

Journées Micro-cogénération 2013

De la Cogénération à la Trigénération

Michel FEIDT, 24 Janvier 2013



Journées Micro-cogénération 2013

● 23/01/2013

Enjeux et atouts de la microcogénération: Etat des lieux en France et en Europe

● 24/01/2013

- **Recherche et développement en micro-cogénération**
 - ➔ Programmes de recherche - innovation
 - ➔ Perspectives d'évolution des performances
 - ➔ Formation
- **La présente intervention: De la Cogénération à la Trigénération**

De la cogénération à la Trigénération

M. FEIDT

Lemta- Université de Lorraine

Plan de l'exposé

- I. Introduction – Rappels (thermodynamiques)
- II. La cogénération chaude
- III. La cogénération froide
- IV. La trigénération
- V. Quelques conclusions – perspectives

De la cogénération à la Trigénération

I. Introduction

- Historiquement à partir de moteurs thermomécaniques
- Valorisation des rejets thermiques, en plus de l'énergie mécanique
(aspects économique, environnemental)

C.H.P 2 utilités: mécanique (électrique), chaleur

- **Application**
 - ➔ Aux turbines à vapeur T.V
 - ➔ Aux turbines combustion TaG
 - ➔ Aux moteurs à combustion interne

Puis

- ➔ Aux piles à combustibles
- ➔ Aux systèmes photovoltaïques ...

De la cogénération à la Trigénération

II. Cogénération chaude

- Intérêt thermodynamique : rendement

➔ Energétique

$$\mathfrak{S}_{E\text{ cogé}} = \frac{\dot{W} + \dot{Q}_u}{\dot{Q}_D}$$

➔ Exergétique

$$\mathfrak{S}_{Ex\text{ cogé}} = \frac{\dot{W} + \left(1 - \frac{T_0}{T_u}\right) \dot{Q}_u}{\left(1 - \frac{T_0}{T_D}\right) \dot{Q}_D}$$

- Remarques :
 - ➔ Critères généraux
 - ➔ Extension possible à plusieurs effets utiles calorifiques (cascade thermique)
 - ➔ Autres critères

De la cogénération à la Trigénération

III. Cogénération froide

Quelques références :

- T. YLMAZ, 2004, Energy Conversion Management
- A. ERDIL, 2005, J. of Energy Institute
- M. ATMACA, 2009, Int. J. of Thermophysics
- M. FEIDT- M. COSTEA 2012, Energies

Quelques résultats : Maximum d'énergie utilisable (référence)

$$MAX|\dot{E}x_u| = \frac{K_T}{(\sqrt{I} + 1)^2} (\sqrt{T_{SH}} - \sqrt{IT_0})^2 \quad (\text{cogé CARNOT})$$
$$MAX|\dot{E}x_u| = \dot{C} \left[T_{MAX} - \left(a \sqrt{\frac{a}{b}} + b \sqrt{\frac{b}{a}} \right) \sqrt{\frac{T_{MAX} T_0}{k}} + T_0 \right] \quad (\text{cogé JOULE})$$
$$a = 1 - \varepsilon_u(1 - \varepsilon_R) \left(1 - \frac{T_0}{T_u} \right) \quad b = 1 - \varepsilon_u \varepsilon_R \left(1 - \frac{T_0}{T_u} \right)$$
$$k = \exp\left(-\frac{\dot{S}_i}{2}\right)$$

De la cogénération à la Trigénération

III. Cogénération froide

- **Nécessite** - Une consommation d'énergie mécanique
ou
- Une consommation d'énergie thermique
(niveau de température des rejets $\geq 100^{\circ}\text{C}$)
- **Usage d'une machine à cycle inverse**
 - À compression mécanique de vapeur
 - À sorption (machine tritherme ou quadritherme)
- **Intérêt potentiel:** valorisation de rejets thermiques chauds, pour des besoins de conditionnement d'air ou de froid classique .

Un exemple: gavage des turbines à combustion

De la cogénération à la Trigénération

IV. La trigénération

- **Exemple 1:** le système énergétique de la plateforme aéroportuaire CDG
- **Exemple 2:** schématique de système trigénération

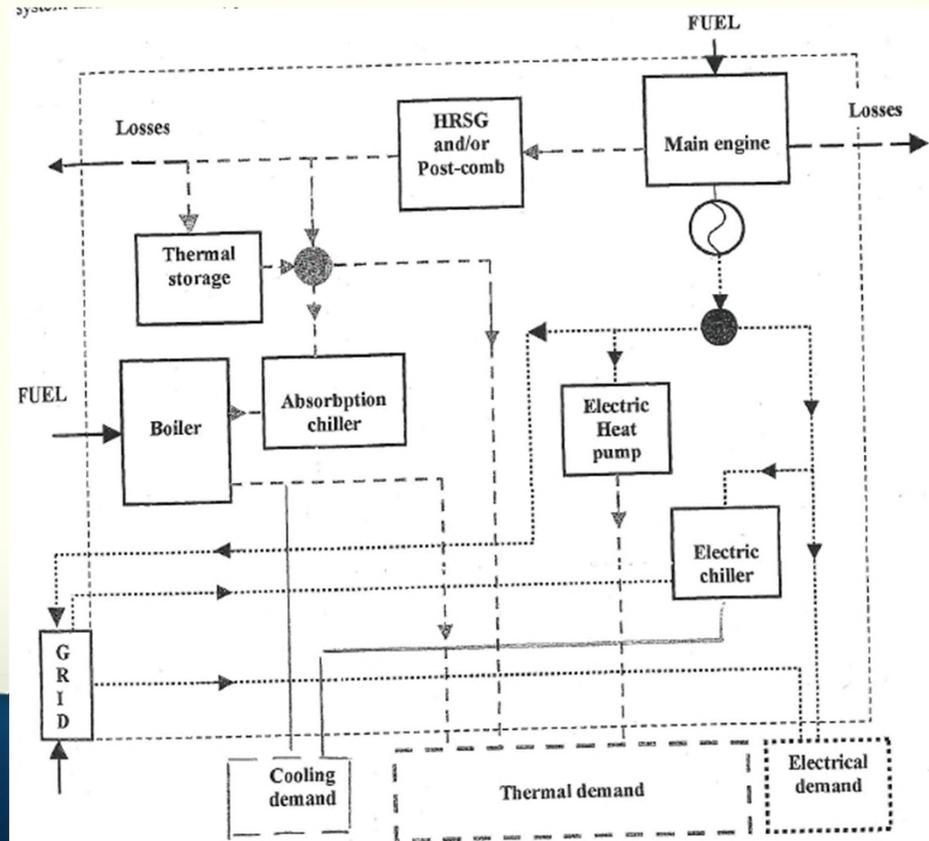
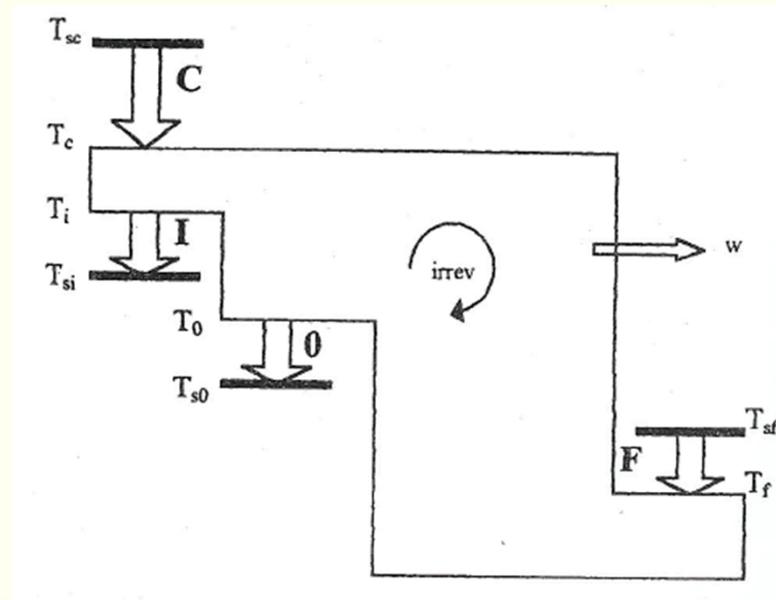


Fig.1: generalised scheme of the plant

De la cogénération à la Trigénération

IV. La trigénération

- Un modèle: Référence M. FEIDT – S. LANG, 2002, Entropie

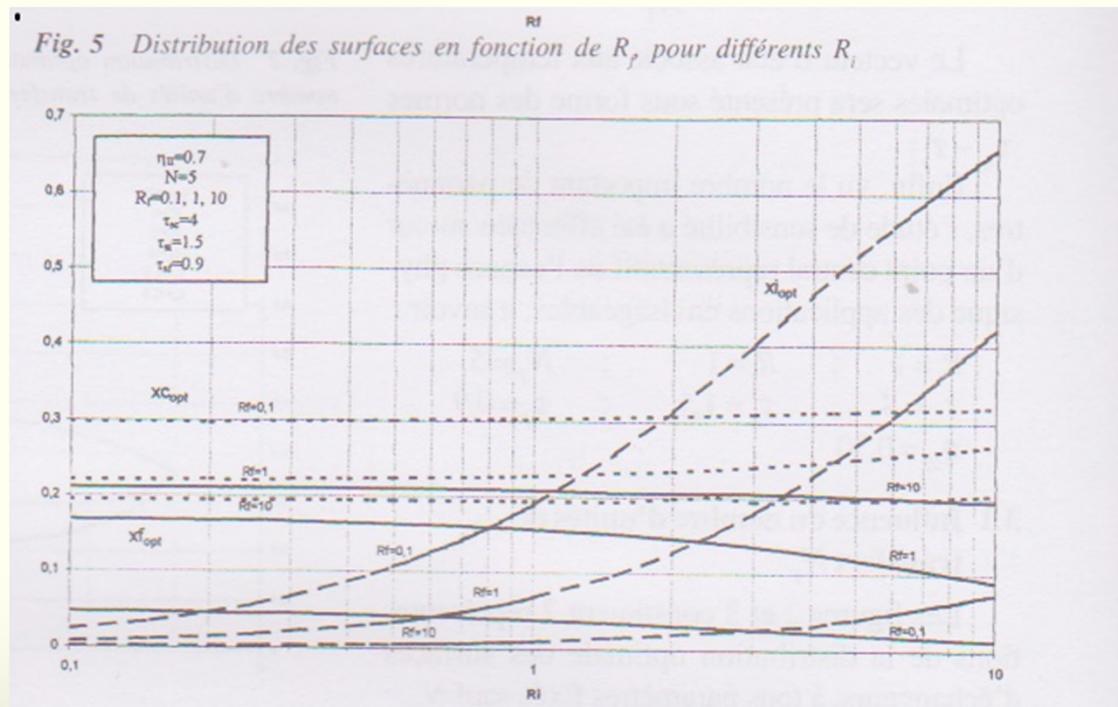


Conception optimale de systèmes combinés à génération de puissance,
chaleur et froid

De la cogénération à la Trigénération

IV. La trigénération

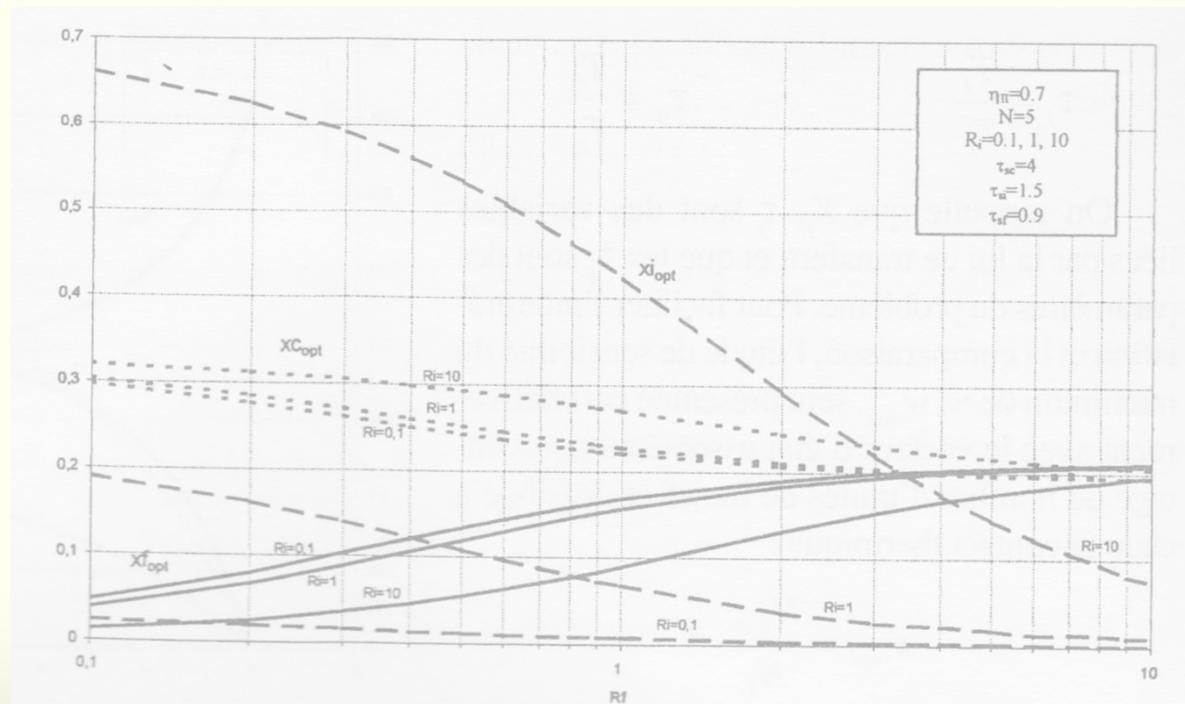
- Quelques résultats et commentaires



De la cogénération à la Trigénération

VI. La trigénération

- Quelques résultats et commentaires



De la cogénération à la Trigénération

IV. La trigénération

- Applications possibles:
 - ➔ Supermarchés
 - ➔ Hôtels
 - ➔ Hopitaux
 - ➔ Procédés industriels (alimentaires)
 - ➔ Aéroport (rappel)

- Remarque : quelques études disponibles

De la cogénération à la Trigénération

V. Quelques conclusions - Perspectives

- Multiplicité des critères (énergie, environnement, économie)
- Intérêt de l'intégration de systèmes (multi-usage)
- Corrélation avec une conception décentralisée
- Difficulté de gestion (contrôle commande) liée à la multiplicité des utilités.

De la cogénération à la Trigénération

V. Quelques conclusions - Perspectives

- Vers la polygénération
 - ➔ Energie chimique
 - ➔ Stockage d'énergie
 - ➔ Gestion de la matière (un exemple: production d'eau)

Michel FEIDT

LEMETA, Université de Lorraine



Adresse

2, avenue de la Forêt de Haye TSA60604
54518, Vandoeuvre Cedex - France



Tel

+33(0)3.83.59.57.34



Site internet

www.lemta.fr



Email

Michel.feidt@univ-lorraine.fr

**Merci pour votre aimable
attention**

Michel FEIDT, 24 Janvier 2013



15 of 15

