

I.1 Introduction

L'exploitation des réseaux électriques pose de nombreux problèmes d'ordre technique et économique. L'exploitant du réseau doit assurer en tout temps et en tout lieu la couverture de l'énergie demandée, de garantir une qualité acceptable de la puissance livrée et une sécurité d'alimentation élevée avec un coût aussi faible que possible.

L'apparition de la crise d'énergie et les prix de plus en plus chers des combustibles ont donné au fonctionnement optimal ou économique des systèmes d'énergie électrique une position importante dans l'industrie de l'électricité. Le problème qui se pose est, comment répartir la charge totale du système sur les unités de générations disponibles de manière à minimiser le coût de production.

Au début des années 1920, le dispatching économique était proposé comme approche afin de répartir économiquement la puissance active produite entre les groupes thermiques, compte tenu des coûts de production et des pertes dans le réseau électrique. Seule la contrainte d'égalité production égale consommation plus les pertes était conservée et le problème était traité en actif.

Les pertes de transmission qui sont des fonctions approximativement quadratiques des puissances générées, sont introduites sous forme de facteurs de pénalité dans la fonction coût à minimiser.

Durant les années 1960, l'optimisation est apparue comme une exigence et a été appliquée à l'écoulement de puissance [1].

I.2 Concept du problème d'optimisation

Un problème d'optimisation se définit comme la recherche de l'optimum (le minimum ou le maximum) d'une fonction donnée. Il existe aussi des problèmes d'optimisation pour lesquelles les variables de la fonction à optimiser sont des contraintes qui peuvent évoluer dans une certaine partie de l'espace de recherche.

Optimiser, revient à minimiser ou maximiser une fonction en respectant certaines conditions préalables appelées contraintes. Cette fonction dite « Objectif » peut être soit :

- un coût (à minimiser) ou un profit (à maximiser) ou une production (à maximiser).

Les fonctions objectifs et les contraintes sont diverses selon le problème à optimiser [2].

I.3 Travaux réalisés dans le domaine d'optimisation (OPF)

Les travaux réalisés dans le domaine d'optimisation(OPF). La fonction objective représente le critère ou l'index de performance utilisé pour l'optimisation. On peut citer quelques fonctions objectives usuelles dans les études de l'OPF, qui sont :

- Les coûts minimaux de production,
- Les pertes actives minimales de transmission,
- Les pertes réactives minimales de transmission,
- L'écart minimum par rapport au point de fonctionnement actuel ou optimal,
- Les puissances actives maximales transmissibles,
- Les émissions minimales des gaz à effet de serre,
- Les coûts minimaux de puissance réactive injectée (afin de déterminer l'emplacement optimal pour l'installation de nouvelles batteries de condensateurs),
- Les coûts minimaux de puissance active injectée (afin de déterminer l'emplacement optimal pour l'installation de nouvelles unités de productions). [1 ; 3 ; 4]

I.4 Définition du système électrique :

Le « système électrique » est l'ensemble des équipements électriques qui assurent la livraison des kilowattheures produits à tous les consommateurs.

Le système électrique possède quatre fonctions principales :

- La fonction production.
- La fonction transport et interconnexion.
- La fonction de répartition.
- La fonction distribution.

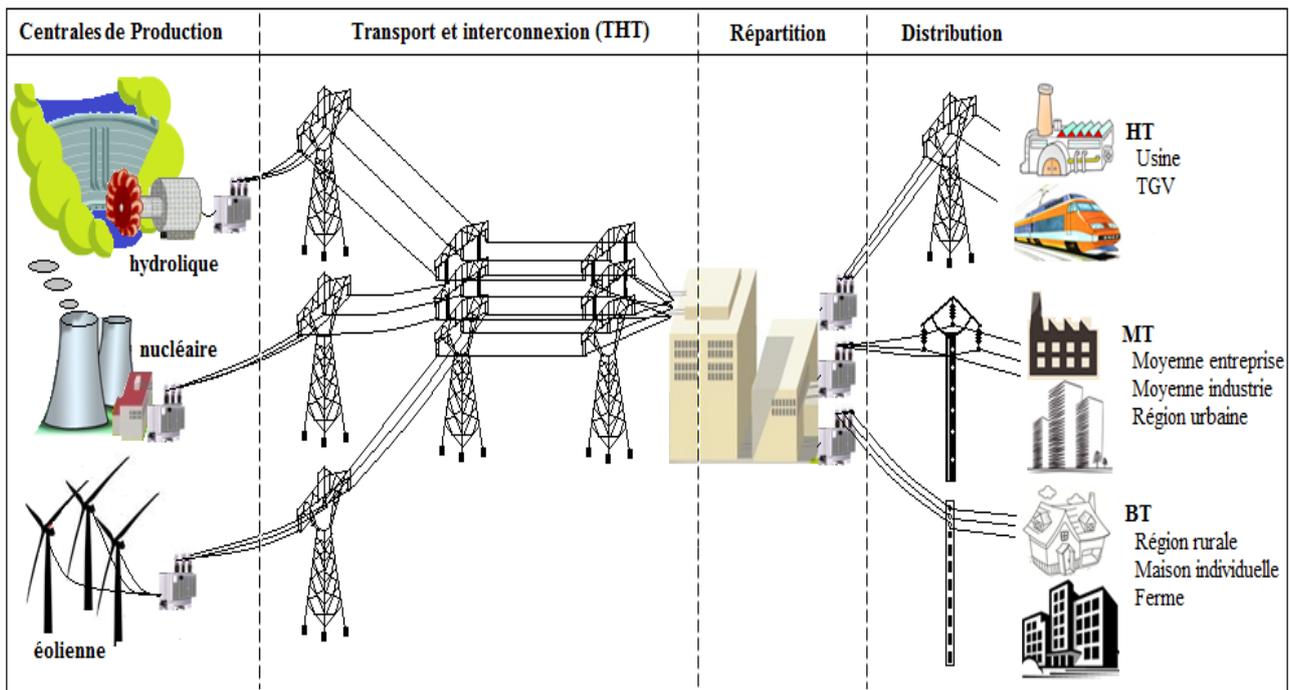


Fig. I. 1:Réseau électrique simplifié. [wikipedia.com]

I.5 Les réseaux électriques:

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité. Il est constitué des lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles dans des postes électriques. Les postes électriques permettent de répartir l'électricité et de la transformer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs. Un réseau électrique doit aussi assurer la gestion dynamique de l'ensemble production - transport - consommation, mettant en œuvre des réglages ayant pour but d'assurer la stabilité de l'ensemble.

Un réseau électrique doit satisfaire les exigences suivantes:

- Assurer au client la puissance dont il a besoin.
- Fournir une tension stable dont les variations n'excèdent pas 10% de la tension nominale.
- Fournir une fréquence stable.
- Fournir l'énergie avec un prix acceptable.
- Maintenir des normes de sécurité rigoureuses.
- Veiller à la protection de l'environnement.

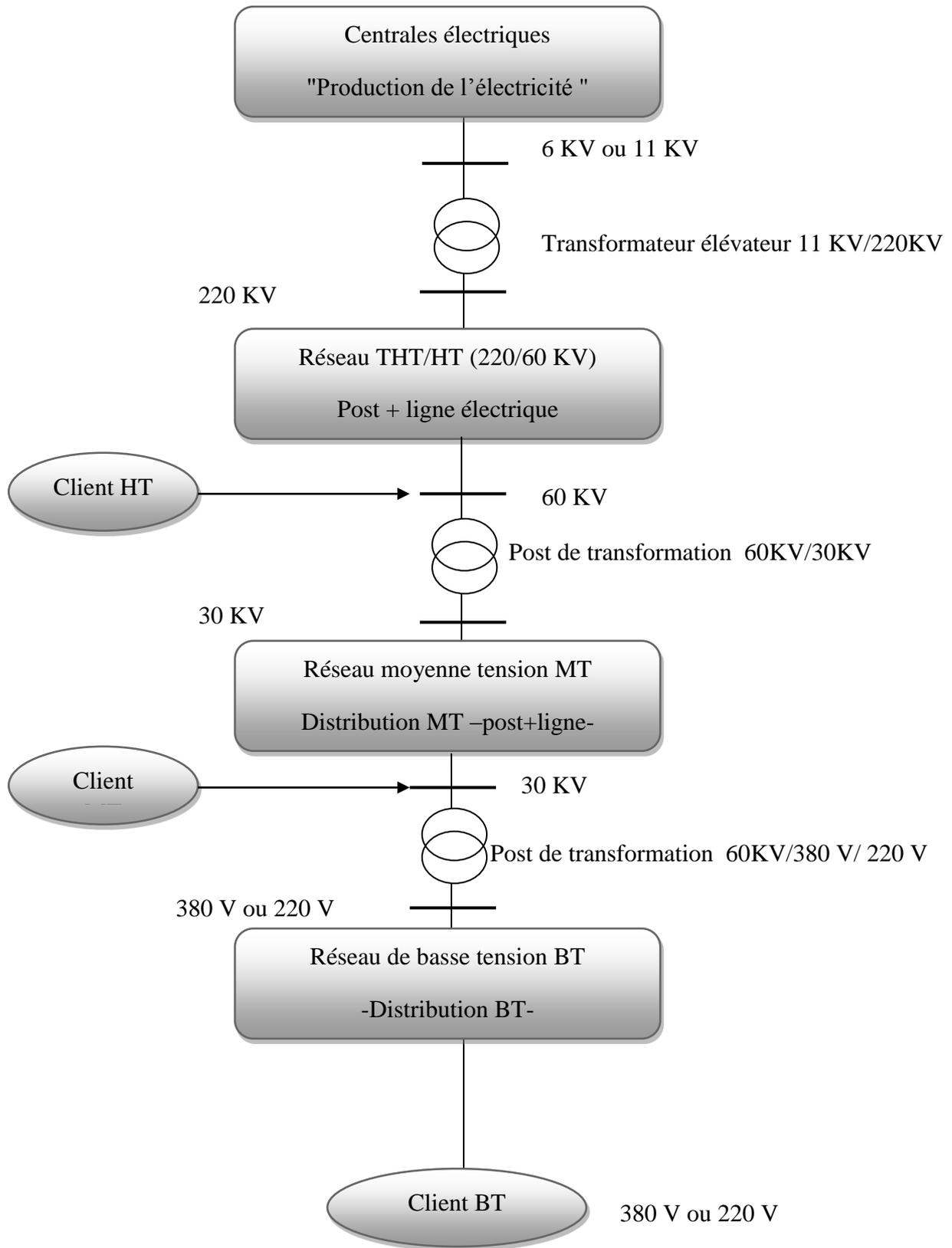


Fig. I. 2: Différentes étages de niveau de tension d'un réseau électrique. [wikipedia.com]

I.5.1 Les différentes fonctions du réseau**I.5.1.1 Les réseaux d'utilisation**

Ceux sont les réseaux de basse tension (BT) qui alimentent les foyers, l'éclairage, les moteurs, les appareils domestiques et doivent présenter une sécurité totale.

I.5.1.2 Les réseaux de distribution

Ceux sont les réseaux de moyenne tension (MT) qui fournissent aux réseaux d'utilisation les puissances nécessaires demandées. Ils doivent observer des distances limitées de voisinage, c'est pour cela que ces réseaux se réalisent en souterrain dans les villes.

I.5.1.3 Les réseaux de répartition

Ceux sont les réseaux HT/MT, ils fournissent les puissances nécessaires aux réseaux de distribution reliés entre eux, ils facilitent le secours mutuel entre régions.

I.5.1.4 Les réseaux de transport :

Le rôle principal du réseau de transport est la liaison entre les grands centres de consommation et les moyens de productions.

Les réseaux de transport sont des réseaux à très haute tension pour des raisons économiques notamment, afin de minimiser des pertes en ligne. Ces réseaux de transport sont des réseaux maillés pour les raisons de sécurité. Les réseaux de transport sont caractérisés par des transferts de puissance important avec à moins chute de tension et moins de pertes [5].

Un réseau de transport doit être exploité d'une manière particulière: il doit être exploité dans les limites de fonctionnement autorisées. Ces limites ou contraintes du réseau sont exprimées par des valeurs maximales ou minimales sur certaines variables du réseau (fréquence, écoulement de puissance sur les lignes ou les transformateurs, des niveaux de tension, etc.). Si ces limites sont dépassées, le réseau risque de devenir instable.

I.5.1.5 Les réseaux d'interconnexion :

L'interconnexion est un réseau de transport qui à la particularité d'assurer l'échange énergétique. Ce réseau est utilisé pour des raisons techniques (il permet de renforcer la stabilité du réseau électrique) et économiques, l'interconnexion permet aussi d'améliorer la qualité d'énergie fournie en tension, en fréquence et aussi d'établir une large possibilité de réserve et rendre le réseau plus flexible. [6]

I.6 La charge :

La consommation d'énergie électrique sur un territoire est diffusée car elle est répartie sur de nombreux appareils électriques différents. Ces appareils sont soit des appareils thermiques, comme les radiateurs électriques ou les dispositifs destinés de chauffage des produits industriels,

soit des moteurs électriques destinés à produire de la puissance mécanique ou tout simplement l'éclairage [5].

I.6.1 Notions et contraintes concernant la charge:

Le terme générique de charge, qui est généralement utilisé pour caractériser la consommation d'énergie à un utilisateur représente suivant le contexte soit la puissance demandée ou l'énergie consommée [5]. En ce qui concerne les puissances, on définit :

- **La puissance installée:** qui est la somme des puissances nominales des appareils qui peuvent être alimentés en un point.
- **La puissance souscrite d'un utilisateur:** C'est la puissance maximale qu'il s'engage à ne pas dépasser et que le fournisseur s'engage à lui délivrer.
- **La puissance de pointe:** C'est la valeur la plus élevée atteinte par la puissance pendant une période déterminée (jour, semaine, mois, année) ou appelée aussi « pointe de charge » ou simplement « pointe ».
- **La puissance moyenne:** C'est le quotient de l'énergie délivrée pendant une période par la durée de cette période
- **La puissance garantie :** C'est la puissance moyenne d'une certaine période qualifiée de critique.

I.6.2 Les caractéristiques des charges :

Dans la majorité des applications, on trouve des moteurs asynchrones à cage d'écureuil.

On doit tenir compte de la présence de ces charges et de leurs participation au courant de court-circuit lors d'un défaut ; or l'impédance de court-circuit est pour ce type de machine très peu différente de l'impédance de démarrage définie à partir de courant de démarrage qui est en général donnée par le constructeur et qui est de l'ordre de 4 et 7 fois la valeur du courant nominal. Une seconde caractéristique de la consommation est la présence d'harmoniques dues aux convertisseurs à base d'électronique de puissance. Ceux-ci sont souvent des courants harmoniques qui se propagent sur les réseaux et créent des pertes ou des perturbations dont il faut protéger l'ensemble des utilisateurs.

I.6.3 Les moyens de production :

Les moyens de production d'électricité traditionnelle sont basés en général sur des alternateurs synchrones ou asynchrones de grande taille entraînés par des turbines à gaz, à vapeur ou hydrauliques connectés sur le réseau de transport à travers des transformateurs de groupe selon le schéma de la Fig. I.3. [5]

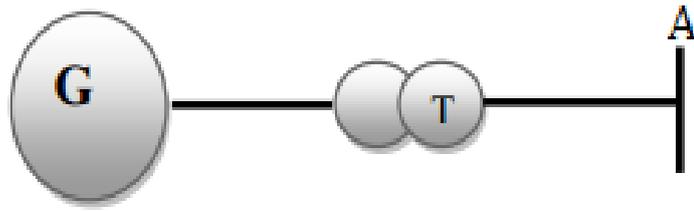


Fig. I. 3: Connexion du générateur G au jeu de barre A du réseau par le transformateur.

Ces moyens de production sont du type nucléaire, thermique à gaz fioul ou charbon ou encore de type hydraulique. La répartition au niveau mondial de l'utilisation de ces énergies primaires pour la production d'électricité est illustrée par le diagramme de la Fig. I.4 [6].

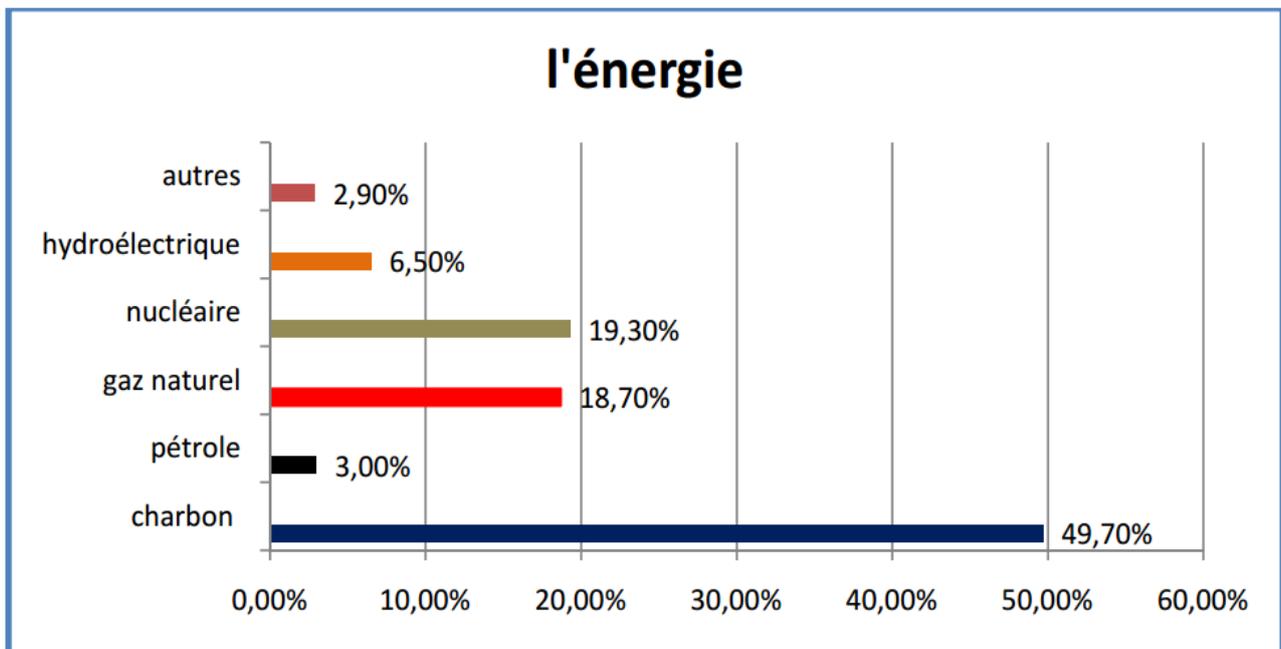


Fig. I. 4: Répartition des modes de production d'électricité. [6]

I.7 Les différents types des centrales électriques

Il y'a plusieurs types des centrales de production de l'énergie électrique polluante ou renouvelable (énergie propre). On peut les classer à partir de leur temps de réponse, la puissance fournie, le rendement et le coût de construction.

Les centrales représentées sont les centrales thermiques classiques, nucléaires, hydrauliques, biomasse, géométriques, solaires, marémotrice et éoliennes.

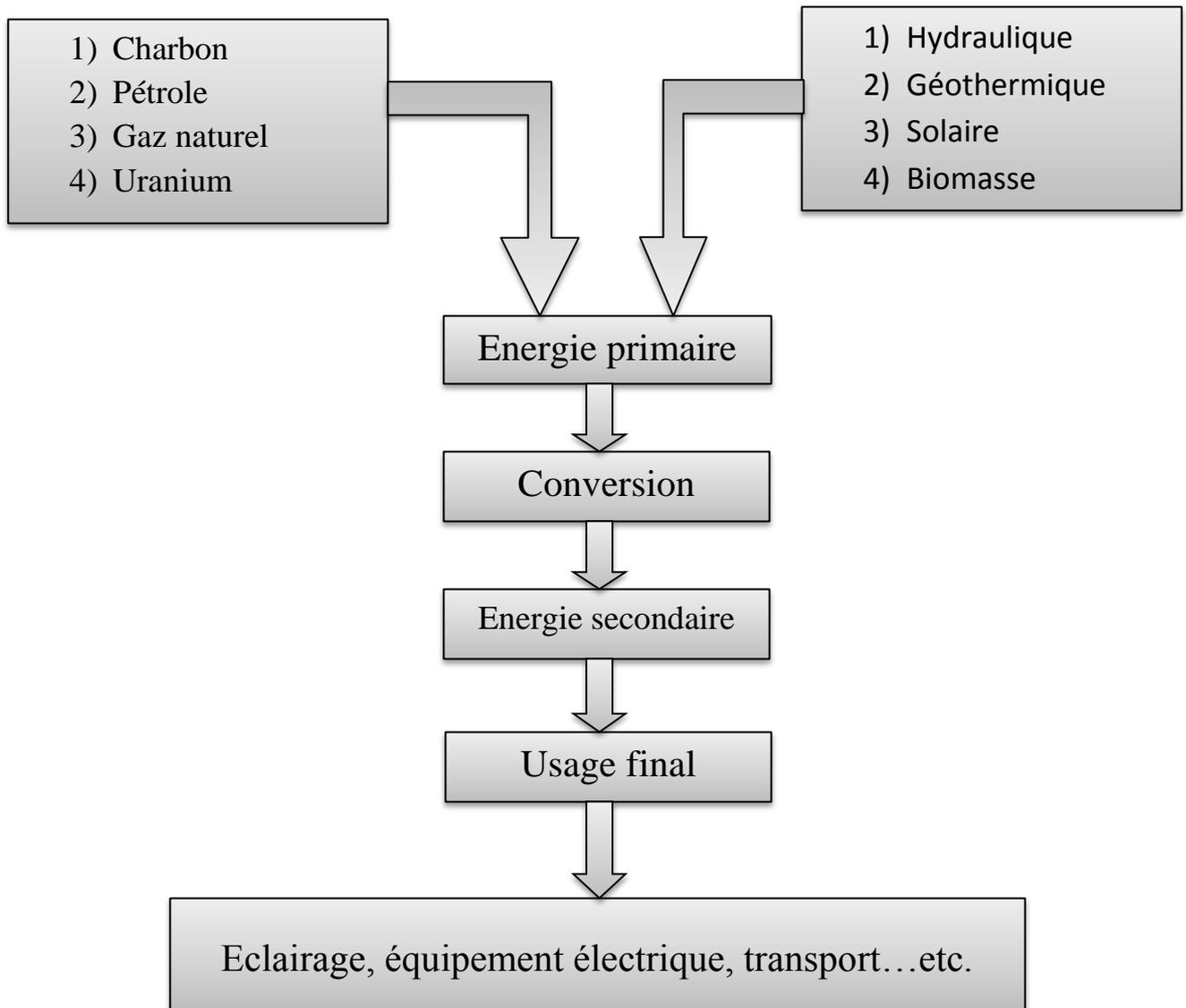


Fig. I. 5: Organigramme représentant les étapes de la production d'électricité.

I.8 Conclusion :

Après l'étude des réseaux électriques et après la connaissance des différents centres de production on peut dire que la gestion d'un système énergétique est une tâche très difficile à cause des différents problèmes qui peuvent être imposés du point de vue fonctionnement du réseau électrique. Ainsi l'objectif pour les gestionnaires du réseau de transport électrique est d'assurer un haut niveau de sécurité, de fiabilité et un coût de production optimal.