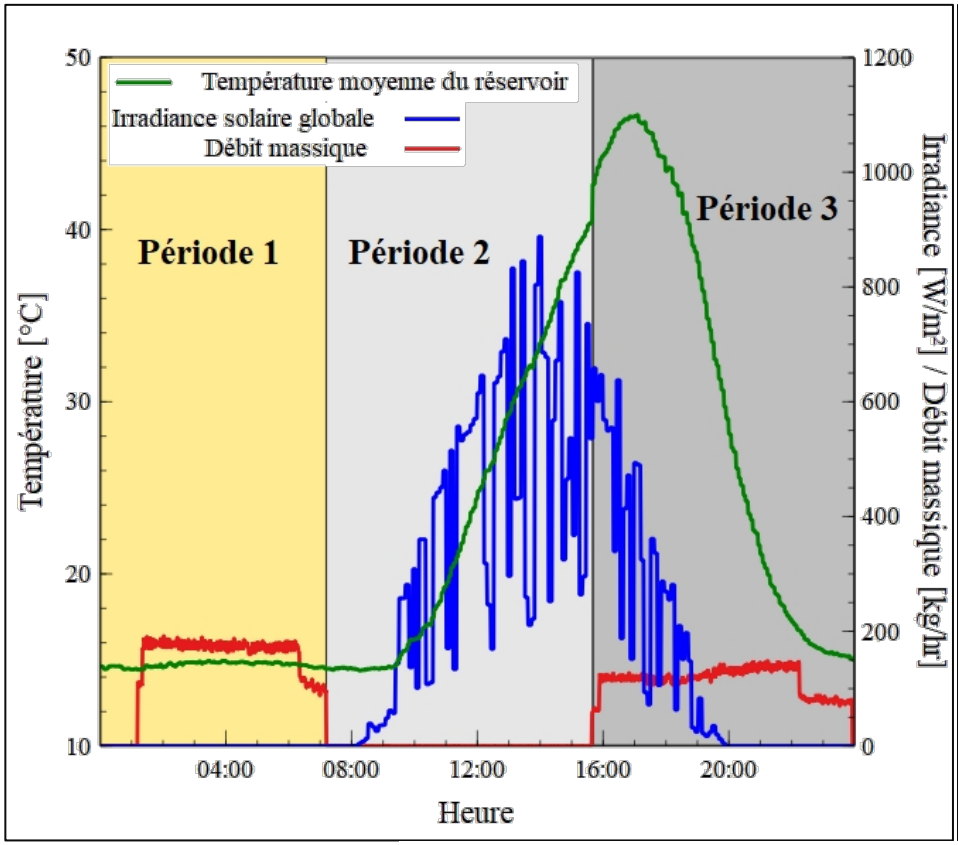
Détermination du rendement :

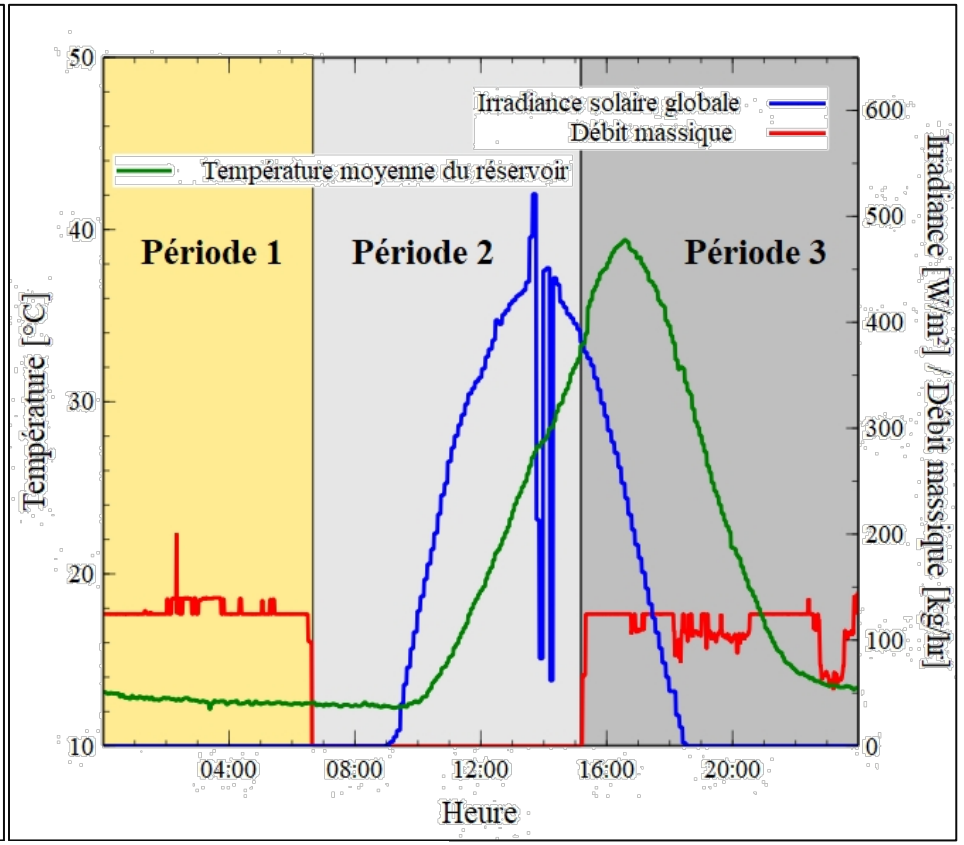
$$\eta = \frac{Q_{\dot{m}} + Q_{stockée}}{H_{Incident} \cdot A}$$

Avec ***$H_{incident}$*** *l'irradiation reçue sur le plan du capteur*
A *l'aire brute du capteur*



Bilans énergétiques du capteur solaire





26/09

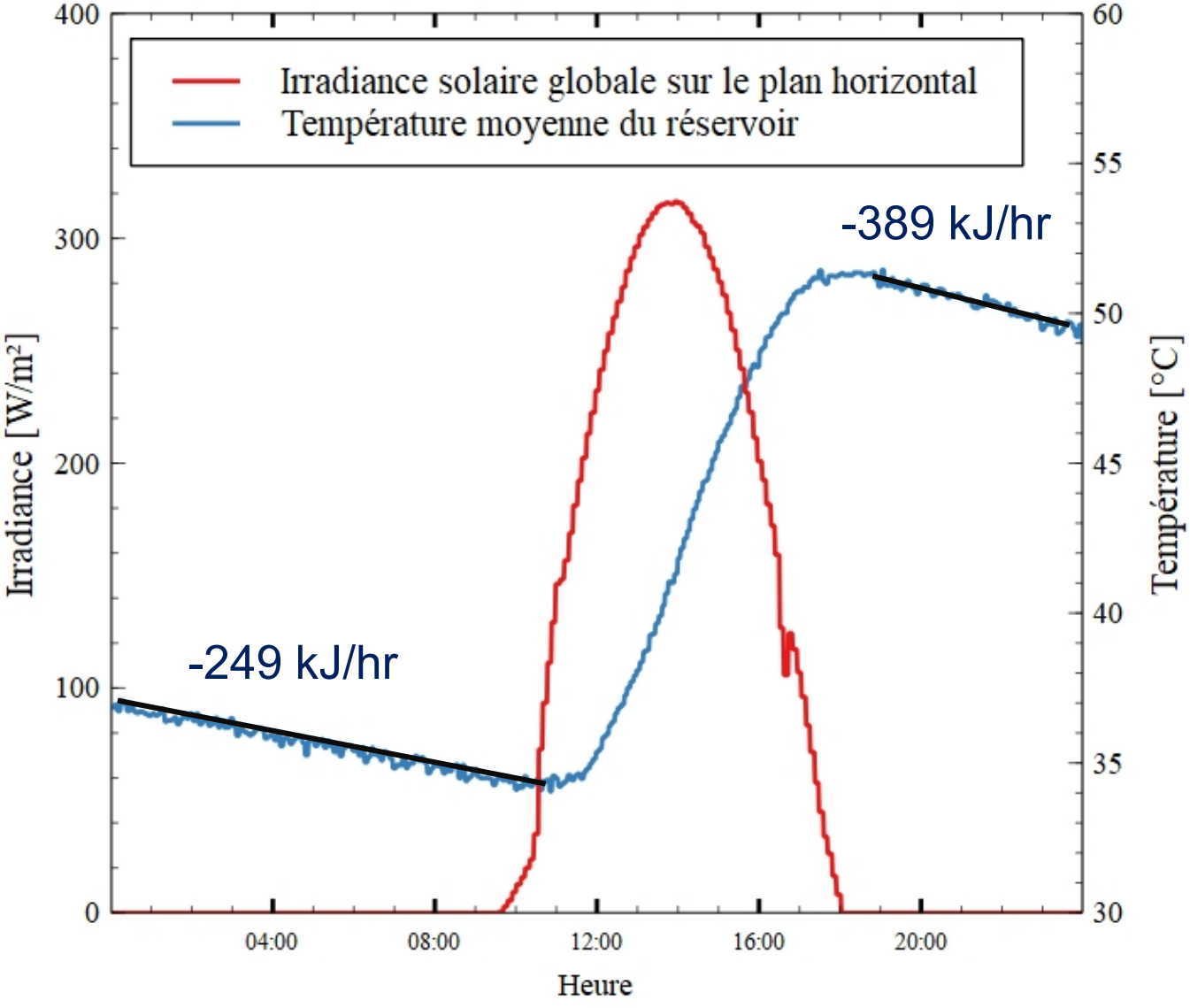
	26 Septembre	4 Novembre
$Q_{\dot{m}} + Q_{stockée}$ [kJ]	40242	29735
$H_{incident} \times A$ [kJ]	86772	86211
Rendement [-]	0,46	0,34

4/11

	vembre
ériode	3ème période
)	30186±513
ł±146	-20087±141

Déperditions thermiques du ballon de stockage

28/11



Les variations d'énergie interne sont différentes le matin et le soir → deux pentes de refroidissement

Etude de l'incidence des déperditions :

- **Convectives**
- **Radiatives**

Déperditions thermiques du ballon de stockage

Flux convectif :

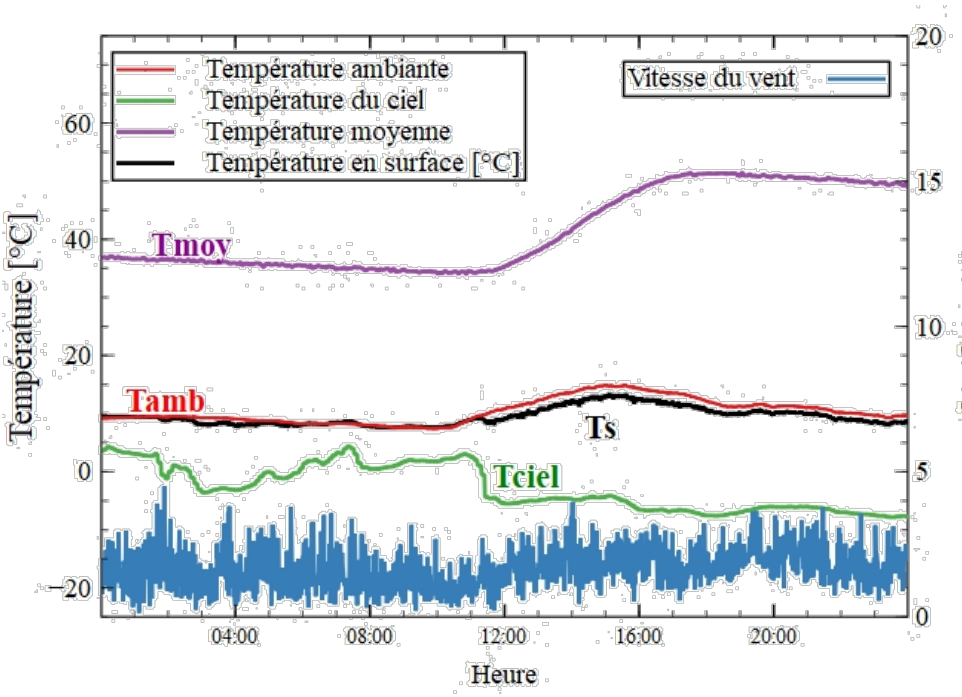
$$\phi_{cv} = h_{cv}.S_{ext}(T_s - T_{amb})$$

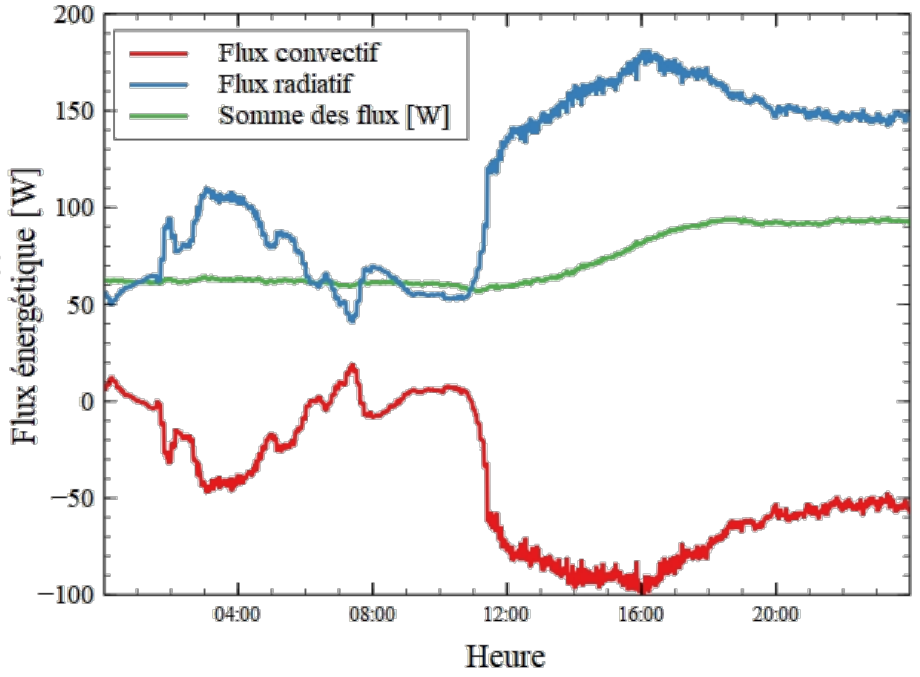
Flux radiatif :

$$\phi_r = 4 \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot S_{ext}.(T_m + 273{,}15)^3 \cdot (T_s - T_{ciel})$$

Avec :

- h_{cv} *coefficient d'échange convectif extérieur du réservoir*
- σ *constante de Stefan-Boltzmann*
- ε *émissivité du réservoir*
- T_m *moyenne des temp. de surface* (T_s) *et du ciel* (T_{ciel}).





Conclusion

Le suivi in-situ va permettre d'évaluer le potentiel du capteur dans des conditions météorologiques spécifiques à l'Europe du Nord Ouest

Les mesures montrent la maîtrise des déperditions thermiques du ballon de stockage

En complément du site de pré-audit, quatre sites pilotes sont en cours d'installation

Prochaines étapes :

- **études d'un capteur en parallèle**
- **études de l'installation solaire complète**
- **Développement d'un modèle (Trnsys)**