

1 Introduction

L'électricité est la forme la plus noble car elle est transformée facilement avec un excellent rendement à partir de n'importe quelle forme d'énergie, elle est transportée pratiquement à n'importe quelle distance par des lignes aériennes ou des câbles souterraines. L'inconvénient majeur est l'impossibilité de stocker l'énergie électrique.

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs d'électricité.

Un réseau électrique est constitué généralement par l'ensemble des appareils destinés à la production, au transport, à la distribution et à l'utilisation de l'électricité depuis la centrale de génération jusqu'aux consommateurs.

Précisément, il est constitué de 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 faire passer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs.

2 Les différentes tensions des réseaux :

L'électricité est un agent énergétique lié à la puissance. L'approvisionnement en électricité provenant des centrales exige l'installation de lignes aériennes ou souterraines permettant d'acheminer le courant jusqu'aux consommateurs. Selon la tension d'exploitation, on distingue les réseaux suivants :

- très haute tension 230 ou 400 kV (220 ou 380 kV)
- haute tension 50 à 150 kV
- moyenne tension 10 à 30 kV (6 à 24 kV)
- basse tension 220 ou 380 V

2.1 Réseaux à très haute tension

Réseaux de transport d'une tension de 230 ou de 400 kV (220 ou 380 kV).

Les lignes à très haute tension acheminent l'électricité des grandes centrales électriques aux postes situés à proximité des grands centres de consommation. Elles couvrent de grandes distances et assurent le transport suprarégional (réseau d'interconnexion international).

2.2. Réseaux à haute tension

Réseaux de distribution primaire d'une tension de 50 à 150kV.

Dans les postes de couplage et de transformation, la très haute tension est ramenée à des valeurs plus faibles, compatibles avec le réseau primaire. Celui-ci achemine l'énergie vers des centres de consommation dont les besoins en énergie sont compris entre 10 et 100MW (grosses

industries, postes régionaux des villes ou des zones rurales). Le réseau de distribution primaire est responsable de l'alimentation électrique au niveau régional.

2.3. Réseaux à moyenne tension

Réseaux de distribution secondaire d'une tension de 10 à 30kV.

Dans les postes de couplage régionaux, alimentés par des lignes haute tension, le niveau de tension est abaissé à une valeur permettant l'alimentation en électricité des zones urbaines et rurales.

2.4. Réseaux à basse tension

Réseaux de distribution d'une tension inférieure à 1000V (1kV).

Dans les stations de transformation locales, la moyenne tension est abaissée au niveau d'utilisation, soit 220 et 380 V. Ce réseau approvisionne les habitations et les petites industries environnantes.

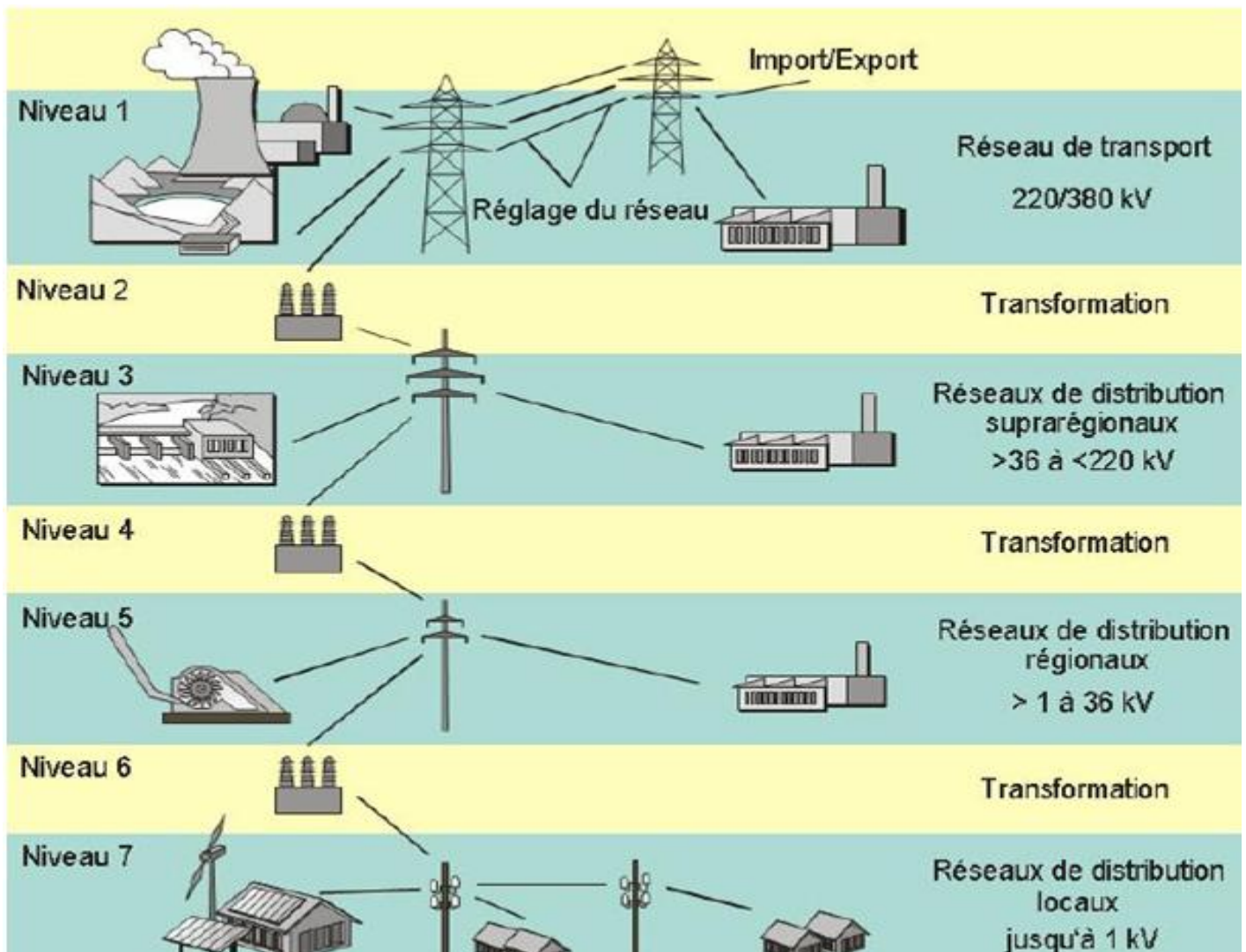


Figure (I,1): La transformation de la tension

3 Différents types de structures des réseaux électriques

Le concept de réseau englobe la totalité des installations, notamment les lignes aériennes, les câbles, les transformateurs et les appareils avec leurs moyens de contrôle et de sécurité, les interrupteurs, etc., nécessaires au transport et à la distribution de l'énergie électrique. On distingue trois types de réseau, expliqués au moyen des exemples suivants basés sur un réseau à basse tension.

3.1 Réseau maillé ou connecté

Lorsque des lignes en boucle sont regroupées pour relier des points très éloignés les uns des autres, elles forment un réseau maillé. Ce type de réseau offre une très grande fiabilité d'approvisionnement car chaque tronçon de ligne peut être alimenté via différentes voies. Même une défaillance sur plusieurs tronçons n'engendre pas une grosse perturbation. Les réseaux maillés sont surtout construits et exploités là où la sécurité d'approvisionnement d'un grand nombre de clients peut être compromise par une perturbation, comme c'est particulièrement le cas pour les réseaux de transport et de distribution haute tension.

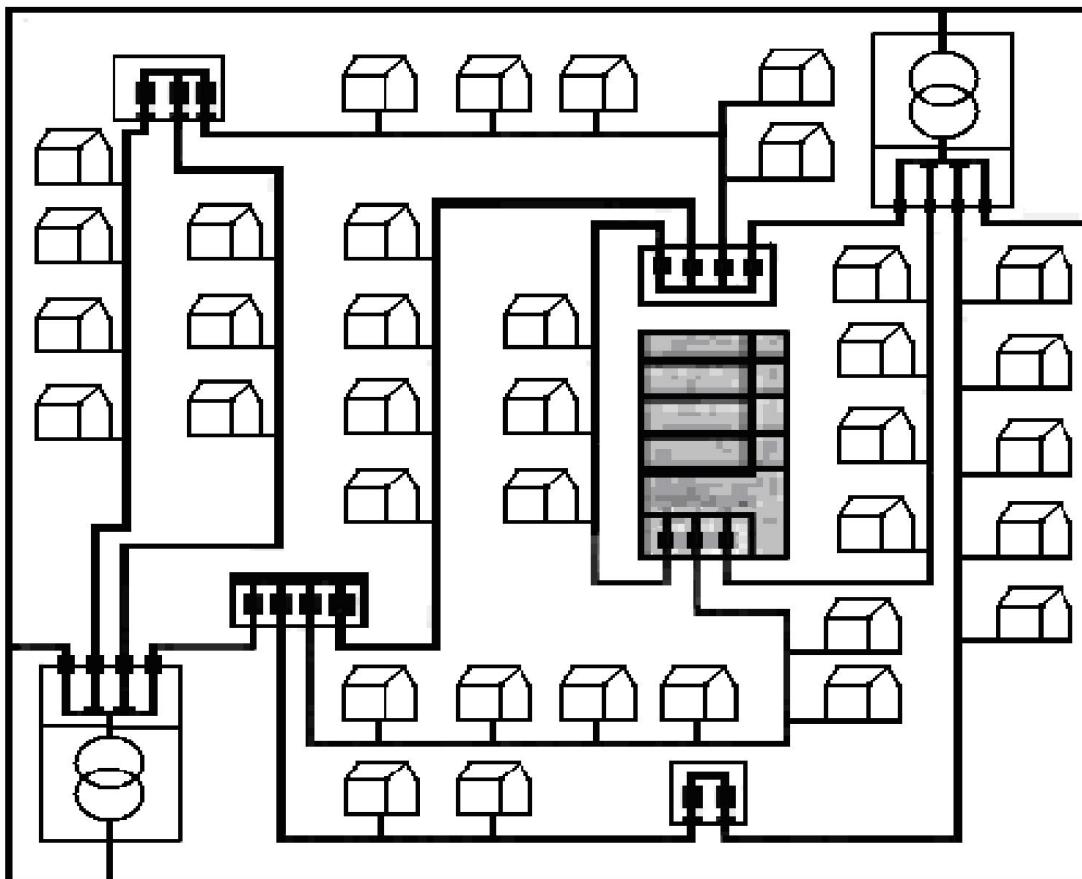


Figure (I, 2): Réseau maillé ou connecté

I.3.2 Réseau en boucle

L'assemblage en boucle des lignes permet de mettre hors circuit une partie de la ligne défectueuse grâce à ses points de séparation. L'alimentation électrique est interrompue uniquement dans cette partie jusqu'à la réparation de la panne ; le reste du réseau peut continuer à fonctionner

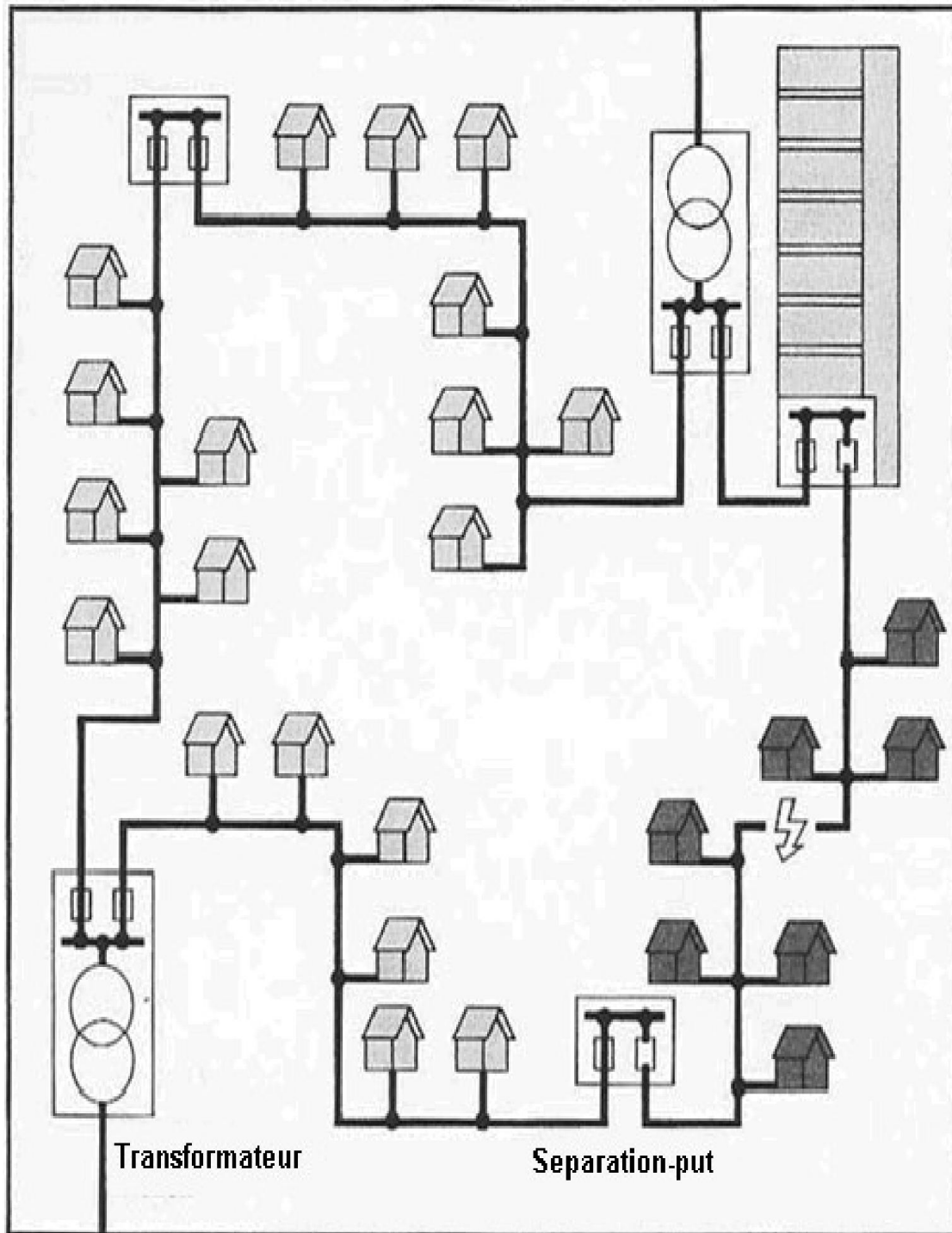


Figure (3): Réseau en boucle

3.3 Réseau radial ou en étoile

Il représente le réseau sous sa forme la plus simple. Les lignes partent d'un point central, par exemple une station de transformation locale, et rayonnent depuis celui-ci. Si une perturbation se produit sur ce type de réseau, l'alimentation électrique de tous les clients rattachés à ce rayon défectueux est interrompue, jusqu'à ce que la panne soit réparée. La panne d'une station de transformation peut paralyser tout un quartier.

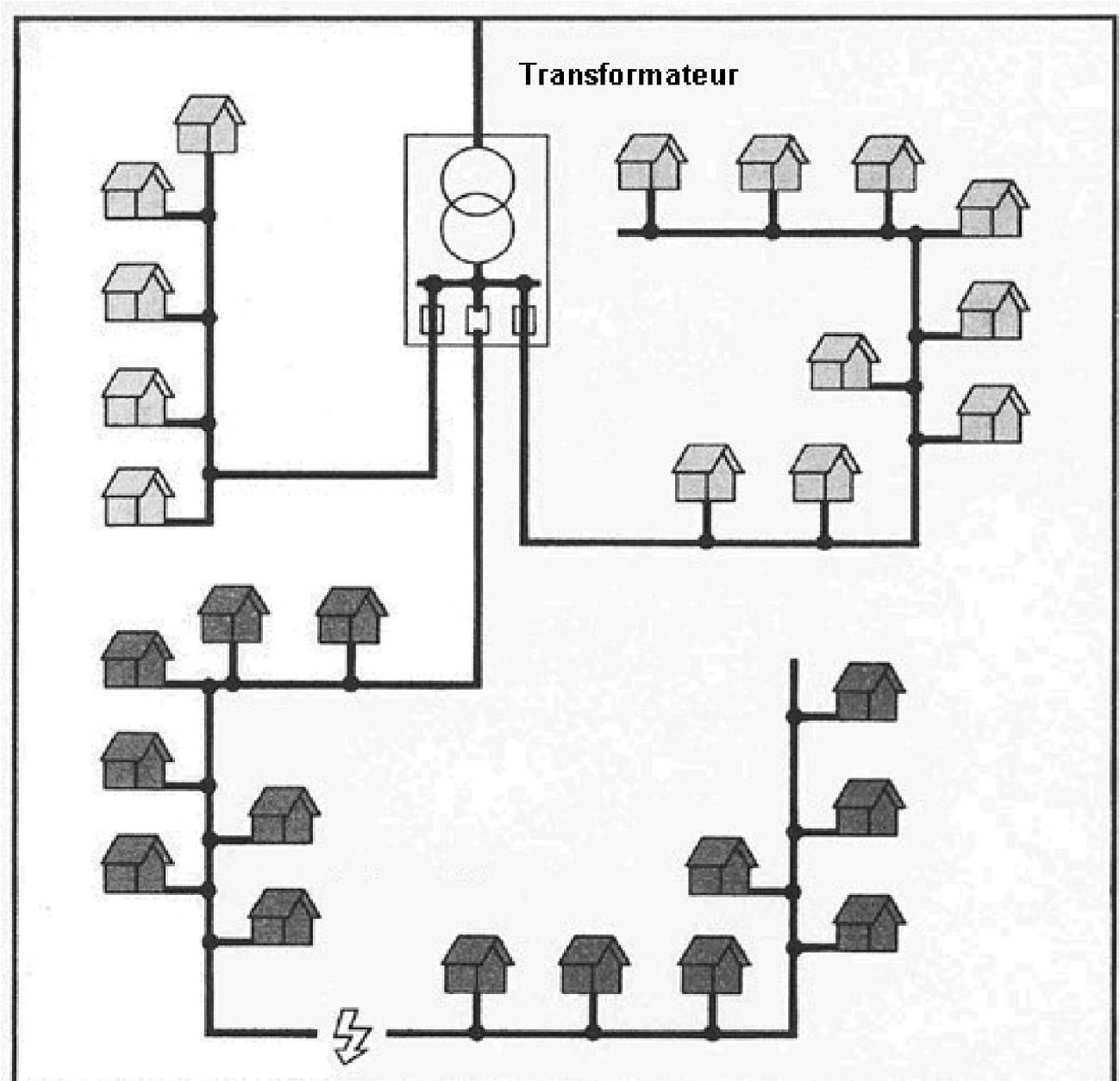


Figure (4) : Réseau radial ou en étoile

4 Lignes électrique aériennes et souterrains :

L'électricité est distribuée au moyen de lignes aériennes et de câbles. Le choix en faveur d'une ligne aérienne dans certains cas ou en faveur d'un câble dans d'autres dépend de divers facteurs : possibilités techniques, topologie des lieux, coûts élevés des lignes souterraines, ainsi que les questions de protection du paysage et de sécurité de l'approvisionnement.

4.1 Lignes électriques aériennes

Une ligne aérienne comprend des poteaux ou des pylônes supportant des circuits électriques isolés formés de trois conducteurs. Les conducteurs sont fixés par des isolateurs. Ces conducteurs sont en cuivre massif nu, ont une section pouvant atteindre jusqu'à 50mm² et sont formés d'un ensemble de fils torsadés pour des sections plus importantes.

4.1.1 Pylônes de lignes aériennes

On distingue divers types de construction pour les pylônes de lignes aériennes. Le type de support utilisé désigne en outre le type de la ligne

- ❖ **Pour les lignes aériennes basse tension**, on utilise de Simples poteaux en bois ou en béton .

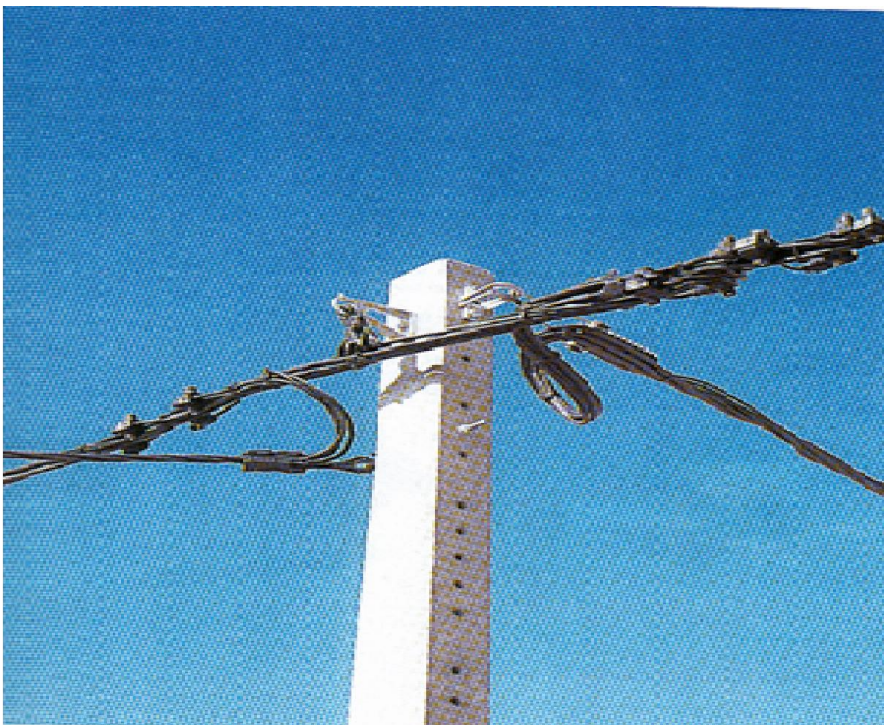


Figure (5) : Poteau en bois pour les lignes aériennes basse tension

- ❖ **Pour les lignes à moyenne tension**, il s'agit de poteaux en bois mâts en béton.



Figure (6): Poteau en bois ou mât en béton pour les lignes à moyenne tension

- ❖ Pour les lignes à haute tension, on utilise uniquement des pylônes en béton



Figure (7) : Pylônes pour les lignes à haute tension

- ❖ Pour les lignes à très haute tension, on a recours à des pylônes composés d'un treillis en acier. Plus la tension est élevée, plus l'envergure est grande et plus les poteaux sont élevés.



Figure (8): Pylônes composés d'un treillis en acier pour les lignes à très haute tension

5 Comparaison entre les lignes aériennes et les câbles :

Les lignes aériennes reviennent x fois meilleur marché que les câbles. En cas de très haute tension, des problèmes se posent pour les longues étendues de câbles. En revanche, les câbles sont mieux protégés contre les avaries extérieures (foudre, tempête) que les lignes aériennes. Les défaillances sont plus rapidement décelables sur les lignes aériennes. Les réparations sont simples à mener pour les lignes aériennes ; pour les câbles au contraire, elles exigent de gros travaux. Les lignes aériennes peuvent toutefois déranger dans le paysage.

Ligne aérienne

Avantage:

- défaillances décelables
- problème plus rapidement résolu

Désavantage:

- pannes plus fréquentes (dépend du temps)
- répercussion sur le paysage

Câble

Avantage:

- espace requis réduit
- meilleure acceptation auprès de la population

Désavantage:

- Travaux de réparation coûteux (sous-terre)
- Le renouvellement des câbles revient plus cher que pour les lignes aériennes.

6 Le réseau torsadé



Figure 9): lignes torsadées et classiques

La Torsade ne doit jamais être en contact avec le sol et doit, pour cette raison, être tendue pendant l'opération de tirage, sauf en cas d'un tirage manuel soigneux d'une nouvelle ligne courte.

Dans le réseau torsadé, le neutre est le porteur du réseau.

Ce réseau présente des avantages par rapport le réseau classique, on situe :

- Plus économique.
- Moins de chute de tension.
- L'intervention sous tension est facile.
- Les connecteurs sont moins chers.
- Plus sécurisé...etc.

6.1 Comparaison entre les réseaux classique et réseaux en Torsade

Réseaux classique

- ❖ Abandonnée progressivement
- ❖ Risque d'électrocution
- ❖ Chute de tension due à l'écartement des conducteurs ($L\omega = 0.35\Omega/\text{km}$)
- ❖ Détérioration des façades (ferrures)
- ❖ Risque d'incendie en cas de court-circuit dans les régions boisées
- ❖ Difficultés d'exploitation (nécessité de coupure)

Réseaux torsadés

- ❖ Augmentation de la capacité de transport ($L\omega = 0.10\Omega/\text{km}$)
- ❖ Élimination des défauts fugitifs

- ❖ Renforcement de la sécurité (isolé)
- ❖ Facilité d'exploitation (TST)
- ❖ Gain de temps dans la réalisation
- ❖ Diminution des élagages
- ❖ Etudes faciles et économiques (P:100m)
- ❖ Supports faibles (résistance et hauteur)
- ❖ Pas d'entretien, ni de visite
- ❖ Prix de revient au km plus faible
- ❖ Conducteurs en aluminium
- ❖ Possibilité de pose sur façades
- ❖ Suppression des défauts dus aux malveillances

7 Les transformateurs de puissance

Le transformateur de puissance est certainement le dispositif qui a permis l'essor puis la domination des réseaux alternatifs pour le transport, la distribution et l'utilisation de l'énergie électrique.

La première fonction d'un transformateur a été l'élévation de la tension de transport afin de réduire le courant et donc les pertes joules générées dans les lignes. Cette élévation est bien entendue allée de pair avec l'abaissement de la tension aux points d'utilisation. D'un point de vue plus général, un transformateur est un élément indispensable à l'interconnexion des différents réseaux d'énergie.

7.1 Les types des transformateurs :

❖ Les transformateurs à diélectrique liquide

Le circuit magnétique et les enroulements sont immergés dans un diélectrique liquide qui assure isolation et évacuation des pertes caloriques du transformateur. Ils sont utilisés pour :

- Les postes non surveillés car ils ne nécessitent pas d'entretien
- Les ambiances sévères si le revêtement de la cuve est adapté.

Par contre, l'emploi de ces transformateurs posent le problème d'éventuelles pollutions à la suite de fuites de diélectrique (on utilise donc un bac de rétention) et sont dangereux en cas d'incendie (fumées toxiques).

❖ Les transformateurs secs

Le circuit magnétique est isolé dans une matière isolante sèche. Le refroidissement est assuré par l'air ambiant. Ils sont utilisés dans des locaux où les conditions de poussière, d'humidité et de température sont maîtrisées. Ils sont notamment utilisés pour les grands bâtiments car ils présentent peu de risque en cas d'incendie.

7.2 Classification des transformateurs

❖ Petits transformateurs

Ils ont des puissances de moins de 1Kva en général en monophasé.

❖ Transformateurs spécialisés

Ils ont des puissances de 1 à 25 KVA soit en monophasé soit en triphasé.

❖ Transformateurs de distribution

Les plus utilisés dans les villes :

- Les transformateurs sur poteaux de 25-50-100 KV



Figure (10):transformateur sur poteau

- Les transformateurs dans des postes de distribution 100 à 2 000 KVA.



Figure (11): transformateur dans un poste maçonné

❖ **Transformateurs pour le transport et l'interconnexion**

Ils ont des puissances de 2 000 KVA à 1350 MVA.

❖ **Transformateurs spéciaux**

Ce sont les transformateurs pour les postes de soudure à l'arc, les fours à induction, les transformateurs de mesure etc....

7.3 Couplage des transformateurs

Pour des raisons de continuité de service, ou de variations journalières ou saisonnières de consommation d'énergie, il est intéressant de pouvoir coupler deux ou plusieurs transformateurs en parallèle.

7.3.1 Condition de couplage

❖ **Puissance**

La puissance totale disponible est la somme des puissances des transformateurs. Si les puissances des transformateurs sont différentes, la puissance du plus gros transformateur ne doit pas dépasser deux fois la puissance du plus petit.

❖ **Réseau**

Les transformateurs sont alimentés par le même réseau.

❖ **Connexions et indices horaires**

Mêmes longueurs de connexion surtout côté BT. Même indice horaire de couplage.

❖ **Tensions**

Tensions de court-circuit égales à 10 % près ; tensions secondaires très peu différentes selon la charge (0,4 %).