

Réseaux électriques

Power systems

FARID HAMOUDI

Département de Génie électrique
Faculté de Technologie
Université A/Mira Bejaia

UAM le 10 novembre 2015

Première partie

- 1 Hiérarchisation du réseau
 - Vue globale du réseau
 - Topologies des réseaux/Network topologies
- 2 Les postes électriques
 - Équipements d'un poste
 - Architecture des postes
- 3 Architectures de postes
 - Architecture à couplage de barres
 - Architecture à couplage de disjoncteurs
- 4 Architectures des réseaux de distribution
 - Réseaux urbains
 - Réseaux ruraux
 - Poste de distribution MT/BT rural et semi-urbain

Première partie

- 1 Hiérarchisation du réseau
 - Vue globale du réseau
 - Topologies des réseaux/Network topologies
- 2 Les postes électriques
 - Équipements d'un poste
 - Architecture des postes
- 3 Architectures de postes
 - Architecture à couplage de barres
 - Architecture à couplage de disjoncteurs
- 4 Architectures des réseaux de distribution
 - Réseaux urbains
 - Réseaux ruraux
 - Poste de distribution MT/BT rural et semi-urbain

Première partie

- 1 Hiérarchisation du réseau
 - Vue globale du réseau
 - Topologies des réseaux/Network topologies
- 2 Les postes électriques
 - Équipements d'un poste
 - Architecture des postes
- 3 Architectures de postes
 - Architecture à couplage de barres
 - Architecture à couplage de disjoncteurs
- 4 Architectures des réseaux de distribution
 - Réseaux urbains
 - Réseaux ruraux
 - Poste de distribution MT/BT rural et semi-urbain

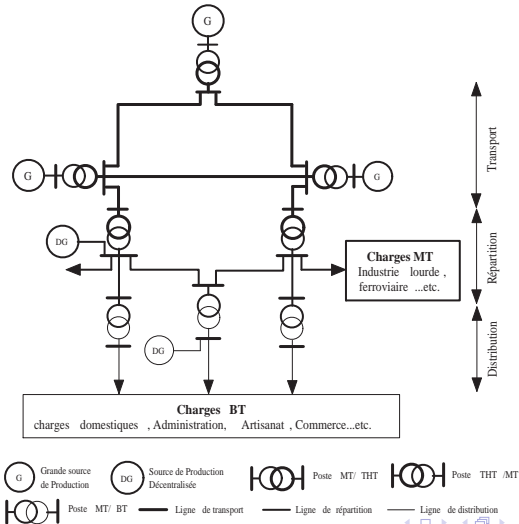
Première partie

- 1 Hiérarchisation du réseau
 - Vue globale du réseau
 - Topologies des réseaux/Network topologies
- 2 Les postes électriques
 - Équipements d'un poste
 - Architecture des postes
- 3 Architectures de postes
 - Architecture à couplage de barres
 - Architecture à couplage de disjoncteurs
- 4 Architectures des réseaux de distribution
 - Réseaux urbains
 - Réseaux ruraux
 - Poste de distribution MT/BT rural et semi-urbain

Première partie I

Architecture des réseaux électriques Power system design

Les différents étages d'un réseau électrique



Niveaux de tension/Voltage levels

Selon la norme IEC (International Electrotechnical Commitee) les niveaux de tension sont définis comme suit

IEC/Niveau de tension

THT (VHV) : Très haute tension (Very high voltage), pour des tensions composées supérieures à 220 kV ;

HT (HV) : Haute tension (High voltage), des tensions composées supérieures entre 33 kV et 220 kV ;

MT (MV) : Moyenne tension (Medium voltage), des tension composées entre 1 kV et 33 kV ;

BT (LV) : Basse tension (Low voltage), tension entre 100 V et 1 kV ;

TBT (VLV) : Très basse tension (Very low voltage), inférieure à 100 V.

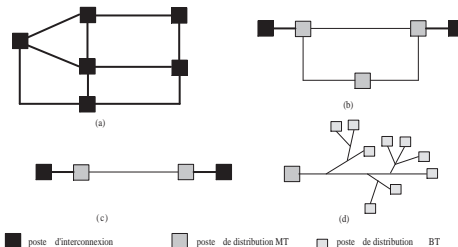
Niveaux de tension/Voltage levels

D'autres normes existent, notamment la norme IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Celle-ci définit la tension moyenne sur une large plage (de 1 kV jusqu'à 69 kV). La norme IEEE est utilisée surtout en Amérique du nord. Il y a aussi la norme française qui définit les niveaux comme suit :

HTB : supérieure à 50 kV, HTA : entre 1 kV et 50 kV, BTB : entre 500 V et 1 kV, BTA : entre 50 et 500 V et TBT : inférieur à 50 V.

Remarque : En pratique, il y a des valeurs de tensions standards pour chaque niveau. En Algérie ces niveaux sont 220 kV en transport, 60 kV et 30 kV en répartition et distribution MT et 400 V en distribution BT.

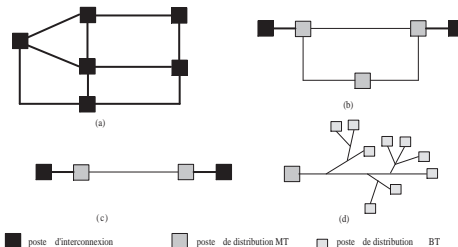
Topologies



Maillé, Bouclé, Radial, Arborescent

- Réseaux de Transport ;
- Réseaux de Distribution MT ;
- Réseaux de distribution MT, BT ;
- Réseaux de distribution BT.

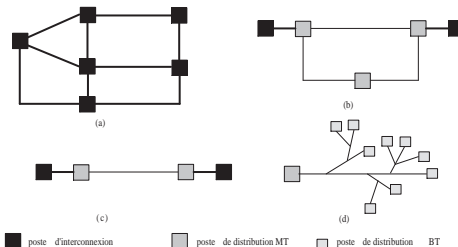
Topologies



Maillé, Bouclé, Radial, Arborescent

- Réseaux de Transport ;
- Réseaux de Distribution MT ;
- Réseaux de distribution MT, BT ;
- Réseaux de distribution BT.

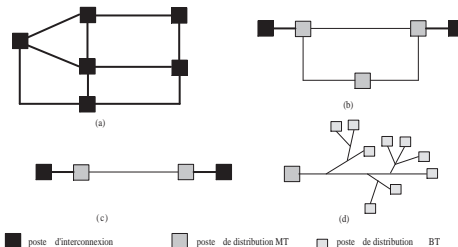
Topologies



Maillé, Bouclé, Radial, Arborescent

- Réseaux de Transport ;
- Réseaux de Distribution MT ;
- Réseaux de distribution MT, BT ;
- Réseaux de distribution BT.

Topologies



Maillé, Bouclé, Radial, Arborescent

- Réseaux de Transport ;
- Réseaux de Distribution MT ;
- Réseaux de distribution MT, BT ;
- Réseaux de distribution BT.

Fonctions d'un poste

Point de transit

- Transiter la puissance d'un niveau de tension à un autre.
- Reconfiguration du réseau.

D'autres fonctions

- Réglage de la tension ;
- Comptage de puissance ;
- Surveillance, Protection, ...etc.

Fonctions d'un poste

Point de transit

- Transiter la puissance d'un niveau de tension à un autre.
- Reconfiguration du réseau.

D'autres fonctions

- Réglage de la tension ;
- Comptage de puissance ;
- Surveillance, Protection, ...etc.

Appareillage d'un poste

Appareillage de puissance

Transformateurs de puissance

Appareillage de connexion

Les jeux de barres

Appareillage de coupure

Sectionneurs, et disjoncteurs

Appareillage de mesures

Transformateurs de courants, transformateurs de potentiel

Dispositifs de réglage de tension

Compensateurs de puissance réactive, auto-transformateurs

Appareillage d'un poste

Appareillage de puissance

Transformateurs de puissance

Appareillage de connexion

Les jeux de barres

Appareillage de coupure

Sectionneurs, et disjoncteurs

Appareillage de mesures

Transformateurs de courants, transformateurs de potentiel

Dispositifs de réglage de tension

Compensateurs de puissance réactive, auto-transformateurs

Appareillage d'un poste

Appareillage de puissance

Transformateurs de puissance

Appareillage de connexion

Les jeux de barres

Appareillage de coupure

Sectionneurs, et disjoncteurs

Appareillage de mesures

Transformateurs de courants, transformateurs de potentiel

Dispositifs de réglage de tension

Compensateurs de puissance réactive, auto-transformateurs

Appareillage d'un poste

Appareillage de puissance

Transformateurs de puissance

Appareillage de connexion

Les jeux de barres

Appareillage de coupure

Sectionneurs, et disjoncteurs

Appareillage de mesures

Transformateurs de courants, transformateurs de potentiel

Dispositifs de réglage de tension

Compensateurs de puissance réactive, auto-transformateurs

Appareillage d'un poste

Appareillage de puissance

Transformateurs de puissance

Appareillage de connexion

Les jeux de barres

Appareillage de coupure

Sectionneurs, et disjoncteurs

Appareillage de mesures

Transformateurs de courants, transformateurs de potentiel

Dispositifs de réglage de tension

Compensateurs de puissance réactive, auto-transformateurs

Qualités recherchées et contraintes

Qualités (**Sécurité**, Souplesse, Simplicité)

- Conserver le maximum de dérivations en cas de défaut ;
- Pouvoir réaliser plusieurs découpages ;
- Changer de configuration en manœuvrant le minimum d'appareillage.

Contraintes

- Coûts d'investissement, de protection et de maintenance ;
- Complexité ;
- En THT et HT la sécurité est favorisée ;
- En MT et BT l'économie est favorisée ;

Qualités recherchées et contraintes

Qualités (Sécurité, **Souplesse**, Simplicité)

- Conserver le maximum de dérivations en cas de défaut ;
- **Pouvoir réaliser plusieurs découpages ;**
- Changer de configuration en manœuvrant le minimum d'appareillage.

Contraintes

- Coûts d'investissement, de protection et de maintenance ;
- Complexité ;
- En THT et HT la sécurité est favorisée ;
- En MT et BT l'économie est favorisée ;

Qualités recherchées et contraintes

Qualités (Sécurité, Souplesse, **Simplicité**)

- Conserver le maximum de dérivations en cas de défaut ;
- Pouvoir réaliser plusieurs découpages ;
- **Changer de configuration en manœuvrant le minimum d'appareillage.**

Contraintes

- Coûts d'investissement, de protection et de maintenance ;
- Complexité ;
- En THT et HT la sécurité est favorisée ;
- En MT et BT l'économie est favorisée ;

Qualités recherchées et contraintes

Qualités (Sécurité, Souplesse, Simplicité)

- Conserver le maximum de dérivations en cas de défaut ;
- Pouvoir réaliser plusieurs découpages ;
- Changer de configuration en manœuvrant le minimum d'appareillage.

Contraintes

- Coûts d'investissement, de protection et de maintenance ;
- Complexité ;

- En THT et HT la sécurité est favorisée ;
- En MT et BT l'économie est favorisée ;

Qualités recherchées et contraintes

Qualités (Sécurité, Souplesse, Simplicité)

- Conserver le maximum de dérivations en cas de défaut ;
- Pouvoir réaliser plusieurs découpages ;
- Changer de configuration en manœuvrant le minimum d'appareillage.

Contraintes

- Coûts d'investissement, de protection et de maintenance ;
- Complexité ;
- En THT et HT la sécurité est favorisée ;
- En MT et BT l'économie est favorisée ;

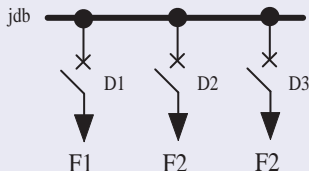
- 1 Hiérarchisation du réseau
 - Vue globale du réseau
 - Topologies des réseaux/Network topologies
- 2 Les postes électriques
 - Équipements d'un poste
 - Architecture des postes
- 3 Architectures de postes
 - Architecture à couplage de barres
 - Architecture à couplage de disjoncteurs
- 4 Architectures des réseaux de distribution
 - Réseaux urbains
 - Réseaux ruraux
 - Poste de distribution MT/BT rural et semi-urbain

Architectures des postes

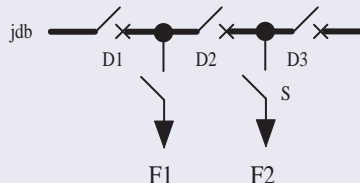
Architecture à (Couplage de barres, Couplage de disjoncteurs)

- Les jeux de barres couplent entre eux les différents départs ;
- Les disjoncteurs couplent entre eux les différents départs ;

Architectures des postes



(a) Couplage de barres.



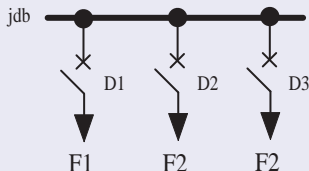
(b) Couplage de disjoncteurs.

Architectures des postes

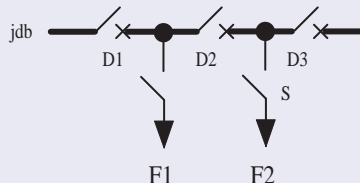
Architecture à (Couplage de barres, Couplage de disjoncteurs)

- Les jeux de barres couplent entre eux les différents départs ;
- Les disjoncteurs couplent entre eux les différents départs ;

Architectures des postes



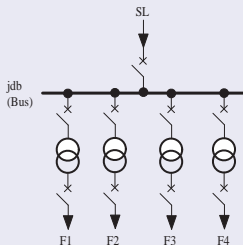
(c) Couplage de barres.



(d) Couplage de disjoncteurs.

Postes à couplage de barres

Schéma simple antenne-simple jeu de barres



- Une ou plusieurs arrivées ;
- Un jeu de barres ;
- Un ou plusieurs départs.

Postes à couplage de barres

Schéma simple antenne-simple jeu de barres/Avantages

Simples et pas coûteux ;

Schéma simple antenne-simple jeu de barres/Inconvénients

Très mauvaise fiabilité ;

- Un défaut ou maintenance sur le jeu de barres entraîne la perte de tout le poste ;
- Un défaut sur un départ entraîne sa perte ;
- Un défaut ou maintenance sur l'arrivée entraîne la perte de tout le poste.

Postes à couplage de barres

Schéma simple antenne-simple jeu de barres/Avantages

Simple et pas coûteux ;

Schéma simple antenne-simple jeu de barres/Inconvénients

Très mauvaise fiabilité ;

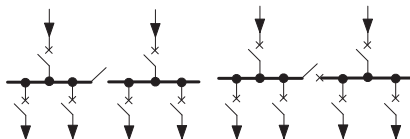
- Un défaut ou maintenance sur le jeu de barres entraîne la perte de tout le poste ;
- Un défaut sur un départ entraîne sa perte ;
- Un défaut ou maintenance sur l'arrivée entraîne la perte de tout le poste.

Schéma double antenne-simple jeu de barres

Amélioration du schéma simple jeu antenne-simple jeu de barres.

Jeu de barres en tronçons (Couplage de des tronçon par sectionneur, Couplage par disjoncteur)

- Les tronçons du jeu de barres couplés par un sectionneur.
- Les tronçons du jeu de barres couplés par un disjoncteur.



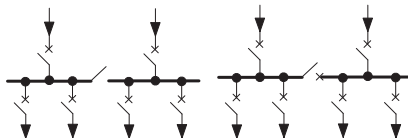
(e) Tonçons couplé par sectionneur . (f) Tonçons couplé par disjoncteur.

Schéma double antenne-simple jeu de barres

Amélioration du schéma simple jeu antenne-simple jeu de barres.

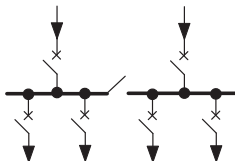
Jeu de barres en tronçons (Couplage de des tronçon par sectionneur, **Couplage par disjoncteur**)

- Les tronçons du jeu de barres couplés par un sectionneur.
- **Les tronçons du jeu de barres couplés par un disjoncteur.**



(g) Tonçons couplé par sectionneur . (h) Tonçons couplé par disjoncteur.

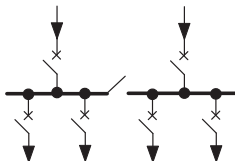
Schéma double antenne-simple jeu de barres



Tronçons couplés par sectionneur (**Avantage** Inconvénient)

- **Maintenabilité améliorée** : Une moitié du poste est préservée en cas de défaut ou de maintenance sur l'autre moitié.
- Mauvaise sécurité : En cas défaut sur un côté, on doit isoler l'autre côté pour pouvoir ouvrir le sectionneur ce qui va engendrer la perte de tout le poste pendant cette opération.

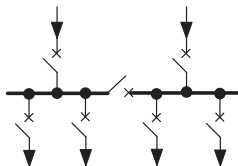
Schéma double antenne-simple jeu de barres



Tronçons couplés par sectionneur (Avantage **Inconvénient**)

- Maintenabilité améliorée : Une moitié du poste est préservée en cas de défaut ou de maintenance sur l'autre moitié.
- Mauvaise sécurité : En cas défaut sur un côté, on doit isoler l'autre côté pour pouvoir ouvrir le sectionneur ce qui va engendrer la perte de tout le poste pendant cette opération.

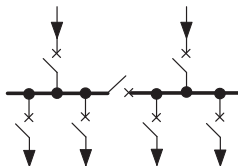
Schéma double antenne-simple jeu de barres



Tronçons couplés par disjoncteur (Avantage Inconvénient)

- **Maintenabilité et sécurité améliorées : Disjoncteur NO.** Si une arrivée et perdue il ferme instantanément ;
- Sécurité relativement mauvaise : Un défaut sur un tronçon entraine la perte de tous ses départs.

Schéma double antenne-simple jeu de barres

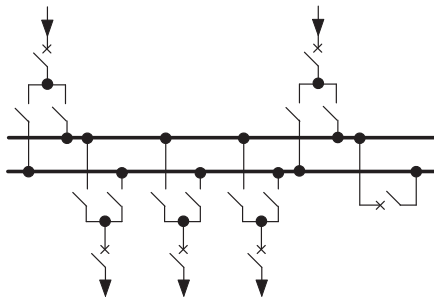


Tronçons couplés par disjoncteur (Avantage **Inconvénient**)

- Maintenabilité et sécurité améliorées : Disjoncteur NO. Si une arrivée et perdue il ferme instantanément ;
- **Sécurité relativement mauvaise : Un défaut sur un tronçon entraine la perte de tous ses départs.**

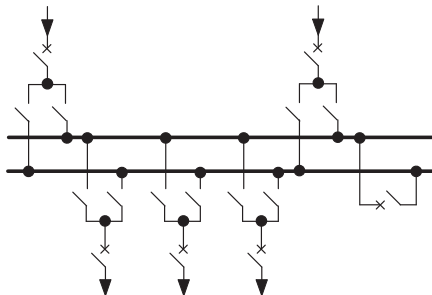
Schéma double antenne-boucle jeu de barres

Amélioration de la sécurité avec un double jeu de barres



- Un arrivée alimente normalement un seul jeu de barre ;
- Un départ est normalement alimenté par un seul jeu de barres ;
- Les JDB couplés par un disjoncteur NO.

Schéma double antenne-boucle jeu de barres

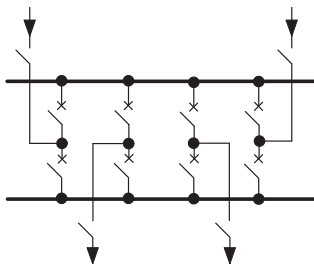


Avantages

- Très bonne fiabilité : Seul la perte de toutes les arrivées ou la perte de deux jeux de barres entrainera la perte du poste.

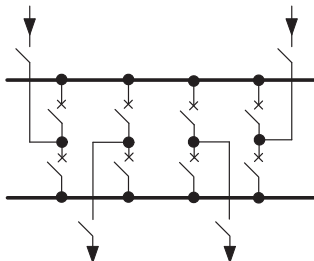
- 1 Hiérarchisation du réseau
 - Vue globale du réseau
 - Topologies des réseaux/Network topologies
- 2 Les postes électriques
 - Équipements d'un poste
 - Architecture des postes
- 3 Architectures de postes
 - Architecture à couplage de barres
 - Architecture à couplage de disjoncteurs
- 4 Architectures des réseaux de distribution
 - Réseaux urbains
 - Réseaux ruraux
 - Poste de distribution MT/BT rural et semi-urbain

Schéma à deux JDB et deux disjoncteurs



- Chaque dérivation (arrivée ou départ) est encadrée par deux disjoncteurs ;
- Les dérivations sont normalement réparties sur les deux JDB.

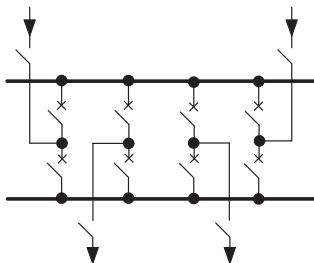
Schéma à deux JDB et deux disjoncteurs



Avantages

- Très bonne flexibilité : Possibilité de basculer les dérivations sur un jeu de barres si nécessaire (défaut ou maintenance sur l'autre jeu de barres ou un de ses disjoncteurs).

Schéma à deux JDB et deux disjoncteurs/Bouble bus-double breaker

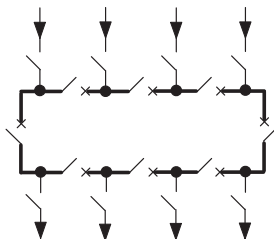


Inconvénients

- Coûte cher ;
- S'il y a un défaut sur le disjoncteur on peut perdre la moitié des dérivations.

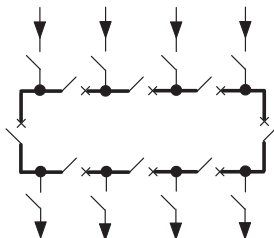
Schéma en Anneau/Ring scheme

Schéma à couplage de barres refermé sur lui même



- Un jeu de barre en tronçons formant un anneau ;
- Chaque dérivation est encadrée par deux disjoncteurs ;
- Tous les disjoncteurs sont NF.

Schéma en Anneau/Ring scheme

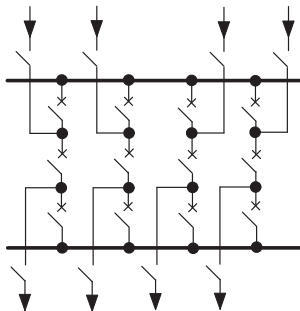


Avantages

- Pas cher : Nbr de disjoncteurs égal nbr de dérivations ;
- Très fiable : Dérivation alimentée par deux disjoncteurs. On perd un disjoncteur mais pas la dérivation ;
- Toutes les manœuvres sont réalisées par disjoncteurs.

Schéma à un disjoncteur et demi/One breaker and half

Deux JDB et trois disjoncteurs pour chaque dérivation (d'où 1 et 1/2).



- Chaque dérivation est encadrée par deux disjoncteurs ;
- Deux dérivation partage un disjoncteur de couplage NO ;

Schéma à un disjoncteur et demi/One breaker and half

Avantages

- Excellente fiabilité : Un défaut jeu de barre n'entraînera la perte d'aucune dérivation ;
- Grâce au disjoncteurs de couplage, les dérivations sont préservées même si on perd les deux jeux de barres ;
- Excellente flexibilité : On peut facilement basculer les dérivations sur un jeux de barres si nécessaire.
- Toutes les manœuvres sont réalisées par disjoncteurs.

Inconvénients

- Coûte cher ;
- Protection et contrôle complexes.

Schéma à un disjoncteur et demi/One breaker and half

Avantages

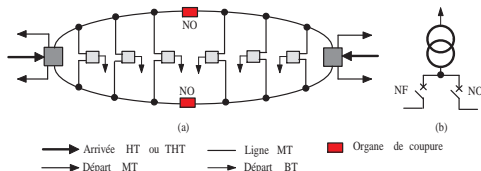
- Excellente fiabilité : Un défaut jeu de barre n'entraînera la perte d'aucune dérivation ;
- Grâce au disjoncteurs de couplage, les dérivations sont préservées même si on perd les deux jeux de barres ;
- Excellente flexibilité : On peut facilement basculer les dérivations sur un jeux de barres si nécessaire.
- Toutes les manœuvres sont réalisées par disjoncteurs.

Inconvénients

- Coûte cher ;
- Protection et contrôle complexes.

- 1 Hiérarchisation du réseau
 - Vue globale du réseau
 - Topologies des réseaux/Network topologies
- 2 Les postes électriques
 - Équipements d'un poste
 - Architecture des postes
- 3 Architectures de postes
 - Architecture à couplage de barres
 - Architecture à couplage de disjoncteurs
- 4 Architectures des réseaux de distribution
 - Réseaux urbains
 - Réseaux ruraux
 - Poste de distribution MT/BT rural et semi-urbain

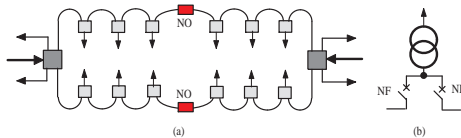
Réseaux en double dérivation simple



Structure radiale en antenne doublée à partir du JDB d'un poste source HT/MT.

- Chaque poste HT/BT prend sa source à partir d'un câble principal et un câble de secours ;
- En cas de défaut sur le câble principal, la charge (c'est-à-dire le poste MT/BT) peut être basculée vers le câble de secours ;
- Un organe de coupure est installé tous les 10 à 15 postes MT/BT pour faciliter les manœuvres lors de l'élimination de défaut ou de maintenance.

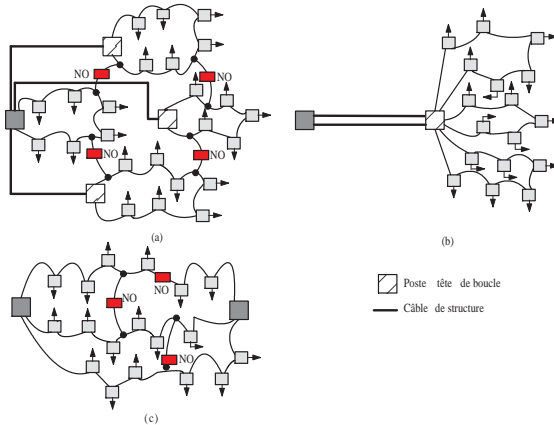
Réseaux à structure en coupure d'artère



Un câble part d'un poste source HT/MT, et passe successivement par les postes MT/BT à desservir avant de rejoindre soit un autre poste source HT/MT, soit un départ différent du même poste source HT/MT, soit un câble secours.

L'option en coupure d'artère est plus économique que la double dérivation.

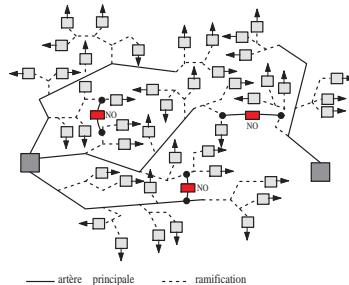
Réseaux en coupure d'artère/différentes variantes



(a) : La maille, (b) : La boucle, (c) : structure maillée

- 1 Hiérarchisation du réseau
 - Vue globale du réseau
 - Topologies des réseaux/Network topologies
- 2 Les postes électriques
 - Équipements d'un poste
 - Architecture des postes
- 3 Architectures de postes
 - Architecture à couplage de barres
 - Architecture à couplage de disjoncteurs
- 4 Architectures des réseaux de distribution
 - Réseaux urbains
 - Réseaux ruraux
 - Poste de distribution MT/BT rural et semi-urbain

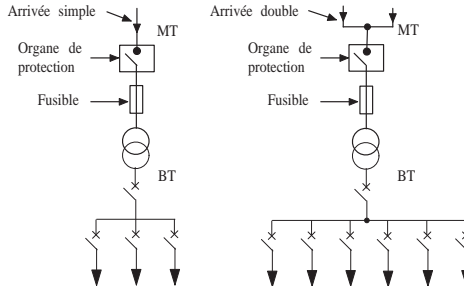
Réseaux arborescent



Architecture arborescente bouclable mais exploitée en radial

- 1 Hiérarchisation du réseau
 - Vue globale du réseau
 - Topologies des réseaux/Network topologies
- 2 Les postes électriques
 - Équipements d'un poste
 - Architecture des postes
- 3 Architectures de postes
 - Architecture à couplage de barres
 - Architecture à couplage de disjoncteurs
- 4 Architectures des réseaux de distribution
 - Réseaux urbains
 - Réseaux ruraux
 - Poste de distribution MT/BT rural et semi-urbain

Réseaux arborescent



- Arrivée simple (rural). Arrivée double (urbain) ;
- Coupure MT : Sectionneur, ou disjoncteur si $I > 45$ A.

Ce qu'il faut retenir

- L'architecture d'un poste électrique est dictée par les nombres et les dispositions des jeux de barres et des disjoncteurs ;
- Plusieurs jeux de barres ou tronçons de barres améliore la fiabilité du poste mais augmente ses coûts de réalisation et de maintenance ;
- Il y a deux architectures principales pour les postes électriques ; Architecture à couplage de barres, et architecture à couplage de disjoncteurs. Celle-ci est meilleure de point de vue fiabilité mais elle coûte souvent cher ;
- Le réseau de transport est souvent maillé, alors que le réseau de distribution MT est souvent bouclé. Néanmoins, on peut trouver des structures radiales simples ;
- La distribution MT se fait souvent en double dérivation ou en coupure d'artère pour les milieux urbains et en simple dérivation pour les zones rurales ;

Merci de votre attention
Questions ?