

**THERMOPTIM®**

**MODELISATION D'UNE  
TURBINE A GAZ A DEUX ARBRES**

© R. GICQUEL MARS 2019

# SOMMAIRE

<b>MODELISATION D'UN MODELE DE TURBINE A GAZ A DEUX ARBRES.....</b>	<b>3</b>
MODELISATION D'UNE TURBINE A GAZ DANS THERMOPTIM .....	3
<i>Notion de générateur de gaz (GG).....</i>	3
<i>Modèle Thermoptim .....</i>	4

© R. GICQUEL 1997 - 2019. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans autorisation est illicite, et constitue une contrefaçon sanctionnée par le Code de la propriété intellectuelle.

Avertissement : les informations contenues dans ce document peuvent faire l'objet de modifications sans préavis, et n'ont en aucune manière un caractère contractuel.

# Modélisation d'un modèle de turbine à gaz à deux arbres

## Modélisation d'une turbine à gaz dans Thermoptim

Le progiciel Thermoptim permet de modéliser de manière très réaliste de nombreux systèmes énergétiques, comme des turbines à gaz. Le schéma de la machine peut être décrit par assemblage de composants qui représentent les différentes fonctions (figure 1). A chacun d'eux est associé un écran de paramétrage thermodynamique dans lequel les grandeurs caractéristiques sont définies (figure 2).

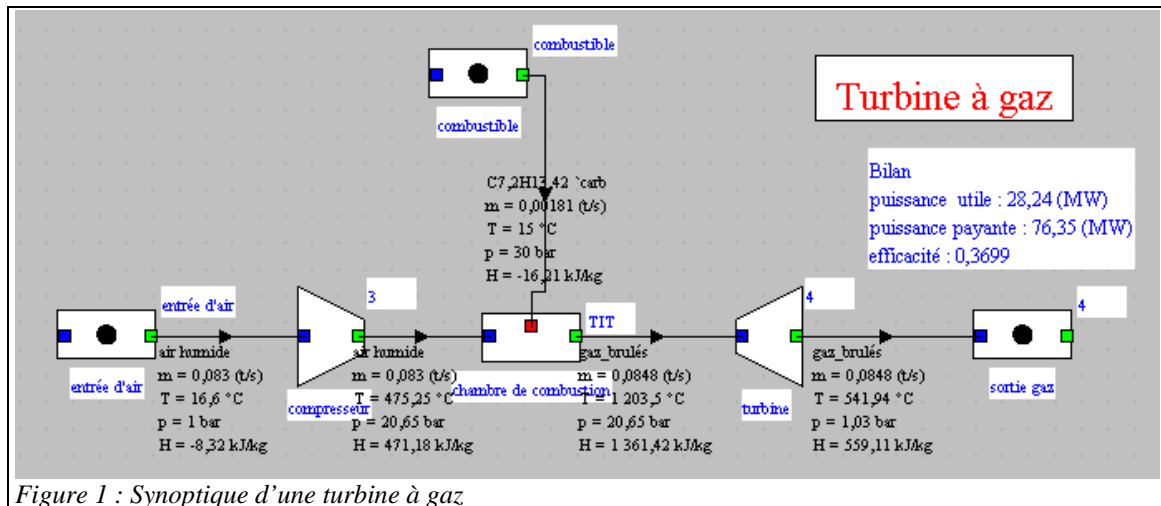


Figure 1 : Synoptique d'une turbine à gaz

Il est ainsi possible de modéliser à la fois simplement et avec une grande précision de telles machines et d'en dresser le bilan.

Le rendement est défini comme le rapport de la puissance mécanique fournie (en valeur absolue puissance produite par la turbine moins puissance de compression) à la puissance thermique libérée dans la chambre de combustion (débit de combustible multiplié par son PCI).

transfo [turbine] type détente

type énergie utile  débit imposé  liens

point amont TIT  m Δh -68,04  Q 0

T (°C) 1 203,5  Q   système fermé  observée

P (bar) 20,65  système ouvert

h (kJ/kg) 1 361,42  adiabatique  non adiabatique

titre 1  référence isentropique  référence polytropique

rend. polytropique 0,83

point aval 4  exposant polytropique 1,24719

T (°C) 541,94

P (bar) 1,03

h (kJ/kg) 559,11

titre 1

rapport de détente (>= 1) 20,05

calculé  imposé

Imposer le rendement et calculer la transfo

Calculer le rendement, le point aval étant connu

mécaniquement équilibrée avec

Figure 2 : Ecran de la turbine

## Notion de générateur de gaz (GG)

Certaines turbines à gaz aérodérivées font appel à une notion dont nous n'avons pas parlé, celle de générateur de gaz (GG).

Diverses contraintes technologiques conduisent à l'idée de séparer la turbine en deux corps remplissant deux fonctions distinctes : d'une part la turbine auxiliaire ou turbine liée, généralement située à l'amont, dont le rôle est uniquement d'entraîner le compresseur, et d'autre part la turbine de puissance utile, ou turbine libre, couplée à la machine.

On distingue ainsi le générateur de gaz, à l'amont, et le générateur d'énergie mécanique, à l'aval utilisatrice (figure 3).

Le générateur de gaz étant mécaniquement indépendant de la machine utilisatrice, on peut en effet faire varier sa vitesse de rotation sans contrainte. Un avantage des turbines à gaz à deux arbres est qu'il est possible de faire tourner le générateur de gaz à très haute vitesse, ce qui autorise des constructions

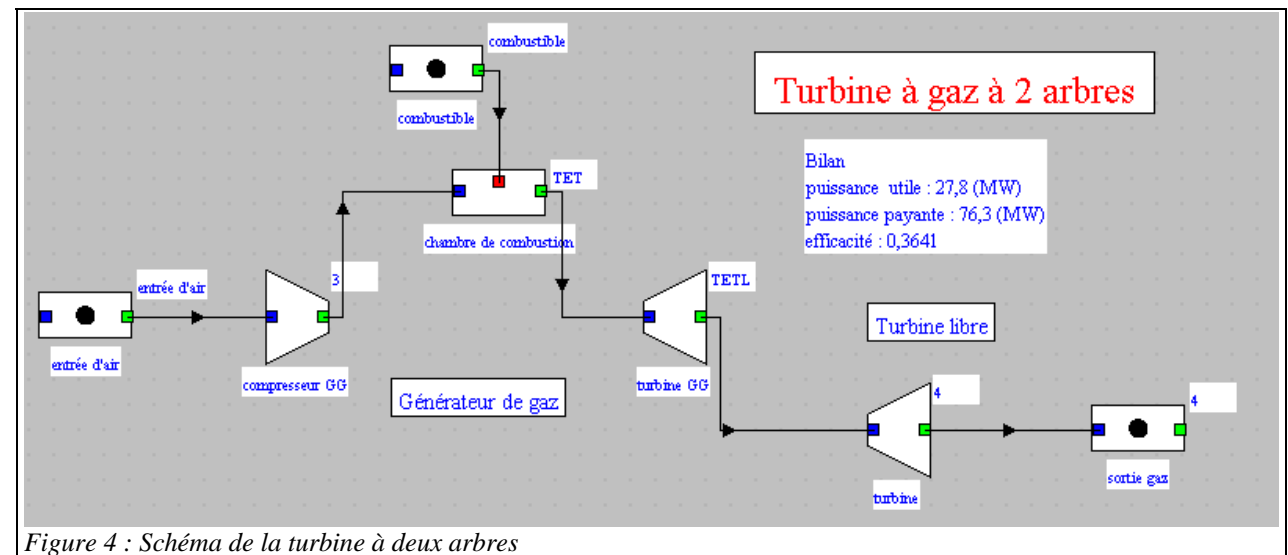
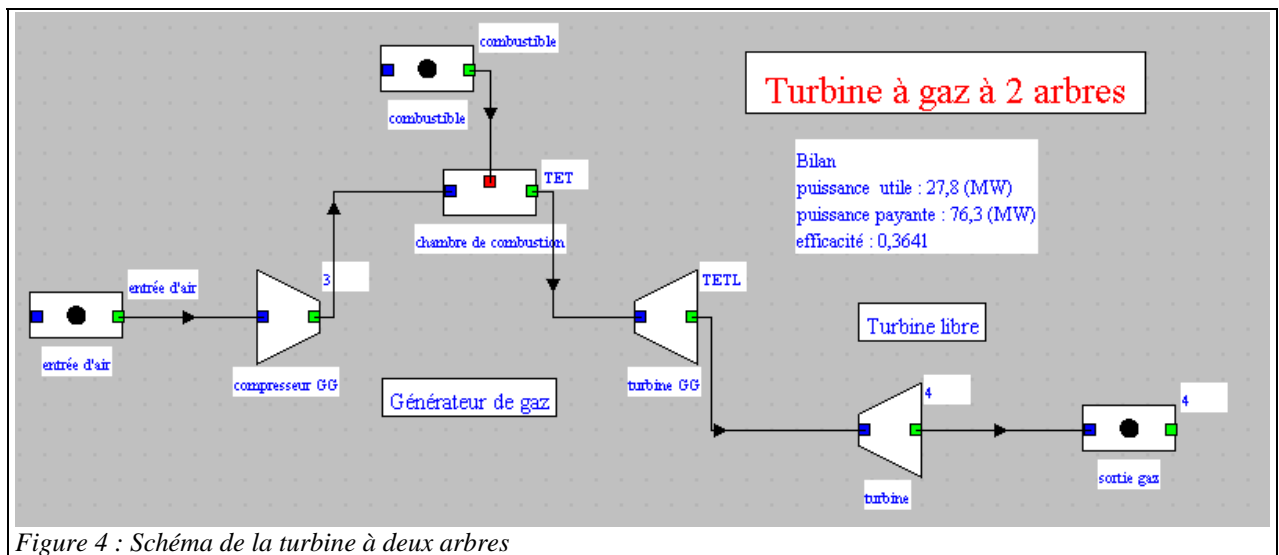
très compactes. En particulier, les constructeurs de moteurs d'avion ont développé des techniques très performantes, utilisant des arbres creux pour réduire l'encombrement dû à la présence des deux arbres.

De plus, les problèmes de démarrage sont grandement facilités puisqu'on peut lancer le générateur de gaz à sa vitesse nominale avant de coupler la turbine utile à la machine réceptrice. On dispose ainsi d'une réserve de puissance pour vaincre le couple de démarrage de cette dernière, ce qui n'est pas le cas dans les installations à un seul arbre.

### Modèle Thermoptim

Dans le modèle Thermoptim présenté ci-dessous, les deux fonctions de la turbine ont été dissociées de manière à faire apparaître le générateur de gaz.

Une modélisation sous Thermoptim de la turbine à gaz à deux arbres conduit au schéma de la figure 4, dans lequel, pour souligner l'axe de rotation commun au compresseur et à la turbine liée, on fait apparaître les deux turbomachines à la même hauteur.



Si vous avez déjà modélisé un cycle de turbine à gaz simple (si ce n'est pas le cas, il faut que vous commenciez par travailler sur les séances Diapason S20 et S24 ou sur le guide de prise en mains correspondant), les seules difficultés concernent les points suivants :

- le paramétrage des turbomachines

- l'équilibrage des puissances de la turbine liée et du compresseur

Le paramétrage des turbomachines doit être fait avec soin.

Tout d'abord, il est généralement préférable d'opter pour un paramétrage thermodynamique correspondant à un modèle adiabatique avec référence polytropique, afin que les performances des turbines soient aussi indépendantes que possible de la pression intermédiaire. Si vous disposez de données relatives à la machine que vous souhaitez modéliser, ajustez le rendement polytropique pour les retrouver.

Dans tous les cas, le rapport de compression ou de détente doit être paramétré comme calculé et non imposé. Pour le compresseur, c'est en effet les pressions des points amont et aval qui le déterminent, la pression amont étant la pression atmosphérique si on néglige des pertes de charge en entrée.

Pour la turbine liée, le rapport de détente sera calculé automatiquement par Thermoptim comme nous l'expliquerons plus loin.

Le rapport de détente de la turbine libre s'en déduit, la pression aval étant égale à la pression atmosphérique, aux pertes de charge d'échappement près, ici prises égales à 0,03 bar.

Pour l'équilibrage des puissances de la turbine liée et du compresseur, on opère de la manière suivante : comme le montre la figure 2, il existe en bas à droite de l'écran de turbine une option permettant de choisir d'équilibrer mécaniquement la turbine avec un autre composant du type "compression".

Commencez par sélectionner cette option, puis double-cliquez dans le champ situé juste à droite. Un écran vous permet de choisir parmi toutes les transfos compression existant dans le projet (ici il n'y en a qu'une, le compresseur du générateur de gaz). Sélectionnez-le. Lors du calcul, Thermoptim recherche automatiquement la pression de sortie turbine permettant d'équilibrer les puissances des deux composants.

La figure 5 montre le synoptique ainsi obtenu.

