

# Etude d'une turbine à gaz

**Titre:** Etude d'une turbine à gaz

**Auteur:** Patrice Nortier

**Objectif de l'exercice :**

Etudier les performances d'une turbine à gaz en fonction des paramètres de fonctionnement

**Révision:** 14/09/07

## **Présentation :**

Vous étudiez le comportement d'une turbine à gaz en fonction des paramètres de fonctionnement.

La turbine étudiée est un modèle sur le simulateur Thermoptim de la turbine réelle MAN THM 1304-11.

MAN est un groupe mondial d'ingénierie, pour en savoir plus : <http://www.manturbo.com/en/index.php>

*Certaines données ont été relevées dans les documentations publiques de MAN TURBO. Des données supplémentaires ont été aimablement fournies par l'équipe Thermodynamique de MAN TURBO AG. D'autres paramètres ont été fixés par l'auteur en tenant compte de l'état de l'art. Les valeurs utilisées ou obtenues n'engagent pas le groupe MAN. L'auteur remercie chaleureusement M. Sven Boje pour ses précieux conseils.*

Le déroulement de l'étude est le suivant :

- ouvrir le simulateur Thermoptim
- vérifier que le point de fonctionnement de référence correspond bien aux caractéristiques données par le constructeur
- comparer l'efficacité de la turbine réelle à celle d'une machine de Carnot
- étudier l'effet de la pression dans la chambre de combustion sur l'efficacité (à PMF variable)
- étudier l'effet de la température de combustion sur l'efficacité (à PMF variable)
- étudier l'effet de la puissance mécanique fournie (PMF) sur l'efficacité

Ressources humaines : 3 élèves-ingénieurs + tutorat

Durée : 4h

Ressources techniques : 2 PC par groupe incluant Internet Explorer, MS Office, Thermoptim licence Education

Notation : sur rapport d'étude sous format électronique (MS Word, MS Excel, fichiers Thermoptim)

## **Ouvrir et prendre en main le simulateur Thermoptim**

Créer sur le bureau du PC un raccourci (**et non une copie**) vers le dossier Projet :

\\[Serveur]\\[Répertoire de la discipline]\\[identifiant de votre groupe]

Naviguez pour trouver le logiciel Thermoptim :

Démarrer-Tous les Programmes-Thermoptim-Th\_opt\_fr.

Thermoptim ouvre deux fenêtres :

- le simulateur (Bandeau : "Thermoptim Java. Copyright R. Gicquel...")
- le schéma (Bandeau : "Editeur de schémas pour Thermoptim...")

Dans le simulateur, charger le fichier TMH 1304-11 ref.prj et ouvrir dans l'éditeur de schéma le fichier TMH 1304-11 ref.dia

Enregistrer ces fichiers sous un autre nom pour préserver les fichiers de référence

Modifier des paramètres et recalculer pour se familiariser avec le progiciel Thermoptim.

## Etude d'une turbine à gaz

Dans la suite de l'étude, les paramètres que vous pourrez choisir seront :

- le débit d'air  $q_a$
- le débit de gaz naturel  $q_g$
- la pression dans la chambre de combustion  $P$

les autres paramètres de la turbine à gaz (notamment la température dans la chambre de combustion) sont calculés à partir de  $q_a$ ,  $q_g$  et  $p$ , vous ne pouvez pas les choisir explicitement.

Le cas a été paramétré afin que la boîte "Energie Utile" donne la puissance mécanique fournie (PMF) et la boîte "Energie Payante" la puissance thermique consommée (PTC) , fournie par la combustion. L'efficacité est le rapport des deux.

### **Vérifier que le point de fonctionnement de référence correspond bien aux caractéristiques données par le constructeur**

Rechercher les performances de la turbine dans les données constructeur (le modèle Thermoptim ne comporte pas le générateur électrique, on s'intéresse donc à la version "Mechanical Drive").

Ouvrir depuis Thermoptim les fichiers TMH 1304-11 ref.prj et TMH 1304-11 ref.dia.

Analysez le fonctionnement de la turbine tel que décrit par le simulateur.

*Attention : la transformation C1 n'a pas de signification physique, elle n'a été introduite que pour satisfaire une contrainte interne du programme de calcul.*

Expliquez notamment le rôle du circuit d'air en dérivation.

Vérifier que l'ensemble des paramètres du point de fonctionnement de référence, décrits dans les fichiers que vous venez d'ouvrir, est cohérent avec les données constructeur.

Noter la pression en entrée de turbine  $p_{ref}$ , la température dans la chambre  $T_{ref}$  et le débit massique de sortie  $q_{ref}$  correspondant à ce point de fonctionnement.

Dans la suite de l'étude, **vous ne devez à aucun moment dépasser** pour ces paramètres **les valeurs** :

- $p_{max} = p_{ref} \cdot 110 \%$
- $T_{max} = T_{ref} \cdot 110 \%$
- $q_{max} = q_{ref} \cdot 130 \%$

### **Comparer l'efficacité de la turbine réelle à celle d'une machine de Carnot**

Rechargez les fichiers TMH 1304-11 ref.prj et TMH 1304-11 ref.dia.

Calculer le rendement d'une machine de Carnot fonctionnant entre l'atmosphère et la température dans la chambre de combustion au point de fonctionnement de référence.

Comparez, discutez le résultat.

Rechargez les fichiers du point de référence.

### **Etudier l'effet de la température atmosphérique sur l'efficacité**

A partir du point de référence, faites varier la température de l'air dans une plage raisonnable, notez la PMF et l'efficacité.

Tracez le(s) diagramme(s) adéquat(s). Discutez le résultat.

Enregistrez sous un nouveau nom, rechargez les fichiers du point de référence.

# Etude d'une turbine à gaz

## **Etudier l'effet de la température de combustion sur l'efficacité**

A partir du point de référence, faites varier le débit de combustible, notez la PMF et l'efficacité.

Tracez le(s) diagramme(s) adéquat(s). Discutez le résultat.

A partir du point de référence, faites varier le débit d'air, notez la PMF et l'efficacité.

Tracez le(s) diagramme(s) adéquat(s). Discutez le résultat.

Enregistrez sous un nouveau nom, rechargez les fichiers du point de référence.

## **Etudier l'effet de la pression dans la chambre de combustion sur l'efficacité**

Faites varier la pression au point 2, les autres paramètres d'entrée restant constants.

Relevez à chaque fois la PMF, la puissance thermique consommée (PTC) et l'efficacité.

Tracez le(s) diagramme(s) adéquat(s). Discutez le résultat.

Enregistrez sous un nouveau nom, rechargez les fichiers du point de référence.

## **Etudier l'effet de la puissance mécanique fournie (PMF) sur l'efficacité**

Pour chacune des quatre températures suivantes dans la chambre de combustion :

590°C, 735°C, 880°C, 1010°C,

faites varier la pression  $p$  dans la chambre de combustion, maintenez le débit d'air constant et ajustez la température (pour cela, ouvrir la chambre de combustion et cocher en bas à droite "Calculer Lambda").

Tracez les quatre courbes efficacité =  $f(p)$  sur un même diagramme.

Tracez les quatre courbes efficacité =  $f(\text{PMF})$  sur un même diagramme.

Discutez le résultat.

Enregistrez sous un nouveau nom.

Finir de rédiger le rapport d'étude, vérifier que les fichiers sont bien dans :

\\[Serveur]\\[Répertoire de la discipline]\\[identifiant de votre groupe] et **non dans une copie locale**.

Il est important de laisser une copie des fichiers Thermoptim pour permettre d'identifier les problèmes si vos résultats sont "bizarres", et donc d'améliorer le TP pour vos successeurs.

## **Ressources disponibles dans le dossier électronique du projet :**

- Fichiers TMH 1304-11 ref.prj et TMH 1304-11 ref.dia pour simulateur Thermoptim
- Documentation technique Man (fichiers.pdf)
- Favoris vers les adresses internet :
  - ✓ Groupe Man : <http://www.manturbo.com/en/index.php>
  - ✓ Dictionnaire technique anglais/français [http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r\\_motclef/index800\\_1.asp](http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index800_1.asp)
  - ✓ Module d'enseignement à distance DIAPASON
  - ✓ Base de données du National Institute of Standards and Technology