

Modélisation et utilisation de cycles de Cogénération afin d'optimiser les pertes en industrie

Jérémie Prouteau

Avec l'essor des nouvelles industries et des moyens de production au cours des vingt dernières années, ainsi que les contraintes énergétiques croissantes qui en découlent, je me suis interrogé sur l'ampleur des pertes énergétiques générées dans le secteur industriel, et plus particulièrement sur celles présentant la plus faible rentabilité énergétique.

Cette réflexion m'a conduit à m'intéresser à l'optimisation de ces pertes, d'abord dans les industries les plus énergivores, puis plus globalement dans le domaine de la manufacture, ce qui m'a amené à étudier les cycles de cogénération.

L'analyse des cycles de cogénération implique l'étude de différents cycles thermodynamiques ainsi que la modélisation de leur rendement. Ma démarche s'inscrit ainsi dans la recherche continue d'optimisation énergétique au sein des systèmes de conversion, un enjeu essentiel dans notre société actuelle.

Positionnement Thématique :

- PHYSIQUE (*physique théorique, appliquée*)
- INFORMATIQUE (*informatique appliquée*)

Mots-Clés :

Mots-clés :

Cogénération
Cycle Ericsson
Moteur Rider-Ericsson
Rendement énergétique
Transition énergétique

Keywords :

Cogeneration
Ericsson cycle
Rider-Ericsson engine
Energy efficiency
Energy transition

Bibliographie commentée :

trop brutal, du contexte général

explique

explique si nécessaire

Les travaux de Sébastien Bonnet (2005)^[1] à l'université de Pau et des Pays de l'Adour constituent une première étude approfondie des moteurs thermiques à apport de chaleur externe, notamment des moteurs Stirling et Ericsson. Dirigée par Pascal Stouffs, cette thèse établit des bases théoriques et énergétiques du cycle Ericsson, envisagé comme solution pour la micro-cogénération. Bonnet mena des analyses énergétique et structurelles d'un moteur Ericsson couplé à une combustion au gaz naturel, soulignant l'importance de la régénération thermique et des échangeurs dans le rendement global. Ces travaux fondent la recherche moderne sur l'optimisation des cycles de Joule appliqués à la cogénération.

Dans la continuité de ces recherches, la thèse d'Abdou Touré^[2] marque une étape clé vers la conception expérimentale du moteur Ericsson. Il élabore un modèle théorique original de moteur volumétrique à cycle de Joule capable de prédire la pression d'équilibre dans le réchauffeur selon les caractéristiques géométriques et thermiques du moteur. Il caractérise et conçoit ensuite un prototype expérimental. Les essais, réalisés en mode moteur puis entraîné, confirment la pertinence de son idée. La conception du compresseur et la mise au point d'un banc d'essais aboutissent au premier moteur Ericsson complet du laboratoire, marquant une avancée décisive dans la validation expérimentale du cycle.

Quelques années plus tard, Manuel Alejandro Fula Rojas (2015)^[3] également au LaTEP, approfondit ces travaux sous la direction de Pascal Stouffs et Fabio Sierra

définis :

cogénération
cycle de joule
moteur ericsson

²
Il faut que tu tires de tout cela l'essence des études citées. Pas besoin de rentrer très en profondeur si tu expliques avec des mots simples.
Par contre le contexte est mal défini, un néophyte ne comprendrait pas un traître mot. Explique depuis le début, en quoi consiste le moteur, de quels éléments est il fait etc etc

Vargas. Sa thèse associe modélisation thermique, thermodynamique et expérimentale d'un moteur Ericsson à air chaud. En combinant une approche globale et intracycle, il évalue avec précision les transferts thermiques instantanés dans les cylindres de compression et de détente. Grâce à l'instrumentation du prototype par des capteurs de pression et de température, Fula Rojas met en évidence l'influence directe des échanges thermiques internes sur le rendement du moteur. Ses résultats confirment le potentiel du moteur Ericsson pour la valorisation de la chaleur issue de la biomasse et la micro-cogénération solaire, prolongeant la démarche expérimentale initiée par Touré.

d'accord,
mais pourquoi
est ce intéressant

ici ?

La présentation de Marie Creyx (2014)^[4] réalisée au Laboratoire TEMPO de l'Université de Valenciennes, illustre une application concrète du moteur Ericsson dans un système de micro-cogénération. Encadrée par Céline Morin, Éric Delacourt et Bernard Desmet, Creyx développe un prototype fonctionnant en cycle de Joule ouvert, adapté à la combustion de biomasse solide. Elle s'intéresse particulièrement à la modélisation des échanges thermiques dans l'échangeur gaz-air pressurisé en conditions extrêmes de température et de pression. Ce projet, mené dans le cadre du programme régional Sylwal en partenariat avec Enerbiom, démontre la faisabilité technologique d'une cogénération décentralisée basée sur le moteur Ericsson.

Enfin, la thèse de Pierre Ranc (2020)^[5] apporte une innovation mécanique majeure : l'usage d'enceintes déformables à soufflets métalliques dans un moteur à apport de chaleur externe de type Ericsson. Réalisée au laboratoire FEMTO-ST à Belfort, elle propose un modèle numérique thermo-mécanique couplé fondé sur les équations de Barré-de-Saint-Venant, capable de simuler le comportement dynamique du moteur sur une large plage de régimes. La mise au point d'un banc d'essais complet, instrumenté de capteurs de pression, de débit et de température, permet de confronter théorie et expérience. L'étude montre également le potentiel du refroidissement par injection d'eau pour réduire l'énergie de compression et limiter les pertes thermiques. Ces travaux confirment la viabilité d'une nouvelle architecture Ericsson, alliant performance, fiabilité et durabilité.

Ainsi, l'ensemble de ces recherches démontrent la pertinence du modèle de cogénération, en particulier à travers le moteur Ericsson. Enfin, afin d'expérimenter concrètement les principes du moteur Ericsson, l'ouvrage de William C. Fitt (1980)^[6] a été une ressource précieuse décrivant la construction d'un moteur Ericsson ainsi que son principe de fonctionnement réel, permettant ainsi de confronter théorie et pratique.

et là dedans, que retiens tu ? quel modèle ? quel élément semble encore bloquer ?

---> il faut aboutir à une tension : l'influence de tel paramètre est encore mal connue par exemple

Donc tu nous dis qu'il y a des thèses entières dessus mais que tu vas répondre à la question dans ton TIPE? Je pense qu'il faut que tu précisnes ta problématique :

- quels paramètres vas tu observer ? comparer ? modifier ?
- en quoi ces paramètres sont un enjeu ?

Problématique retenue

Le cycle Ericsson peut-il représenter une solution durable et performante pour la valorisation de la chaleur dans les systèmes de cogénération modernes ?

Objectifs du TIPE :

Dans le cadre de ce TIPE, les objectifs principaux sont les suivants :

- * **Comprendre** l'utilité de la cogénération dans l'industrie.
- * **Analyser** les pertes énergétiques dans les systèmes industriels et identifier les moyens d'optimisation notamment via la cogénération.
- * **Comprendre** le fonctionnement des différents modes de cogénération et des moyens actuels utilisés en cogénération
- * **Créer** un moteur Ericsson réel afin de **déterminer expérimentalement** son rendement
- * **Confronter** les résultats théoriques aux données expérimentales disponibles dans la littérature, afin de valider la pertinence des modèles étudiés.

Références

- [1] Sébastien Bonne, THÈSE, Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2005
Moteurs thermiques à apport de chaleur externe : étude d'un moteur STIRLING et d'un moteur ERICSSON <https://theses.hal.science/tel-00110117>
- [2] Abdou Touré, THÈSE, Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2010. F (Année). *Étude théorique et expérimentale d'un moteur Ericsson à cycle de Joule pour conversion thermodynamique de l'énergie solaire ou pour micro-cogénération.* <https://theses.hal.science/tel-00546852v1>
- [3] Fula Rojas, M. A., THÈSE, Université de Pau et des Pays de l'Adour, Université Nationale de Colombie *Modélisation Thermique, Thermodynamique et Expérimentation d'un moteur Ericsson à air chaud à cycle de Joule* <https://theses.fr/2015PAUU3055.pdf>

- [4] Marie Creyx, THÈSE, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambresis, 2014 *Étude théorique et expérimentale d'une unité de micro-cogénération biomasse avec moteur Ericsson* <https://theses.hal.science/tel-01145367v1>
- [5] Pierre Ranc, THÈSE, Université Bourgogne Franche-Comté, 2019 *Contribution au développement d'un Moteur à Apport de Chaleur Externe à soufflets métalliques. Étude théorique, conception, réalisation et caractérisation expérimentale* <https://theses.hal.science/tel-02732949v1>
- [6] William C. Fitt, 1980, OUVRAGE, *Steam and Stirling Engines You can Build*,