

Chapitre.1. Généralités sur les réseaux électriques

1. Introduction

Les réseaux électriques sont constitués par l'ensemble des appareils destinés à la production, au transport, et à la distribution de l'électricité. L'énergie électrique est transportée en très haute tension, pour limiter les pertes joules depuis les centres de production tels que les centrales hydrauliques, thermiques... jusqu'aux centres de consommation (villes, usines...) avec des lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension. L'ensemble est relié à des postes électriques de transformation qui ont pour fonction de faire élever, abaisser ou répartir la tension selon le besoin.

2. Production de l'énergie électrique

Les techniques de production de l'électricité sont diverses. En effet, on peut produire ce type d'énergie en brûlant du charbon, du gaz ou du pétrole (énergie fossile). On en produit également grâce à la fission nucléaire dans des réacteurs. Lorsqu'on utilise l'eau avec des grands barrages et des turbines, la méthode s'appelle l'hydroélectricité ou énergie hydraulique... et on peut aussi produire cette énergie à partir des énergies renouvelables : éolienne, solaire... Mais ici nous allons essayer de décrire les trois principales centrales de production d'énergie de façon industrielle.

2.1. Centrale thermique à flamme

Utilise la force de la vapeur dégagée en brûlant des **énergies fossiles** (charbon, pétrole, gaz naturel) ou de la **biomasse** (déchets végétaux ou ménagers) (Figure.1).

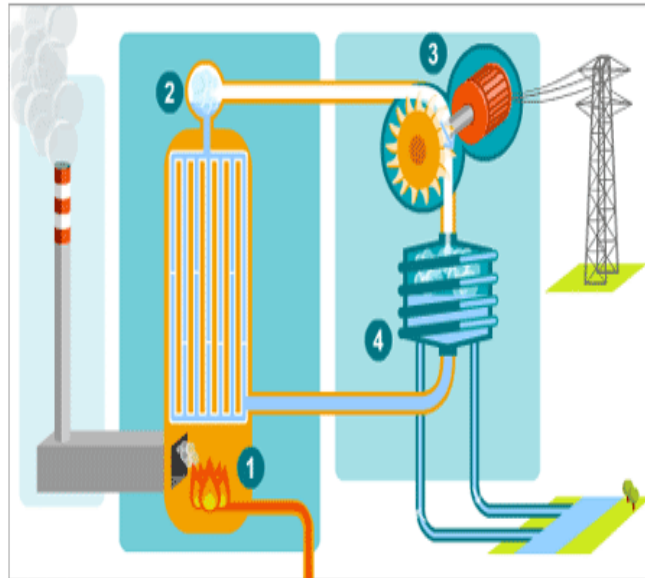


Figure. 1. Principe d'une centrale thermique à flamme

1. Combustion ; 2. Production de la vapeur ; 3. Production de l'électricité ; 4. Recyclage

2.2. Centrale thermique nucléaire :

Utilise le procédé de fission des atomes d'uranium. Cela produit de la chaleur qui se transforme ensuite en vapeur et fait tourner la turbine (Figure 2).

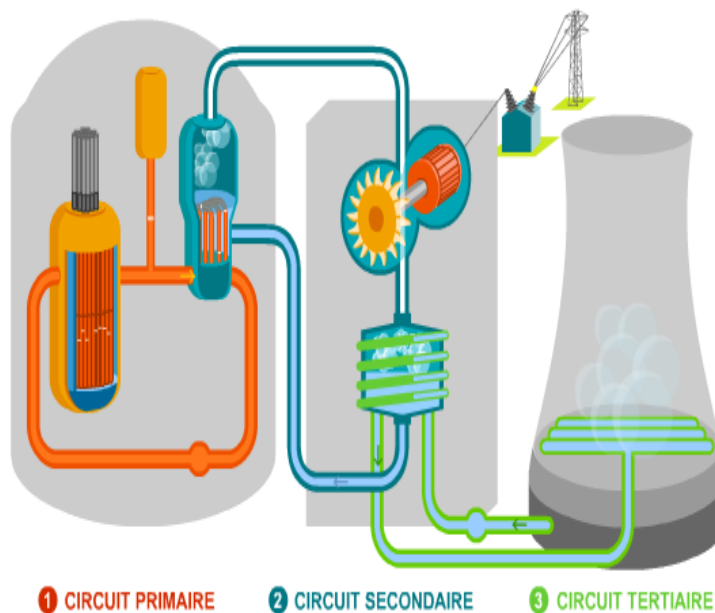


Figure. 2. Principe d'une centrale nucléaire

1. Fission des atomes; 2. Production de l'électricité ; 3. Refroidissement

2.3. Centrale hydraulique

Utilise la force de l'eau créée par un puissant déplacement (Figure 3).

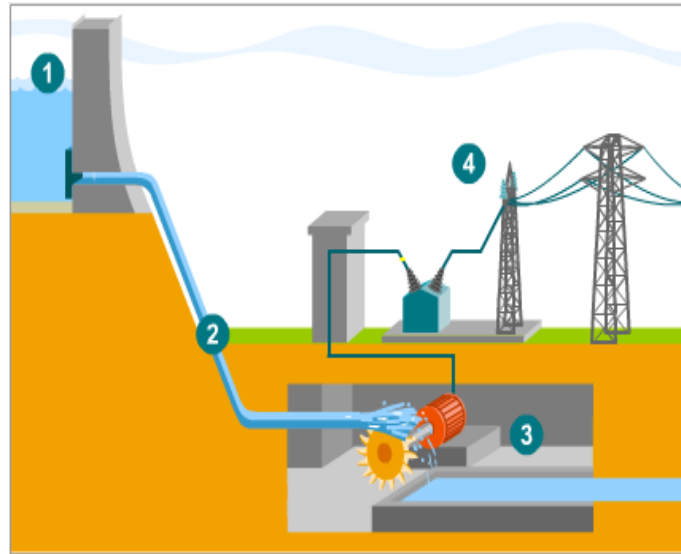


Figure. 3. Principe d'une centrale hydraulique

1. Retenue de l'eau ; 2. Chute d'eau ; 3. Alternateur produit de l'électricité; 4. Transport de l'énergie;

3. Constitution de réseaux électriques

Un **réseau électrique** est un ensemble d'infrastructures énergétiques plus ou moins disponibles permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité.

Le réseau est constitué de lignes aériennes, de câbles souterrains et de postes, à divers niveaux de tension.

3.1. Postes

Par définition, un poste (une sous-station) est une installation d'organes de liaison. Les postes électriques sont les nœuds du réseau électrique. Ce sont les points de connexion des lignes électriques.

On distingue généralement des sous-stations :

- a) directes (ou d'aiguillage) : qui assurent les liaisons entre lignes à même tension (sans transformateur de liaison);
- b) de transformation : qui relient des réseaux à tensions différentes;

c) de conversion : où l'on réalise une modification des caractéristiques de la tension, de la fréquence; passage de l'alternatif au continu...

3.2. Principaux composants d'une sous-station (poste)

- Appareillage de liaison : jeu de barres où aboutissent les raccordements aux centres consommateurs et producteurs;
- Appareillage de manœuvre et protection : disjoncteurs qui ouvrent ou ferment un circuit, suite à une manœuvre d'exploitation ou à un défaut imprévu dans le réseau (contournement d'isolateur, mise à la terre d'une phase, par exemple), sectionneur dont la principale fonction est d'assurer l'isolement du circuit qu'il protège (en anglais : "isolator")
- Appareillage de régulation : transformateur à réglage en charge – batterie de condensateurs;
- Appareillage de conversion : surtout dans les sous-stations des chemins de fer (redresseurs);
- Appareillage de mesure : transformateurs de potentiel et d'intensité (T.P. - T.I.); appareils de mesure proprement dits et relais branchés au secondaire des transformateurs d'intensité et de potentiel;
- Services auxiliaires BT, courant alternatif et courant continu : réseaux alimentant les moteurs de commande, la signalisation, les verrouillages, le chauffage, l'éclairage;
- Appareillage d'automatisme, de télécommande, de télésignalisation, de télémesure.

3.3. Lignes aériennes et câbles souterrains

Les lignes aériennes sont constituées de conducteurs nus en aluminium (souvent un alliage pour renforcer les propriétés mécaniques), parfois avec une âme en acier.

Une ligne aérienne haute tension compte en général 3 câbles électriques les uns à côté des autres. Lorsqu'une ligne est composée de 6 câbles, il s'agit en fait de 2 lignes différentes (3 câbles par ligne).

Un câble supplémentaire, appelé câble de garde est généralement disposé au-dessus de la ligne de transport et la protège de la foudre.

Des pylônes ou supports maintiennent ces câbles à une certaine distance du sol de façon à assurer la sécurité des personnes et des installations situées au voisinage des lignes. Il existe différentes catégories et modèles de pylônes en fonction de :

- ☐ La tension
- ☐ L'aspect des lieux
- ☐ Le respect de l'environnement
- ☐ Les conditions climatiques

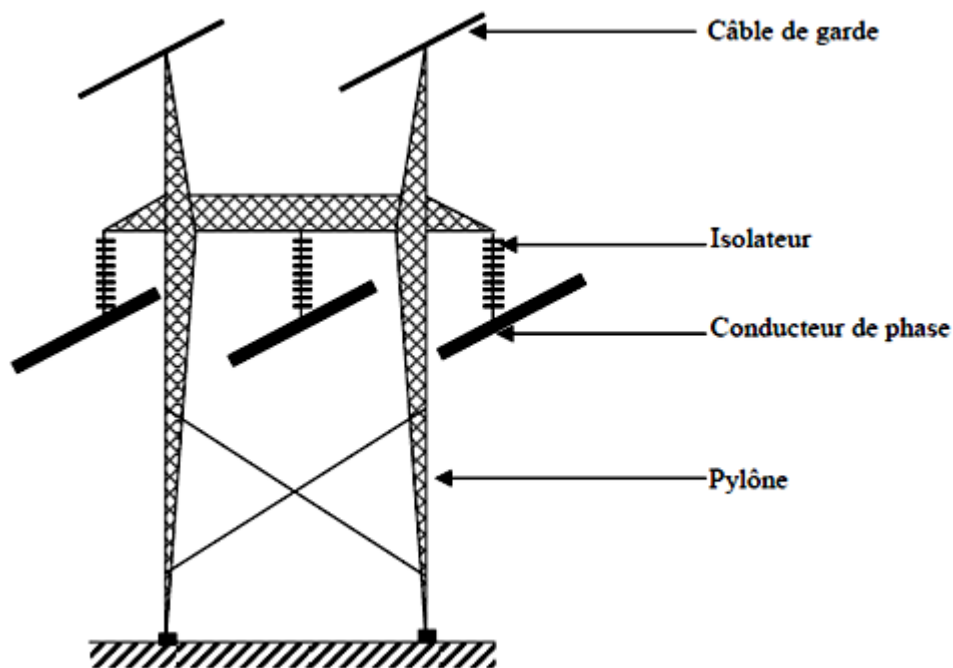


Figure 4. Schéma simplifié d'une ligne de transmission

Les câbles souterrains ont une impédance plus faible que leur équivalent aérien, ce qui donne des courants de défaut plus élevés et une rétrogradation de la sélectivité des protections.

3.3.1. Aspects Environnemental

L'impact visuel des lignes peut nécessiter un acheminement approprié.

Une liaison souterraine occupe moins de passage au niveau du sol.

3.3.2. Aspects techniques

Le courant capacitif d'un câble souterrain haute tension est significativement plus élevé que celui d'une ligne aérienne. De longs tronçons nécessitent l'installation de compensateurs réactifs onéreux.

3.3.3. Aspects de coûts

Plus haute est la tension, plus cher sera le rapport du coût du câble par rapport à la ligne aérienne.

- ☉ Dans la gamme 110 - 219 kV rapport de 3.6 à 16
- ☉ Dans la gamme 220 - 362 kV rapport de 5.1 à 21.1
- ☉ Dans la gamme 363 - 764 kV rapport de 13.6 à 33.3

Le coût de la maintenance est généralement plus élevé en aérien qu'en souterrain

4. Transport, répartition et distribution de l'énergie électrique

Un réseau d'énergie électrique est un système comprenant production, transport, répartition et distribution de l'énergie, étape finale pour l'alimentation des consommateurs domestiques.

Le système est stratifié depuis la haute tension (150 - 765 kV) conçue pour interconnecter les centrales de production et transmettre la puissance de ces centres de production vers les points de charges les plus importantes. La répartition s'effectue à un niveau plus faible (HT 70 - 150 kV) reliant le niveau de transport et le niveau de distribution (MT de 1 à 70 kV, BT < 1 kV).

En Algérie, les niveaux de tension les plus employés sont :

- ❖ 400kV/225 kV pour le transport,
- ❖ 90kV/63kV pour la répartition,
- ❖ 20kV/400V pour la distribution.

4.1. Transport et interconnexion

Ces réseaux lient les principaux centres de production avec les zones de consommation. Le niveau de tension pour le transport dépend du pays.

Les distances géographiques entre les centres de consommation, la variabilité ou la versatilité de la charge et l'impossibilité de stocker l'énergie en grande quantité ont créé le besoin d'un système électrique capable de transmettre l'énergie électrique sur de longues distances. Ces lignes de transport et d'interconnexion peuvent avoir des milliers de

kilomètres. Le réseau en Algérie compte, à lui seul, 100000 km. Les missions des réseaux de transport sont : le transport de l'énergie, l'interconnexion nationale et l'interconnexion internationale (par exemple : l'interconnexion Algérie-Tunisie-Maroc) pour échanger des puissances et favoriser la solidarité des systèmes en cas d'urgence. Le transport d'énergie électrique est réalisé avec des liaisons à courant alternatif (AC). Les lignes AC pour les longues distances ont des inconvénients liés aux problèmes de stabilité et de compensation de l'énergie réactive pour conserver un bon niveau de tension.

Les lignes THT avec des sections variant de 570 à 1200 mm² permettent de transporter de grandes quantités d'électricité sur de longues distances avec des pertes minimales. Ces lignes, dont la majorité ont une tension de 400 kV ou supérieure à 100 kV constituent le réseau de grand transport ou d'interconnexion. Elles permettent de relier les régions et les pays entre eux ainsi que d'alimenter directement les grandes zones urbaines.

4.2. Répartition

Ces réseaux permettent le transport à l'échelle régionale ou locale ; leur but est d'amener l'énergie du réseau de transport aux centres de consommation d'énergie les plus importants. Ces centres de consommation sont publics ou privés (plus de 10 MVA), essentiellement des industries de l'acier, des produits chimiques, le chemin de fer, pour ne citer que les plus importants. Leur niveau de tension, est souvent compris entre 60 kV et 90 kV. Il est organisé généralement sous forme de boucle et avec un transit de l'énergie souvent bidirectionnel. La structure de ces réseaux est essentiellement aérienne mais lorsqu'ils sont proches des villes, les lignes deviennent des câbles enterrés.

Les lignes hautes tension constituent le réseau de répartition ou d'alimentation régionale et leur tension est comprise entre 30kV et 100kV avec des sections variant de 288mm² à 366mm².

4.3. Distribution

Les réseaux de distribution acheminent l'énergie électrique du réseau de répartition (ou de transport) aux clients résidentiels et aux petits clients industriels. Les tensions des réseaux de distribution sont comprises entre 230V à 400V pour la basse tension et 10kV à 30 kV pour la moyenne tension.

Ce réseau est constitué de deux types de lignes : les lignes moyennes tension (MT) qui ont une tension comprise entre 15 kV et 30 kV et les lignes basses tension (BT) avec une tension comprise entre 230 et 400 volts.

Les trois sous-systèmes d'un réseau électrique génération, transport et distribution sont reliés par des postes sources chargés de l'adéquation des niveaux de tension

5. Postes électriques

On distingue trois types de poste électrique

- Les postes élévateurs de centrales qui assurent la liaison entre les installations de production (centrales électriques) et le réseau de transport HT et THT.
- Les postes d'interconnexion qui constituent les nœuds du réseau de transport national (réseau à 225 kV, 400 kV et dans certaine mesure à 63 kV).
- Les postes de répartition ou de transformation, ils effectuent la liaison entre le réseau de transport national (225 kV, 400 kV) et le transport régional (63 kV, 90 kV) alimentant les réseaux à moyenne tension de la distribution (10 kV, 30 kV).

5.1. Postes HTB

Ces postes sont dédiés au transport de l'énergie et à l'interconnexion. Ils interconnectent les centrales et les postes dits de distribution HT/MT. L'importance de ces postes, garant pour une part de la stabilité du réseau tout entier, sont munis de parafoudres aux sorties de lignes et aux bornes des transformateurs.

5.2. Postes HTB/HTA en distribution publique

Cet ouvrage est présent dans toute structure électrique d'un pays ; il est situé entre le réseau de répartition et le réseau de distribution HTA (ou MT).

Sa fonction est d'assurer le passage de la HTB à la HTA. Son schéma type comporte deux arrivées HT, deux transformateurs HT/HTA (Figure 5).

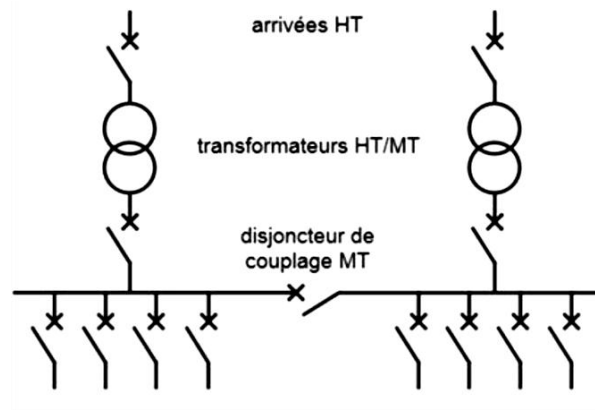


Figure. 5. Poste HTB/HTA

5.3. Différents types des postes HTB

5.3.1. Postes AIS "ouverts" :

Les postes à isolation dans l'air, également appelés postes « conventionnels » ou AIS (Air Insulated Switchgear). On parle parfois de « postes ouverts ».

L'isolement diélectrique est assuré par l'air à la pression atmosphérique. Dans ces conditions, on a défini des distances d'isolement et de sécurité à partir desquelles ont été obtenues les dimensions géométriques des installations (Figure 6).



Figure 6. Poste classique ouvert

5.3.2. Postes GIS "blindés"

Les postes à isolation gazeuse, appelés aussi postes Sous Enveloppe Métallique), ou GIS (Gas Insulated Switchgear). On parle parfois de « postes blindés ».

Afin de réduire l'encombrement des postes, on a remplacé l'air à la pression normale par un gaz lourd, inodore, incolore, stable et ininflammable, l'hexafluorure de soufre (SF6). Ce gaz

comprimé à 3.5 bars est obtenu dans des enveloppes en aluminium étanches et reliées à la terre.



Figure 7. Poste blindé

5.4. Postes HTA/HTA (ou MT/MT) :

Cet ouvrage peut réaliser deux fonctions :

- Assurer la démultiplication des départs HTA en aval des postes HTB/HTA. Dans ce cas, le poste ne comporte aucun transformateur. Il est constitué de deux arrivées HTA et de 8 à 12 départs HTA.
- Assurer le passage entre deux niveaux HTA. De tels postes HTA/HTA intègrent des transformateurs. Ils sont nécessaires dans certains pays qui utilisent deux niveaux successifs de tension sur leur réseau HTA (On trouve à Constantine deux tensions HTA : 10 kV et 30 kV).

5.5. Postes MT/BT

Le poste HTA/BT en distribution publique est localisé entre le réseau de distribution HTA et le réseau de distribution BT, cet ouvrage est pour :

Assurer le passage de la HTA à la BT. Le schéma type de ce poste est évidemment beaucoup plus simple (Figure 8).

Comparativement au poste HTA/HTA, en particulier, l'appareil de base HTA utilisé est l'interrupteur et non plus le disjoncteur. Ces postes sont constitués de trois parties :

- L'équipement HTA pour le raccordement au réseau amont ;
- Le transformateur de distribution HTA/BT ;
- Le tableau des départs BT comme points de raccordement du réseau aval de distribution (en BT);

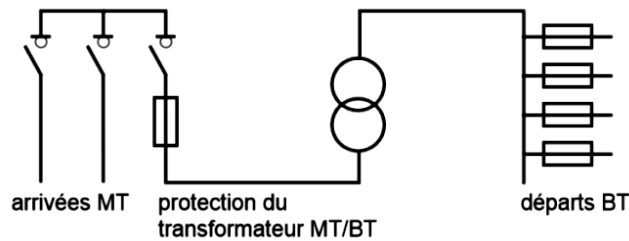


Figure 8. Poste HTA/BT

5.6. Différents types de postes HTA/BT

5.6.1. Postes HTA/BT extérieur en haut de poteau

Le transformateur et l'appareillage sont fixés sur le poteau, l'alimentation est aérienne, le départ s'effectue en aérien ou en souterrain (Figure 9).

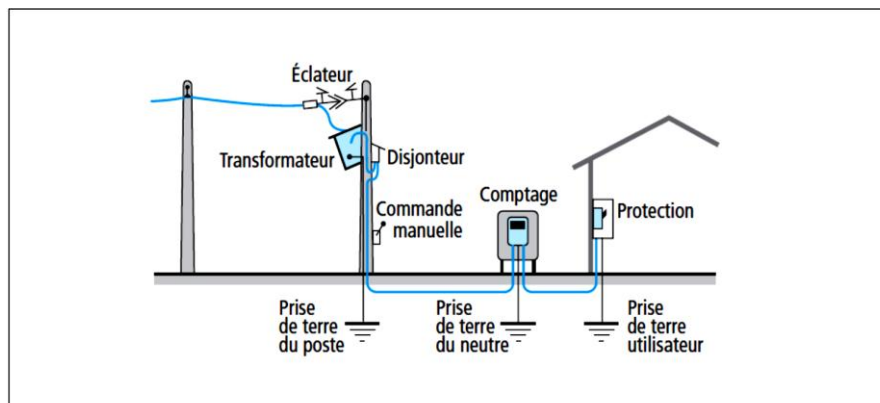


Figure 9. Structure d'installation d'un poste sur poteau

5.6.2. Postes d'intérieur

L'installation d'un poste de livraison en intérieur se justifie lorsqu'on doit protéger l'appareillage HT et BT du poste contre les fortes variations de température, ou dans le cas de puissances importantes (Figure 10).



Figure 10. Structure d'un poste d'intérieur.

Annexe : Gamme des tensions utilisées par le groupe SONEGAS :

La nouvelle norme en vigueur en Algérie (SONELGAZ) définit les niveaux de tension alternative comme suit :

Tableau 1. Tableau des domaines de tension

Domaines de Tension		Valeur de la tension composée nominale (Un en Volts)	
		Tension Alternatif	Tension Continu
Très Basse Tension (TBT)		$Un \leq 50$	$Un \leq 120$
Basse Tension (BT)	BTA	$50 < Un \leq 500$	$120 < Un \leq 750$
	BTB	$500 < Un \leq 1000$	$750 < Un \leq 1500$
Haute Tension (HT)	HTA ou MT	$1000 < Un \leq 50\,000$	$1500 < Un \leq 75\,000$
	HTB	$Un > 50\,000$	$Un > 75\,000$

Références Bibliographiques

- [1] Michel Aguet et Michel Lanoz « traité d'électricité » livre de haute tension, volume XXII, Ecole Polytechnique Fédérale De Lausanne.**
- [2] Instruction De Sécurité « Domaines De Tension selon la CEI », Révision: juin 1999.**
- [3] Amar Tilmatine Cours « Techniques de mesure en haute tension » chapitre 1, Université Djilali Liabes Sidi Bel Abbés ,2008.**
- [4] Gregor Serša, Maja Čemažar, Damijan Miklavčič and Zvonimir Rudolf « Electrochemotherapy of tumours » Institute of Oncology Ljubljana, University of Ljubljana, Radiol Oncol 2006; 40(3): 163-74.**
- [5] Yassine Bellebna « contribution à l'étude de décharge à barrière diélectrique : application à la désinfection de l'air » Mémoire de magistère, Université Djilali liabes Sidi Bel Abbés, décembre 2001.**
- [6] Said Nemnich « réalisation d'un banc expérimental pour le traitement de l'eau », thèse de doctorat décembre 2011, université Djilali liabes sidi bel abbés.**