

## POUR S'ENTRAÎNER

### 1 Rendements d'une cogénération au gaz

Une cogénération est réalisée à partir d'un MACI fonctionnant au gaz.

On donne pour ce moteur en fonctionnement nominal :  
 $P_{\text{thermique utile}} = 110 \text{ kW}$   
 $P_{\text{électrique utile}} = 65 \text{ kW}$   
 Rendement génératrice électrique = 0,94  
 $P_{\text{absorbée}} = 198 \text{ kW}$

- Réaliser le schéma de la chaîne d'énergie en y faisant apparaître les différentes puissances mises en œuvre.
- En réalisant le bilan de puissance, déterminer :
  - la valeur des puissances perdues par le moteur thermique ;
  - la valeur des puissances perdues par la génératrice électrique ;
  - la valeur du rendement mécanique du moteur ;
  - la valeur des rendements global, électrique et thermique du moteur.

### 2 MACI

On réalise des mesures sur un MACI :

N	tr/min	1 500	2 000	2 500	3 000	3 500	4 000
C	N.m	225	240	240	240	220	180

À partir de ces données, tracer la courbe de puissance et de couple de ce moteur.

### 3 Turbine vapeur

La centrale héliothermique PS10 installée à Sanlucar dans le sud de l'Espagne permet de produire de l'électricité à partir du rayonnement solaire via une turbine vapeur.

Une surface de 75 500 m<sup>2</sup> de miroir concentre le rayonnement solaire sur un absorbeur qui le transforme en chaleur. La centrale thermique reçoit alors en fonctionnement nominal une puissance de 35,8 MW, et délivre une puissance de 11 MW électrique.

Sur une année, l'énergie incidente sur le champ de miroir est de 148,6 GWh, l'énergie électrique produite est de 20,54 GWh.

Déterminer le rendement de la centrale thermique et l'efficacité du procédé de production d'énergie électrique.

### 4 Une centrale nucléaire est une centrale thermique utilisant une turbine vapeur

Le rendement électrique de ces centrales est de l'ordre de 33 %. Le rendement des génératrices électriques utilisées est de l'ordre de 95 %.

En supposant qu'une tranche de centrale d'une puissance de 900 MWe est en service durant toute la saison de chauffe soit environ 240 jours, déterminer la puissance calorifique dissipée par la centrale et l'énergie calorifique dissipée par la centrale en kTEP.

### 5 Cogénération électrique

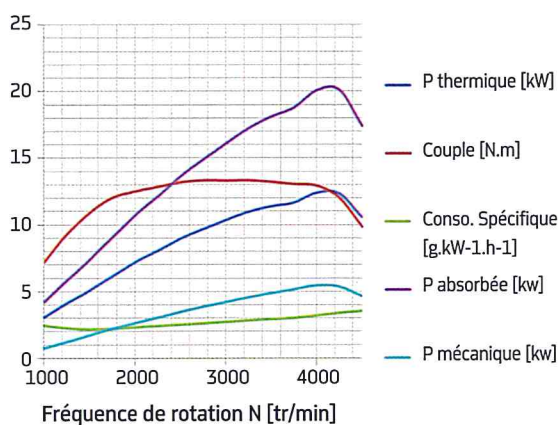
On souhaite déterminer la liaison mécanique entre une génératrice synchrone à associer à un moteur à gaz utilisé pour une cogénération.

On donne pour le moteur les caractéristiques suivantes :

$P_{\text{méca}} \text{ nominale} = 69 \text{ kW}$  et  $N = 1\,500 \text{ tr/min}$

Déterminer le couple moteur que peut fournir ce moteur.

### 6 Efficacité énergétique d'un MACI fonctionnant au gaz naturel et utilisé pour une microcogénération



- Déterminer les rendements : mécanique, thermique et global du microcogénérateur pour différentes valeurs de la fréquence de rotation moteur  $N$  :  
1 000, 1 600, 2 200, 2 800 et 3 400 [tr/min].
- Que peut-on en conclure ?

### 7 La documentation d'un MACI

La documentation d'un MACI au gaz naturel donne en régime nominal une consommation spécifique de 2,78 kW.h/kW.

On a :  $N = 1\,500$  tr/min,  
 $C = 80$  kN.m  
et  $PCI = 36\,500$  kJ/nm<sup>3</sup>.

Déterminer le débit de gaz à apporter à ce moteur ainsi que son rendement mécanique.

### 8 Turbine à gaz

Une centrale électrique fonctionnant au gaz naturel est équipée d'une turbine à gaz.

Les caractéristiques de cette centrale sont :

- ▶  $P_{\text{électrique utile}} = 24,77$  MW.
- ▶ Fréquence : 50/60 Hz.
- ▶ Rendement électrique de la centrale : 34,2 %.
- ▶ Consommation spécifique : 10 533 kJ/kWh<sub>mécanique</sub>\*
- ▶ Vitesse de la turbine : 7 700 tr/min.

Sachant que  $PCI_{\text{gaz}} = 36\,500$  kJ/nm<sup>3</sup>, déterminer le débit de gaz à apporter à cette turbine, ainsi que le couple moteur de cette turbine.

### 9 Pompe à chaleur eau/eau

On cherche à utiliser la PAC vitocal 343 présentée dans la partie cours pour produire de l'eau chaude sanitaire à une température de 55 °C.

La température moyenne annuelle de l'eau glycolée de la boucle géothermique est égale à 5 °C.

1. Évaluer les performances minimum de cette PAC :  $P_{\text{abs}}, P_{\text{frigo}}, P_{\text{calor}}, COP$ .
2. Sachant que les besoins en ECS représentent une énergie de 2 300 kW.h/an, évaluer la quantité d'énergie électrique maximum nécessaire à la couverture de ces besoins.

### 10 Pompe à chaleur air/eau

On réalise des mesures sur une pompe à chaleur air/ eau.

T allée ECBT	44 °C
T retour ECBT	38 °C
Débit ECBT	1 020 L/h
HP	22,5 bar
BP	6,7 bar
Pélec abs	3,11 kW

À partir de ces mesures, déterminer la valeur expérimentale du COP de cette pompe à chaleur.

On rappelle :  $C_p \text{ eau} = 4\,185$  J/kg.°C

$\rho_{\text{eau}} = 1\,000$  kg/m<sup>3</sup>.

## POUR ALLER PLUS LOIN

### 11 Intérêt de la cogénération

À partir des démarches et données mises en œuvre dans l'activité 1, déterminer la valeur minimale d'énergie électrique consommée en dessous de laquelle la cogénération ne semble pas être intéressante d'un point de vue énergétique.

### 12 Pilotage d'une cogénération

On rappelle les besoins en énergie d'une journée hivernale type :

- chauffage : 50,2 [kW.h] ;
- ECS : 12,8 [kW.h] ;
- électricité : 9,6 [kW.h].

On souhaite mettre en œuvre une microcogénération au gaz naturel dont les caractéristiques en régime nominal minimum sont les suivantes :

- $P_{\text{élec utile}} : 2$  [kW] ;
- $P_{\text{thermique utile}} : 5,9$  [kW] ;
- $P_{\text{absorbée}} / PCI : 8,7$  [kW].

1. Déterminer le temps de marche nécessaire pour combler les besoins en chaleur.
2. Déterminer le temps de marche nécessaire pour combler les besoins en électricité.
3. De l'énergie calorifique ou de l'énergie électrique. Laquelle contraint le fonctionnement de la cogénération ?