

# Systemes ORC pour une valorisation accrue de la chaleur des unités de cogénération biogaz



Pierre LEDUC, IFPEN  
Arthur LEROUX, ENOGIA  
Benoit PAILLETTE, ENOGIA

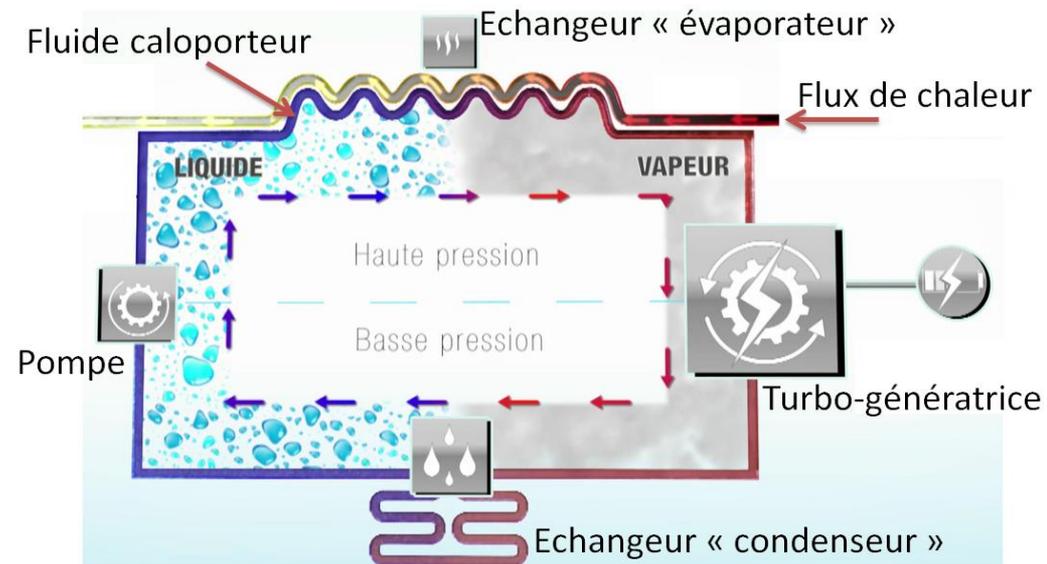


# Introduction

- La valorisation des chaleurs fatales est l'un des moyens identifiés pour réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre
- Des systèmes de conversion de la chaleur en « énergie utile » (travail) existent – notamment les ORC – mais ils sont généralement réservés aux grosses installations (plusieurs MW)
- Dans les installations de méthanisation, l'intégralité de la chaleur n'est pas toujours consommée
- Les développements présentés ici concernent des ORC de petite puissance

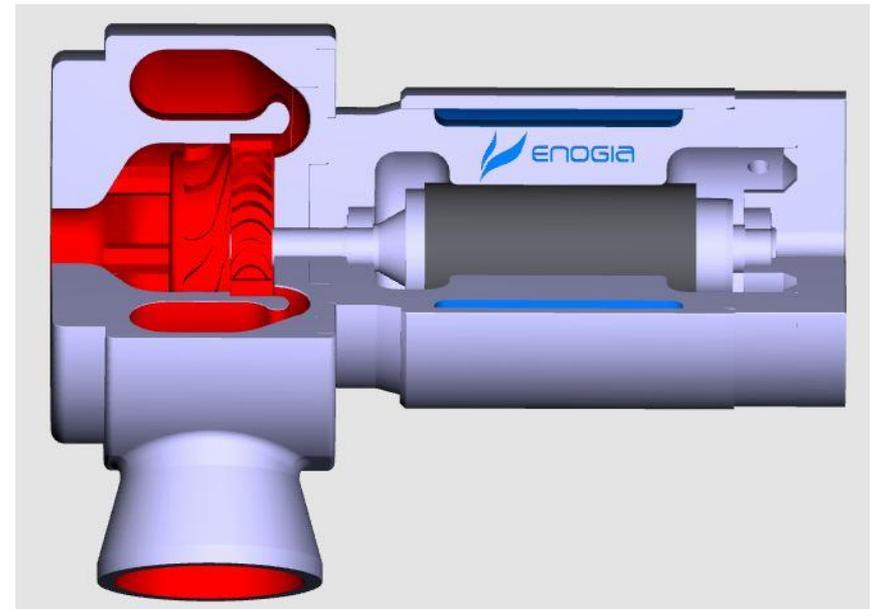
# Principe du cycle de Rankine

- Un fluide caloporteur récupère de la chaleur. Il se vaporise au contact de ce flux de calories. La vapeur entraîne une turbo-génératrice
- Quand le caloporteur est un fluide organique, on parle de *Cycle Organique de Rankine* (ORC)

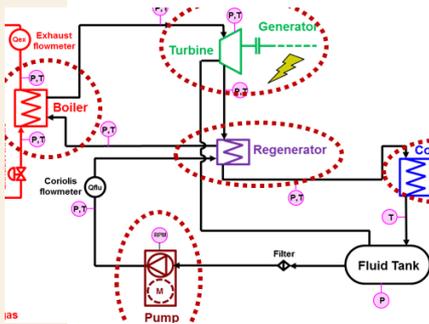
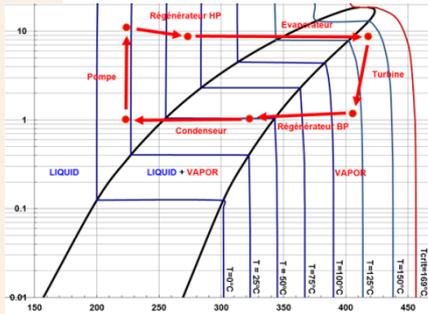
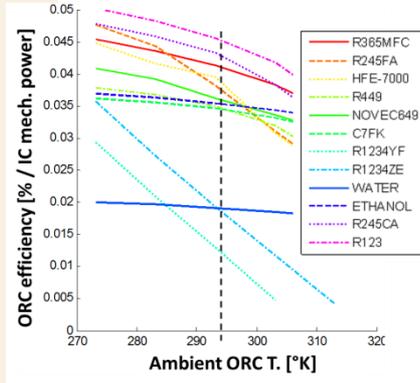


## Conversion chaleur → électricité

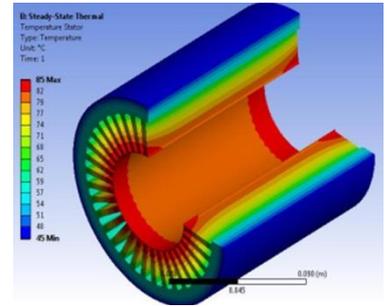
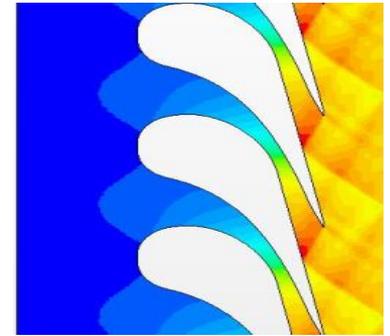
- La conversion chaleur → électricité est réalisée au sein d'une turbo-génératrice
- La génératrice « haute vitesse » est couplée à une roue de turbine
- L'ensemble est hermétique
- Selon les applications, sa puissance s'échelonne de 10 à 100 kWe



# Travail d'optimisation



- Choix du fluide caloporteur
- Choix et conception de la turbine
- Intégration et optimisation de la génératrice, électronique de puissance
- Dimensionnement et nombre d'échangeurs
- Algorithmes de contrôle-commande du système, gestion des variations de fonctionnement



# Applications

- Exemples de sources de chaleur :
  - Eau de refroidissement (moteur, procédé industriel, four, etc.)
  - Fumées issues d'une combustion, gaz d'échappement de moteur
  - Installation solaire thermique
  - Installation géothermique



# Applications

Les ORC sont bien adaptés à la récupération de la chaleur issue des moteurs de cogénération (chaleur de l'eau de refroidissement et/ou des gaz d'échappement)



# Retour d'expérience

- Exemple en méthanisation agricole



Le moteur de  
cogénération

Le système  
ORC

# Retour d'expérience

- Exemple en biogaz de décharge

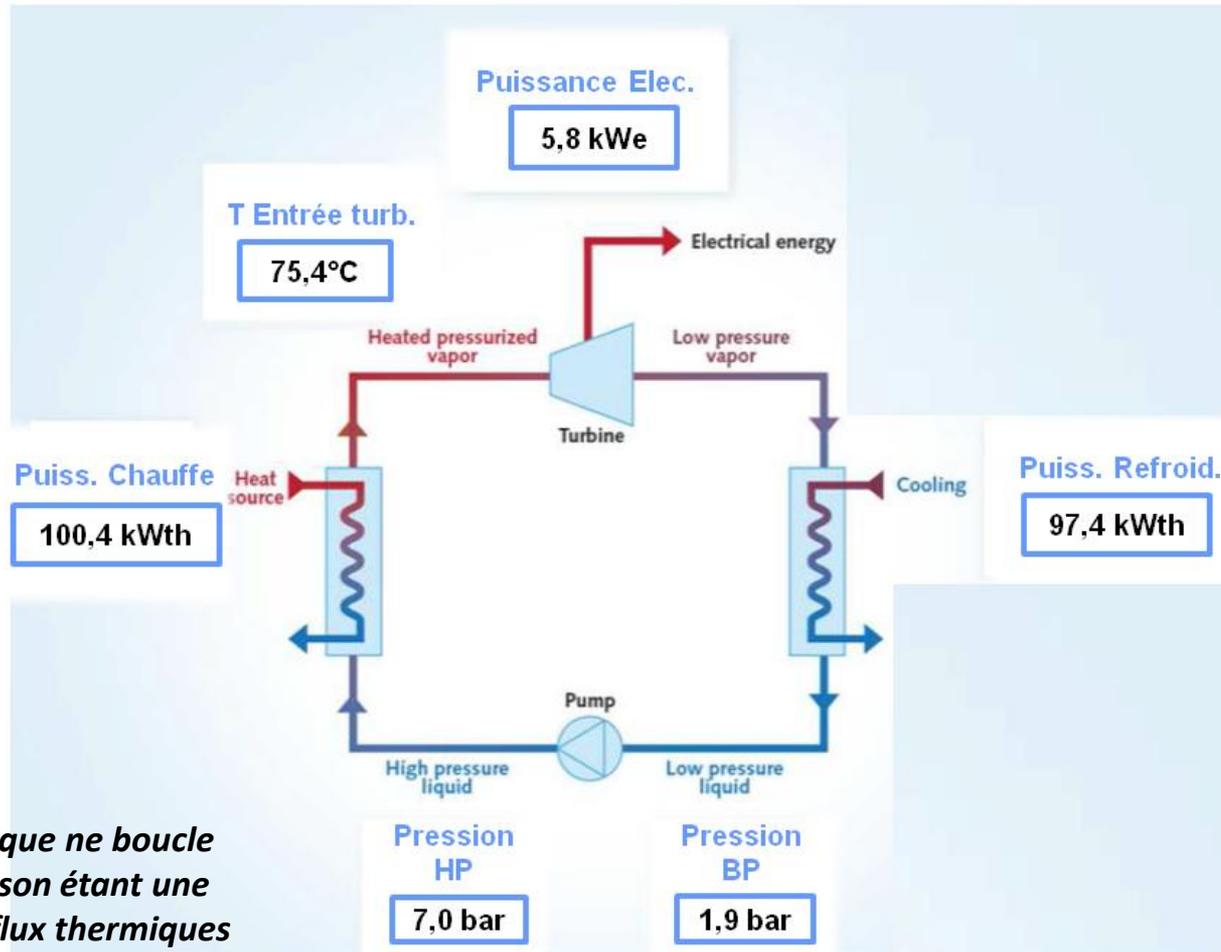


Les moteurs de cogénération



Le système ORC  
et la turbo-génératrice

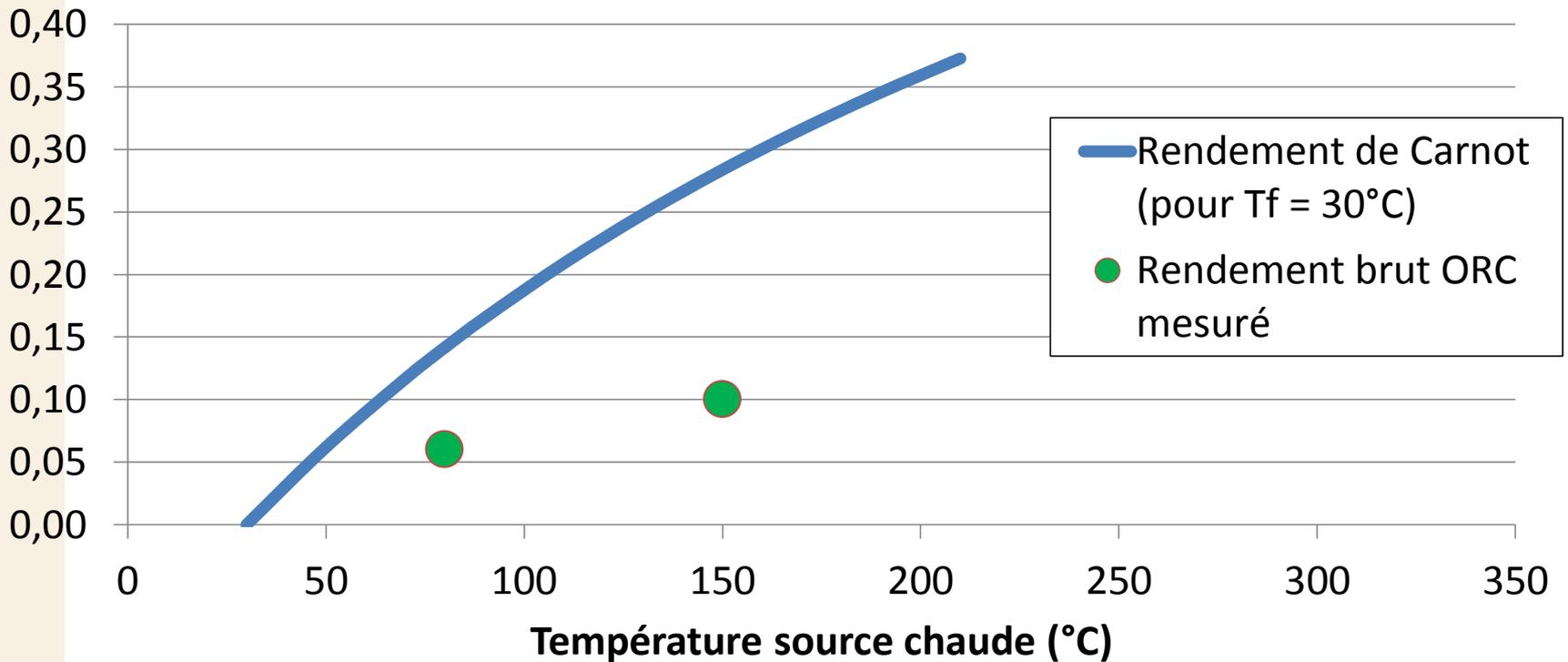
# Retour d'expérience en méthanisation agricole (relevé sur une installation dans les Côtes d'Armor)



*N.B. : Le bilan énergétique ne boucle pas précisément, la raison étant une mesure imprécise des flux thermiques*

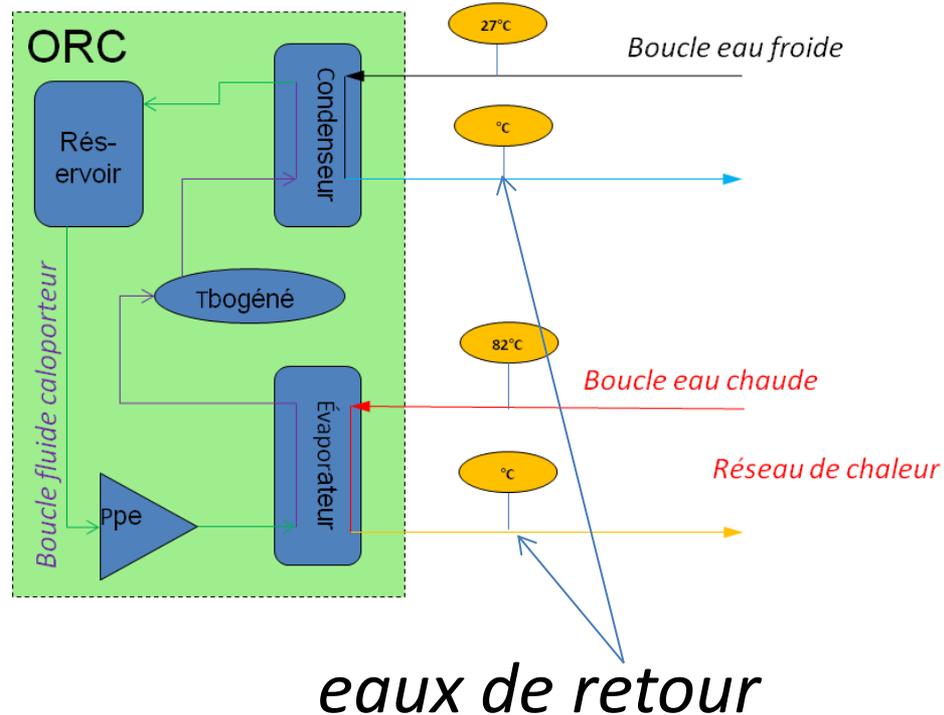
# Rendement des ORC de petite puissance

## Comparaison du rendement des ORC au rendement de Carnot



# Adaptation à l'installation et valorisations complémentaires

- Possibilité de respecter des consignes de températures de retours d'eau vers les installations du site
- Ces eaux de retour peuvent alors être utilisées pour d'autres usages (séchage, chauffage, etc.)



# Synthèse

- L'évolution des technologies et des procédés de fabrication rend possible la réalisation de systèmes ORC rentables, même pour des installations de puissance thermique « modeste » (à partir de 100 kWth et 80°C)
- Les systèmes existent en versions 10, 20, 40 et 100 kWe
- Ces systèmes sont bien adaptés à la valorisation des chaleurs issues de la cogénération à partir de biogaz

# Merci pour votre attention !



- Conteneur au premier plan :  
Système ORC
- Conteneur au second plan :  
Moteur de cogénération biogaz  
(Val d'Oise)