

## Chapitre II : L'électrotechnique

L'électrotechnique est la base de toutes les utilisations techniques de l'électricité. L'électricité est un domaine scientifique et technique relativement récent qui a éclos au 19<sup>e</sup> siècle et qui s'impose dans de très nombreuses réalisations techniques. C'est tout d'abord un chapitre de la physique, domaine scientifique construit d'abord sur l'électrostatique, puis sur l'électromagnétisme. La maîtrise de ces connaissances permet d'aborder tous les domaines d'application en découlant. L'électricité recouvre également la dénomination de tout le domaine des applications techniques y relatives, allant de la microélectronique aux générateurs de grande puissance.

L'électrotechnique est liée étroitement à l'électronique et à l'automatique auxquelles elle a fréquemment recours, en particulier pour la commande des moteurs. Traditionnellement on associe l'électrotechnique aux "courants forts" par opposition aux courants faibles" qui seraient du domaine exclusif de l'électronique.

Cependant si on rencontre bien en électrotechnique :

- 1) De **très fortes puissances**, de plusieurs mégawatts (MW) à quelques milliers de MW, principalement lors de la production et du transport de l'énergie électrique (une tranche de centrale nucléaire a une puissance de 1300 MW) ;
- 2) On rencontre aussi de **faibles puissances**, de l'ordre du kW ou du W, pour le chauffage, l'électroménager, etc. ;
- 3) Voire de **très faibles puissances**, de quelques  $\mu\text{W}$  pour les micros moteurs de montres à quartz, à quelques nW dans la motorisation de certaines techniques d'exploration médicale.

Mettant ainsi en défaut l'opposition précédente.

### II.1 Appellation et définition de l'électrotechnique

#### II.1.1 Appellation

L'appellation électrotechnique a une signification double selon les pays :

- 1) En France : l'électrotechnique est le domaine de l'énergie électrique, incluant génération, transport et distribution, et utilisation de tous types ;
- 2) Dans les pays anglo-saxons : l'électrotechnique est plutôt l'ensemble des connaissances et des méthodes de base en vue du développement des applications de l'électricité.

C'est dans le second sens que nous utiliserons principalement ce terme, soit : Électrotechnique = bases de l'électricité.

## II.1.2 Définition

L'électrotechnique est la discipline qui traite la production, le transport, la distribution, le traitement, la transformation, la gestion et l'utilisation de l'énergie électrique. On peut citer comme exemples : les centrales électriques et l'énergie renouvelable.

## II.2 Domaines d'application

L'électrotechnique a un champ d'application extrêmement vaste, elle concerne de très nombreuses entreprises industrielles, dans les domaines de la production et du transport de l'énergie électrique (**Sonalgaz, Siemens, Alstom, Alcatel, General Electric**, etc.), dans les équipements électriques ( Leroy Sommer, Legrand, Schneider Electric, Bosch, Valéo, etc. ), dans les transports utilisant des moteurs électriques ( SNCF, RATP, Alstom, etc. ), en électronique de puissance ( Safran (ex Sagem), etc. ), et également dans des domaines plus inattendus comme l'aérospatial (EADS, etc.).

## II.3 Réseau électrique

Une fois produite, l'énergie électrique n'est pas stockable. Pour éviter les déperditions, l'électricité doit être acheminée dès sa production vers le consommateur final via un réseau de lignes électriques. On appelle réseau électrique l'ensemble des infrastructures permettant d'acheminer l'énergie électrique des centrales électriques, vers les consommateurs d'électricité. Le réseau est constitué de lignes de différentes tensions, connectées entre elles au niveau 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.

- ❖ **Remarque :** L'infrastructure est un ensemble d'éléments structuraux interconnectés qui fournissent le cadre pour supporter la totalité de la structure.

### II.3.1 Production et consommation de l'énergie électrique

#### II.3.1.1 Transport de l'énergie électrique

Le transport de l'énergie électrique s'effectue par un réseau de distribution électrique. Généralement, l'électricité est transportée en tension élevée pour abaisser l'intensité du courant, et ainsi, réduire les pertes par effet Joule. Les pertes par effet Joule dépendent de la résistance des câbles de transport et de l'intensité du courant transporté. Donc, en augmentant la tension dans le réseau, l'intensité diminue, ainsi que les pertes par effet Joule. Ces pertes dépendent de l'intensité I, de la tension U et de la résistance R de la ligne. Pour du courant triphasé, on a par phase :

$$P_{\text{pertes Joule}} = RI^2 = R \left( \frac{P_{\text{électrique}}}{U\sqrt{3}} \right)^2$$

### II.3.1.2 Courant alternatif

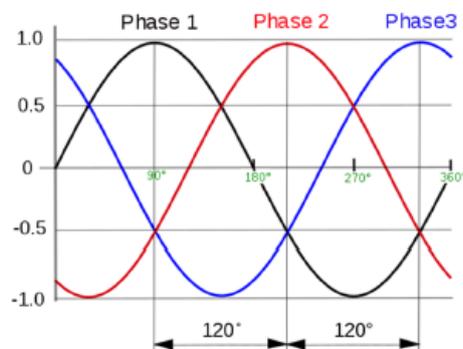
Le choix d'une tension alternative est due au fait que le transport de puissances importantes sur de longues distances nécessite des tensions élevées. Il faut donc des transformateurs pour passer d'une tension à une autre ; or les transformateurs passifs ne fonctionnent qu'avec du courant alternatif. Sachant que les changements de tension sur un système à courant continu ne sont pas aussi efficaces (plus de pertes) qu'en alternatif (par transformateur). Néanmoins, pour certains projets particuliers le courant continu devient plus intéressant malgré l'obligation de recourir à des stations de conversion.

### II.3.1.3 Tension sinusoïdale

Les tensions sinusoïdales sont le résultat de la rotation des alternateurs dans les turbines génératrices d'électricité. C'est la manière la plus répandue pour produire de l'électricité à grande échelle.

### II.3.1.4 Système monophasé et triphasé

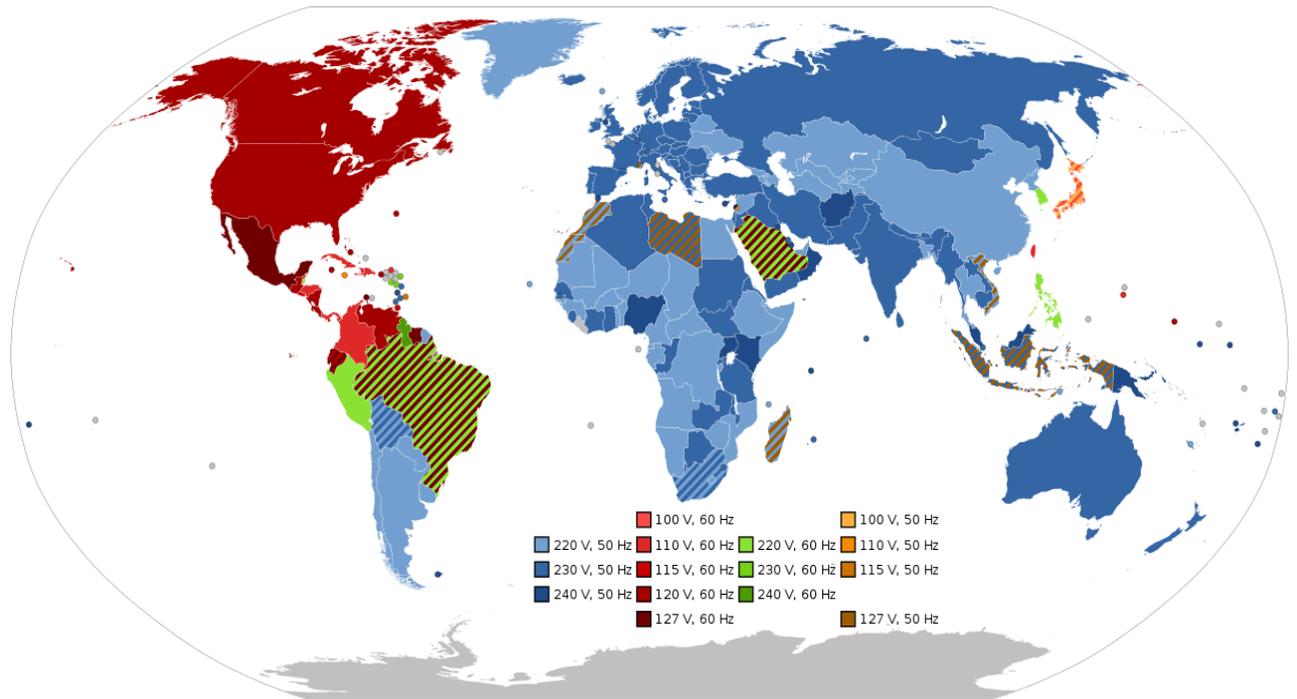
Un système de courant ou tension triphasé est constitué de trois courants (ou tensions) sinusoïdaux de même fréquence et amplitude, déphasés entre eux de  $120^\circ$  (2/3 radians) dans le cas idéal.



**Figure II.1** : Système triphasé équilibré : lorsque les trois conducteurs sont parcourus par des courants de même valeur efficace, le système est dit équilibré.

### II.3.1.5 Fréquence et tension des réseaux électriques

En général la fréquence du courant est de 50 Hz comme en Algérie, Afrique, Asie et en Europe, contre 60 Hz en Amérique du Nord, Brésil et le Japon. Comme montré par la figure II.2, tous les pays européens et ainsi que la plupart des pays africains et asiatiques utilisent une tension efficace nominale comprise entre 220 et 240 V. Le Japon, tous les pays d'Amérique du Nord, la plupart des pays d'Amérique centrale et quelques pays d'Amérique du Sud emploient une tension entre 100 et 127 V.



**Figure II.2 :** Fréquences et tensions des réseaux électriques dans le monde.

Il est tout à fait possible de réaliser un réseau uniquement en courant monophasé. Les raisons qui ont conduit à adopter le réseau triphasé sont les avantages techniques et économiques importants qu'il apporte :

- 1) La puissance instantanée d'un système monophasé passe par une valeur nulle à chaque oscillation. La puissance instantanée est donc variable. Au contraire, les systèmes triphasés équilibrés assurent une puissance instantanée constante.
- 2) Le transport d'une même puissance électrique en triphasé (sans neutre) nécessite une section de câbles conducteurs deux fois plus faible qu'en monophasé.
- 3) Une distribution de l'électricité en courant triphasé avec fil de neutre permet de proposer pour un même réseau deux tensions d'utilisation différentes, soit : 230 V entre une phase et le neutre, et 400 V entre deux phases (en Algérie).

### II.3.2 Architecture des réseaux électriques

Un réseau électrique est un ensemble d'outils destiné à produire, transporter, distribuer l'énergie électrique et veiller sur la qualité de cette énergie, notamment la continuité de service et la qualité de la tension. L'architecture ou le design du réseau est un facteur clé pour assurer ces objectifs. Cette architecture peut être divisée en deux parties ; D'une part, l'architecture du poste, et de l'autre part l'architecture de la distribution.

- **Réseau de production de l'énergie électrique** : La production qui sert à produire l'énergie électrique grâce à des turbo-alternateurs qui transforme l'énergie mécanique des turbines en énergie électrique à partir d'une source dite primaire (gaz, pétrole, hydraulique...), afin de la rendre exploitable et de répondre aux besoins des activités humaines.
- 1) La centrale électrique hydraulique Source primaire : eau ;
  - 2) L'éolienne Source primaire : vent ;
  - 3) Les centrales thermiques : Source primaire : chaleur ;
  - 4) L'énergie **solaire** : Source primaire : rayonnement solaire convertie ;
  - 5) L'énergie de la **biomasse** c'est l'énergie que l'on peut extraire des végétaux comme le bois ou les plantes.

Les sources primaires varient d'un pays à l'autre, exemple en Algérie le gaz naturel couvre plus de 70% de la production, en France, 75% d'électricité est d'origine nucléaire. En générale, chaque source de production (centrale électrique) regroupe plusieurs groupes turbo-alternateurs pour assurer la disponibilité pendant les périodes de maintenance.

- **Réseau de transport** : Un alternateur produit la puissance électrique sous moyenne tension (12 à 15 kV), et elle est injectée dans le réseau de transport à travers des postes de transformation pour être transmise sous haute tension afin de réduire les pertes dans les lignes. Le niveau de la tension de transport varie selon les distances et les puissances transportées, plus les distances sont grandes plus la tension doit être élevée, la même chose pour la puissance. Par exemple, le réseau de transport en Algérie utilise une tension de 220 kV (voir 400 kV pour certaines lignes dans le sud notamment), le réseau européen utilise 400 kV, et le réseau nord-américain 735 kV.
- **Réseaux de Répartition** : Le réseau de répartition prend sa source dans le réseau de transport à partir des poste d'interconnexion THT/HT(MT) et sert fournir les gros consommateurs industriels sous haute ou moyenne tension, et à ré- partir les puissances dans différentes régions rurales ou urbaines. Ce type de réseau utilise des typiques 60 et 30 kV.
- **Réseaux de distribution** : Les réseaux de distribution ont pour but d'alimenter l'ensemble des consommateurs. Il existe deux sous niveaux de tension :
- 1) Les réseaux moyenne tension (de 1 kV à 50 kV) ;
  - 2) Les réseaux basse tension (de 50 V à 1000 V), sur lesquels sont raccordés les utilisateurs (entreprises et locaux d'habitations).

### II.3.3 Réseau domestique

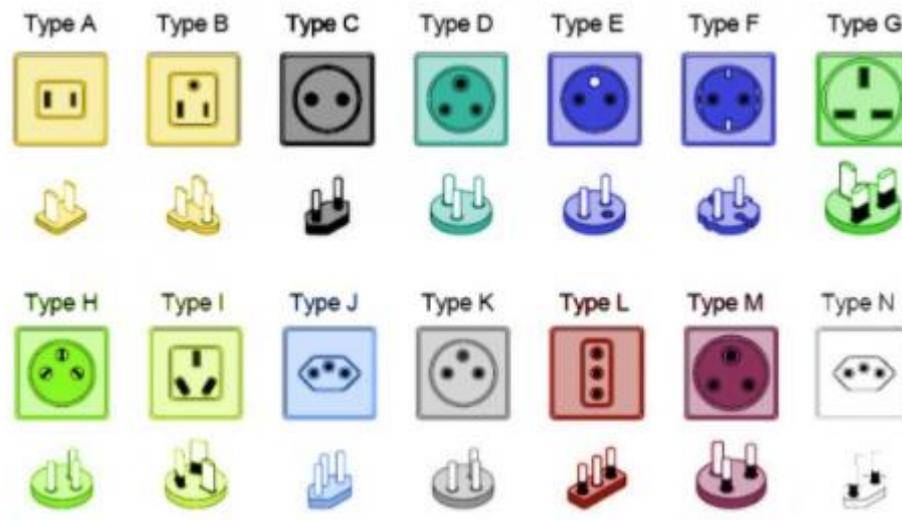
Le réseau domestique est relié par un câble au réseau électrique de la compagnie de distribution de l'électricité, il est alimenté en basse tension, soit 230 V en monophasé (entre phase et neutre) ou 400 V en triphasé. Donc ses trois types de contact sont :

- 1) **Phase** : La phase désigne l'alimentation alternatif, donc la phase ne correspond pas au pôle + d'une pile mais prend le rôle de + puis de – successivement, 50 fois par seconde pour du 50 Hz ;
  - 2) **Neutre** : C'est la référence électrique de tension ;
  - 3) **Terre** : La mise à la terre permet de dévier le courant en cas de défaut d'un équipement électrique.
- **Prises électriques** : Les prises électriques permettent de relier les appareils domestiques ou industriels au réseau électrique. Le courant domestique est distribué en monophasé, où chaque habitation reçoit qu'une seule des trois phases et le neutre. Lorsque la puissance demandée est plus importante, l'électricité peut être distribuée sous forme biphasé, ou en triphasé. Le code couleurs adopté pour la phase, le neutre, et la terre est détaillé dans le tableau II.1.

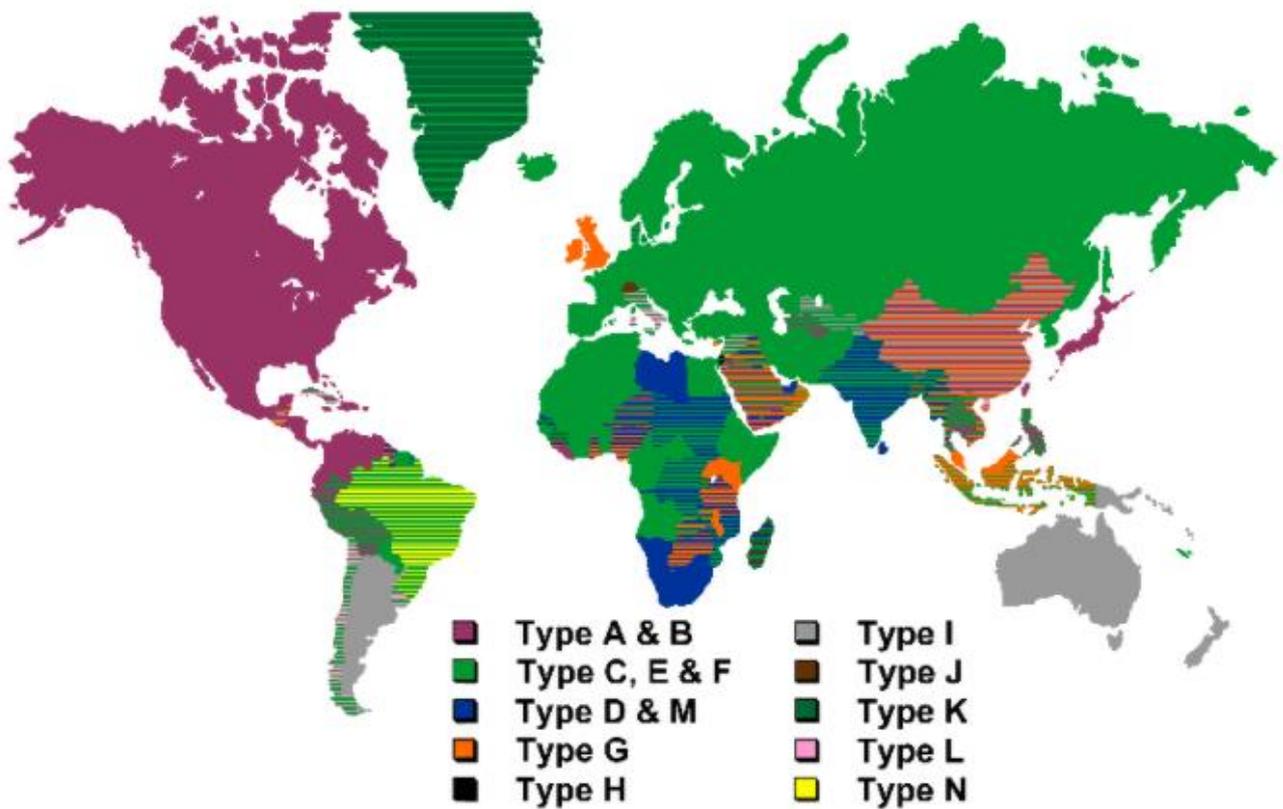
**Tableau II.1** : Couleur standard des conducteurs de prises murales.

Pays	Phase	Neutre	Terre
Algérie	toutes les couleurs sauf le bleu, le vert et jaune	bleu	jaune et vert
UE et Australie	marron, rouge ou noir	bleu	jaune et vert
Royaume-Uni	marron ou rouge	bleu ou noir	vert/jaune
États-Unis et Canada	noir ou rouge	blanc	vert ou dénudé

Les prises murales ont une phase, un neutre et une terre. Les types de prises standardisées dans le monde sont illustrés dans la figure II.3.



(a)



(b)

**Figure II.3 :** (a) Types de prises domestiques et (b) type de prises par pays.