

Série d'exercices

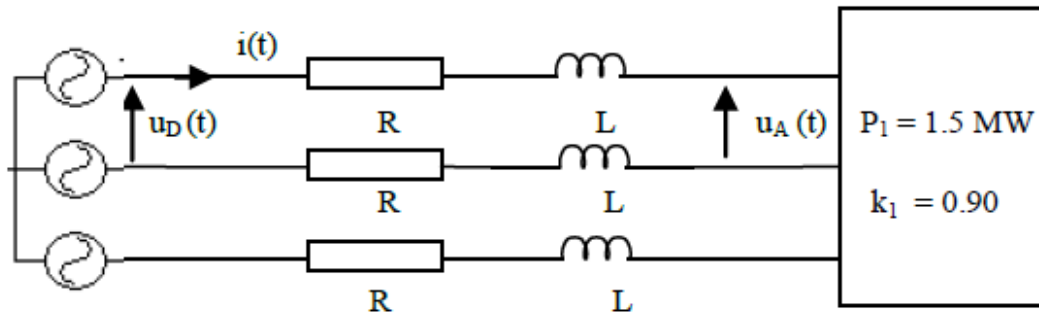
Exercice N°1 :

Cet exercice aborde la chute de tension occasionnée par la ligne de transport.

Une ligne triphasée moyenne tension de 50 km alimente un récepteur triphasé équilibré qui consomme une puissance active P_1 de 1.50 MW et impose un facteur de puissance k_1 de 0.9. La valeur efficace de la tension entre phases à l'arrivée de la ligne est $U_A = 20$ kV, sa fréquence est 50 Hz.

En plus de sa résistance, la ligne a une autre caractéristique qui est son inductance par unité de longueur.

Ainsi chaque fil de ligne a une résistance de $220 \text{ m}\Omega / \text{km}$ et une inductance de $1.2 \text{ mH} / \text{km}$.



1. Exprimez et calculez la valeur efficace de l'intensité I du courant dans un fil de ligne.
 2. Exprimez et calculez la puissance réactive Q_1 absorbée par la charge.
 3. Exprimez et calculez :
 - La résistance R et l'inductance L pour chaque fil de ligne de longueur 50 km.
 - Les puissances active P_2 et réactive Q_2 consommées par la ligne.
 4. Pour l'ensemble {ligne + récepteur}, exprimez et calculez :
 - Les puissances active P_T et réactive Q_T transportées.
 - La puissance apparente S_T transportée.
 5. Déduisez-en la valeur efficace de la tension entre phases U_D au départ de la ligne ainsi que la chute de tension relative $\Delta U/U_D$.
- La chute de tension relative $\Delta U/U_D$, admissible sur le réseau moyenne tension (MT) est de 7.5 %.
6. Cette contrainte est-elle respectée ?

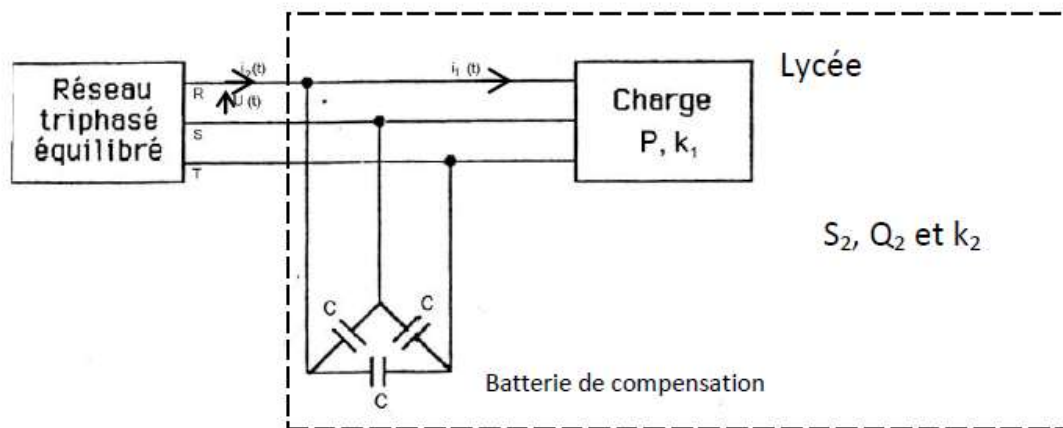
EXERCICE N°2 :

Le réseau sinusoïdal triphasé 400 V / 50 Hz alimente le lycée (charge triphasée équilibrée).

La puissance active consommée par le lycée est $P = 400 \text{ kW}$.

Le facteur de puissance du lycée est $k_1 = 0.91$

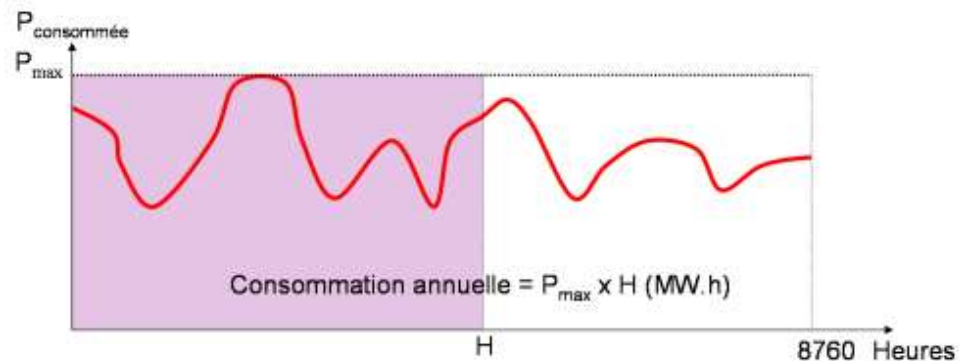
- Calculez alors l'intensité I_1 du courant en ligne ainsi que la puissance réactive Q_1 consommée.
- Calculez la puissance apparente S_1 .
- On souhaite obtenir un nouveau facteur de puissance $k_2 = 0.93$.
- Quelle est la puissance P_2 consommée ? Les condensateurs ne consomment pas de puissance active :
 $P_2 = P$
- Calculez les nouvelles valeurs de la puissance apparente S_2 de l'installation, de l'intensité I_2 du courant en ligne, et de la puissance réactive Q_2 .



- Déduisez-en la valeur de la puissance réactive Q_c fournie par la batterie de condensateurs.
- Déterminez la capacité C des condensateurs couplés en triangle.
- Calculez l'intensité I_3 du courant en ligne si le facteur de puissance était $k_3=1$.

Exercice N°3

L'objectif de cet exercice est de faire une étude de planification (extension réseau) de raccordement d'un client HTA. On veut connecter un client HTA à un poste source HTB/HTA par une liaison souterraine. Le but est de choisir le câble qui minimise l'investissement et le coût actualisé des pertes sur la durée de vie de l'ouvrage qui est de 40 ans. Cette charge est modélisée par une courbe de charge comme indiquée sur la figure ci-dessous.



Approximation de la consommation annuelle d'un client HTA

On peut estimer la consommation du client en considérant qu'il fonctionne à puissance maximale pendant une durée H . Des valeurs typiques de H sont de 4000 h en urbain et 3200 h en rural. Ces chiffres reposent sur des historiques donnent un équivalent des pertes correct [Source ERDF].

L'ensemble des données électriques et économiques est résumé dans le Tableau suivant :

Tableau 1 : Données électriques et économiques

Données électriques		Données économiques	
Tension d'alimentation (kV)	20	Taux d'actualisation	8%
Puissance consommée $P_{\max}$ (MW)	5	Taux de croissance annuelle de la charge	0.5%
Durée d'utilisation à la $P_{\max}$ H (h)	4000	Coût d'une tranchée (k€/km)	15.2
Facteur de puissance $\cos(\varphi)$		Coût de deux tranchées (k€/km)	18.4

Les valeurs normalisées des câbles sont données dans le Tableau suivant :

Tableau 2 : Valeurs normalisées des câbles

Câbles souterrain HTA					
Type	Section (mm ²)	Résistance (Ω/km)	Réactance (Ω/km)	Intensité maximale admissible (A)	Coût (k€/km)
AL	95	0.320	0.1	230	12.8
AL	150	0.206	0.1	300	14.8
AL	240	0.125	0.1	405	20.1
CU	240	0.075	0.1	505	30.1

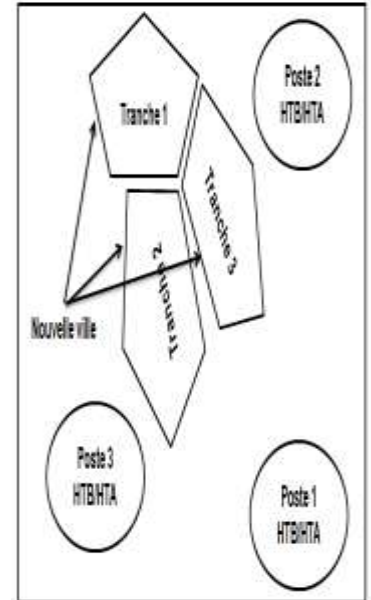
- Travail demandé :

- 1- Déterminer le type de conducteur et sa section minimale pour raccorder le client HTA ?
- 2- Déterminer le coût actualisé des différentes solutions possibles ?

Exercice N°4

L'objectif de cet exercice est de faire une étude de planification (sortie de terre) d'un nouveau réseau HTA. Cette étude concerne la réalisation d'un réseau électrique d'une nouvelle ville. Cette nouvelle ville compte 18000 logements, 1508 locaux commerciaux et 59 équipements. Donc, le but de cette étude est de trouver la solution la plus appropriée pour alimenter la charge de cette ville, en se basant sur le calcul du bilan de puissance. Le plan d'aménagement de cette ville comporte trois tranches et il est réparti comme suit :

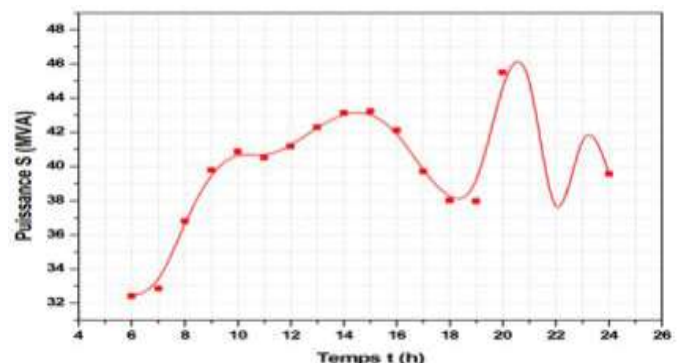
Tranche 1		Tranche 2		Tranche 3	
Nature de la charge	Nombre	Nature de charge	Nombre	Nature de la charge	Nombre
3480 Logts LPL	3480	7520 Logts LPL	7520	1000 Logts LPL	1000
Ecole primaires	7	Les locaux	1002	Ecole primaires	6
CEM	3	Grand équipement	2	Mosquée	1
Lycée	2	bibliothèque	1	Salle polyvalente 1	1
Crèche	2	Mosquée	1	Maison de jeune	1
Maison de jeune	1	Centre commercial	2	Complexe sportif	1
Complexe sportif	1	Complexe sportif	1	Jardin public	2
bibliothèque	1	Complexe touristique	1	Centre commercial	2
Sureté urbaine	1	Médiathèque	1	Bloc administratif	1
Mosquée	1	Jardin public	2		
Bloc administratif	1	Station multimodale	1		
polyclinique	1	Parking à étage	1		
Maternité	1	Centre de formation	1		
Hôtel	1	Centre culturel	1		
Jardin public	4	6000 Logts LPL	6000		
Centre commercial	2	Les locaux	506		



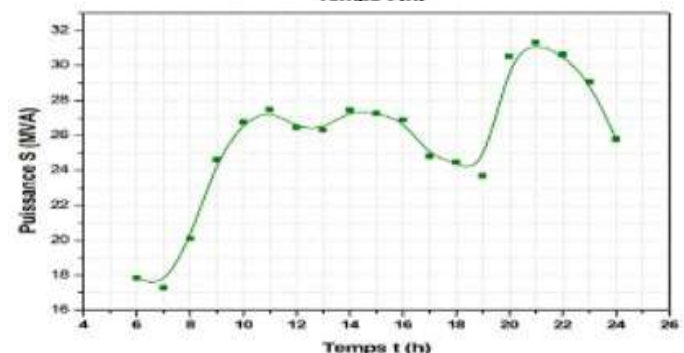
Structure de la région à alimenter

-Le poste 1 comprend trois transformateurs 60/30kV, de puissance installée totale (2x30+40) MVA, il dispose de 14 départs dont deux sont des départs de réserve.

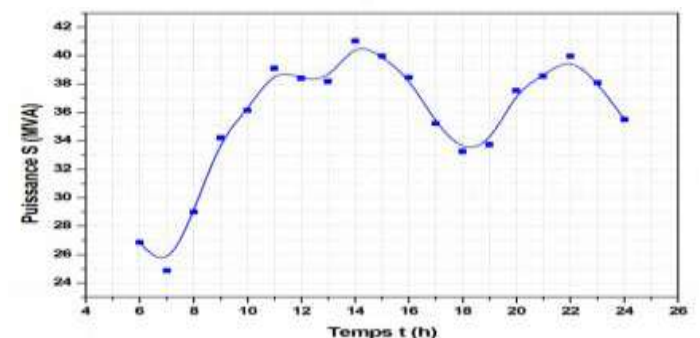
La figure suivante représente la responsabilité de pointe d'été 2016 du poste 1.



-Le poste 2 est un poste formé de deux transformateurs 60/30kV de puissance installée totale 2x40 MVA et il dispose de neuf départs dont trois sont des départs de réserve. La figure suivante représente la responsabilité de pointe d'été 2016 du poste 2



-Le poste 3 est constitué de deux transformateurs 60/30 kV, sa puissance installée est de 2x30 MVA. Ce poste alimente 14 départs répartis sur deux demi-jeux de barre. La figure suivante représente la responsabilité de pointe d'été 2016



-Hypothèses de travail

Les charges de la nouvelle ville sont de trois types : les logements, les locaux commerciaux et les équipements. Ces charges vérifient les conditions suivantes :

- La puissance estimée pour chaque logement est 4 kVA.
- Les rez-de chaussés sont considérés comme étant des locaux commerciaux, la charge estimée pour chaque local est 6 kVA.
- Un poste HTB/HTA ou HTA/BT, pour des conditions de sécurité doit fonctionner entre 50% et 80% de sa puissance nominale.
- Pour un bon fonctionnement du poste sur une période de 10 ans, le gestionnaire du réseau de distribution estime une hausse de 5% durant les cinq premières années et de 3% durant les 5 dernières années de la charge totale à consommer.
- Pour les équipements : on utilise des transformateurs de 250 et de 400 kVA selon le type d'équipement, comme le montre le tableau suivant :

Equipement Transformateur utilisée (kVA)	Equipement Transformateur utilisée (kVA)
- Maison de jeune	- Maison de jeune
- Bibliothèque	- Bibliothèque
- Sureté urbaine	- Sureté urbaine
- Bloc administratif	- Bloc administratif
- Jardin public	- Jardin public
- Station multimodale	- Station multimodale
- Complexe sportif	- Complexe sportif
- Polyclinique	- Polyclinique
- Hôtel	- Hôtel
- Lycée	- Lycée
- Salle polyvalente	- Salle polyvalente
- Centre culturel	- Centre culturel
- Centre touristique	- Centre touristique
- Médiathèque	- Médiathèque
- Mosquée	- Mosquée
- Maternité	- Maternité
- Grand équipement	- Grand équipement

Remarque : La puissance estimée d'une école primaire est 6 KVA.

Travail demandé :

- 1- Déterminer la puissance estimée pour chaque type de charge ?
- 2- Calculer de la puissance nécessaire à l'alimentation de cette nouvelle ville ?
- 3- Trouver la solution la plus appropriée pour alimenter la charge de cette ville, en se basant sur le calcul du bilan de puissance ?
- 4- Si la solution adoptée est celle de créer un nouveau poste HTB/HTA, déterminer la puissance installée de ce poste ?
- 5- Calcul du nombre de postes HTA/BT à créer dans le nouveau réseau HTA ?
- 6- Déterminer le nombre de départs HTA à créer dans le nouveau poste HTB/HTA?