

	<b>BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE</b>	<b>5PYGMNC1</b>
<b>Série</b>	<b>SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES</b>	<b>SESSION 2005</b>
<b>Épreuve</b>	<b>SCIENCES PHYSIQUES ET PHYSIQUE APPLIQUÉE</b>	<b>Durée : 2 heures</b>
<b>Spécialité</b>	<b>GÉNIE MÉCANIQUE</b>	<b>Coef. : 5</b>

*L'usage des calculatrices est autorisé pour l'épreuve.  
Circulaire n° 99-186 du 16/11/1999*

Le sujet comporte 4 pages d'énoncé et une de document réponse à rendre avec la copie.

### PROBLÈME : (17 points)

Les parties A, B, C peuvent être traitées indépendamment les unes des autres.

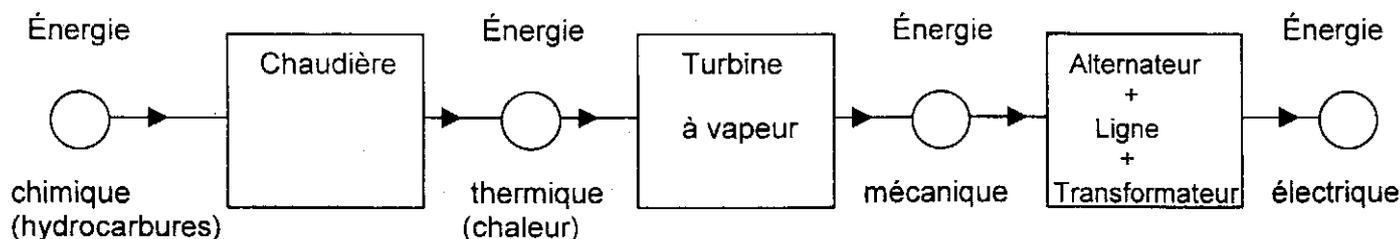
La centrale thermique de *Martigues Ponteau (Bouches du Rhône)* possède 4 alternateurs triphasés bipolaires qui fournissent une tension alternative sinusoïdale permettant, après transformation, d'alimenter un grand nombre de foyers et d'usines de la région.

On se propose d'étudier, en la simplifiant, une partie de cette chaîne de production et de transport de l'énergie électrique.

Une centrale thermique convertit de l'énergie chimique (stockée sous forme d'hydrocarbures)

- d'abord en chaleur (énergie thermique) dans une chaudière,
- puis en énergie mécanique grâce à une turbine à vapeur,
- enfin, en énergie électrique par un alternateur.

Cette chaîne de transformation de l'énergie peut être représentée par le schéma suivant :



L'ensemble {chaudière ; turbine à vapeur} a un rendement noté  $\eta_1$ .

L'ensemble {alternateur ; transformateur ; ligne} a un rendement noté  $\eta_2$ .

## A- L'ALTERNATEUR TRIPHASÉ BIPOLAIRE : (7 points)

On a relevé pour un des alternateurs :

$S = 295 \text{ MVA}$

$U = 20 \text{ kV}$

$f = 50 \text{ Hz}$

Le stator est couplé en étoile.

**A-1-** On désigne par  $n$  la fréquence de rotation, par  $f$  la fréquence du réseau et par  $p$  le nombre de paires de pôles.  
Quelle est la relation qui lie  $n$ ,  $f$  et  $p$  ?

**A-2-** Calculer la fréquence de rotation du rotor de l'alternateur exprimée en  $\text{tr.min}^{-1}$ .

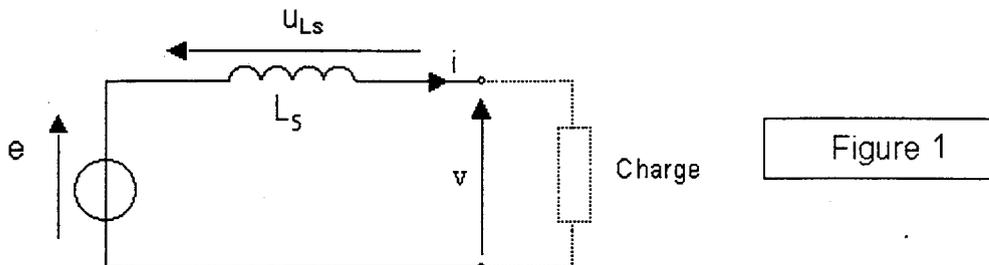
**A-3-** Calculer la valeur efficace  $I_n$  de l'intensité du courant nominal en ligne.

**A-4-** Déterminer la valeur efficace  $V$  de la tension simple aux bornes d'une phase de l'alternateur.

**A-5-** Une phase de l'alternateur se comporte comme un circuit inductif modélisable par la mise en série d'une force électromotrice  $e$  (fém) et d'une inductance notée  $L_s$  égale à  $3,8 \text{ mH}$ .

L'alternateur en charge débite le courant nominal sous  $V = 11,5 \text{ kV}$  sur une charge inductive de facteur de puissance  $\cos \varphi = 0,93$ .

La Figure 1 représente le modèle équivalent d'une phase de l'alternateur en charge :



**A-5-1** Soient  $\vec{E}$ ,  $\vec{U}_{L_s}$  et  $\vec{V}$  les vecteurs de Fresnel associés respectivement aux tensions  $e$ ,  $u_{L_s}$  et  $v$ .

Etablir la relation entre les vecteurs  $\vec{E}$ ,  $\vec{U}_{L_s}$  et  $\vec{V}$ .

**A-5-2** A l'aide d'une construction de Fresnel et en complétant le document réponse, déterminer graphiquement la valeur efficace  $E$  de la f.é.m.

Echelle :  $1 \text{ cm}$  représente  $1 \text{ kV}$ .

## B- LE TRANSFORMATEUR : (5 points)

La tension simple  $V$  de sortie de l'alternateur est élevée au moyen d'un transformateur monophasé dont la plaque signalétique porte les indications suivantes :

$98 \text{ MVA} / 11,5 \text{ kV} / 136 \text{ kV} / 50 \text{ Hz}$

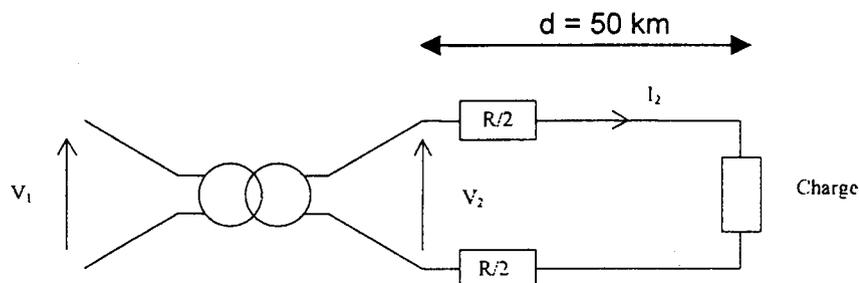
**B-1-** Dire ce que représentent ces valeurs.

**B-2-** Calculer le rapport de transformation  $m$ .

**B-3-** Calculer les intensités efficaces des courants nominaux en ligne au primaire  $I_{1n}$  et au secondaire  $I_{2n}$ .

**C- LE TRANSPORT : (5 points)**

L'énergie électrique est transportée par une ligne très haute tension THT ( voir Figure 2 ci-dessous) :



On donne :

$$V_1 = 11,5 \text{ kV} ; V_2 = 136 \text{ kV}.$$

Figure 2

**C-1-** Le câble utilisé pour le transport a une résistance de  $0,3 \Omega$  par kilomètre. La distance  $d$  qui sépare le transformateur de la charge est égale à  $50 \text{ km}$ . Déterminer  $R$ , résistance totale du câble.

**C-2-** L'ensemble {ligne ; charge} a un facteur de puissance  $\cos\phi = 0,93$  et absorbe une puissance  $P = 91 \text{ MW}$ .

**C-2-1-** Déterminer la valeur efficace de l'intensité du courant circulant dans les lignes THT.

**C-2-2-** Quelles sont alors les pertes par effet Joule dans les lignes ?

**C-3-** Supposons maintenant que l'alternateur débite directement sur l'ensemble {ligne ; charge}.

**C-3-1-** Déterminer la valeur efficace de l'intensité du courant circulant dans la ligne.

**C-3-2** Quelles seraient alors les pertes par effet Joule ?

**C-4-** Conclure sur l'intérêt du transport de l'énergie électrique sous très haute tension.

**EXERCICE : OPTIQUE (3 points)**

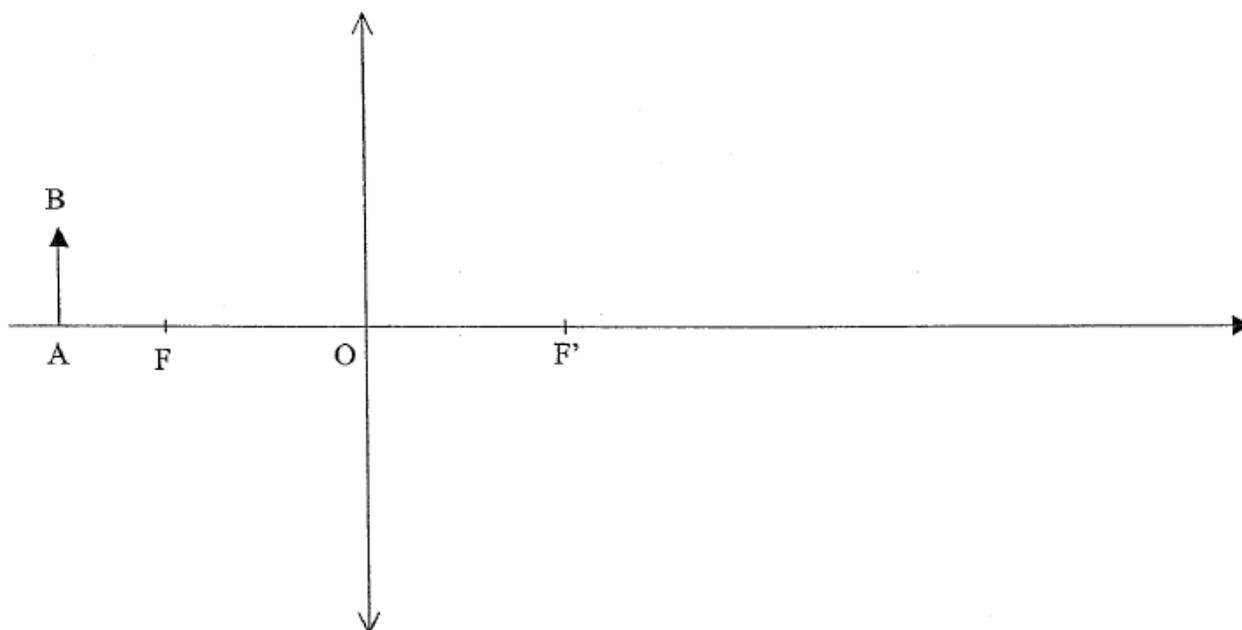
Un objet image AB est représenté à côté d'une lentille sur le schéma de la figure du document réponse ci-dessous.

- 1- De quel type de lentille s'agit-il ?
- 2- Quel est le nom du point F ?
- 3- Représenter l'image A'B' de l'objet AB à travers la lentille.

---

**Document réponse (à rendre avec la copie).**

**NOM, Prénom:** .....



# Document réponse

Le document réponse est à rendre avec la copie

