

Durée : 2 h - Documents autorisés : notes personnelles,  
documents remis en cours et "Aide-mémoire ..."

### 1. Energie nucléaire.

Remplir le QCM remis séparément et le rendre avec votre copie.

### 2. Turbines à gaz (TG).

- 2.1. Quels sont les paramètres essentiels dans les performances des TG ?  
Quels sont les facteurs limitants ?  
Donner l'ordre de grandeur de ces paramètres pour les TG les plus performantes.
- 2.2. Quelle est l'origine des pertes dans une TG ?
- 2.3. Calculer le rendement polytropique  $\eta_{\text{comp}}$  d'un compresseur qui comprime de l'air à 12 bar et 350°C depuis les conditions ISO (15°C, 1 bar).  
Coefficient gamma de l'air :  $\gamma = 1.4$ .
- 2.4. La puissance mécanique disponible sur l'arbre d'une TG est de 44 MW.  
Pour obtenir cette puissance il faut brûler 2.5 kg/s de  $\text{CH}_4$  (PCI = 50 MJ/kg).  
Quel est le rendement de cette TG ?
- 2.5. Quel est l'intérêt d'injecter de l'eau ou de la vapeur d'eau dans la chambre de combustion d'une TG ?  
Quelle est la limite d'injection (quantité par rapport au combustible) ?  
De quels paramètres dépendent les  $\text{NO}_x$  ?  
Donner la formule.

### 3. Turbines à gaz - Auxiliaires.

- 3.1. Le client a acheté une machine prévue pour fonctionner avec du  $\text{CH}_4$  à 15°C.  
(PCI = 35800 kJ/Nm<sup>3</sup>, d = 0,554)  
L'indice modifié de Wobbe vaut 2834.  
La composition du gaz fourni au client varie de telle sorte que le pouvoir calorifique augmente à 50000 kJ/Nm<sup>3</sup>.  
On peut considérer que la densité est proportionnelle au PCI.  
Sans modification du matériel, à quelle température minimale faudra-t-il chauffer ou refroidir le gaz pour que la combustion se fasse dans de bonnes conditions, c'est-à-dire pour que l'indice modifié de Wobbe ne varie pas de  $\pm 5\%$  ?
- 3.2. Considérons une pompe à huile qui démarre dans des conditions d'huile froide.  
La viscosité de l'huile augmente, entraînant une variation du débit de 2 %, de la pression de 4 % et du rendement de 12 %.  
De combien sera modifiée la puissance de la pompe ?  
Rappel : en régime nominal, la puissance nominale  $P_{\text{nom}}$  est liée au débit  $Q_{\text{nom}}$ , à la pression  $\Delta P_{\text{nom}}$  et au rendement  $\eta_{\text{nom}}$  par :  $P_{\text{nom}} \eta_{\text{nom}} = Q_{\text{nom}} \Delta P_{\text{nom}}$
- 3.3. Pour un circuit ouvert, quel est l'impact de la diminution de la constante de temps sur la valeur permanente et sur la rapidité de la réponse ?

3.4. Pour un circuit fermé, de quel moyen dispose-t-on pour éliminer l'erreur entre la consigne et la mesure ?

Quel est l'inconvénient de ce type de solution ?

3.5. Soient deux sources de bruits mesurées à 80 dB (pression acoustique).

Quelle est la valeur en dB de la somme des deux sources mesurées au même endroit ?

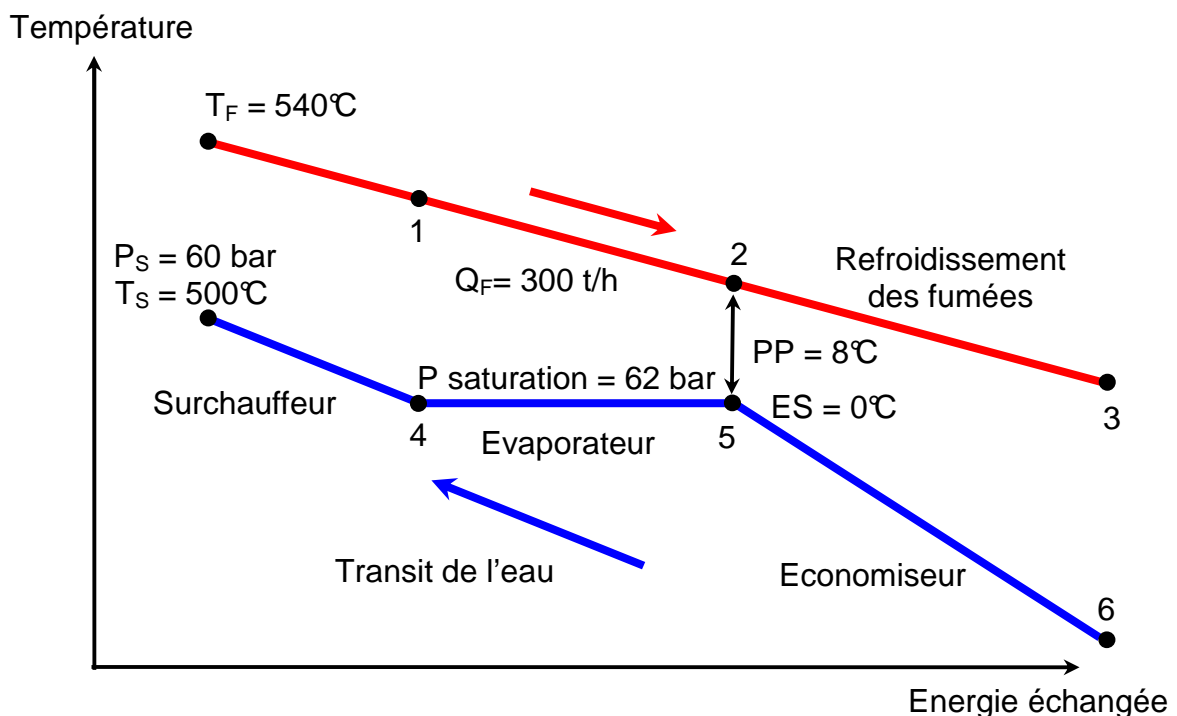
Rappel : le niveau de pression acoustique  $L_p$ , en dB, est défini en fonction du logarithme décimal ( $\text{Log}(10) = 1$ ) du rapport de la pression acoustique  $P$  à une pression de référence  $P_r$ .

$$L_p = 20 \text{ Log} \left( \frac{P}{P_r} \right)$$

#### 4. Centrales à cycle combiné.

On considère une chaudière de récupération associée à une turbine à gaz qui comporte un niveau de pression.

Les données connues sont indiquées sur le schéma ci-dessous :



4.1. Quelle est l'enthalpie de la vapeur surchauffée à la sortie de la chaudière ?

4.2. Quelle est l'enthalpie de la vapeur saturée au point 4 ?

4.3. Quelle est l'enthalpie de l'eau à la saturation au point 5 ?

4.4. Quelle est la température des fumées au point 2 ?

- 4.5. La vapeur produite dans la chaudière se détend dans une turbine à vapeur.  
Si on considère une perte de charge nulle dans les tuyauteries, la vapeur à l'entrée turbine est à 60 bar et 500°C.  
La pression à l'échappement (ou vide au condenseur) est de 50 mbar.  
La détente est isentropique (rendement isentropique = 1).  
A l'aide du diagramme de Mollier, déterminer le titre x en vapeur à l'échappement de la turbine à vapeur.

## **5. Projets de centrales.**

- 5.1. Le droit des contrats est-il homogène et identique dans le monde ?  
Et en Europe ?
- 5.2. La signature du contrat signifie-t-elle nécessairement l'ouverture immédiate du chantier ?  
Si "non" pourquoi ?
- 5.3. Au cours de l'exploitation d'une centrale électrique au gaz ou au charbon, quel est le poste budgétaire (la dépense) le plus important engagé par le client sur une période significative (par exemple dix ans) ?
- L'eau
  - Les frais de nettoyage
  - La maintenance de la turbine à vapeur
  - Le renouvellement des lubrifiants
  - Le combustible
  - Les frais de personnel
  - Le renouvellement des produits chimiques
- 5.4. Citez 4 risques pour le projet, du point de vue du constructeur, en cours d'exécution d'un chantier de centrale électrique ?
- 5.5. Le Client a-t-il des responsabilités au cours de la construction d'un projet de centrale électrique ?  
Si "oui" lesquelles ?