

Fiche-guide de TD sur la modélisation d'un cycle combiné à flash de vapeur

1) Objectifs du TD

L'objectif du projet est d'étudier le fonctionnement d'un cycle combiné à recompression de vapeur et de montrer comment on peut le modéliser de manière réaliste avec Thermoptim.

On demande aux élèves d'effectuer un premier paramétrage du modèle sur la base des valeurs fournies dans l'énoncé, puis de réaliser des études de sensibilité en jouant sur des paramètres comme les débits et les températures et pressions du cycle à vapeur.

Ce TD s'adresse à des élèves ayant déjà étudié les turbines à gaz et des cycles à vapeur. Si ce n'est pas le cas, il faut prévoir qu'ils le fassent comme activité préalable.

2) Références

Cheng D.Y., Regenerative Parallel Compound Dual-Fluid Cycle Heat Engine, U.S. Patent 4,128,994, 1978b.

3) TD principale

3.1 Enoncé

Les performances d'un cycle combiné classique dépendent directement de celles du générateur de vapeur récupérateur (GVR). On peut montrer qu'un seul niveau de pression ne permet pas de refroidir suffisamment les gaz de la turbine, et qu'il est souhaitable de prévoir deux voire trois niveaux de pression.

Une telle technologie est cependant réservée aux machines de forte puissance, pour des raisons à la fois techniques et

économiques. Sur le plan technique, il est en effet très difficile de bien contrôler la répartition du débit total d'eau ou de vapeur entre les différents circuits. De fait les petits cycles combinés sont donc limités à un seul niveau de pression sans resurchauffe.

Pour dépasser cette difficulté, un brevet a été déposé en 1978 par Cheng sur un nouveau cycle à recompression de vapeur (cf. figure 1). En anglais on parle de "steam recompression bottoming cycle" ou SRBC. L'intérêt d'un

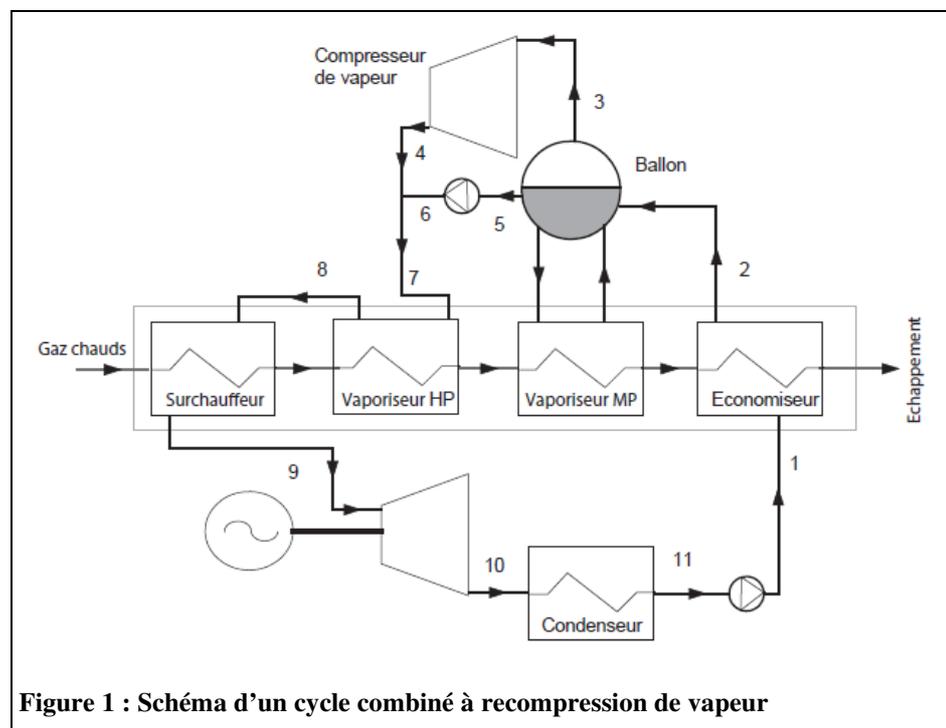


Figure 1 : Schéma d'un cycle combiné à recompression de vapeur

tel cycle est de réduire les irréversibilités dans le GVR et d'être moins coûteux qu'un cycle combiné à plusieurs niveaux de pression.

Le flux total d'eau liquide à la pression BP sortant du condenseur est comprimé à la pression MP, puis échauffé jusqu'à la température de saturation correspondante. Une fraction de ce débit est vaporisée, puis comprimée à la pression HP dans un compresseur, tandis que le reste du débit est comprimé à l'état liquide à cette même pression par une pompe. Les deux flux sont alors remélangés avant d'alimenter le vaporiseur à haute pression, puis le surchauffeur et la turbine.

L'objectif du travail est de modéliser un tel cycle et d'en calculer le rendement, puis d'en dresser le bilan exergétique. On comparera les performances obtenues avec celles du cycle combiné à un seul niveau de pression.

On partira de l'exemple du cycle combiné à un seul niveau de pression de la séance S41 et on cherchera, pour le cycle combiné à recompression de vapeur, un jeu de valeurs (température de surchauffe, débits principal et secondaire de vapeur, pressions MP et HP) qui conduit aux meilleures performances, en conservant les mêmes valeurs pour les pincements du GVR.

L'ensemble des autres valeurs doit être déterminé, en justifiant les hypothèses faites. On estimera les ordres de grandeur de dimensionnement du système (surfaces d'échange, sections de passage...).

3.2 Etudes de sensibilité

Une fois le modèle construit et paramétré, de nombreuses études de sensibilité peuvent être réalisées par les élèves.

3.3 Dimensionnement technologique

Une activité envisageable si les élèves disposent de suffisamment de temps est de leur demander de calculer des ordres de grandeur de dimensionnement du système (sections de passage...), d'estimer les pertes de charge dans la chambre de combustion, et de modifier le modèle en conséquence pour affiner les choses.

4) Variantes

4.1 Etat de l'art des technologies utilisées dans les turbines à gaz et les cycles combinés

Si l'objectif est que les élèves approfondissent leurs connaissances sur les turbines à gaz et les cycles combinés, il est possible de leur demander de réaliser un état de l'art succinct des technologies utilisées dans ces machines et des principales contraintes qui existent à ce niveau.

4.2 Bilan exergétique du cycle

Il est enfin possible de demander aux élèves de dresser les bilans exergétiques des deux cycles, s'ils disposent de suffisamment de temps, et de les comparer à celui d'un cycle combiné à un seul niveau de pression.

La séance Diapason S06¹ leur fournira si nécessaire des explications sur la manière de procéder.

¹ Séance S06 : <http://www.thermoptim.org/SE/seances/S06/seance.html>