

Conduite Des Réseaux Electriques



Mastre 2 Réseau Electrique

1.0

2021

Table of contents

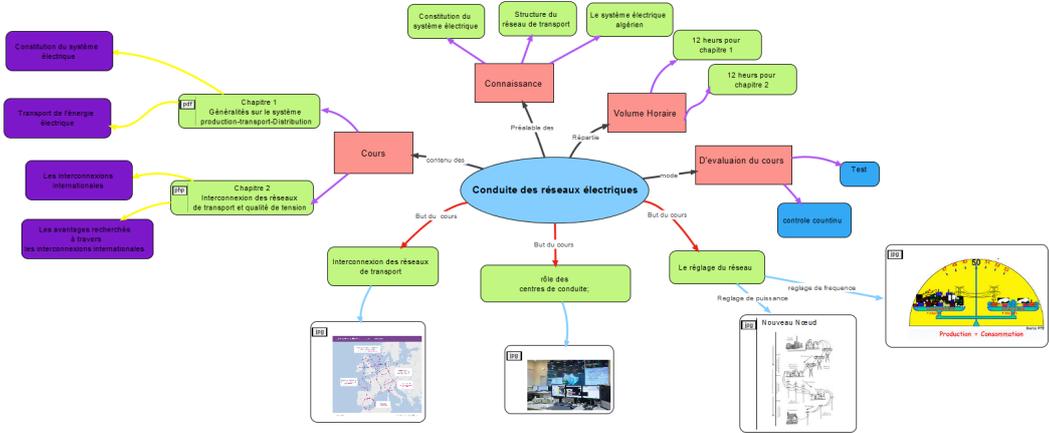
I - Objectifs de l'enseignement	3
1. Pré-requis	3
II - Chapitre I : Généralités sur le système «production-transport-Distribution»	4
1. Système électrique	4
2. Constitution du système électrique	4
2.1. Courant continu Courant alternatif	5
2.2. Transport de l'électricité et applications	5
3. Transport de l'énergie électrique	6
3.1. Rôle du réseau de grand transport	6
3.2. Rôle des réseaux de répartition	6
4. La constitution du réseau	8
4.1. Postes	8
5. Exercice	10
6. Exercice	10
7. Exercice	10
Exercise solutions	11
Glossary	12
References	13
Bibliography	14

I Objectifs de l'enseignement

- traiter les fonctions et l'architecture informatique des centres de conduite des réseaux de transport et de distribution de l'énergie électrique
- connaître le rôle des centres de conduite et aspects temps réel et architecture.
- comprendre l'estimation et prédiction de l'état du réseau; réglages centralisés
- Définir le system d'acquisition de données et télécommande

1. Pré-requis

Pour bien suivre le cours "Conduites Des Reseaux Electriques", l'apprenant doit avoir acquis certaines connaissances sur les structures des réseaux de transport et de distribution électriques.



CC de Conduite Des Reseaux Electriques

II Chapitre I : Généralités sur le système «production-transport- Distribution»

Conduire un système électrique, c'est d'abord définir le partage des rôles et responsabilités entre les nombreux acteurs concernés. Ensuite, pour les « gestionnaires du réseau de transport » qui, dans chaque pays ou chaque grande zone d'exploitation, ont le rôle de chef d'orchestre et la maîtrise directe des moyens de conduite, il s'agit de préparer les situations à venir, puis, depuis leurs centres de conduite ou « dispatchings », de surveiller le système et de le maîtriser, d'anticiper les possibles difficultés. Enfin, il s'agit de rendre à chacun des acteurs l'image de son rôle dans l'exploitation passée et de procéder aux règlements financiers correspondants.

1. Système électrique

On appelle communément « système électrique » l'ensemble des installations électriquement interconnectées qui assure la livraison, à tous les utilisateurs d'électricité, des kilowattheures produits à partir de sources d'énergie primaire telles que l'hydraulique, les combustibles fossiles, la fission nucléaire, l'énergie éolienne, voire, mais encore marginalement, l'énergie solaire direct.^{1*}

2. Constitution du système électrique

Il est traditionnel de distinguer, au sein d'un système électrique, trois étages aux fonctions différentes s'articulant entre elles (figure 1).^{ref1 1*2*1*2*}

- Le premier étage est celui de la production de l'électricité qui sera livrée aux consommateurs. Il est constitué par les usines, souvent appelées « centrales », qui convertissent en kilowattheures les énergies primaires, véritables sources de l'énergie consommée par les utilisateurs d'électricité.
- Le deuxième étage est celui du réseau de transport et d'interconnexion auquel sont raccordées les usines de production. Cet étage assure la mise en commun et la répartition sur un très vaste territoire de toute l'électricité

qui y est produite. Le réseau de transport et d'interconnexion est le véritable nœud du système électrique. Il peut être à l'échelle d'un continent tel que l'Europe ; dans le cas européen, il a même commencé à s'étendre vers l'Afrique du Nord via le détroit de Gibraltar.

- Le troisième étage est celui des réseaux de distribution. En effet, un réseau de transport et d'interconnexion peut desservir directement certains très gros utilisateurs d'électricité. Mais des réseaux intermédiaires sont nécessaires pour desservir les millions et dizaines denmillions de consommateurs, industriels ou domestiques, qui ont besoin de puissances se chiffrant en kilowatts et mégawatts, et non en dizaines ou centaines de mégawatts. De nombreux réseaux de distribution, alimentés chacun séparément par le réseau de transport, assurent le convoyage de la puissance électrique et son émiettement vers la multitude de ses utilisateurs.

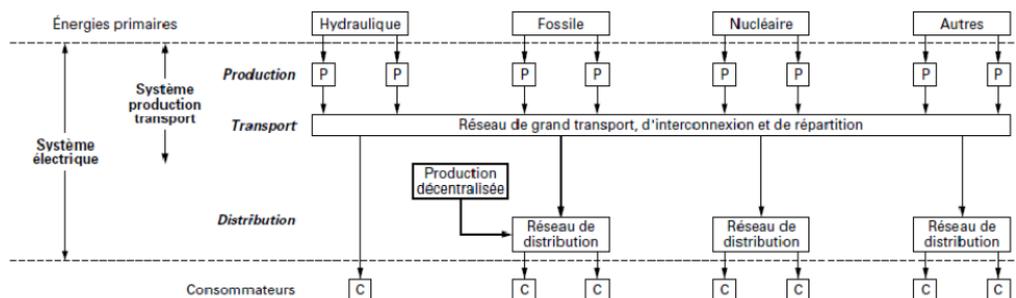


Figure1:Schéma de principe d'un système électrique

2.1. Courant continu Courant alternatif

- Le courant continu (CC ou DC pour direct current) est un courant électrique dans lequel les électrons circulent continuellement dans la même direction, c'est-à-dire du pôle négatif vers le pôle positif. Sa vitesse de déplacement est de plusieurs mètres par heure et sa propagation se fait à la vitesse de la lumière.
- Le courant alternatif (CA ou AC pour alternative current) est l'autre type de courant électrique. Les électrons circulent de manière alternative dans les deux sens du circuit. En fait, c'est la rotation d'un alternateur qui génère un mouvement de va et vient des électrons. Dans ce cas, le déplacement des électrons se limite à quelques millièmes de millimètre. Le courant alternatif est mesuré par sa fréquence (en hertz). En Europe, la fréquence est de 50Hz, le courant effectue donc 50 allers-retours par seconde.

[cf. video_02.mp4]

2.2. Transport de l'électricité et applications

Dans la majorité des cas, le transport de l'électricité se fait avec du courant alternatif. En effet, l'intensité de celui-ci étant limitée, la déperdition de chaleur et d'énergie (effet Joule) est moins importante qu'en courant continu. Sur de très longues distances ou dans des cas de câbles enterrés ou sous-marins, le courant continu est privilégié. En effet, pour transporter de l'électricité en CC, il suffit de deux câbles, alors que trois câbles sont nécessaires pour effectuer le transport en CA. Tout circuit alimenté par un générateur de type pile ou batterie (lampe de poche, téléphone, ...) fonctionne en courant continu. Le courant alternatif est lui utilisé dans le cadre de la distribution d'électricité.

3. Transport de l'énergie électrique

3.1. Rôle du réseau de grand transport

La fonction de base du réseau de grand transport est d'abord de relier les centrales de production aux centres de consommation d'électricité. Mais, au-delà de cette évidence, pour comprendre la structure et les contraintes d'exploitation de ce réseau, il importe de bien appréhender les principales lignes directrices de son développement et de son organisation, que nous allons rappeler très brièvement.

Le réseau de grand transport est né de la localisation de ressources énergétiques (souvent l'hydroélectricité) loin des zones consommatrices. Pour franchir la distance correspondante, la technique du transport par courant alternatif à très haute tension s'est rapidement imposée. Le réseau permet aussi de bénéficier des différences de coûts de production (ou de prix offerts sur un marché ouvert) entre des équipements distants, conduisant à une réduction globale des coûts d'exploitation. Ces différences de prix, selon leur caractère conjoncturel ou structurel, donnent lieu à des transports d'électricité dits respectivement « systématiques » et « de compensation ».

.Reference bibliographi 2²*1*2*1*

- Le transport systématique est pratiqué lorsque des ressources énergétiques massives et économiques sont situées loin de leur clientèle. Ce peut être par exemple le cas de l'hydroélectricité, du nucléaire (unités de forte puissance dont la localisation est dictée par des contraintes de source froide) ou du gaz.
- Le transport de compensation relève de la compensation statistique des variations tant de la consommation que de la capacité de production. Il peut être prévisible et aisément anticipé : c'est le cas de l'effet des décalages entre heures de pointes entre régions ou pays (voir par exemple le décalage horaire entre grands centres de consommation de l'interconnexion de l'Est des États-Unis). C'est aussi le cas lors de la gestion coordonnée de centrales thermiques et hydrauliques appartenant à un même producteur, tirant parti de la complémentarité de ses moyens de production. Le transport de compensation peut aussi devoir être mis en œuvre, avec un préavis très limité, dans le cas de la panne d'une grosse unité de production. Ce type d'événement fait toutefois partie des anticipations habituelles, nécessaire à la bonne conduite d'un système électrique.*

3.2. Rôle des réseaux de répartition

Le rôle de plaque tournante du réseau de grand transport doit être complété par d'autres réseaux qui vont acheminer l'énergie à proximité immédiate des zones de consommation diffuse : il s'agit des réseaux de répartition, qui assurent le relais jusqu'aux « capillaires » que sont les réseaux de distribution à 20 kV et à 400 V. En Europe, le grand transport est le domaine du réseau à 400 kV, plus certaines liaisons à 225 kV. Dans de nombreux pays, dont la France, les ingénieurs auraient souhaité distinguer nettement le rôle de ces deux niveaux de tension, en les hiérarchisant en vue d'une conduite plus simple et plus structurée, offrant de meilleures perspectives quant à la sûreté du système électrique. Cette évolution n'a pu être menée à son terme, du fait des contraintes d'environnement comme du ralentissement de la croissance de la consommation. Le réseau à 225 kV joue donc un rôle complexe, relevant, selon les ouvrages ou les schémas d'exploitation, du grand transport ou de la répartition. En complément du réseau à 225 kV, il existe en général un niveau de tension intermédiaire pour des réseaux de répartition maillés alimentant les « postes sources » où se trouvent les transformateurs vers les réseaux radiaux de distribution. En effet, les réseaux de répartition sont en général exploités « en poche », c'est-à-dire que les zones régionales qu'ils

desservent ne sont directement reliées que par les niveaux de tension supérieurs. Il n'y a donc pas de raison d'adopter uniformément un même choix technique, et le poids des investissements passés est tel qu'il maintient une diversité parfois forte ancienne.

Outre la desserte régionale, les réseaux de répartition ont un rôle d'évacuation de la puissance produite par de petites centrales (en général 250 MW et moins). Ce rôle est très important dans des régions où une production hydroélectrique abondante provient de nombreuses petites usines réparties le long des vallées. Pour conclure sur les réseaux de répartition, il faut souligner que, s'ils ne conditionnent pas directement la robustesse des systèmes électriques, c'est-à-dire leur sûreté, ils jouent un rôle déterminant quant à la qualité de l'électricité livrée au consommateur final. Leur conception, comme leur exploitation et leur conduite, se traduisent très directement en nombres de coupures longues ou brèves, nombres de creux de tension, etc., subis à la livraison en bout de chaîne.

4. La constitution du réseau

4.1. Postes

Par définition, un poste (une sous-station) est une installation d'organes de liaison et l'organe de manœuvre où parvient l'énergie des centrales et d'où cette énergie est orientée vers les centres de consommation. On distingue généralement des sous-stations :

- directes (ou d'aiguillage) : qui assurent les liaisons entre lignes à même tension (sans transformateur de liaison);
- de transformation : qui relient des réseaux à tensions différentes;
- de conversion : où l'on réalise une modification des caractéristiques de la tension, de la fréquence; passage de l'alternatif au continu...

Le schéma (topologie) de ces postes dépend principalement de deux aspects :

4.1.1. Niveau de sécurité d'exploitation

On entend par là qu'en cas de défaut sur le jeu de barres ou sur une ligne, il faut veiller à éliminer ce défaut par des disjoncteurs aussi peu nombreux que

possible en vue de garder en service le plus d'ouvrages sains possible (sécurité élevée) ou un certain nombre de lignes ou de travées (sécurité moyenne ou faible).

4.1.2. Niveau de souplesse désiré

On entend par là la facilité d'exploitation relative aux manœuvres volontaires et aux changements de la configuration électrique du poste.

On trouve ainsi des schémas à un (fig 2 à gauche), deux (fig2 à droite) ou trois jeux de barres, avec (fig 1.25) ou sans sectionnement, à un (fig 3), (fig 3 à gauche) ou 2 disjoncteurs par départ.

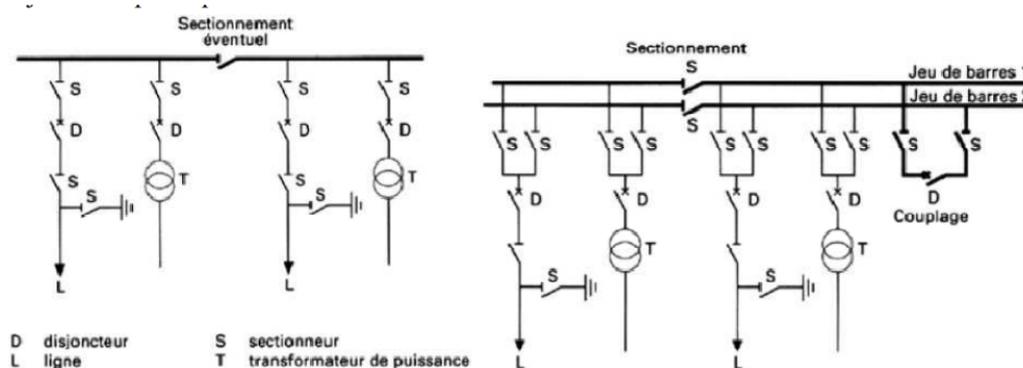


figure 3:poste a un jeu de barre (à gauche) et a deux jeux de barres(à droite), un disjoncteur par depart avec sectionnement.

a)

Le jeu de barre peut être en ligne ou en boucle (simple, double ou multiple).Le choix fait également intervenir :

- le nombre de travées (ligne et transformateur)

- le nombre de nœuds désiré (un nœud est un ensemble de travées électriquement séparées des autres)
- accessibilité des travées aux nœuds
- qu'accepte-t-on de perdre en cas de défaut jeu de barres ? (en nombre de travées)
- que perdre en cas de manutention d'un disjoncteur de travée ? (en nombre de travée)
- pendant manutention, s'il y a défaut sur une autre travée, qu'admettez-vous de perdre en plus

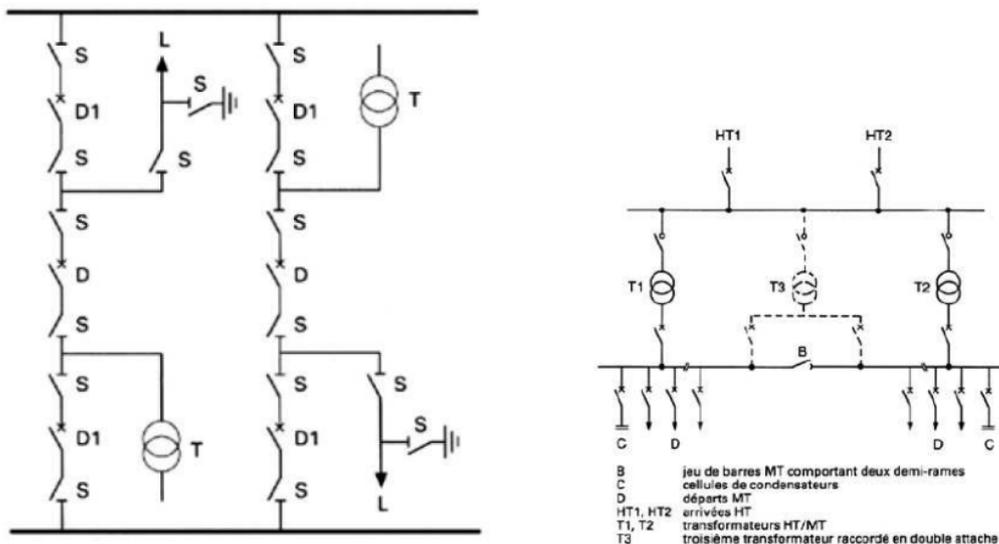


figure 3:(à gauche) poste a deux jeux de barres, un disjoncteur et demi part de depart, (à droite) jeu de barre simple (MT) avec sectionnement

4.1.3.

Les principaux composants d'une sous-station consistent en :

- 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 télémessure.

5. Exercice

[solution n°1 p.11]

Le courant continu est:

- un courant électrique dans lequel les électrons circulent continuellement dans la même direction
- Les électrons circulent de manière alternative dans les deux sens du circuit

6. Exercice

[solution n°2 p.11]

Il est traditionnel de distinguer, au sein d'un système électrique, trois étages aux fonctions lesquelles?

7. Exercice

[solution n°3 p.11]

Décrire les principaux composants d'une sous-station(postes)

Exercice solutions

> **Solution n° 1**

Exercice p. 10

Le courant continu est:

- un courant électrique dans lequel les électrons circulent continuellement dans la même direction
- Les électrons circulent de manière alternative dans les deux sens du circuit

> **Solution n° 2**

Exercice p. 10

Il est traditionnel de distinguer, au sein d'un système électrique, trois étages aux fonctions lesquelles?

Le premier étage est celui de la production de l'électricité, Le deuxième étage est celui du réseau de transport et d'interconnexion, Le troisième étage est celui des réseaux de distribution.

> **Solution n° 3**

Exercice p. 10

Décrire les principaux composants d'une sous-station(postes)

Appareillage de liaison,Appareillage de manœuvre et protection,Appareillage de régulation,Appareillage de conversion ,Appareillage de mesure, Services auxiliaires BT, courant alternatif et courant continu,Appareillage d'automatisme, de télécommande, de télésignalisation, de télémesure.

Glossary

Systeme Electrique

On appelle communément « système électrique » l'ensemble des installations électriquement interconnectées qui assure la livraison, à tous les utilisateurs d'électricité, des kilowattheures produits à partir de sources d'énergie primaire telles que l'hydraulique, les combustibles fossiles, la fission nucléaire, l'énergie éolienne, voire, mais encore marginalement, l'énergie solaire direc

References

1
A.laib:"Contribution à la classification des défauts dans le réseau électrique", these doctorat 2018.

2
Florin Bogdan ENACHEANU : "Outils d'aide à la conduite pour les opérateurs des réseaux de distribution", these de doctorat 2007.

Bibliography

these

these