
1. Les architectures de réseaux

1. LES ARCHITECTURES DE RESEAUX

L'architecture d'un réseau de distribution électrique industriel est plus ou moins complexe suivant le niveau de tension, la puissance demandée et la sûreté d'alimentation requise. Nous allons identifier les différents postes de livraison HTB et HTA, et la structure des réseaux HTA et BT.

A la fin du chapitre, six exemples typiques de schémas de réseaux industriels sont montrés.

■ définition

La nouvelle norme en vigueur en France UTE C 18-510 définit les niveaux de tension alternative comme suit :

- HTB ⇨ pour une tension composée supérieure à 50 kV
- HTA ⇨ pour une tension composée comprise entre 1 kV et 50 kV
- BTB ⇨ pour une tension composée comprise entre 500 V et 1 kV
- BTA ⇨ pour une tension composée comprise entre 50 V et 500 V
- TBT ⇨ pour une tension composée inférieure ou égale à 50 V

Les notations de la norme CEI 38 seront parfois utilisées dans ce document avec les définitions suivantes :

- HT ⇨ pour une tension composée comprise entre 100 V et 1000 V
Les valeurs normalisées sont : 45 kV - 66 kV - 110 kV - 132 kV - 150 kV - 220 kV
- MT ⇨ pour une tension composée comprise entre 1000 V et 35 kV
Les valeurs normalisées sont : 3,3 kV - 6,6 kV - 11 kV - 22 kV - 33 kV
- BT ⇨ pour une tension composée comprise entre 100 V et 1000 V
Les valeurs normalisées sont : 400 V - 690 V - 1000 V (à 50 Hz)

1.1. Structure générale d'un réseau privé de distribution

Dans le cas général avec une alimentation en HTB, un réseau privé de distribution comporte (voir fig. 1-1) :

- un poste de livraison HTB alimenté par une ou plusieurs sources, il est composé d'un ou plusieurs jeux de barres et de disjoncteurs de protection
- une source de production interne
- un ou plusieurs transformateurs HTB / HTA
- un tableau principal HTA composé d'un ou plusieurs jeux de barres
- un réseau de distribution interne en HTA alimentant des tableaux secondaires ou des postes HTA / BT
- des récepteurs HTA
- des transformateurs HTA / BT
- des tableaux et des réseaux basse tension
- des récepteurs basse tension.

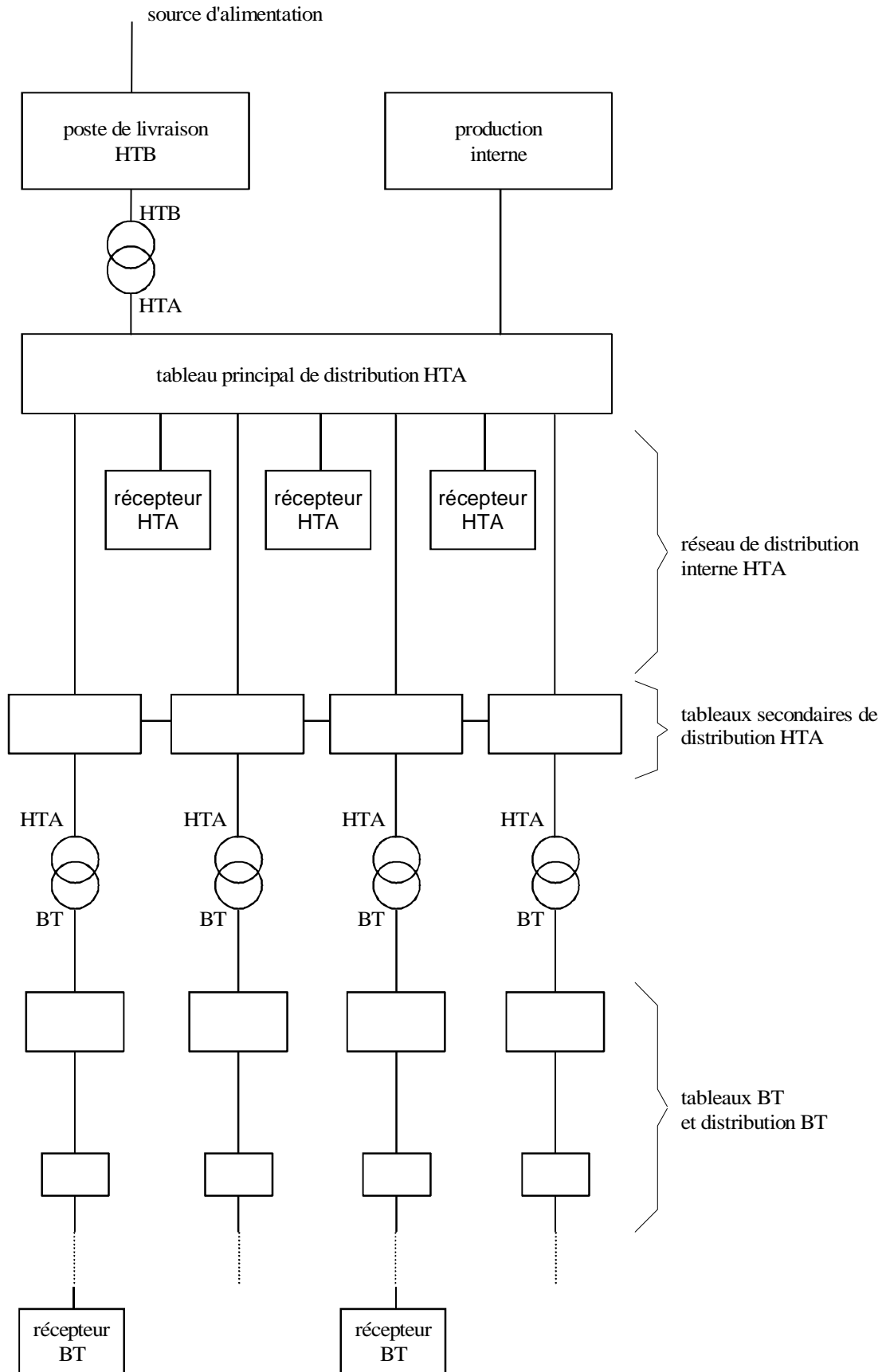


Figure 1-1 : structure générale d'un réseau privé de distribution

Publication, traduction et reproduction totales ou partielles de ce document sont rigoureusement interdites sauf autorisation écrite de nos services.
 The publication, translation and reproduction, either wholly or partly, of this document are not allowed without our written consent.

1.2. La source d'alimentation

En France, l'alimentation des réseaux industriels peut être réalisée, soit :

- en HTB, ce qui signifie que la tension est supérieure à 50 kV, en général 63 kV, 90 kV ou 225 kV.
- en HTA, ce qui signifie que la tension est comprise entre 1 kV et 50 kV, en général 5,5 kV, 10 kV, 15 kV, 20 kV ou 33 kV.
- en BTA, ce qui signifie que la tension est inférieure à 1 kV, en général 400 V.

La tension de la source d'alimentation est liée à la puissance de livraison. Le tableau 1-1 indique les niveaux de tensions d'alimentation usuellement choisis en France en fonction de la puissance souscrite.





| tension d'alimentation | puissance de livraison | | | |
|------------------------|--|---------|-----------|-----------|
| | 0 | 250 kVA | 10000 kVA | 40000 kVA |
| BTA |  | | | |
| HTA |  | | | |
| HTB 63 kV ou 90 kV |  | | | |
| HTB 225 kV |  | | | |

Tableau 1-1 : niveaux de tension d'alimentation en fonction de la puissance souscrite

Nota : les puissances associées aux différentes tensions résultent d'études technico-économiques globales qui prennent en compte l'intérêt du client et du distributeur. Les caractéristiques locales du réseau de distribution ou les particularités de l'installation électrique du client peuvent entraîner des modifications à ces choix de niveau de tension.

1.3. Les postes de livraison HTB

Ils concernent généralement les puissances supérieures à 10 MVA. L'installation du poste de livraison est comprise entre :

- d'une part, le point de raccordement au réseau de distribution HTB
- d'autre part, la borne aval du ou des transformateurs HTB / HTA

Les schémas électriques des postes de livraison HTB les plus couramment rencontrés sont les suivants :

■ **simple antenne** (voir fig. 1-2)

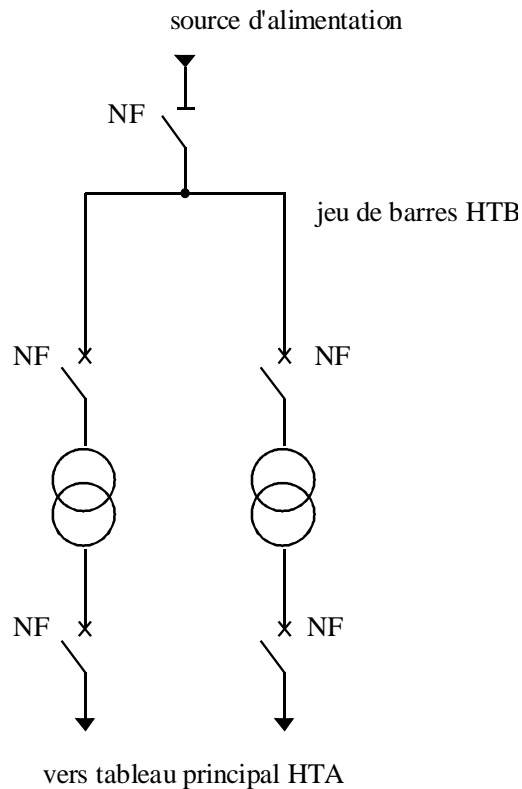


Figure 1-2 : alimentation simple antenne d'un poste de livraison HTB

avantage : Coût minimal

inconvénient : Disponibilité faible

Nota : les sectionneurs d'isolement associés aux disjoncteurs HTB ne sont pas représentés.

■ **double antenne** (voir fig. 1-3)

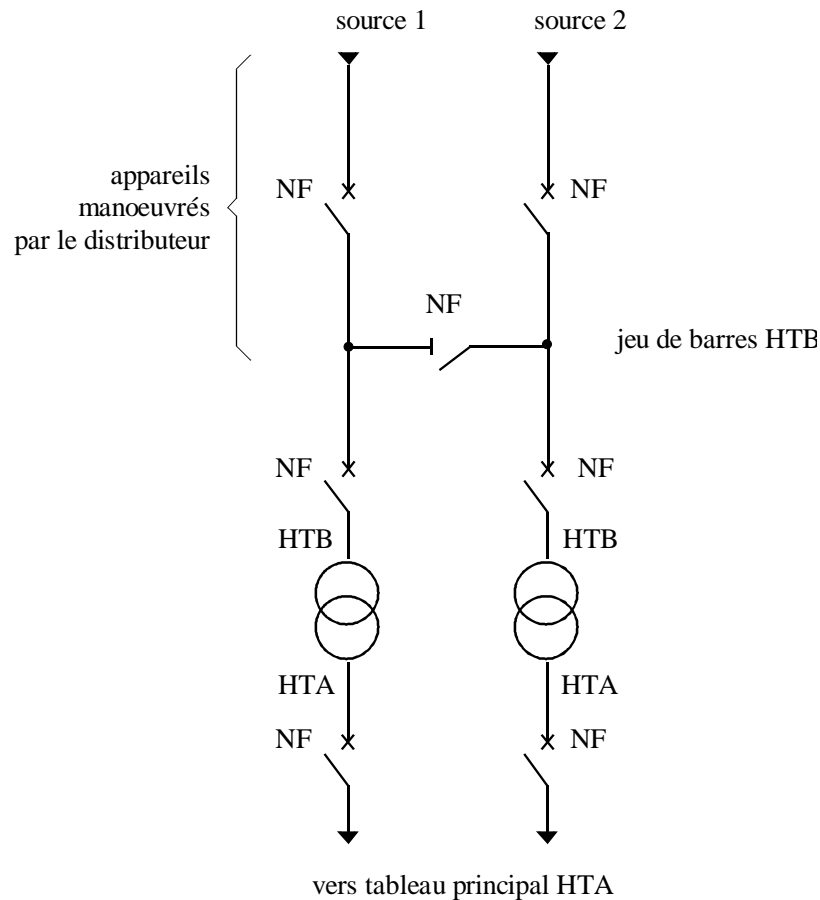


Figure 1-3 : alimentation double antenne d'un poste de livraison HTB

mode d'exploitation :

- normal : Les deux disjoncteurs d'arrivée des sources sont fermés, ainsi que le sectionneur de couplage. Les transformateurs sont donc alimentés par les 2 sources simultanément.
- perturbé : En cas de perte d'une source, l'autre source assure la totalité de l'alimentation.

avantages :

- bonne disponibilité, dans la mesure où chaque source peut alimenter la totalité du réseau
- maintenance possible du jeu de barres, avec un fonctionnement partiel de celui-ci

inconvénients :

- solution plus coûteuse que l'alimentation simple antenne
- ne permet qu'un fonctionnement partiel du jeu de barres en cas de maintenance de celui-ci

Nota : les sectionneurs d'isolement associés aux disjoncteurs HTB ne sont pas représentés.

Publication, traduction et reproduction totales ou partielles de ce document sont rigoureusement interdites sauf autorisation écrite de nos services.
The publication, translation and reproduction, either wholly or partly, of this document are not allowed without our written consent.

■ **double antenne - double jeu de barres** (voir fig. 1-4)

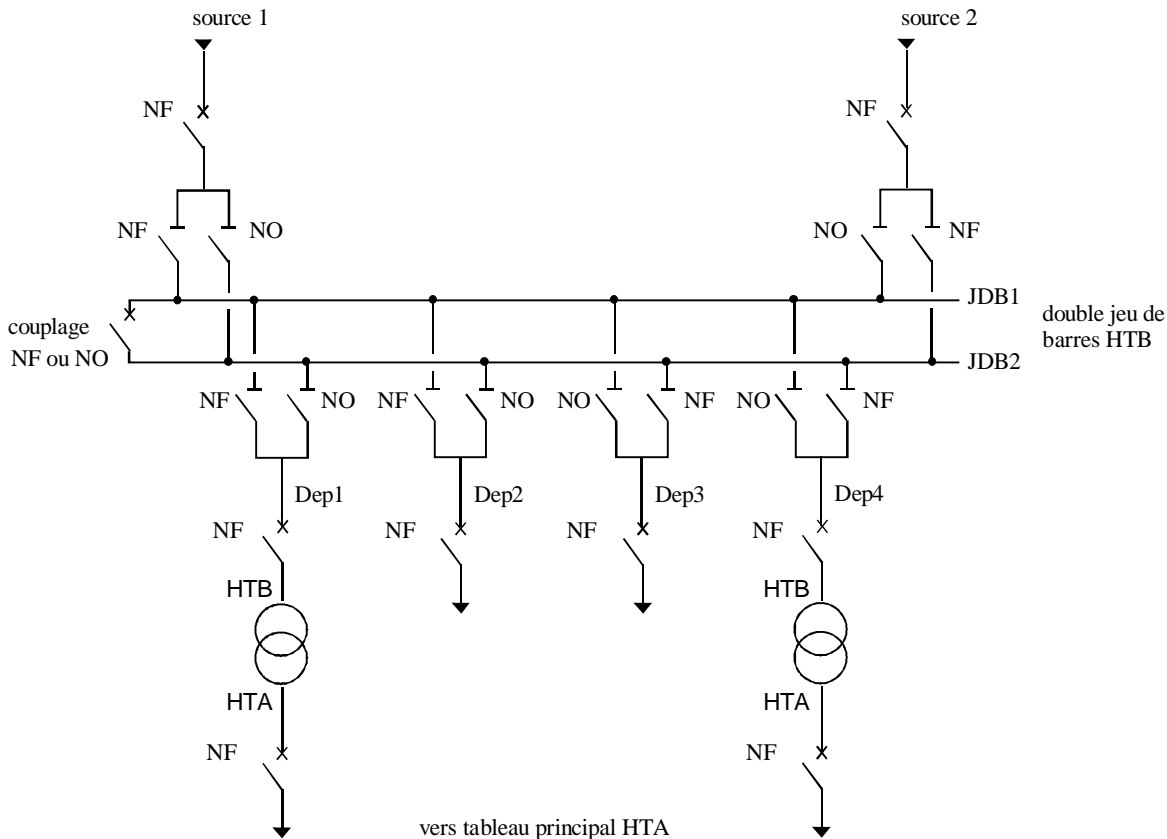


Figure 1-4 : alimentation double antenne - double jeu de barres d'un poste de livraison HTB

mode d'exploitation :

- normal : La source 1 alimente, par exemple, le jeu de barres JDB1 et les départs Dep1 et Dep2.
La source 2 alimente, par exemple, le jeu de barres JDB2 et les départs Dep3 et Dep4.
Le disjoncteur de couplage peut être maintenu fermé ou ouvert.
- perturbé : En cas de perte d'une source, l'autre source assure la totalité de l'alimentation.
En cas de défaut sur un jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), le disjoncteur de couplage est ouvert et l'autre jeu de barres alimente la totalité des départs.

avantages :

- bonne disponibilité d'alimentation
- très grande souplesse d'utilisation pour l'affectation des sources et des charges, et pour la maintenance des jeux de barres
- possibilité de transfert de jeu de barres sans coupure (lorsque les jeux de barres sont couplés, il est possible de manoeuvrer un sectionneur si son sectionneur adjacent est fermé).

inconvénient :

- surcoût important par rapport à la solution simple jeu de barres

Nota : les sectionneurs d'isolement associés aux disjoncteurs HTB ne sont pas représentés.

Publication, traduction et reproduction totales ou partielles de ce document sont rigoureusement interdites sauf autorisation écrite de nos services.
The publication, translation and reproduction, either wholly or partly, of this document are not allowed without our written consent.

1.4. Les postes de livraison HTA

Ils concernent généralement les puissances comprises entre 250 kVA et 10 MVA.

En France, deux types de postes de livraison HTA existent selon que le comptage est effectué en BT ou en HTA.

1.4.1. Les postes de livraison HTA à comptage BT

En France, ils sont régis par la norme NF C 13-100, ils ne comportent qu'un seul transformateur dont le courant secondaire est inférieur ou égal à 2000 A, soit une puissance inférieure ou égale à 1250 kVA pour une tension composée de 400 V.

■ simple dérivation (voir fig. 1-5)

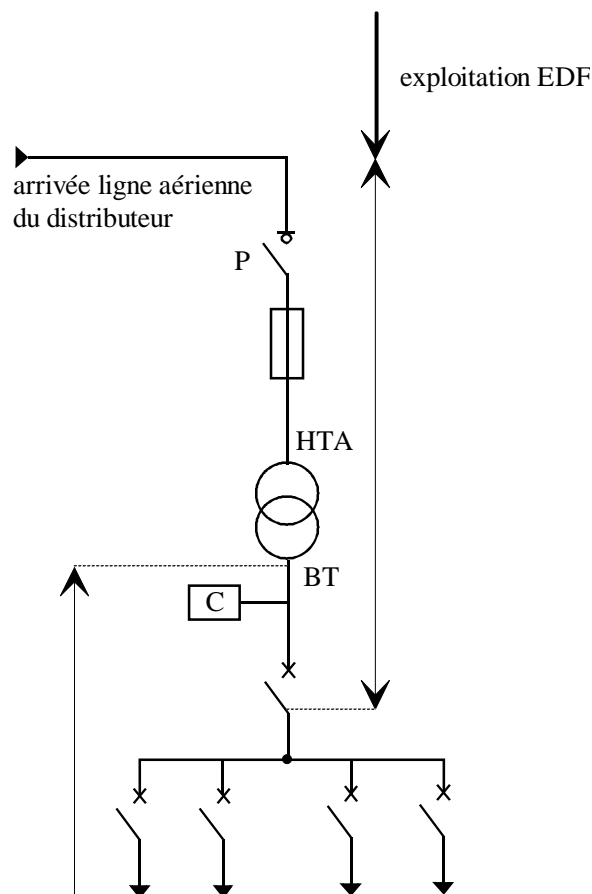


Figure 1-5 : alimentation en simple dérivation d'un poste de livraison HTA à comptage BT

La cellule protection générale P doit être un disjoncteur si le courant nominal est supérieur ou égal à 45 A (voir NF C 13-100 § 433.1).

Ce type de poste est utilisé en général pour la distribution publique HTA en lignes aériennes, il comporte une seule source d'alimentation possible par le distributeur.

■ coupure d'artère (voir fig. 1-6)

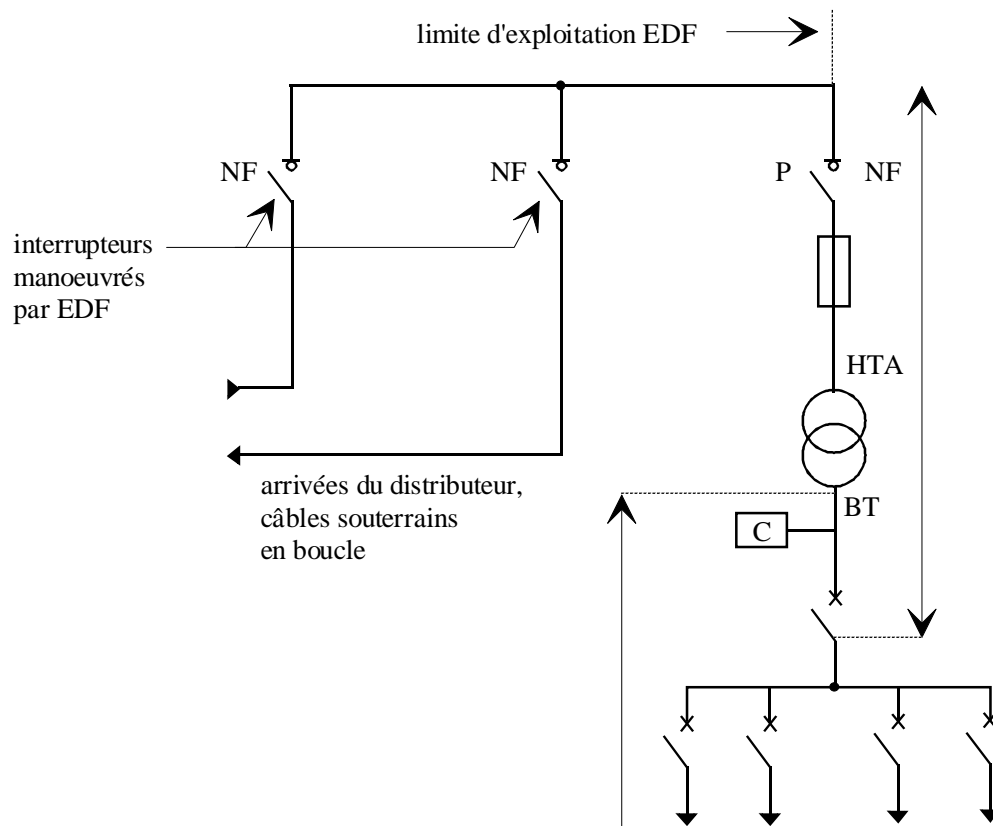


Figure 1-6 : alimentation en coupure d'artère d'un poste de livraison HTA à comptage BT

La cellule protection générale *P* doit être un disjoncteur si le courant nominal est supérieur ou égal à 45 A (voir NF C 13-100 § 433.1).

Ce type de poste est utilisé pour la distribution publique HTA urbaine en réseaux souterrains, il permet à l'utilisateur de bénéficier d'une source d'alimentation fiable à partir de deux postes sources ou 2 départs HTA, ce qui limite les interruptions pour travaux ou en cas de panne.

■ **double dérivation** (voir fig. 1-7)

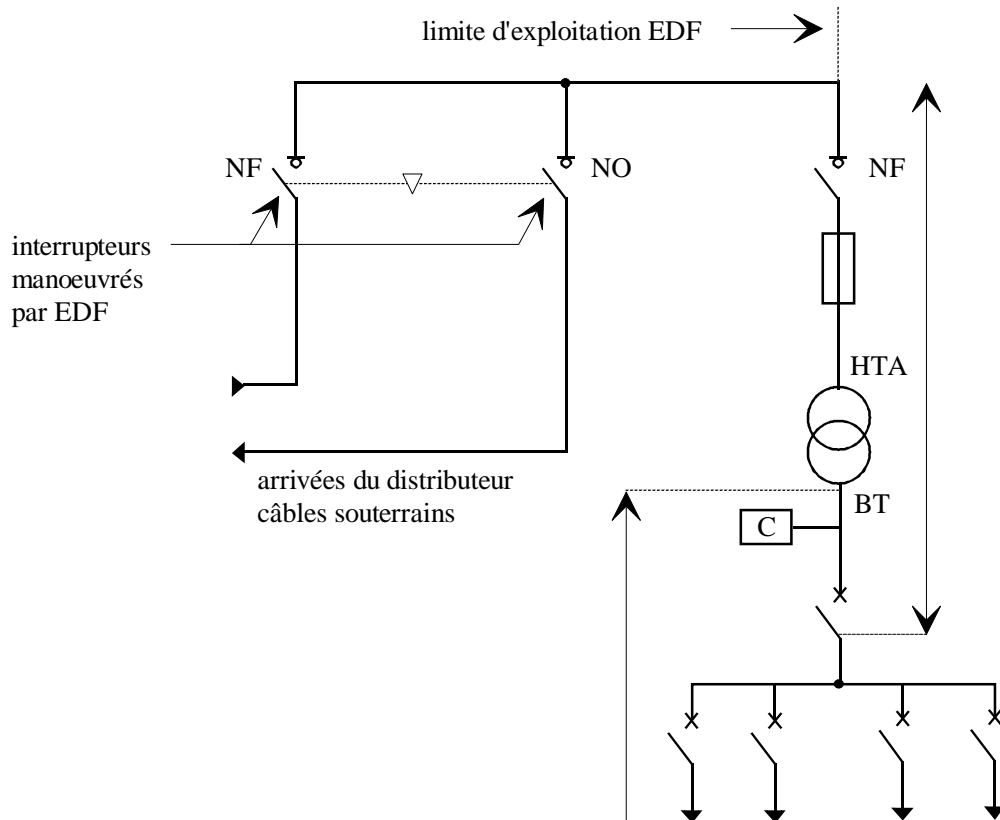


Figure 1-7 : alimentation en double dérivation d'un poste de livraison HTA à comptage BT

La cellule protection générale P doit être un disjoncteur si le courant nominal est supérieur ou égal à 45 A (voir NF C 13-100 § 433.1).

Lorsque le réseau public HTA comporte deux câbles souterrains distincts en parallèle, le poste peut être alimenté par l'une ou l'autre de ces deux dérivation.

La permutation d'une alimentation sur l'autre s'effectue lors de la disparition de la tension sur le câble alimentant le poste. Elle est réalisée soit automatiquement, soit manuellement.

Ce schéma, très coûteux pour le distributeur, est utilisé lorsque les exigences de disponibilité sont importantes (le surcoût est généralement payé par l'utilisateur).

1.4.2. Les postes de livraison HTA à comptage HT

Ils comportent plusieurs transformateurs ou un seul si son courant secondaire est supérieur à 2 000 A (puissance supérieure à 1250 kVA pour une tension composée de 400 V) et peuvent comporter des départs HTA.

La partie de l'installation allant du point de raccordement au réseau HTA jusqu'au sectionneur d'isolement situé en aval du disjoncteur général est régie par la norme NF C 13-100 ; les jeux de barres, le réseau HTA et les transformateurs sont régis par la norme NF C 13-200.

De façon identique aux postes de livraison à comptage BT, l'alimentation par le distributeur peut être en simple dérivation, coupure d'artère ou double dérivation.

■ **exemple de schéma** (voir fig. 1-8)

Poste de livraison avec une alimentation en coupure d'artère comportant 2 transformateurs et 2 départs HTA.

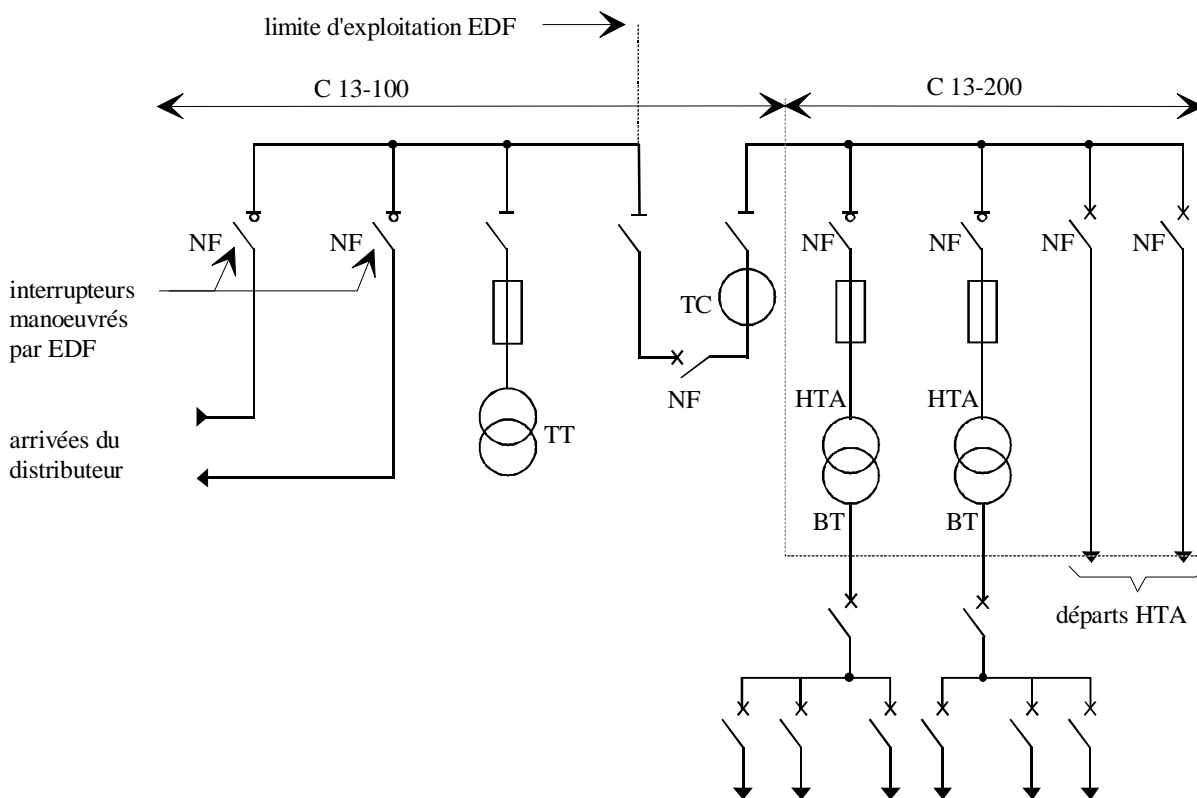


Figure 1-8 : exemple de poste de livraison HTA à comptage HT

Le comptage HT est réalisé grâce au TT (transformateur de tension) et au TC (transformateur de courant).

Le transformateur de courant possède généralement un deuxième secondaire utilisé pour la protection contre les surintensités.

Publication, traduction et reproduction totales ou partielles de ce document sont rigoureusement interdites sauf autorisation écrite de nos services.
The publication, translation and reproduction, either wholly or partly, of this document are not allowed without our written consent.

1.5. Les réseaux HTA à l'intérieur du site

Les réseaux HTA sont composés de tableaux et de liaisons alimentant ces tableaux. Nous allons d'abord étudier les différents modes d'alimentation des tableaux, puis les différentes structures des réseaux permettant d'alimenter ces tableaux.

Nota : les sectionneurs d'isolement et les systèmes de débrogage permettant d'effectuer la maintenance de l'installation ne sont pas représentés sur les schémas.

1.5.1. Modes d'alimentation des tableaux HTA

Nous allons identifier les principales solutions d'alimentation d'un tableau HTA, indépendamment de son emplacement dans le réseau.

Le nombre de sources et la complexité du tableau diffèrent suivant le niveau de sûreté de fonctionnement désiré.

Les schémas sont classés dans un ordre tel que la sûreté de fonctionnement s'améliore tandis que le coût d'installation augmente.

■ 1 jeu de barres, 1 source d'alimentation (voir fig. 1-9)

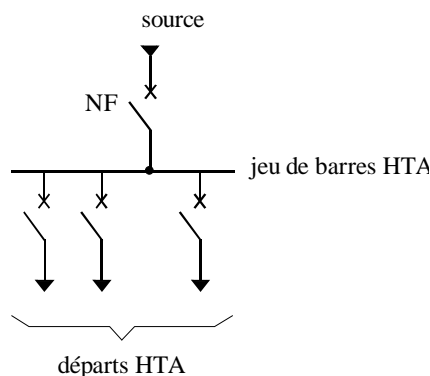


Figure 1-9 : 1 jeu de barres, 1 source d'alimentation

fonctionnement : en cas de perte de la source d'alimentation, le jeu de barres est hors service jusqu'à l'opération de réparation.

■ 1 jeu de barres sans couplage, 2 sources d'alimentation (voir fig. 1-10)

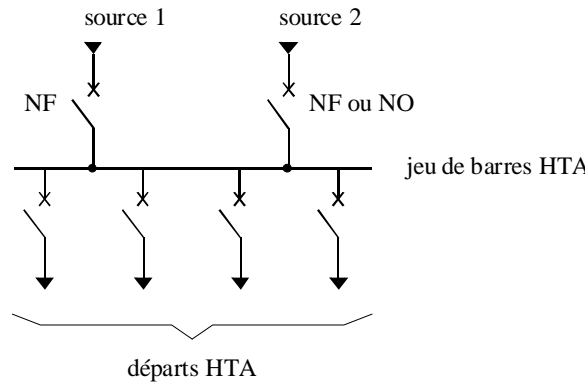


Figure 1-10 : 1 jeu de barres sans couplage, 2 sources d'alimentation

fonctionnement : les deux sources peuvent fonctionner en parallèle ou l'une en secours de l'autre. En cas de défaut sur le jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), les départs ne sont plus alimentés.

■ 2 demi jeux de barres avec couplage, 2 sources d'alimentations (voir fig. 1-11)

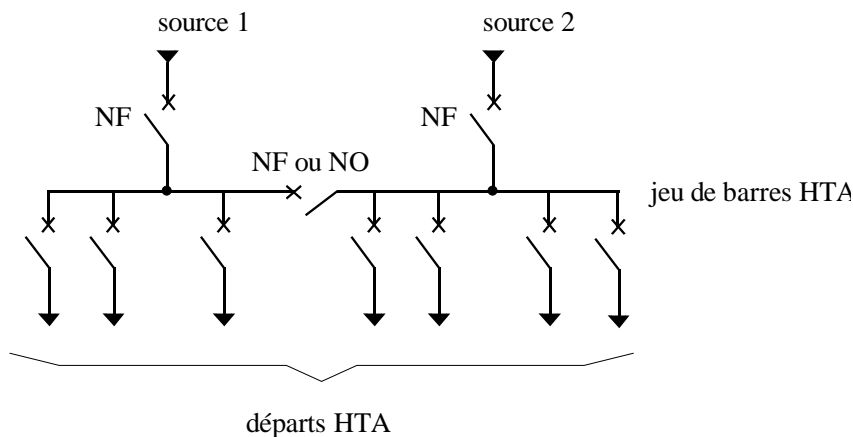


Figure 1-11 : 2 demi-jeux de barres avec couplage, 2 sources d'alimentation

fonctionnement : le disjoncteur de couplage peut être maintenu fermé ou ouvert. S'il est ouvert, chaque source alimente un demi - jeu de barres. En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage est fermé et l'autre source alimente les 2 demi jeux de barres. En cas de défaut sur un demi jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), une partie seulement des départs n'est plus alimentée.

■ 1 jeu de barres sans couplage, 3 sources d'alimentation (voir fig. 1-12)

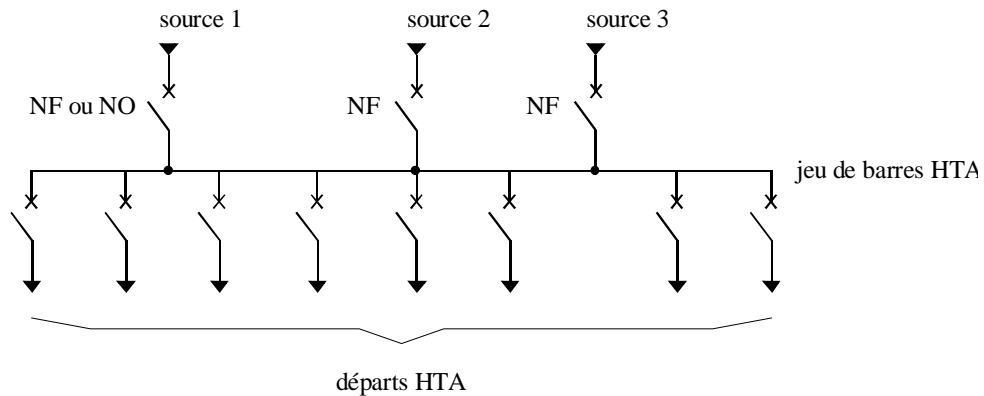


Figure 1-12 : 1 jeu de barres sans couplage, 3 sources d'alimentation

fonctionnement : les 3 sources peuvent fonctionner en parallèle ou l'une en secours des deux autres. En cas de défaut sur le jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), les départs ne sont plus alimentés.

■ 3 sections de barres avec couplages, 3 sources d'alimentation (voir fig. 1-13)

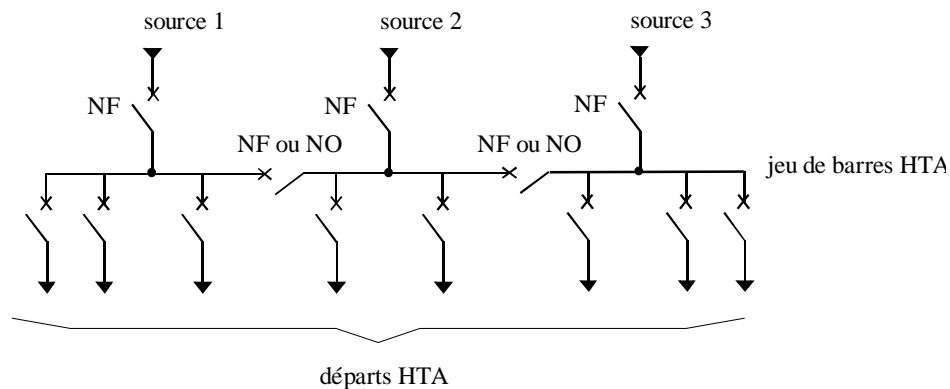


Figure 1-13: 3 sections de barres avec couplages, 3 sources d'alimentation

fonctionnement : les 2 disjoncteurs de couplage peuvent être maintenus ouverts ou fermés. S'ils sont ouverts, chaque source alimente sa section de barres. En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage associé est fermée, une source alimente 2 sections de barres et l'autre 1 section de barres.

En cas de défaut sur une section de barres (ou maintenance de celle-ci), une partie seulement des départs n'est plus alimentée.

■ sources et départs en "duplex" (voir fig. 1-14)

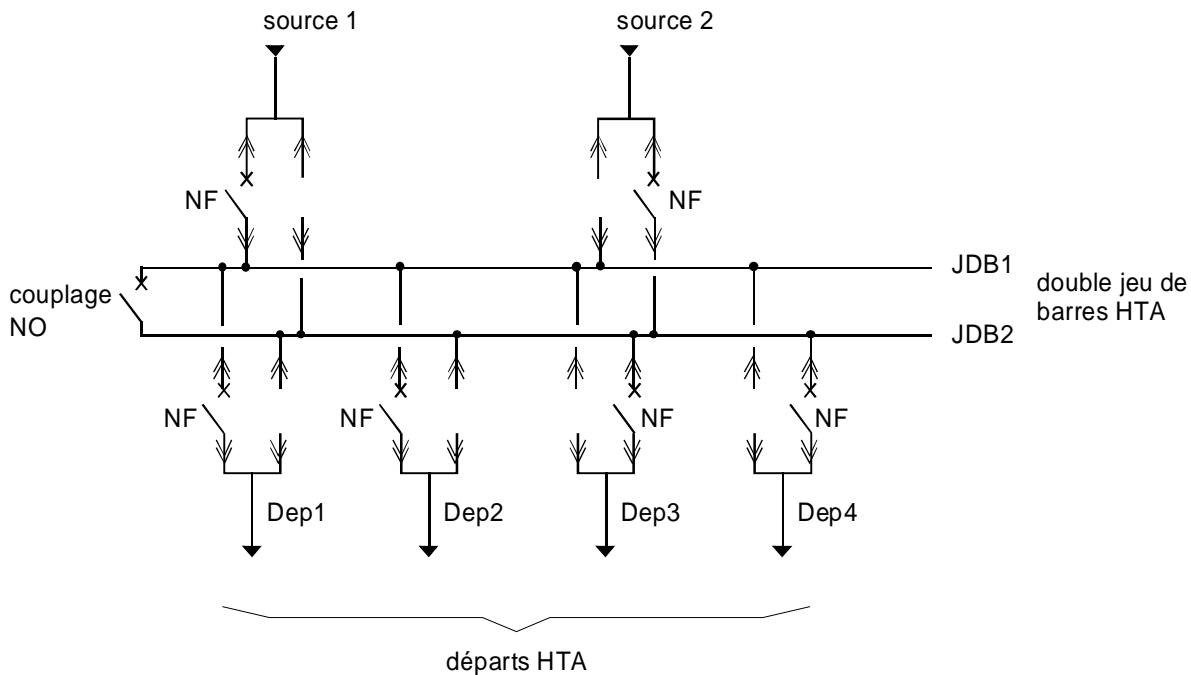


Figure 1-14 : sources et départs en "duplex"

fonctionnement : le disjoncteur de couplage est maintenu ouvert en fonctionnement normal. Chaque source peut alimenter l'un ou l'autre des jeux de barres par ses deux cellules disjoncteur débrochables. Par souci d'économie, il n'y a qu'un seul disjoncteur pour les 2 cellules débrochables qui sont installées tête-bêche. On peut ainsi facilement déplacer le disjoncteur d'une cellule à l'autre. Ainsi, si l'on veut que la source 1 alimente le jeu de barres JDB2, on déplace le disjoncteur dans l'autre cellule associée à la source 1.

Le même principe est mis en place pour les départs. Ainsi, à chaque départ sont associées deux cellules débrochables et un seul disjoncteur. Chaque départ peut être alimenté par l'un ou l'autre des jeux de barres suivant l'emplacement du disjoncteur. Par exemple, la source 1 alimente le jeu de barres JDB1 et les départs Dep1 et Dep2. La source 2 alimente le jeu de barres JDB2 et les départs Dep3 et Dep4.

En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage est fermé, l'autre source assure la totalité de l'alimentation.

En cas de défaut sur un jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), le disjoncteur de couplage est ouvert et chaque disjoncteur est placé sur le jeu de barres en service, afin que tous les départs soient alimentés.

L'inconvénient du système "duplex" est qu'il ne permet pas les permutations automatiques. En cas de défaut, chaque permutation à effectuer dure plusieurs minutes et nécessite la mise hors tension des jeux de barres.

Publication, traduction et reproduction totales ou partielles de ce document sont rigoureusement interdites sauf autorisation écrite de nos services.
The publication, translation and reproduction, either wholly or partly, of this document are not allowed without our written consent.

■ 2 jeux de barres, 2 attaches par départ, 2 sources d'alimentation (voir fig. 1-15)

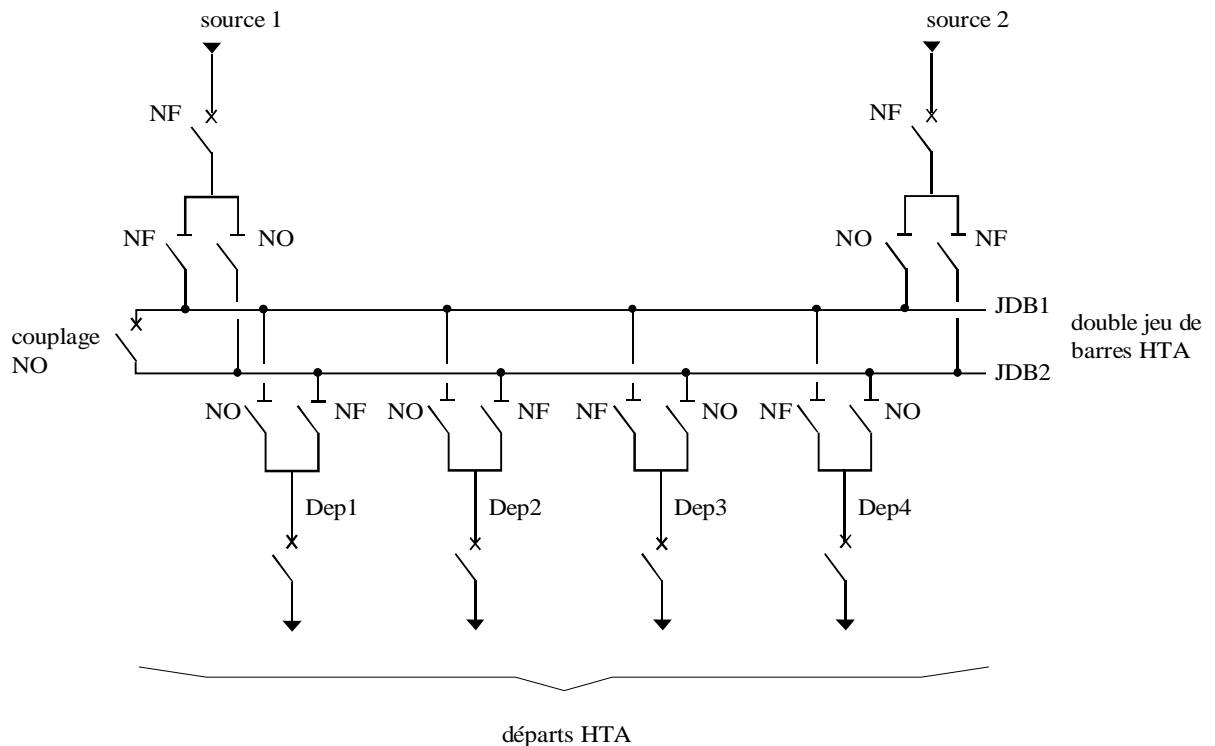


Figure 1-15 : 2 jeux de barres, 2 attaches par départ, 2 sources d'alimentation

fonctionnement : le disjoncteur de couplage est maintenu ouvert en fonctionnement normal. Chaque départ peut être alimenté par l'un ou l'autre des jeux de barres suivant l'état des sectionneurs qui lui sont associés, un seul sectionneur par départ doit être fermé.

Par exemple, la source 1 alimente le jeu de barres JDB1 et les départs Dep1 et Dep2.

La source 2 alimente le jeu de barres JDB2 et les départs Dep3 et Dep4.

En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage est fermé, l'autre source assure la totalité de l'alimentation.

En cas de défaut sur un jeu de barres (ou maintenance de celui-ci), le disjoncteur de couplage est ouvert et l'autre jeu de barres alimente la totalité des départs.

■ 2 doubles jeux de barres couplés entre eux (voir fig. 1-16)

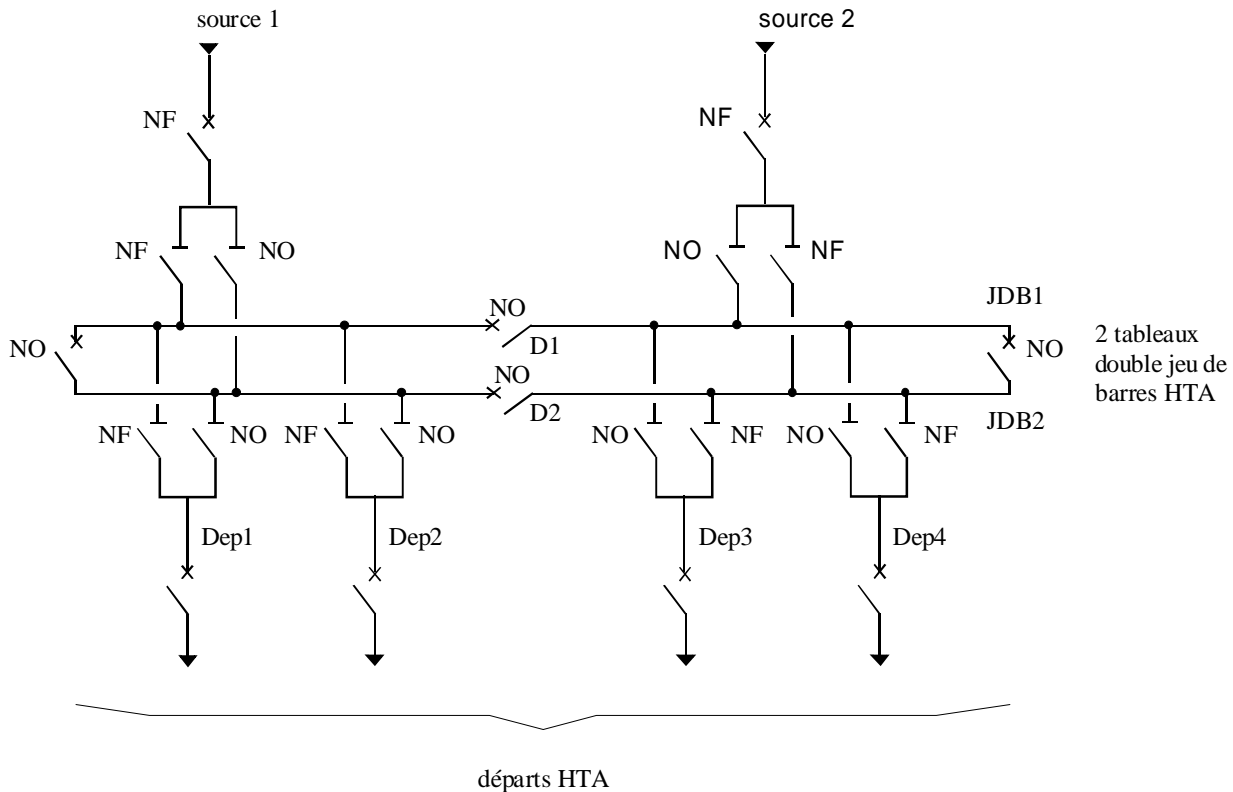


Figure 1-16 : 2 doubles jeux de barres couplés entre eux

fonctionnement : il est presque identique au schéma précédent (2 jeux de barres, 2 attaches par départ, 2 sources d'alimentation). La décomposition du double jeu de barres en 2 tableaux avec couplage (par D1 et D2) permet une plus grande souplesse d'exploitation. Chaque jeu de barres alimente un nombre de départs moins important en fonctionnement normal.

1.5.2. Structure des réseaux HTA

Nous allons identifier les principales structures de réseaux HTA permettant d'alimenter les tableaux secondaires et les transformateurs HTA / BT. La complexité de la structure diffère suivant le niveau de sûreté de fonctionnement désiré.

Les schémas électriques des réseaux HTA les plus souvent rencontrés sont les suivants :

■ **radial en simple antenne** (voir fig. 1-17)

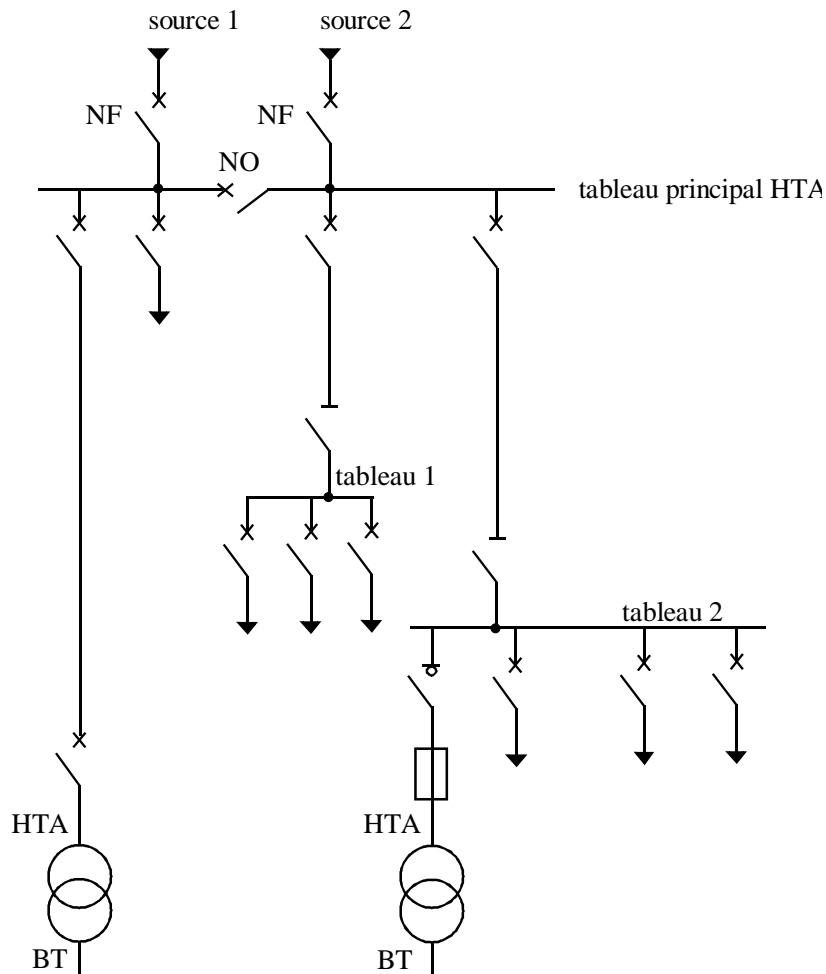


Figure 1-17 : réseau HTA radial en simple antenne

- les tableaux 1 et 2 et les transformateurs sont alimentés par une seule source, il n'y a pas de solution de dépannage
- cette structure est préconisée lorsque les exigences de disponibilité sont faibles, elle est souvent retenue pour les réseaux de cimenterie.

■ radial en double antenne sans couplage (voir fig. 1-18)

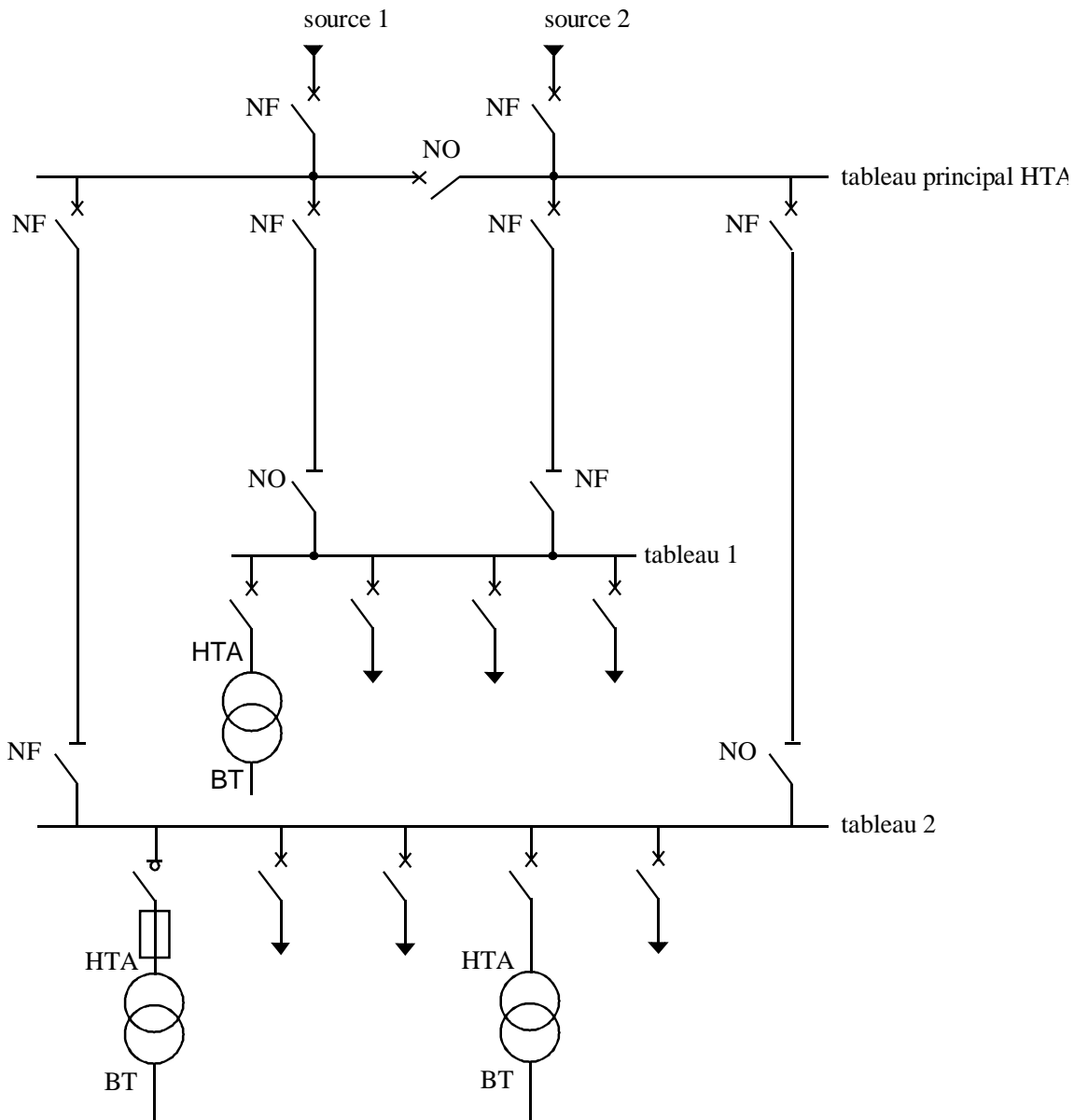


Figure 1-18 : réseau HTA radial en double antenne sans couplage

- les tableaux 1 et 2 sont alimentés par 2 sources sans couplage, l'une en secours de l'autre
- la disponibilité est bonne
- l'absence de couplage des sources pour les tableaux 1 et 2 entraîne une exploitation moins souple.

■ radial en double antenne avec couplage (voir fig. 1-19)

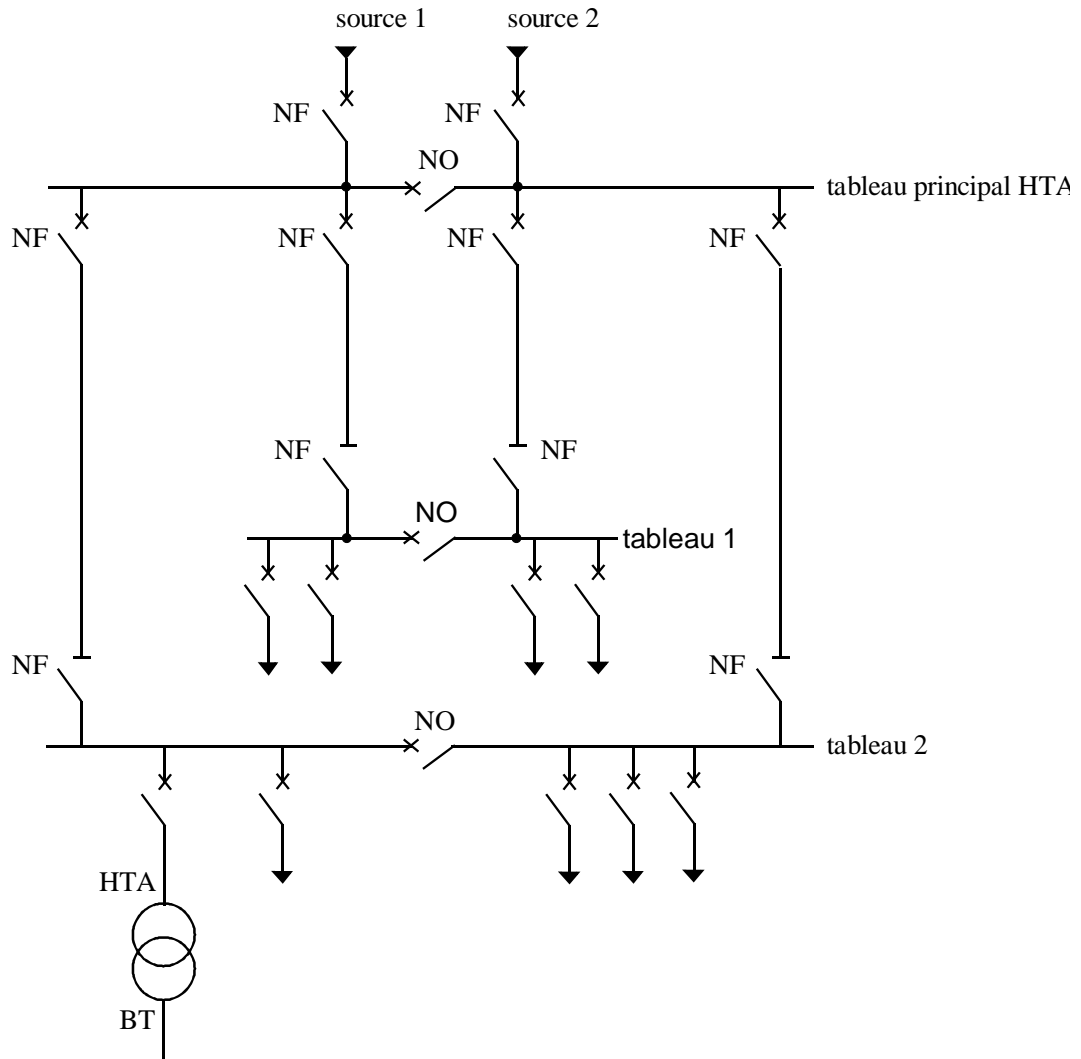


Figure 1-19 : réseau HTA radial en double antenne avec couplage

Les tableaux 1 et 2 sont alimentés par 2 sources avec couplage. En fonctionnement normal, les disjoncteurs de couplage sont ouverts.

- chaque demi jeu de barres peut être dépanné et être alimenté par l'une ou l'autre des sources
- cette structure est préconisée lorsqu'une bonne disponibilité est demandée, elle est souvent retenue dans les domaines de la sidérurgie et de la pétrochimie

boucle fermée (voir fig. 1-20 b)

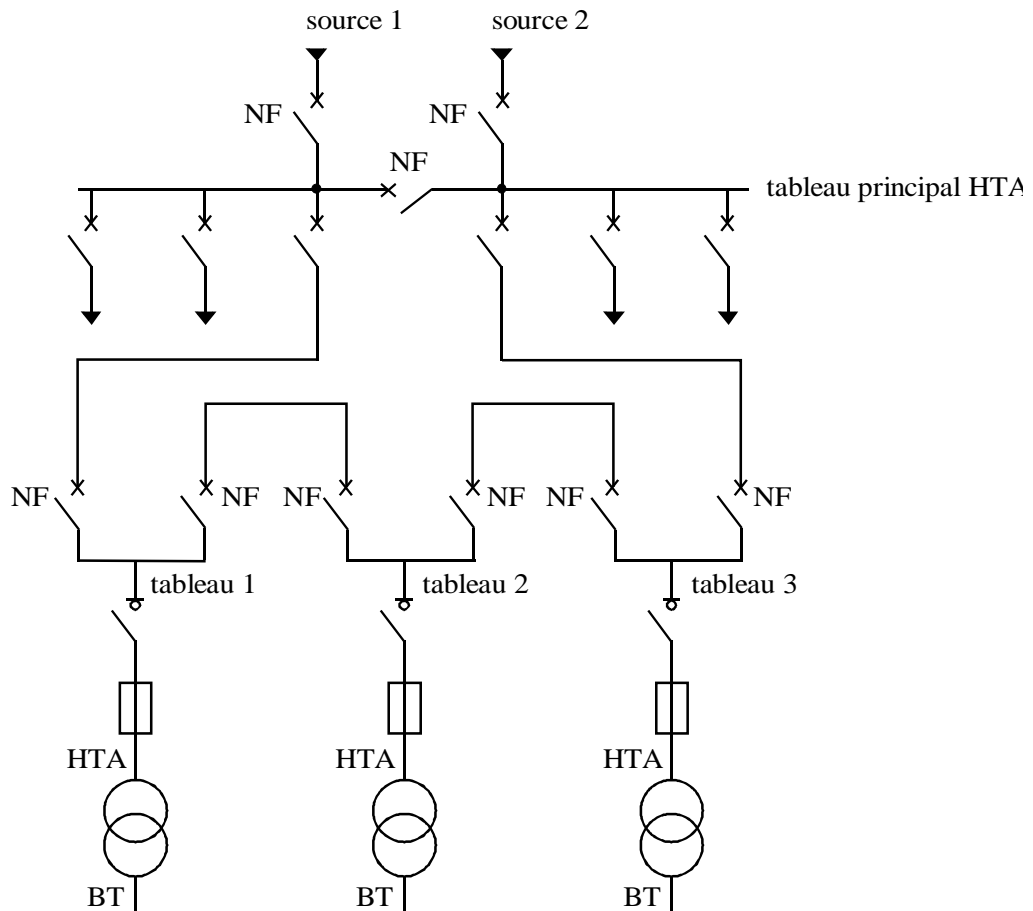


Figure 1-20 b : réseau HTA en boucle fermée

- tous les appareils de coupure de la boucle sont des disjoncteurs.
- en fonctionnement normal, la boucle est **fermée**.
- le système de protection permet d'éviter les coupures d'alimentation lors d'un défaut (voir § 10.1.8 du *Guide des protections*).

Cette solution est plus performante que le cas de la boucle ouverte car elle évite les coupures d'alimentation.

Par contre, elle est plus onéreuse car elle nécessite des disjoncteurs dans chaque tableau et un système de protection plus élaboré.

■ en double dérivation (voir fig. 1-21)

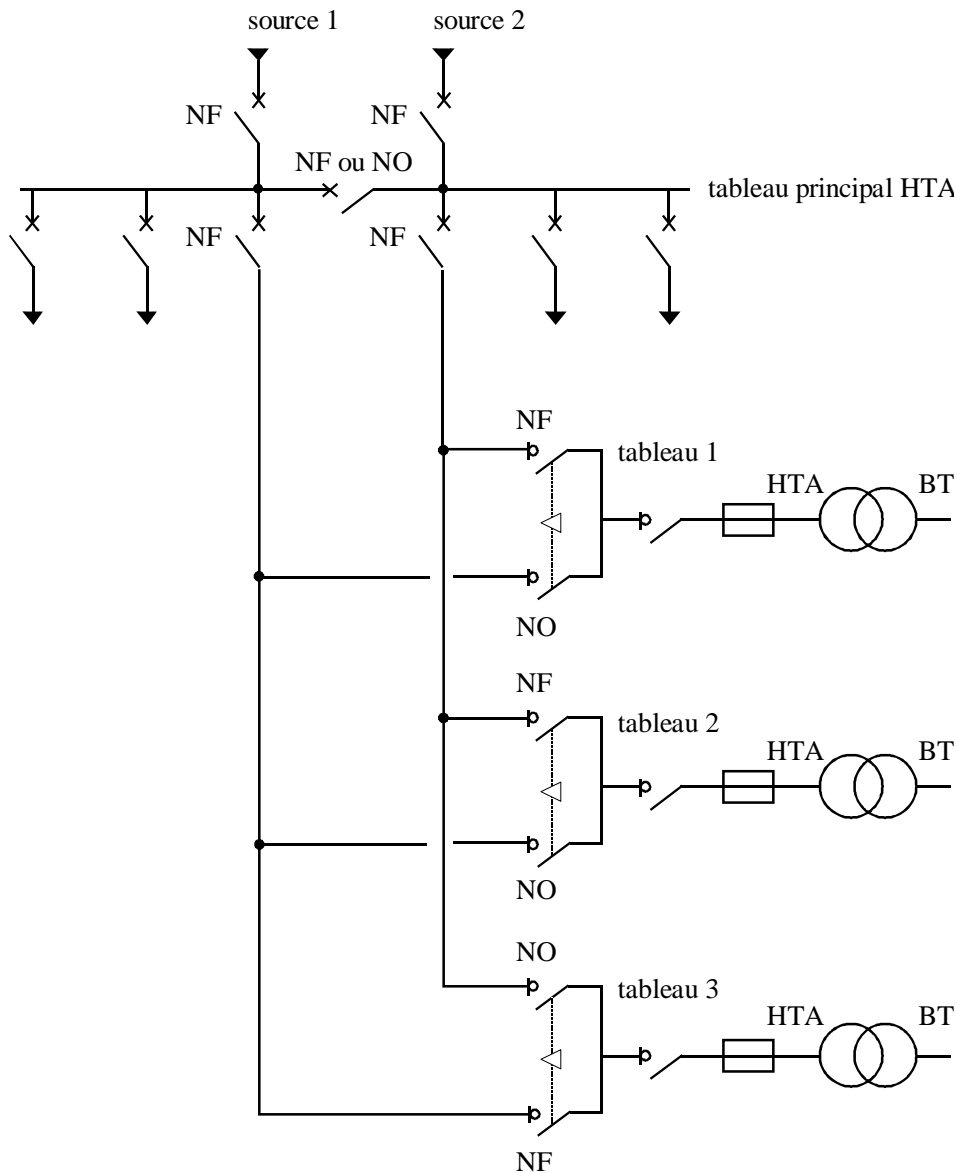


Figure 1-21 : réseau HTA en double dérivation

- les tableaux 1, 2 et 3 peuvent être dépannés et être alimentés par l'une ou l'autre des sources indépendamment
- cette structure est bien adaptée aux réseaux étendus avec des extensions futures limitées et nécessitant une très bonne disponibilité.

1.6. Les réseaux BT à l'intérieur du site

Nous allons d'abord étudier les différents modes d'alimentation des tableaux basse tension. Ensuite, nous étudierons les schémas d'alimentation des tableaux secourus par des groupes électrogènes ou par une alimentation sans interruption.

1.6.1. Modes d'alimentation des tableaux BT

Nous allons identifier les principales solutions d'alimentation d'un tableau BT, indépendamment de son emplacement dans le réseau. Le nombre de sources d'alimentation possibles et la complexité du tableau diffèrent suivant le niveau de sûreté de fonctionnement désiré.

■ l'alimentation des tableaux BT avec une seule source d'alimentation (voir fig. 1-22)

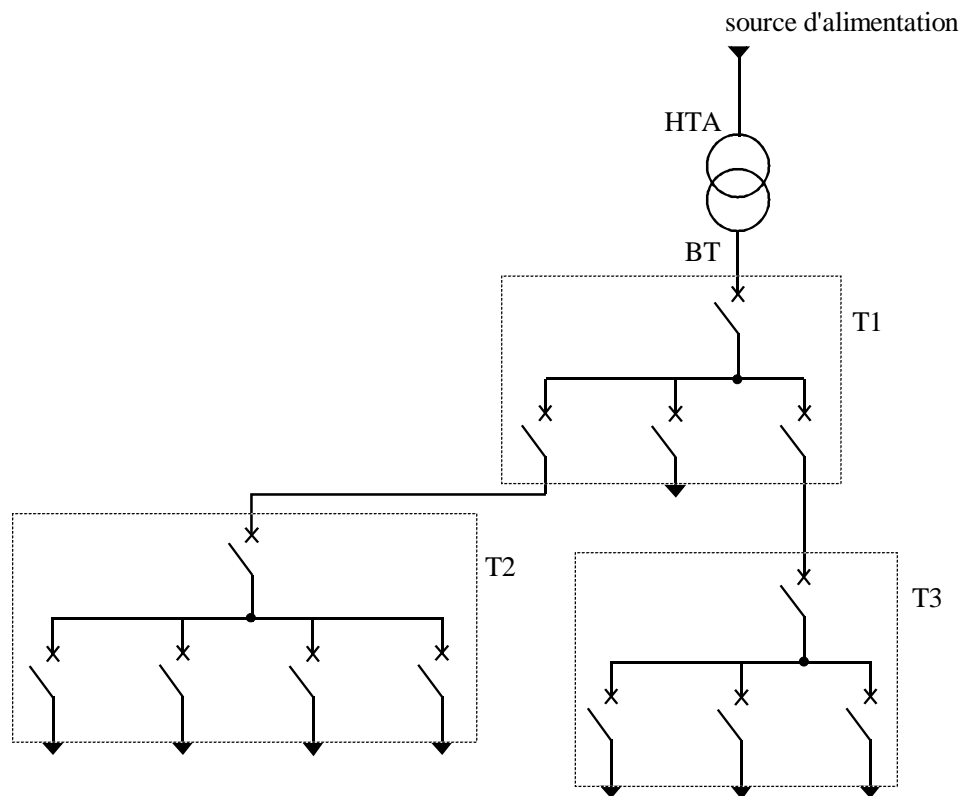


Figure 1-22 : alimentation des tableaux BT avec une seule source d'alimentation

Les tableaux T1, T2, T3 bénéficient d'une seule source d'alimentation. Le réseau est dit de type radial arborescent.

En cas de perte de la source d'alimentation d'un tableau, celui-ci est hors service jusqu'à l'opération de réparation.

■ l'alimentation des tableaux BT par une double alimentation sans couplage (voir fig. 1-23)

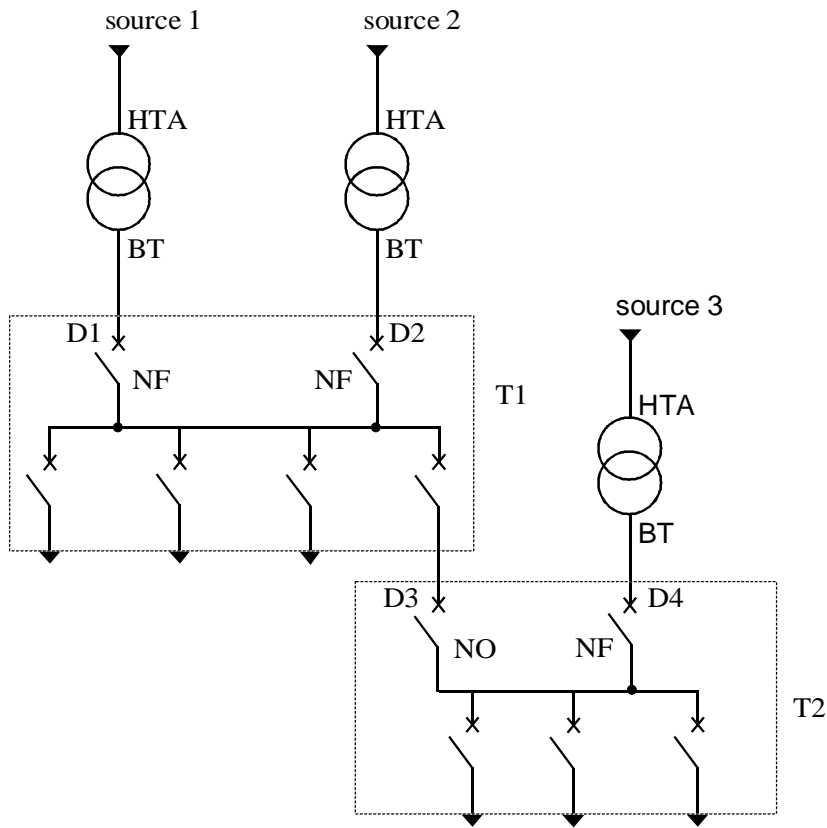


Figure 1-23 : alimentation des tableaux BT par une double alimentation sans couplage

Le tableau T1 bénéficie d'une double alimentation sans couplage par 2 transformateurs HTA/BT.

Fonctionnement de l'alimentation de T1 :

- les deux sources alimentent T1 en parallèle
- en fonctionnement normal, les deux disjoncteurs sont fermés (D1 et D2).

Le tableau T2 bénéficie d'une double alimentation sans couplage par un transformateur HTA/BT et par un départ issu d'un autre tableau BT.

Fonctionnement de l'alimentation de T2 :

- une source alimente le tableau T2, la seconde assure le secours.
- en fonctionnement normal, un seul disjoncteur est fermé (D3 ou D4).

■ l'alimentation des tableaux BT par une double alimentation avec couplage (voir fig. 1-24)

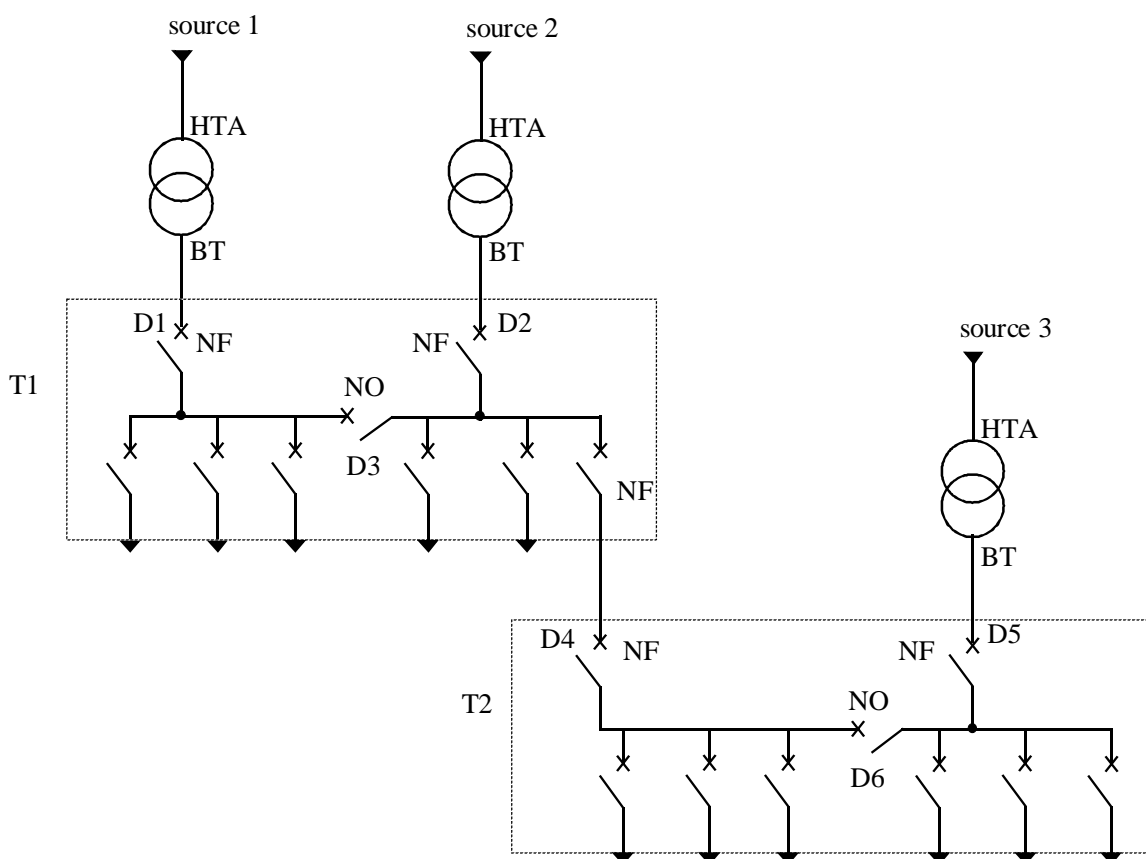


Figure 1-24 : alimentation des tableaux BT par une double alimentation avec couplage

Le tableau T1 bénéficie d'une double alimentation avec couplage par 2 transformateurs HTA/BT.

Fonctionnement de l'alimentation de T1 : en fonctionnement normal, le disjoncteur de couplage D3 est ouvert. Chaque transformateur alimente une partie de T1. En cas de perte d'une source d'alimentation, le disjoncteur de couplage D3 est fermé et un seul transformateur alimente la totalité de T1.

Le tableau T2 bénéficie d'une double alimentation avec couplage par un transformateur HTA/BT et par un départ issu d'un autre tableau BT.

Fonctionnement de l'alimentation de T2 : en fonctionnement normal, le disjoncteur de couplage D6 est ouvert. Chaque source alimente une partie de T2. En cas de perte d'une source, le disjoncteur de couplage D6 est fermé et l'autre source alimente la totalité de T2.

■ l'alimentation des tableaux BT par une triple alimentation sans couplage (voir fig. 1-25)

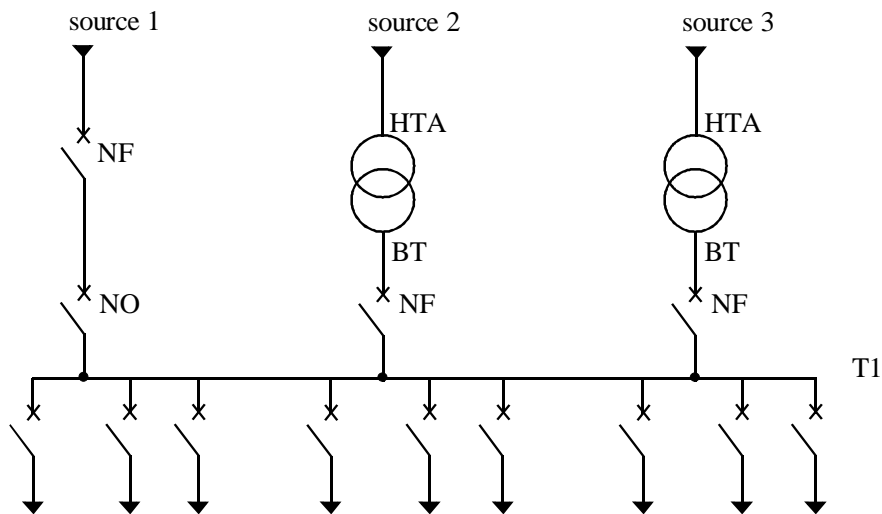


Figure 1-25 : alimentation des tableaux BT par une triple alimentation sans couplage

Le tableau T1 bénéficie d'une triple alimentation sans couplage par 2 transformateurs HTA/BT et par un départ issu d'un autre tableau BT.

En fonctionnement normal, le tableau est alimenté par les 2 transformateurs en parallèle. En cas de défaillance d'un ou des deux transformateurs, le tableau T1 est alimenté par le départ issu d'un autre tableau.

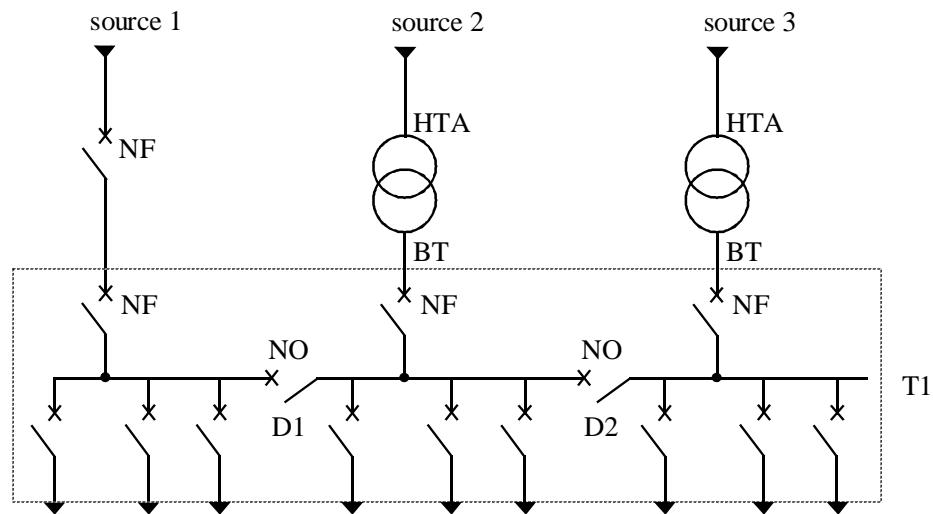
■ l'alimentation des tableaux BT par une triple alimentation avec couplage (voir fig. 1-26)

Figure 1-26 : alimentation des tableaux BT par une triple alimentation avec couplage

Le tableau T1 bénéficie d'une triple alimentation avec couplage par 2 transformateurs HTA/BT et par un départ issu d'un autre tableau BT.

En fonctionnement normal, les 2 disjoncteurs de couplage sont ouverts, le tableau T1 est alimenté par les 3 sources d'alimentation.

En cas de défaillance d'une source, le disjoncteur de couplage de la source associée est fermé, le disjoncteur arrivée de la source défaillante est ouvert.

1.6.2. Les tableaux BT secourus par des alternateurs

■ 1er exemple : 1 transformateur et 1 alternateur (voir fig. 1-27)

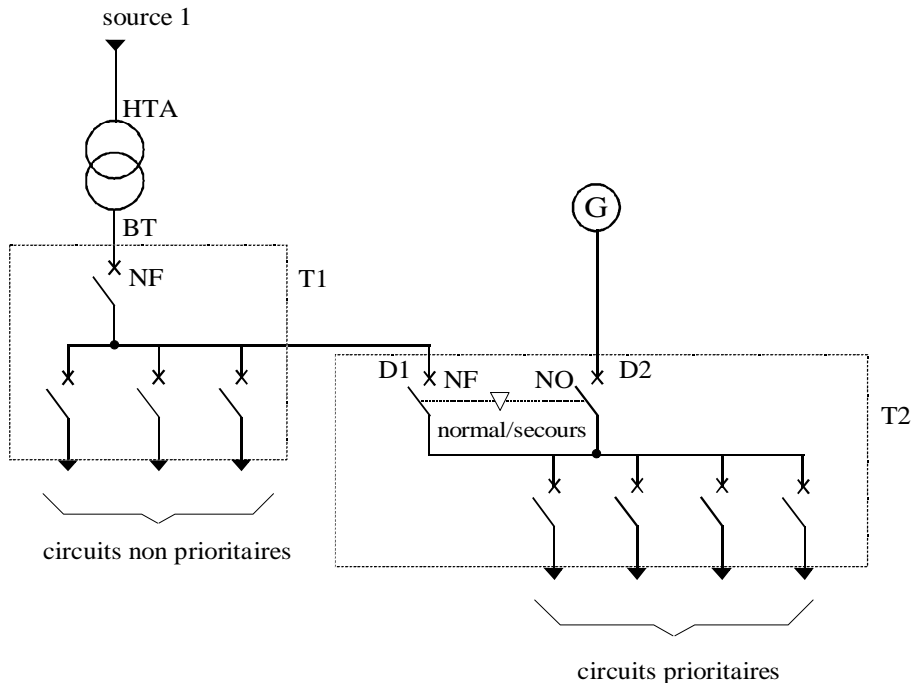


Figure 1-27 : 1 transformateur et 1 alternateur

En fonctionnement normal, D1 est fermé et D2 est ouvert. Le tableau T2 est alimenté par le transformateur. En cas de perte de la source normale, on réalise les étapes suivantes :

1. Fonctionnement du dispositif normal/secours, ouverture de D1.
2. Délestage éventuel d'une partie des récepteurs des circuits prioritaires, afin de limiter l'impact de charge subi par l'alternateur.
3. Démarrage de l'alternateur.
4. Fermeture de D2 lorsque la fréquence et la tension de l'alternateur sont à l'intérieur des plages requises.
5. Relestage des récepteurs éventuellement délestés à l'étape 2.

Lorsque la source normale est de nouveau en état de marche, le dispositif normal/secours bascule l'alimentation de T2 sur cette source et l'alternateur est arrêté.

■ 2ème exemple : 2 transformateurs et 2 alternateurs (voir fig. 1-28)

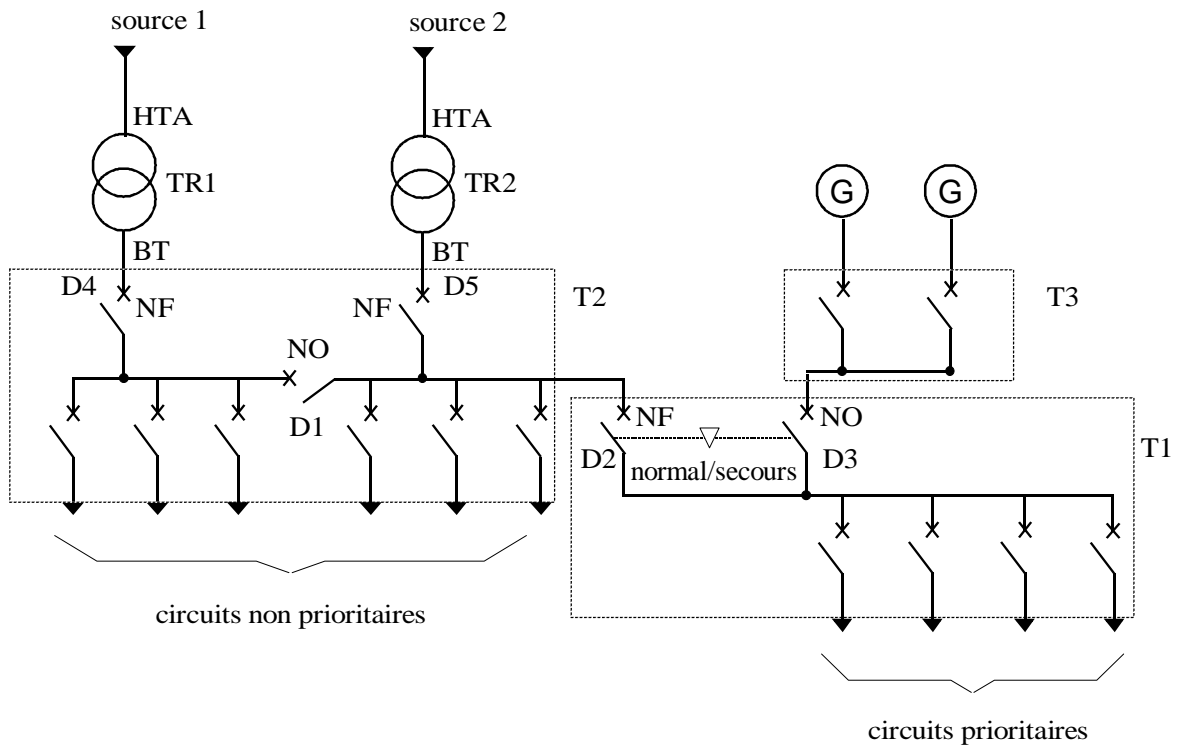


Figure 1-28 : 2 transformateurs et 2 alternateurs

En fonctionnement normal, le disjoncteur de couplage D1 est ouvert et le dispositif normal/secours est sur la position D2 fermé et D3 ouvert. Le tableau T1 est alimenté par le transformateur TR2.

En cas de perte de la source 2 ou de panne sur TR2, le secours de T1 (et une partie de T2) est assuré prioritairement par le transformateur TR1, après fermeture du disjoncteur de couplage D1.

Les alternateurs ne sont mis en marche qu'après la perte des 2 sources principales d'alimentation ou du jeu de barres de T2.

Le déroulement des étapes de sauvegarde de l'alimentation des circuits prioritaires est identique au 1er exemple.

1.6.3. Les tableaux BT secourus par une alimentation sans interruption (ASI)

Les principaux éléments constituant une ASI sont indiqués sur la figure 1-29 et dans le tableau 1-2.

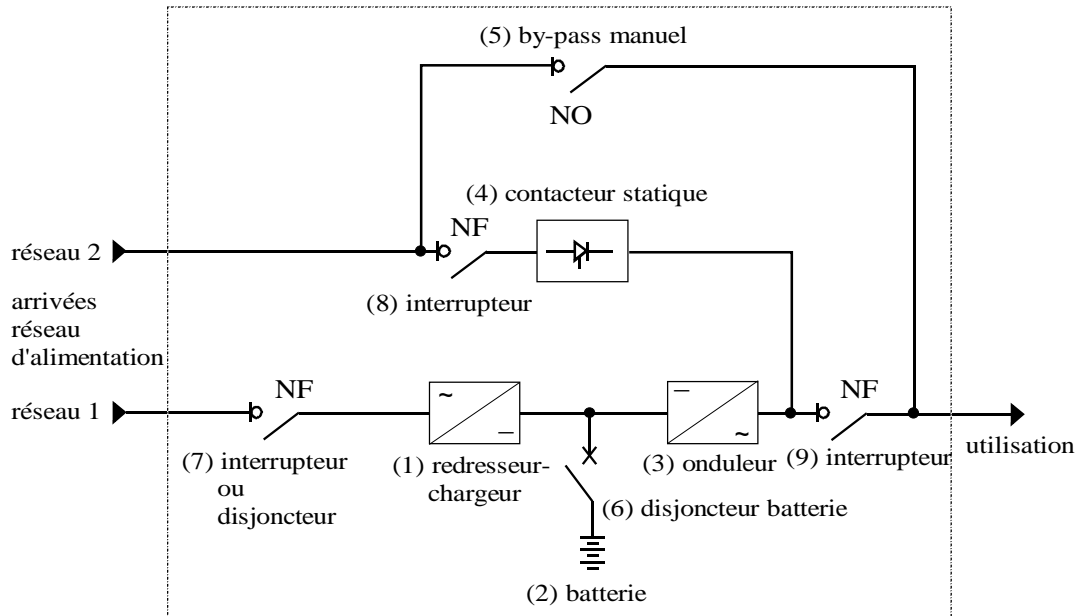


Figure 1-29 : constitution d'une alimentation sans interruption

| Dénomination | Repères | Fonction |
|---|-----------------|--|
| Redresseur- Chargeur | (1) | Transforme la tension alternative du réseau d'alimentation en tension continue destinée à : - alimenter l'onduleur d'une part, - assurer la charge et l'entretien de la batterie d'accumulateurs d'autre part. |
| Batterie d'accumulateurs | (2) | Assure une réserve d'énergie destinée à alimenter l'onduleur en cas de : - disparition du réseau d'alimentation, - réseau d'alimentation hors tolérance. |
| Onduleur | (3) | Transforme la tension continue issue du redresseur-chargeur ou de la batterie d'accumulateurs en tension alternative à tolérances plus sévères que celles du réseau (délivre un courant alternatif proche de la sinusoïde théorique). |
| Contacteur statique | (4) | Réalise le basculement de l'alimentation de l'utilisation, de l'onduleur vers le réseau 2 (secours) et réciproquement, sans interruption (pas de coupure due à un temps de permutation d'organes mécaniques - le basculement est réalisé à partir de composants électroniques en un temps < 1 ms). Ce basculement intervient en cas d'arrêt de l'onduleur, pour l'une des raisons suivantes : - arrêt volontaire, - surcharge sur l'utilisation dépassant les capacités de limitation de l'onduleur, - anomalie interne. |
| By-pass manuel | (5) | Interrupteur manuel qui permet d'alimenter l'utilisation par le réseau 2 (secours), pendant une intervention de maintenance. |
| Interrupteurs manuels disjoncteurs de batterie | (6) (7) (8) (9) | Permettent d'isoler les différents éléments lors d'une intervention de maintenance |

Tableau 1-2 : fonctions des différents éléments d'une alimentation sans interruption

arrivée(s) réseau

Les appellations réseau 1 et réseau 2 désignent deux arrivées indépendantes du même réseau :

- réseau 1 (ou normal) désigne l'arrivée alimentant normalement le redresseur-chargeur,
- réseau 2 (ou secours) est une arrivée dite de secours.

L'onduleur est synchronisé en fréquence et en phase avec le réseau 2. Ainsi, le contacteur statique peut commuter instantanément l'alimentation vers le réseau 2 (en un temps inférieur à 1 ms).

Le raccordement de l'ASI à un réseau 2 indépendant est recommandé car il augmente la disponibilité de l'ensemble. Cependant, il est possible de n'avoir qu'une arrivée commune.

Le choix d'un type d'architecture d'alimentation sans interruption dépend de la qualité des réseaux 1 et 2, de l'utilisation et de la disponibilité requise. Le constructeur doit donner des éléments suffisants au concepteur pour qu'il puisse choisir l'architecture la mieux adaptée. Les exemples ci-après explicitent les architectures les plus courantes.

- **1er exemple** : Tableau BT secouru par un onduleur, avec un alternateur pour pallier l'autonomie limitée de la batterie (généralement de l'ordre de 15 mn) (voir fig. 1-30)

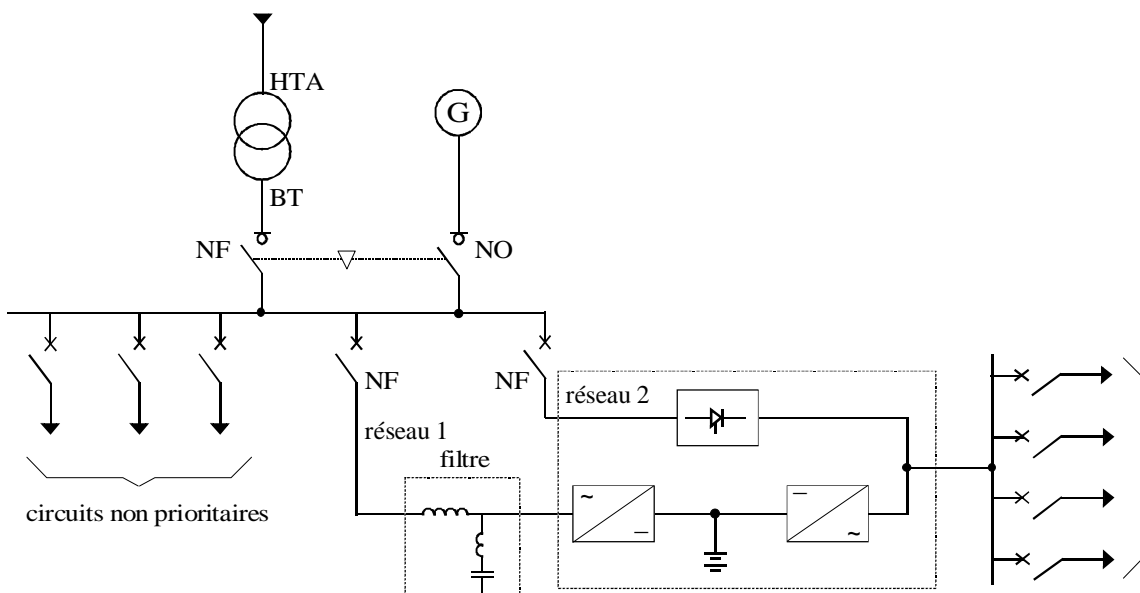


Figure 1-30 : tableau BT secouru par un onduleur

Le filtre permet de diminuer les courants harmoniques remontant dans le réseau d'alimentation.

- **2ème exemple** : Tableau BT secouru par 2 onduleurs en parallèle sans redondance (voir fig. 1-31)

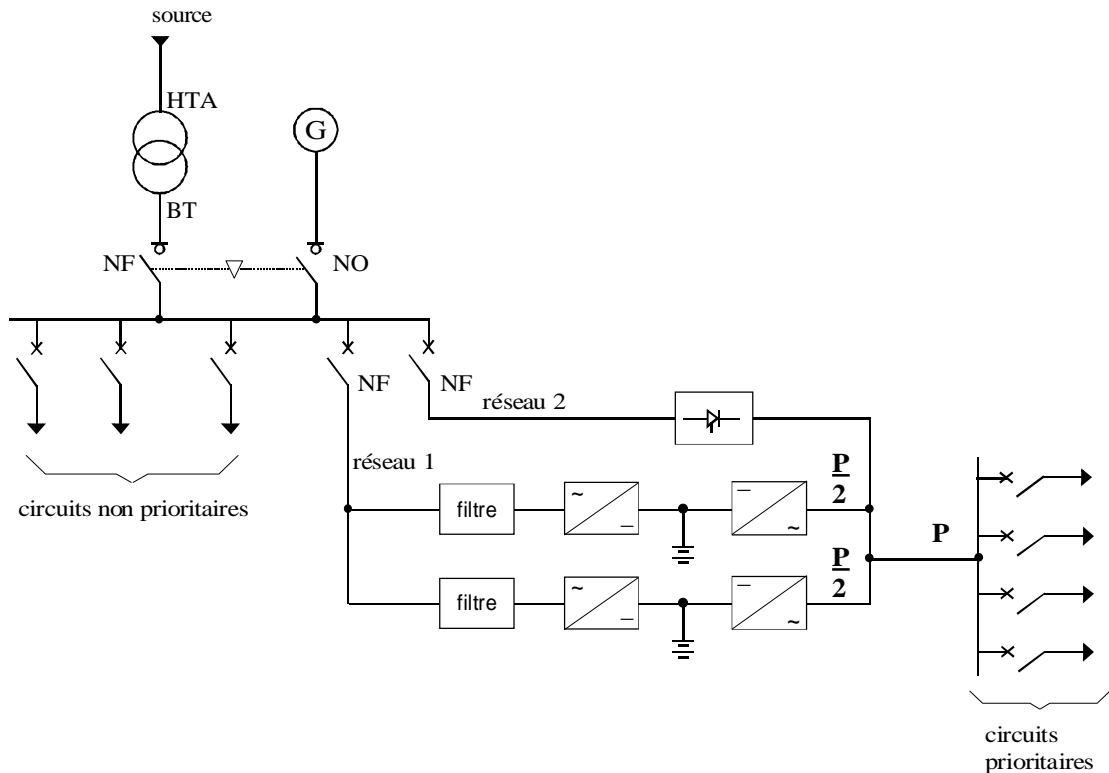


Figure 1-31 : tableau BT secouru par 2 onduleurs en parallèle sans redondance

Cette configuration permet seulement d'obtenir un ensemble de puissance supérieure à celle disponible en chaîne unitaire.

La puissance P à fournir est divisée également entre les 2 onduleurs.

Toute défaillance, de l'une des chaînes se traduit par un transfert sans coupure de l'utilisation sur le réseau 2, sauf si le réseau est hors tolérance.