

## Préface

Ce cours est destiné aux étudiants en Master 1 spécialité électrotechnique. (crédit 4, coefficient 2).

Il est orienté vers les aspects d'exploitation du réseau. Il commence par une analyse des différentes architectures des réseaux avec un accent particulier sur le design des postes qui est un facteur déterminant dans cette exploitation (fiabilité, protection, maintenance . . . etc).

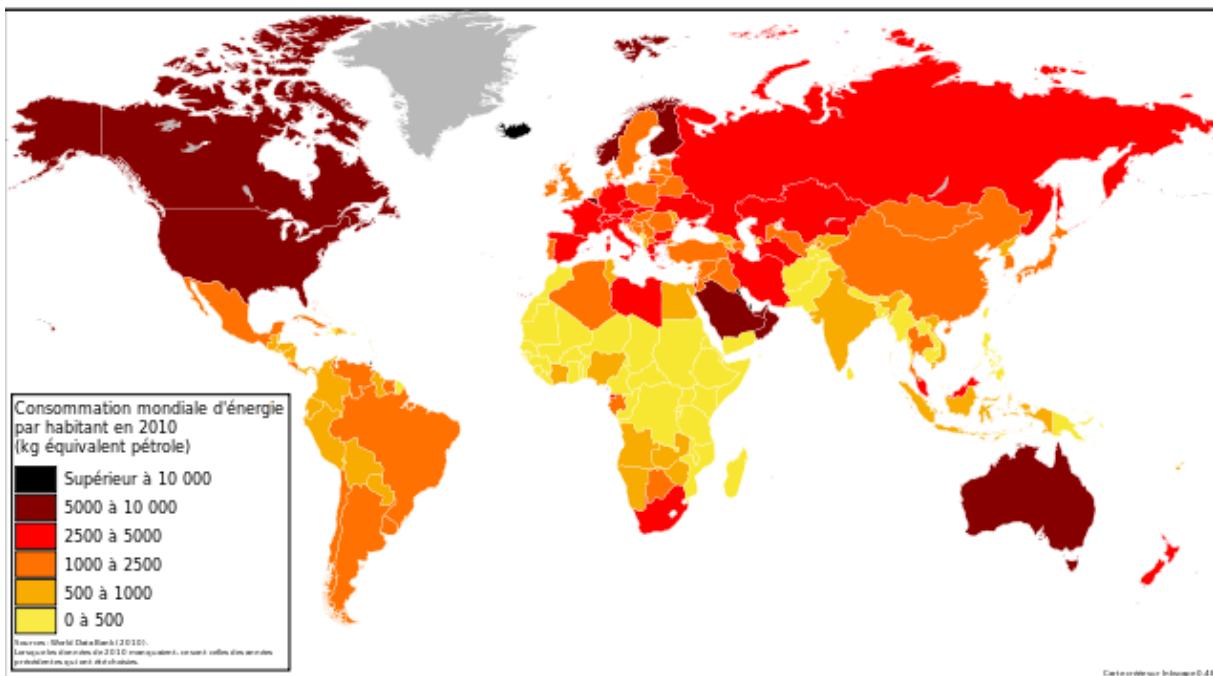
Dans le deuxième chapitre on s'intéressera à un point essentiel dans la gestion des réseaux, qui est le réglage de la tension. Après une introduction au problème de chutes de tensions notamment leurs causes, nous exposerons les différents moyens de contrôle de cette tension, en particulier les compensateurs classiques et modernes. La dernière partie de ce chapitre est réservé pour des notions sur la stabilité.

Le troisième chapitre examinera le réglage de la fréquence. Le quatrième chapitre, est scindé en deux grandes parties, la première : est l'étude des différents régimes du neutre, et l'analyse des avantages et des inconvénients de chaque régime en fonction des exigences d'exploitation.

Alors que dans la deuxième, la protection des différents équipements du réseau est traitée.

## Introduction générale

Dans le monde, il existe différentes sources d'énergies utilisables afin de pouvoir répondre aux nombreuses demandes de la population mondiale, qu'elle augmente de jours en jours. Ces demandes énergétiques (**fig.1**) concernent les transports, le chauffage, ainsi que l'utilisation de la télévision ou même du téléphone. Cette utilisation de l'énergie a permis une amélioration du niveau de vie des populations des pays développés.



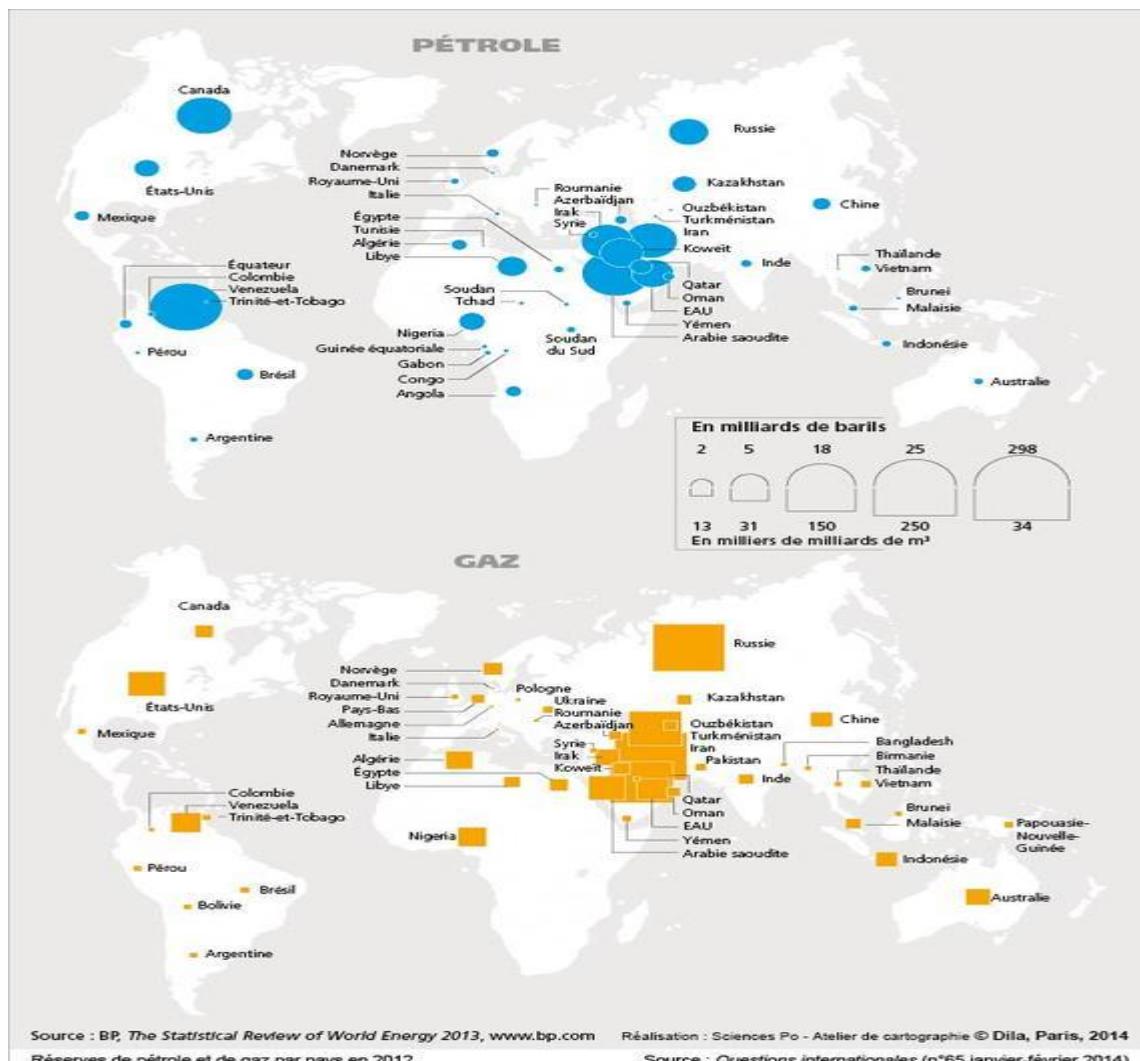
**Fig.1.** Consommation mondiale d'énergie.

Sans entrer dans les détails, on retiendra que certaines ressources énergétiques sont très inégalement réparties **fig.2** et **fig.3**.

### Répartition des ressources fossiles dans le monde :



**Fig.2.** Répartition des ressources d'énergie primaire à travers le monde



**Fig.3.** Réserve mondial du pétrole et du gaz.

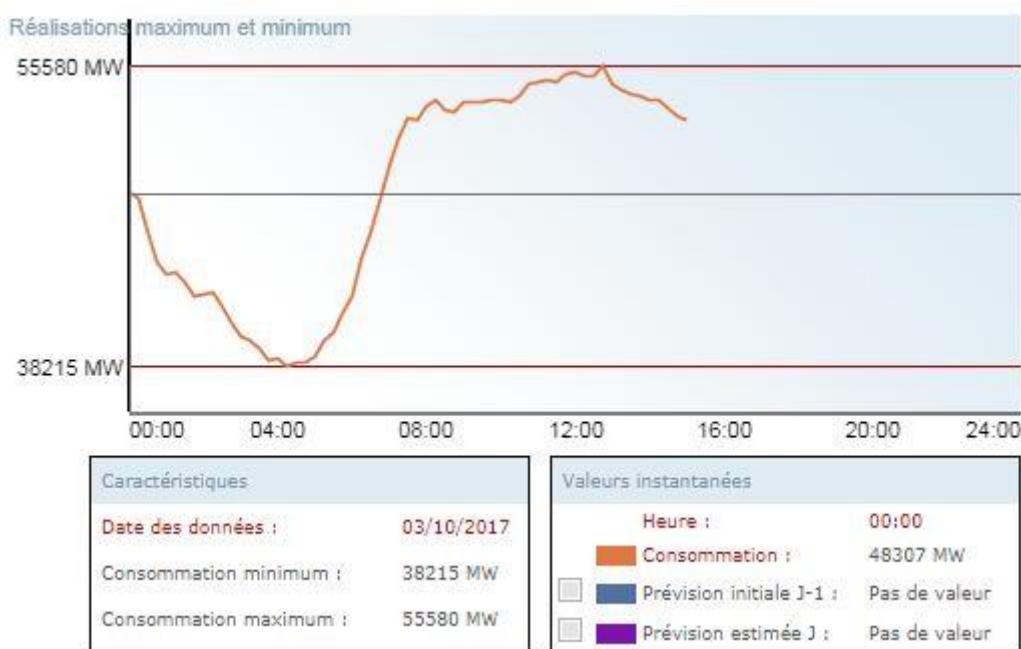
Entre les sources primaires d'énergie, et les formes finalement utiles à l'homme telles que les usages thermiques, mécaniques, chimiques, lumineux, existe de dizaines de cheminement qui passent par diverses formes intermédiaires d'énergie.

Chaque type d'énergie a ses propres caractéristiques tel que :

- Capacité de stockage ;
- Capacité de transport ;
- Impacte écologique ;
- Rendement ;
- Coût ...etc.

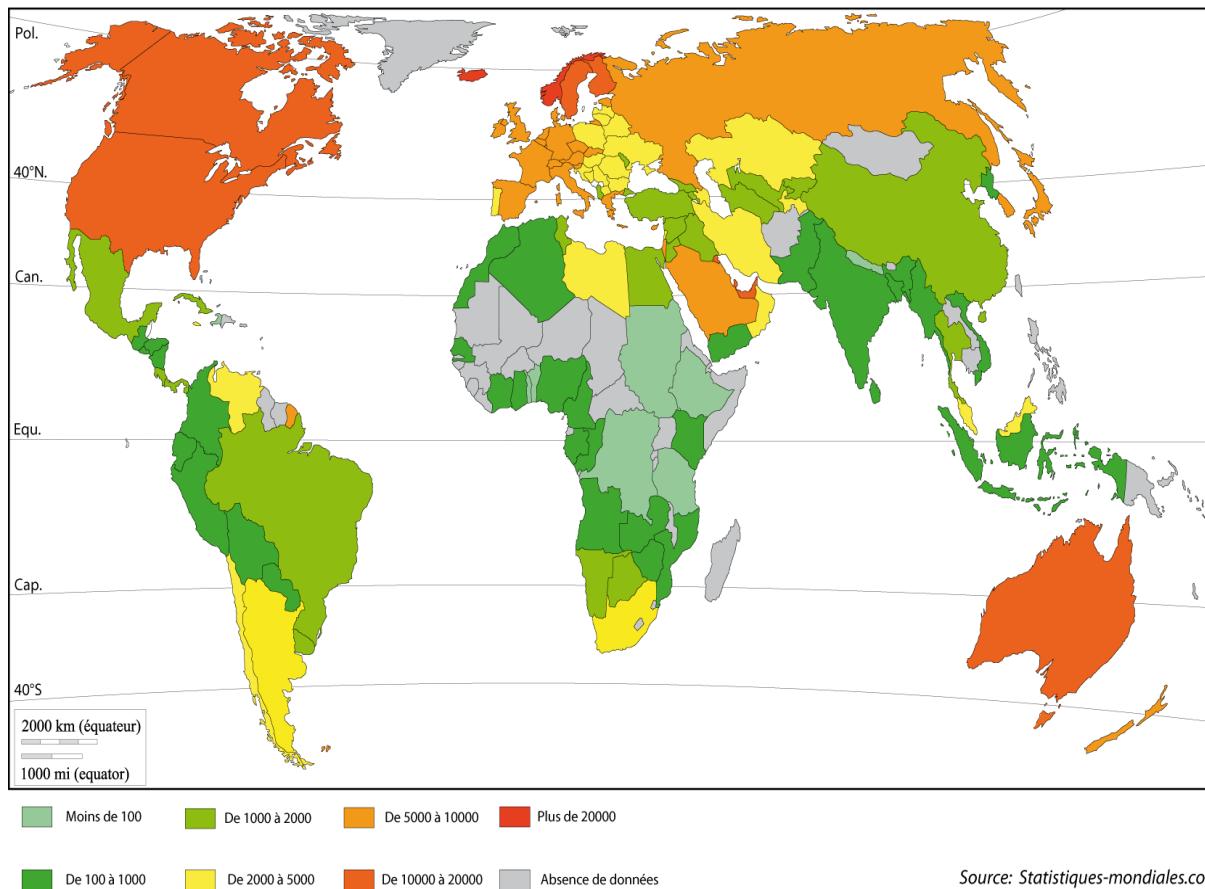
L'électricité est exclusivement un vecteur d'énergie que l'on peut facilement affecter à n'importe quel usage thermique, mécanique, électrochimique, lumineux avec un rendement relativement élevé, en plus c'est une énergie propre, est facilement transportable. On dit que l'énergie électrique est l'une des formes **les plus nobles** de l'énergie intermédiaire.

Malheureusement cette énergie, ne présente qu'une très faible capacité d'accumulation en tension continue et aucune en tension alternative. Tout le système de transmission d'énergie électrique doit être conçu pour la plus grande puissance instantanée appelée par les utilisateurs **fig.4** et **fig.5**.



**Fig.4.** Demande instantanée de la puissance

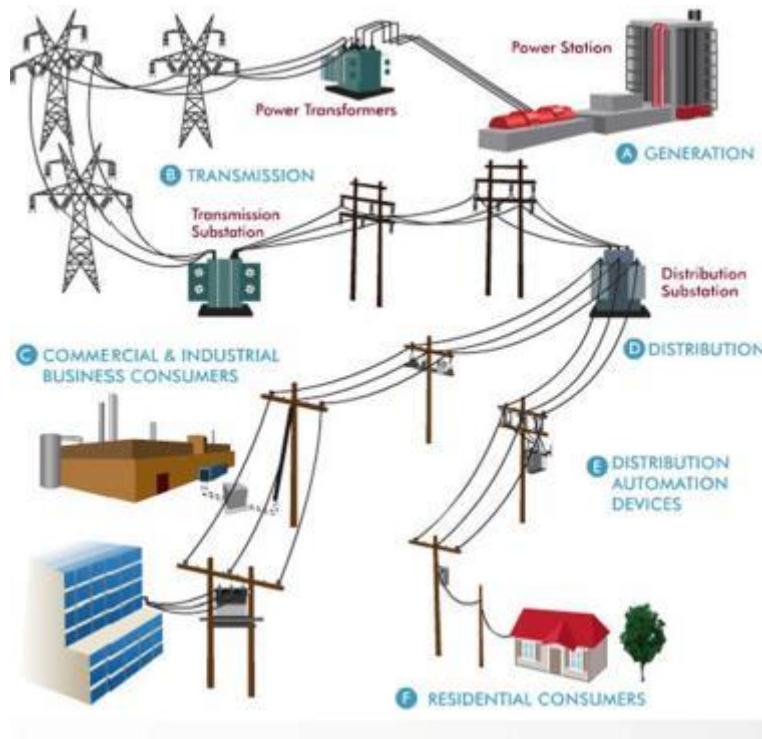
Consommation d'électricité (en Kwh par habitants) dans le monde en 2004.



Source: Statistiques-mondiales.com

**Fig.5.** Consommation mondiale d'électricité.

L'exploitation du réseau électrique consiste à **produire, transporter et distribuer l'énergie demandée** par les charges installées. Cette énergie doit être fournie sous **tension et fréquence** dans de limites acceptables afin de garantir un bon fonctionnement des charges et des équipements du réseau. Pour la tension, en général une variation de 5% autour de la valeur nominale (parfois 10%) est tolérée. Par ailleurs, la fréquence ne doit pas excéder 0.5% de la fréquence nominale. En plus du contrôle permanent de la tension et de la fréquence, l'exploitation d'un réseau nécessite des protections à différents niveaux afin d'éviter des dommages sur les équipements et les personnes d'une part et de minimiser les interruptions d'alimentation en cas de défaut.



**Fig.6.** Production, transport, et distribution de l'énergie électrique.

Pour l'opérateur chargé d'exploiter un réseau, la connaissance de l'architecture de celui-ci est indispensable (Architectures des postes et les différentes topologies de distribution). En effet, la sécurité d'alimentation en dépend fortement. En outre les manœuvres nécessaires aux changements de topologies dépendent essentiellement de l'architecture des postes. Finalement, c'est à partir des postes que beaucoup d'opérations de contrôle de régulation sont réalisées, notamment le réglage de la tension.

Il est déjà établi que la tension dépend fortement des flux de puissance réactive (cours d'écoulement de puissance). Ainsi, il est indispensable d'éviter au maximum le transport de cette puissance en favorisant sa production localement. L'opérateur d'exploitation dispose normalement de moyen de compensation de puissance réactive (Batteries de condensateurs, FACTs). Néanmoins d'autres moyens de réglage de tension comme les auto-transformateurs et les contrôleurs automatiques d'excitation des générateurs sont aussi prévus. Donc, le réglage de tension nécessite le concours de ces différents dispositifs de manière coordonnée.

Par ailleurs, il faut noter que la puissance active n'est pas sans conséquences sur la tension, c'est pourquoi, en plus de la minimisation des flux de puissance réactive, il faut veiller à ce que la demande de puissance au-dessous des valeurs critiques qui représentent un

danger (effondrement) sur la tension ou la fréquence (en entend par là le dispatching des charges).

La protection des réseaux et de ses équipements (générateurs, transformateurs, lignes, jeux de barres ...etc.) nécessite d'une part la connaissance de l'architecture du réseau et d'autre part le régime du neutre. Ce dernier décide fortement des protections à prévoir contre les surintensités ou les défauts d'isolement, car selon le régime du neutre adopté, le réseau aura besoin d'être protégé en premier lieu soit contre les surintensités (couts-circuits) soit contre les défauts d'isolement. En plus de ces protections, les équipements du réseau nécessitent souvent des protections contre les surcharges ou l'échauffement, les surtensions que ce soit fugitives ou permanents, et parfois des protections mécaniques notamment pour les générateurs.

Les points exposés dans cette introduction seront traités de manière détaillée sur quatre chapitres :

1. Architectures des réseaux et des postes électriques ;
2. Réglage de tension et stabilité des réseaux ;
3. Réglage de fréquence ;
4. Régimes du neutre et protection des réseaux électriques.