Principes d'études et règles techniques pour le raccordement d'une

Installation de Consommation HTA

au Réseau Public de Distribution géré par Strasbourg Électricité Réseaux

SER-ETU-RT-RAC-HTA

Résumé

Ce document décrit les principes d'étude et les règles techniques pour raccorder au réseau HTA de nouveaux utilisateurs consommateurs non perturbateurs (alimentation principale et/ou de secours par une tension nominale supérieure à 1 kV et inférieure ou égale à 50 kV).

Ces règles d'étude et de conception s'appliquent également aux raccordements à l'intérieur des zones d'aménagement nécessitant la création de réseau HTA et destinées à desservir plusieurs utilisateurs.

Ce document s'intègre dans la documentation technique de référence de Strasbourg Électricité Réseaux qui est téléchargeable sur le site Internet http://www.strasbourg-electricite-reseaux.fr.

Cette documentation technique de référence expose les dispositions réglementaires et les règles techniques complémentaires que Strasbourg Électricité Réseaux applique à l'ensemble des utilisateurs pour assurer l'accès au réseau public de distribution géré par Strasbourg Électricité Réseaux. Le barème de raccordement décrit les règles financières et les coûts unitaires des travaux de raccordement. Le catalogue des prestations décrit et tarifie les prestations de Strasbourg Électricité Réseaux qui ne sont pas couvertes par le tarif d'utilisation des réseaux publics de distribution d'électricité (TURPE).

Tout terme commençant par une majuscule est défini au glossaire figurant dans la documentation technique de référence.

Version	Date de la version	Nature de la modification
V0	20 décembre 2010	Création du document
V1	1er mars 2015	Mise à jour
V2	12 septembre 2017	Prise en compte de la nouvelle dénomination sociale Strasbourg Électricité Réseaux
V3	2 février 2022	Mise à jour de la section économique des câbles HTA
V4	23 octobre 2023	Précisions relatives aux raccordements consommateurs > 12 MW et mise à jour des valeurs de la durée d'utilisation et du taux d'actualisation
V5	22 août 2025	Pose des armoires de coupure tous les 10 km (départ direct) Report de charge des départs HTA pour les études de raccordement Mise à jour du taux d'actualisation Mise à jour de la section économique des câbles HTA Dimensionnement des transformateurs HTB/HTA

SOMMAIRE

1 Contexte 4
2 Environnement contractuel, réglementaire et technique 4
2.1 Dispositions législatives et réglementaires concernant le raccordement des utilisateurs 4
2.2 Engagements contractuels sur la qualité de la tension 5
2.3 Engagements contractuels en termes de coupures 5
2.4 Engagements du Contrat de Service Public 5
3 Généralités sur les structures des postes sources et des réseaux HTA 6
3.1 Postes sources et réseau HTA de Strasbourg Électricité Réseaux 6
3.2 Schémas d'exploitation 6
3.2.1 Schéma normal 6
3.2.2 Schéma de secours 7
4 Raccordement de nouveaux utilisateurs consommateurs 7
4.1 Définition du raccordement de référence 7
4.1.1 Règles à respecter 7
4.1.2 Domaine de validité 7
4.1.3 Réseau à prendre en compte pour déterminer le raccordement de référence 8
4.1.4 Principe de levée de contrainte lors du raccordement du demandeur 8
4.1.5 Règle concernant l'implantation du poste de livraison 8
4.1.6 Règle concernant le nombre de postes de livraison 9
4.2 Différents types de raccordement 9
4.2.1 Le raccordement en antenne (ou simple dérivation) 10
4.2.2 Le raccordement en coupure d'artère 10
4.2.3 Le raccordement en double dérivation 10
5 Différents cas de figure du raccordement 11
5.1 Raccordement d'un site sur un départ existant 11
5.1.1 Conditions du raccordement sur un départ existant 11
5.1.2 Règles de raccordement 12
5.2 Raccordement d'un site par un départ direct au poste source 12
5.2.1 Conditions pour le raccordement sur un départ direct 12
5.2.2 Site de puissance de raccordement inférieure à 12 MW en 20 kV 13
5.2.3 Site de puissance de raccordement supérieure à 12 MW 13
5.3 Raccordement d'une zone d'aménagement 14
5.4 Augmentation de la puissance de raccordement 15
5.5 Raccordement en dehors du raccordement de référence 15
5.5.1 Strasbourg Électricité Réseaux décide une solution différente du raccordement de référence 16

5.5.2 Le demandeur souhaite une variante par rapport au raccordement de référence....16
5.5.3 Le client émet des perturbations supérieures aux limites d'émission....16
ANNEXE 1. Détails de la structure des réseaux....17
A1.1 Définitions....17
A1.2 Structure des réseaux urbains et ruraux....18
ANNEXE 2. Dimensionnement économique....19
ANNEXE 3. Principes de dimensionnement des ouvrages....20
A3.1 Seuils de contrainte électrique....20
A3.1.1. Principe des seuils de contrainte....20
A3.1.2. Contrainte d'intensité....20
A3.1.3. Contrainte de chute de tension....21
A3.2 Dimensionnement des ouvrages....21
A3.2.1. Le dimensionnement économique....21
A3.2.2. Le choix des conducteurs....21
A3.2.3. La section économique....21
A3.2.4. Le nombre d'heures d'utilisation....22
ANNEXE 4. Détail de l'étude de raccordement sur un départ existant....23
A4.1 Schéma de réseau....23
A4.2 Définitions....23
A4.3 Hypothèses de calcul....23
A4.4 Levée des contraintes éventuelles....24
A4.4.1. Cas général....24
A4.4.2. Cas particulier : levée de contrainte pour les raccordements HTA en antenne non bouclée....26
A4.5 Règles complémentaires pour le raccordement en antenne....26
ANNEXE 5. Étude d'une alimentation de secours HTA....28
A5.1 Alimentation de secours HTA d'un utilisateur consommateur HTA....28
A5.2 Alimentation de secours HTA d'un utilisateur HTB....29

1 Contexte

Ce document décrit les principes d'étude et les règles techniques pour raccorder au réseau HTA de nouveaux utilisateurs consommateurs non perturbateurs (alimentation principale et/ou de secours par une tension nominale supérieure à 1 kV et inférieure ou égale à 50 kV). Ces règles d'étude et de conception s'appliquent également aux réseaux intérieurs des zones d'aménagement.

Outre un souci de l'économie du système, les principaux éléments qui guident les décisions d' Strasbourg Électricité Réseaux sont :

- la sécurité des personnes et des biens ;
- le fonctionnement durable du réseau dans des conditions techniques acceptables (comme par exemple la suppression des contraintes d'intensité) ;
- le besoin de satisfaire les demandes de raccordement des utilisateurs dans les conditions techniques et financières fixées par les textes en vigueur ;
- le respect des obligations réglementaires et contractuelles, notamment en ce qui concerne les fluctuations de la tension et la qualité de la fourniture ;
- le respect de l'environnement ;
- la capacité à réalimenter au mieux les utilisateurs en cas d'indisponibilité d'un ouvrage de réseau.

Par ailleurs, Strasbourg Électricité Réseaux rappelle l'existence de sa documentation technique de référence, du barème de raccordement et du catalogue des prestations consultables sur le site Internet http://www.strasbourg-electricite-reseaux.fr/. Cette documentation technique de référence expose les dispositions réglementaires et les règles techniques complémentaires que Strasbourg Électricité Réseaux applique à l'ensemble des utilisateurs pour assurer l'accès au réseau public de distribution. Le catalogue des prestations décrit et tarifie les prestations d'Strasbourg Électricité Réseaux qui ne sont pas couvertes par le tarif d'utilisation des réseaux publics de distribution d'électricité (TURPE). Le barème de raccordement décrit les règles financières et les coûts unitaires des travaux de raccordement. Tout terme commençant par une majuscule est défini au glossaire figurant dans la documentation technique de référence.

2 Environnement contractuel, réglementaire et technique

2.1 Dispositions législatives et réglementaires concernant le raccordement des utilisateurs

La réalisation des raccordements est soumise à l'application des textes réglementaires suivants (liste non exhaustive, sujette à évolution en fonction de la parution de nouveaux textes législatifs) :

- Loi N°2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité ;
- Décret n°2007-1280 du 28 août 2007 : consistance des ouvrages de branchement et d'extension des raccordements aux réseaux publics d'électricité ;
- Arrêté du 28 août 2007 : Principes de calcul de la contribution mentionnée aux articles 4 et 18 de la loi du 10 février 2007 ;
- Arrêté «Réfaction» du 17 juillet 2008, publié au journal officiel le 20 novembre 2008, fixant les taux de réfaction mentionnés dans l'arrêté du 28 août 2007 ;
- Barème Strasbourg Électricité Réseaux pour la facturation des opérations de raccordement des utilisateurs : approuvé par la CRE ;
- Décret 2003-229 du 13 mars 2003 et arrêté du 17 mars 2003 et modificatif du 6 octobre 2006 : relatif aux prescriptions techniques de conception et de fonctionnement pour le raccordement au réseau public de distribution d'une installation de consommation d'énergie électrique ;
- Décret n°2007-1826, arrêtés du 24 décembre 2007 et du 18 février 2010 (dit « arrêtés qualité ») relatifs aux niveaux de qualité et aux prescriptions techniques en matière de qualité des réseaux publics de transport et de distribution d'électricité ;
- Loi dite « Grenelle 2 » du 12 juillet 2010.

2.2 Engagements contractuels sur la qualité de la tension

Pour un utilisateur HTA, les clauses des contrats d'accès au réseau stipulent que la tension au point de livraison doit être comprise entre +5% et –5% autour d'une valeur contractuelle U_c, celle-ci étant aussi comprise entre +5% et -5% autour de la tension nominale HTA U_0. Ces engagements contractuels concernent les variations lentes de tension.

Cette tension est mesurée en valeurs moyennées sur un pas de temps de 10 minutes selon une méthode conforme à la norme CEI 61400-4-30.

Exemple pour U_0 = 20 kV :

- Tension contractuelle U_c : U_c est située dans la plage $U_0 \pm 5\%$ (19 000 à 21 000 V), par exemple 19 500 V ;
- Tension de fourniture U_f : pour la valeur de U_c = 19 500 V, U_f est située dans la plage 18 525 à 20 475 V.

Le point de livraison auquel s'appliquent les engagements relatifs à la qualité de la tension est défini en HTA par les documents contractuels :

- pour un utilisateur desservi par un réseau aérien en concession, le point de livraison est constitué par les chaînes d'ancrage du réseau aérien en concession sur le support utilisé pour le raccordement du câble desservant le poste de livraison de l'utilisateur ;
- pour un utilisateur desservi par un réseau souterrain, le point de livraison est fixé aux extrémités du (ou des) câble(s) d'arrivée dans la (ou les) cellule(s) HTA du Poste de Livraison de l'utilisateur.

2.3 Engagements contractuels en termes de coupures

Pour un utilisateur HTA, les clauses des contrats d'accès au réseau stipulent un nombre maximal de coupures brèves et de coupures longues. Afin d'améliorer la qualité de la desserte vis-à-vis des aléas climatiques, l'insertion dans l'environnement et la sécurité des tiers, Strasbourg Électricité Réseaux a pris l'engagement de réaliser tous les nouveaux ouvrages HTA en souterrain (extension et renouvellement), hors situation exceptionnelle justifiant le recours à la technique aérienne.

2.4 Engagements du Contrat de Service Public

Dans le contrat de service public, les engagements de Strasbourg Electricité Réseaux portent sur la gestion du Réseau Public de Distribution, la contribution à la sûreté du système électrique et la gestion des situations extrêmes.

En matière de gestion du RPD, le contrat de service public fixe quatre priorités :

- la desserte des nouveaux utilisateurs et le renforcement des réseaux,
- la qualité de l'électricité dans sa globalité,
- la sécurisation du réseau face aux aléas climatiques,
- l'environnement et la sécurité des tiers.

Ces engagements impliquent en particulier que 100% des lignes HTA réalisées sous Maîtrise d'Ouvrage de Strasbourg Electricité Réseaux soient en technique souterraine.

3 Généralités sur les structures des postes sources et des réseaux HTA

3.1 Postes sources et réseau HTA de Strasbourg Électricité Réseaux

Le réseau de distribution HTA de Strasbourg Électricité Réseaux est alimenté par des postes sources qui comportent un ou plusieurs transformateurs HTB/HTA. Les tensions HTB sont 225 ou 63 kV. La tension HTA nominale est 20 kV.

Des automatismes à l'intérieur du poste source sont mis en place pour permettre de secourir le jeu de barres HTA du poste source en cas de perte d'un transformateur HTB/HTA ou d'une alimentation HTB si le poste source en comporte plusieurs.

Le réseau HTA assure la liaison entre le jeu de barres HTA des postes sources et les postes de livraison (postes privés utilisateurs et postes HTA/BT de distribution publique). Il est constitué de lignes aériennes, de câbles souterrains et d'organes de manœuvre HTA télécommandés ou manuels permettant le tronçonnement du réseau.

Un départ HTA est défini comme étant l'ensemble des ouvrages HTA alimentés à partir d'une même cellule disjoncteur d'un poste source.

On distingue deux types de départs :

- un départ est dit direct s'il alimente un seul utilisateur. Il est conçu en général selon un tracé dessiné au plus court,
- un départ est dit partagé lorsqu'il alimente plusieurs utilisateurs HTA et/ou postes HTA/BT de distribution publique. Il est conçu de manière à optimiser le tracé pour l'ensemble des utilisateurs.

3.2 Schémas d'exploitation

Description des structures de réseau : le détail de la structure des réseaux est indiqué en ANNEXE 1.

3.2.1 Schéma normal

Le schéma normal d'exploitation (dit schéma normal) est le schéma utilisé en situation normale d'exploitation par Strasbourg Électricité Réseaux. Un départ HTA est exploité en boucle ouverte : un seul point d'injection par départ en schéma normal d'exploitation issu d'un poste source. D'autres points d'injection issus de productions dites autonomes (cogénération, énergie renouvelable) peuvent être raccordés le long du départ HTA.

Le schéma normal optimal au sens de cette note est le schéma normal d'exploitation qui réalise le meilleur compromis entre :

- la minimisation des chutes de tension et la répartition des charges ;
- la réduction des pertes électriques (pertes Fer et pertes Joule) ;
- le respect des engagements en matière de nombre de coupures des utilisateurs HTA ;
- la minimisation de la gêne occasionnée par les défaillances (possibilité de reprendre dans les meilleurs délais les postes coupés en cas d'indisponibilité d'un ouvrage de réseau).

Le schéma normal optimal est obtenu en choisissant :

- les points d'ouverture offrant le meilleur compromis entre les critères précédents ;
- le départ secourant privilégié, c'est à dire le départ offrant les meilleures possibilités de reprise en schéma de secours (capacité de transit notamment).

3.2.2 Schéma de secours

Départ partagé : De manière à faire face à l'indisponibilité d'une partie d'un départ partagé (notamment pour maintenance ou travaux sur le réseau), il est nécessaire de prévoir une alimentation par un autre départ. Les départs partagés sont structurés de façon à permettre la reprise de l'alimentation des postes via un autre schéma électrique, dit schéma de secours. Ce schéma de secours est mis en œuvre dans les meilleurs délais possibles en modifiant les points d'ouverture (série de manœuvres télécommandées et manuelles). La mise à disposition du secours est à bien plaire et devient obligatoire seulement en cas de contractualisation entre Strasbourg Électricité Réseaux et le demandeur.

La présence de productions autonomes raccordées sur le départ ne saurait en elle-même constituer une alimentation de secours des autres utilisateurs raccordés sur ce départ.

Départ direct : Pour ces départs, le secours relève de la contractualisation et est facturé au client.

4 Raccordement de nouveaux utilisateurs consommateurs

4.1 Définition du raccordement de référence

La notion de raccordement de référence figure dans l'Arrêté du 28 août 2007. C'est sur la base du raccordement de référence qu'est fait le chiffrage de l'opération de raccordement.

4.1.1 Règles à respecter

Le raccordement de référence doit :

- être nécessaire et suffisant pour satisfaire l'alimentation en énergie électrique des installations du demandeur à la puissance de raccordement demandée ;
- emprunter un tracé techniquement et administrativement réalisable, en conformité avec les dispositions du cahier des charges de la concession ;
- être conforme à la documentation technique de référence publiée par Strasbourg Électricité Réseaux ;
- minimiser la somme des coûts de réalisation des ouvrages de raccordement.

Le raccordement de référence respecte :

- les structures des réseaux définies au paragraphe §3,
- les seuils de contrainte électrique pour le nouvel utilisateur raccordé, ainsi que pour les utilisateurs existants alimentés par le même poste source (ANNEXE 3),
- la section économique (ANNEXE 3),
- le plan de protection.

4.1.2 Domaine de validité

Ce raccordement de référence implique que la puissance de raccordement en HTA soit comprise entre 250 kVA et la puissance limite, définie comme étant la plus petite des valeurs suivantes :

- 40 MW,
- 100/d MW (d étant la distance en kilomètres du point de livraison contractuel jusqu'au poste source le plus proche existant au moment de l'établissement du devis, selon le plus court tracé techniquement et administrativement réalisable).

La puissance de raccordement est choisie par le demandeur du raccordement et s'exprime en kW. Elle correspond à la puissance maximale que pourra souscrire l'utilisateur. Les ouvrages doivent donc être en capacité d'accueillir la puissance de raccordement demandée.

La puissance de raccordement doit être supérieure ou égale à la puissance souscrite et aux prévisions de dépassement de puissance souscrite.

Exemple

Un utilisateur consommateur demande un raccordement au réseau pour une puissance de raccordement de 2 MW. La proposition de raccordement est basée sur 2 MW et les travaux sont réalisés pour accueillir 2 MW, même si l'utilisateur ne souscrit que 1.8 MW pendant des années.

L'éventuelle capacité supplémentaire du réseau est ensuite utilisée par d'autres utilisateurs. Si l'utilisateur demande un jour à souscrire 2 MW, il pourra le faire gratuitement, même si des travaux sur le réseau sont nécessaires à ce moment-là. Le délai de mise à disposition de la puissance de raccordement sera soumis à la durée de réalisation des travaux éventuels.

4.1.3 Réseau à prendre en compte pour déterminer le raccordement de référence

Le schéma d'exploitation retenu pour déterminer le raccordement de référence est le schéma normal optimal.

Si le réseau, sur lequel le client est prévu d'être raccordé, comporte des contraintes avant raccordement (contrainte thermique et contrainte en tension, décrites en ANNEXE 3), il sera procédé aux renforcements nécessaires, pour déterminer l'état initial du réseau avant de déterminer l'opération de raccordement de référence. Ces travaux seront en totalité à la charge de Strasbourg Électricité Réseaux.

De même si des travaux ont été décidés (inscrit au programme d'investissement), et si des évolutions de réseau sont nécessaires pour alimenter les utilisateurs dont une demande de raccordement qualifiée est en cours d'instruction, ils seront pris en compte.

Le détail des hypothèses d'étude est donné au paragraphe 4.3. de l'annexe 4.

4.1.4 Principe de levée de contrainte lors du raccordement du demandeur

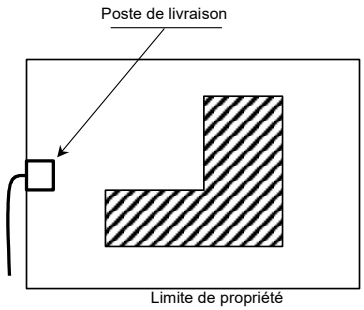
L'étude est réalisée avec le réseau actuel. S'il n'y a pas de contrainte, le raccordement de référence ne comprend pas d'adaptation du réseau et du schéma normal optimal.

S'il y a une contrainte thermique ou de chute de tension, elle doit être levée selon la méthode décrite au paragraphe 4.4. de l'annexe 4.

4.1.5 Règle concernant l'implantation du poste de livraison

Le demandeur du raccordement indique à Strasbourg Électricité Réseaux le positionnement du poste de livraison. Celui-ci doit être accessible depuis le domaine public sans franchissement d'accès contrôlé. Pour des questions de sécurité, les postes souterrains sont à éviter.

Le raccordement de référence prévoit l'emplacement du poste de livraison en limite de parcelle.



Si le demandeur du raccordement souhaite une autre configuration, alors le réseau en domaine privé jusqu'au poste de livraison ne fera pas partie de l'opération de raccordement de référence. La conformité des accès à la NFC 13-100 est vérifiée avant l'approbation de Strasbourg Électricité Réseaux. Les longueurs développées en terrains privatifs seront réduites afin de limiter :

- les coûts d'exploitation et de renouvellement des ouvrages concédés,
- les coûts et la gêne occasionnées par les incidents qui perturbent la totalité des utilisateurs.

Il faudra s'assurer, dans tous les cas, que l'accès au poste de livraison est garanti au personnel de Strasbourg Électricité Réseaux 24h/24.

Si une voie d'accès privée est nécessaire pour accéder au poste de livraison, cet accès doit permettre :

- le passage du matériel de détection des défauts (camion de recherche de défaut) ;
- l'exploitation du poste (accès piéton et camion) ;
- le report de l'Indicateur Lumineux de Défaut (ILD) en bordure de propriété sur la voie publique ;
- la mise en œuvre éventuelle de fourreaux selon la prescription de Strasbourg Électricité Réseaux ou de moyens de terrassement mécanisés classiques sur le tracé du (ou des) câble(s) exploités par Strasbourg Électricité Réseaux pour effectuer un remplacement ou une réparation ;
- le respect des profondeurs habituelles de pose des câbles spécifiées par Strasbourg Électricité Réseaux ;
- le respect des distances et dispositions prévues par la NF P98-332 entre le réseau et les arbres ;
- la signature par le propriétaire du terrain d'une convention de type C (intangibilité de l'ouvrage).
- La téléconduite des cellules, lorsqu'elle est nécessaire pour la bonne exploitation du réseau HTA. Dans ce cas, la mise en place et la maintenance de la téléconduite est à la charge du client, conformément au catalogue des prestations.

Voici l'exemple d'un poste de livraison intégré dans le bâtiment (voir Figure 1). La longueur « d » de réseau souterrain à créer en domaine privé sera facturée sans réfaction.

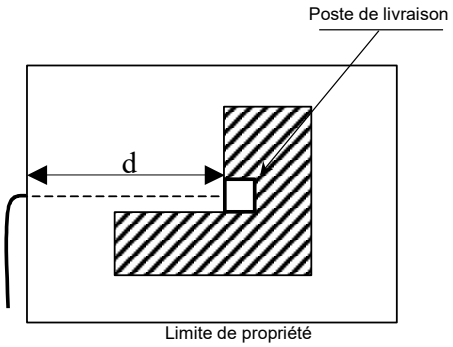


Figure 1 : Exemple de position du poste de livraison consommateur

4.1.6 Règle concernant le nombre de postes de livraison

L'opération de raccordement de référence doit être réalisée avec un seul poste de livraison. Les contraintes électriques de réseau (voir Annexe 0) peuvent amener Strasbourg Électricité Réseaux à proposer une opération avec un nombre plus important de postes de livraison.

4.2 Différents types de raccordement

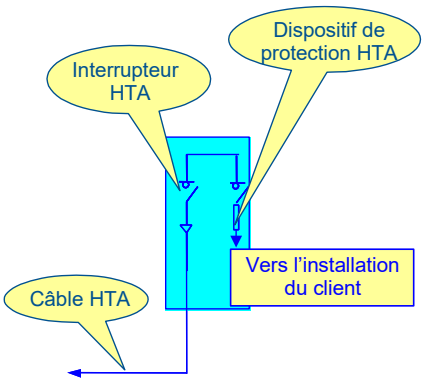
Ce paragraphe concerne tout raccordement de poste de livraison. La norme NF C13-100 précise les modalités de conception des postes de livraison des sites alimentés par le réseau de distribution publique HTA.

Nota : le raccordement en double dérivation n'est pas utilisé dans les réseaux de Strasbourg Électricité Réseaux.

4.2.1 Le raccordement en antenne (ou simple dérivation)

Le poste de livraison est raccordé au réseau public de distribution au moyen d'une seule canalisation.

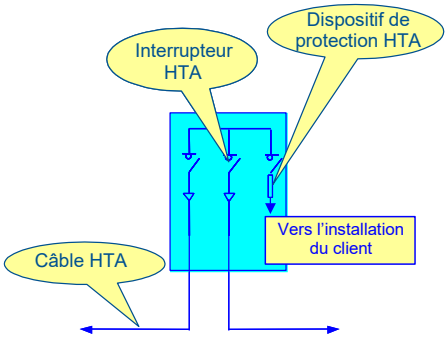
Il est équipé d'un interrupteur et d'un dispositif de protection HTA, qui protège le réseau des défauts provenant de l'installation de l'utilisateur consommateur.



4.2.2 Le raccordement en coupure d'artère

Le poste de livraison est inséré en série sur un départ HTA.

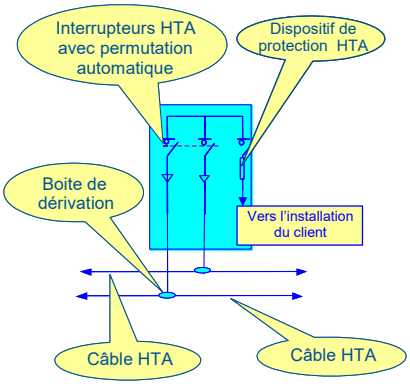
Il est équipé de deux interrupteurs (télécommandés ou non) et d'un dispositif de protection HTA, qui protège le réseau des défauts provenant de l'installation de l'utilisateur consommateur.



4.2.3 Le raccordement en double dérivation

Le poste de livraison est desservi par deux câbles posés en parallèle, l'un de travail et l'autre de secours. Il est équipé :

- de deux interrupteurs,
- d'un permutateur à manque de tension, qui autorise le basculement automatique de l'alimentation du poste, du câble de travail en défaut sur le câble de secours en service,
- d'un dispositif de protection HTA, qui protège le réseau des défauts provenant de l'installation de l'utilisateur consommateur.



5 Différents cas de figure du raccordement

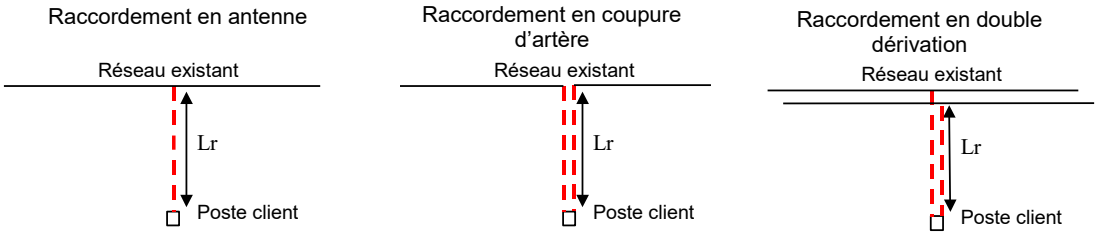
Ce chapitre examine les 4 cas de figure suivants :

- le raccordement sur un départ existant,
- le raccordement sur un départ direct,
- le raccordement en zone d'aménagement,
- l'augmentation de la puissance de raccordement.

5.1 Raccordement d'un site sur un départ existant

Le départ existant à prendre en compte pour le raccordement de référence est celui le plus proche du poste à raccorder capable d'accepter la charge à raccorder selon un tracé de l'extension de réseau techniquement et administrativement réalisable, au plus court.

Pour faciliter la rédaction, la longueur de raccordement techniquement et administrativement réalisable sera notée Lr, et la puissance de raccordement sera notée Pr (voir la figure ci-dessous).



NB : pour la facturation au client, il est nécessaire de se référer au barème de facturation de Strasbourg Électricité Réseaux pour l'opération de raccordement des utilisateurs au réseau public de distribution d'électricité.

5.1.1 Conditions du raccordement sur un départ existant

Le raccordement du demandeur est possible en plein réseau jusqu'à une certaine puissance du départ existant après raccordement, notée $P_{Max_départ}$ (voir Tableau 1) déterminée à partir de la contrainte thermique d'un câble de 240 mm² Alu en proximité d'autres câbles en sortie de poste source (norme NF C33-226). La puissance du départ après raccordement du demandeur ne doit pas dépasser la puissance maximum définie dans le Tableau 1. Cette puissance après raccordement du demandeur est la somme des puissances suivantes :

- Puissance de raccordement du demandeur,
- Puissance des consommateurs existants en schéma normal modélisés suivants les principes décrits au paragraphe 4.3. de l'annexe 4.

Tableau 1 : Puissance maximum des départs HTA

	Départ en pointe été	Départ en pointe hiver
Un = 20 kV	$P_{Max_départ}$ = 7,5 MVA	$P_{Max_départ}$ = 9,2 MVA

Au-delà, un complément d'étude est nécessaire (raccordement sur un départ existant voisin, optimisation du schéma d'exploitation, dédoublement du départ existant, création d'un nouveau départ direct) selon l'arbre de décision décrit au paragraphe 4.4. de l'annexe 4) afin que la Pmax départ soit inférieure aux valeurs du tableau 1.

Si la puissance du départ après raccordement ne permet plus de secourir l'ensemble des consommateurs en cas d'indisponibilité d'un ouvrage de réseau du départ du demandeur où d'un départ voisin, Strasbourg Électricité Réseaux peut être amené à réaliser une solution technique de

raccordement, différente de la solution de référence. La proposition de raccordement reste établie sur l'opération de raccordement de référence.

5.1.2 Règles de raccordement

Le réseau nouvellement créé sera réalisé en technique souterraine. La section utilisée sera systématiquement la section économique.

La structure du réseau en double-dérivation n'étant pas en application à Strasbourg Électricité Réseaux, aucun raccordement n'est réalisé dans cette technique.

En réseau urbain, les réseaux sont souterrains et le raccordement sera systématiquement en coupure d'artère.

En réseau péri urbain ou rural, la structure cible du réseau étant la coupure d'artère, deux cas de figure se présentent (voir) :

- si Lr ≤ 250 m, le poste sera raccordé en coupure d'artère (longueur de câble pour l'aller-retour ≤ 500 m) ;
- si Lr > 250 m, il sera raccordé en coupure d'artère ou en antenne en fonction de l'évolution prévue du secteur. Dans tous les cas, le choix du type de raccordement est déterminé par Strasbourg Électricité Réseaux. Aucun poste client ne sera raccordé en antenne à partir d'une boîte tangente

Raccordement en antenne : Strasbourg Électricité Réseaux doit pouvoir, dans le cas d'un raccordement en antenne, faire ajouter au minimum une cellule réseau supplémentaire dans le poste pour garder la possibilité de passer le poste en coupure d'artère par la suite.

Ces dispositions ne s'appliquent pas pour les postes d'une puissance inférieure à 250 kVA.

5.2 Raccordement d'un site par un départ direct au poste source

5.2.1 Conditions pour le raccordement sur un départ direct

Le raccordement de référence par un départ direct au poste source est à mettre en œuvre dès que les besoins du site atteignent la puissance limite du départ existant le plus proche (voir §5.1.1) et qu'aucune autre solution technique n'est envisageable, ou si certains usages sont de nature à dépasser les seuils de perturbation autorisés par les textes ou perturber la qualité de desserte des utilisateurs alimentés par le même départ.

Le tracé du départ doit être techniquement et administrativement réalisable.

Ce type de raccordement constitue une évolution importante de structure, il doit nécessairement être réalisé selon les choix suivants :

Tableau 2 : Technique et structure de raccordement

Mode de raccordement	Au poste source (départ direct)
Type de raccordement	Antenne
Type de réseau	Souterrain
Section	Economique
Type de poste de livraison	Poste avec possibilité d'ajouter au minimum 1 cellule réseau

La solution de raccordement de référence comprend alors une alimentation principale par un départ direct au poste source.

La desserte du site par une alimentation de secours contractualisée ne fait pas partie du raccordement de référence. Les modalités d'étude sont décrites à l'annexe 5.

La solution de raccordement à mettre en œuvre doit a minima être suffisante pour transiter la puissance de raccordement en tenant compte de l'intensité admissible du câble, hiver et/ou été selon les besoins de l'utilisateur consommateur, pondérée du coefficient de réduction relatif aux proximités des câbles. Elle doit également permettre de respecter les seuils de chute de tension admissible au droit du poste de livraison et les seuils de contrainte thermique au niveau des ouvrages du poste source (cf.ANNEXE 3)

Dans le cas où les proximités de câbles telles que définies au paragraphe A3.1.2 de l'annexe 3 conduisent à augmenter significativement le nombre de câbles nécessaires pour desservir la puissance de raccordement du site, plusieurs possibilités alternatives sont à étudier :

- affiner le calcul du coefficient de réduction de l'intensité admissible dans les cas de proximité entre les câbles qui ne correspondraient pas aux cas décrits dans la norme en termes de profondeur, de résistance thermique de terrain… ;
- modifier le tracé pour limiter l'effet des proximités.

Pour les raccordements en départ direct d'un seul câble sur des distances importantes, l'installation d'une armoire de coupure tous les 10 km est obligatoire.

5.2.2 Site de puissance de raccordement inférieure à 12 MW en 20 kV

Le site est en règle générale raccordé au poste source par un départ 400A et l'appareillage du poste de livraison est de calibre 400A (voir Figure 2). La section retenue pour le raccordement correspond à la section économique, à déterminer en fonction des limites techniques (cf. 5.2.1), de la puissance transitée et de la durée d'utilisation de la pointe (voir paragraphe A3.2.2 de l'annexe 3).

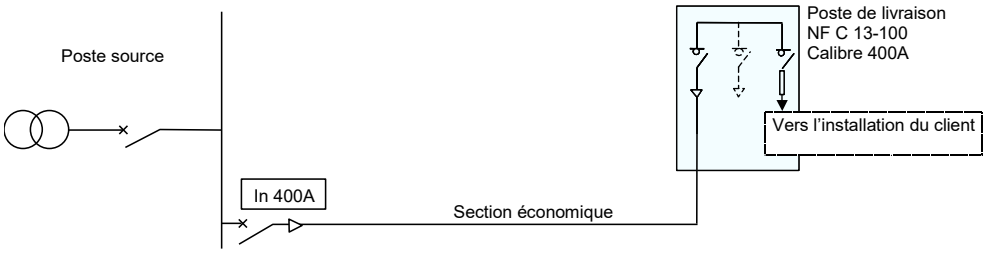


Figure 2 Schéma de raccordement des sites de puissance de raccordement inférieure à 12 MW

5.2.3 Site de puissance de raccordement supérieure à 12 MW

Les raccordements d'installations de puissance supérieure à 12 MW ne peuvent pas être réalisés dans le cadre de solutions standards. Ils feront l'objet d'études particulières au cas par cas.

L'alimentation du Site est réalisée au moyen de n départs issus du même transformateur HTB/HTA et de la même demi-rame HTA et de la pose de N liaisons similaires en câble 240 mm² Al ou 400 mm² Al. Les N départs sont exploités en parallèle.

Lorsque plusieurs solutions sont techniquement possibles pour desservir la puissance demandée (voir §5.2.1), le nombre et la nature des câbles à retenir pour le raccordement correspondent à la section économique, à déterminer en fonction de la puissance transitée et la durée d'utilisation de la pointe.

Les cellules départs au Poste Source sont de calibre 400 A, 630 A ou 1250 A selon la puissance maximale transitant dans chaque liaison.

Au poste de livraison, les cellules peuvent être des interrupteurs de courant assigné 400 A ou 630 A selon la puissance maximale transitant dans chaque liaison ; l'appareillage en aval (jeu de barres notamment) doit être de calibre adapté à la puissance demandée par l'utilisateur.

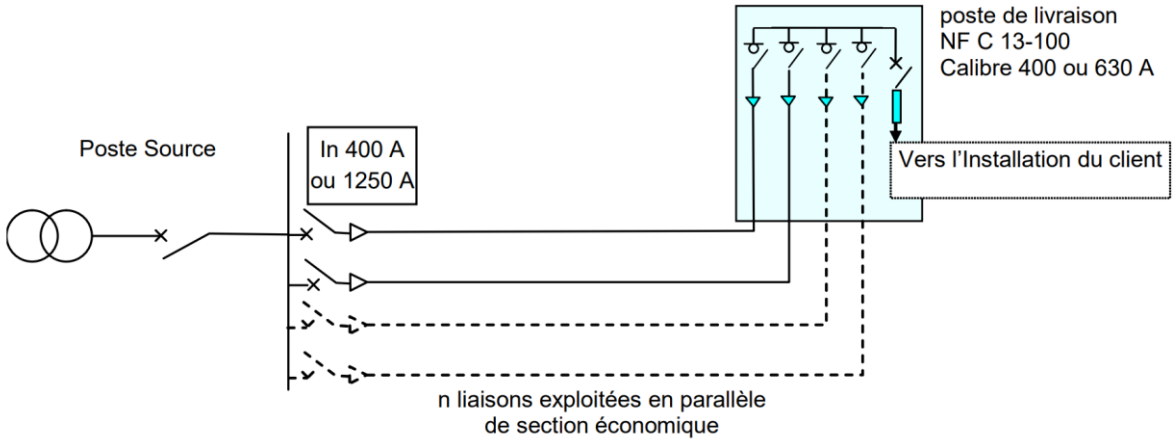


Figure 3 : Schéma de Raccordement des Sites de puissance supérieure à 12 MW

En cas de défaut sur l'un des câbles, les départs sont mis hors tension simultanément. Si un ou plusieurs câbles sont sains, ils pourront être remis sous tension une fois que le câble en défaut est identifié pour desservir une partie de la puissance. La mise en place de protections différentielles de ligne permettant de garder sous tension le(s) câble(s) sain(s) et de mettre hors tension le câble en défaut ne fait pas partie de l'opération de raccordement de référence.

Dans le cas particulier où le client dispose de plusieurs jeux de barres au niveau de son poste de livraison, les départs permettant de desservir la puissance demandée pourront être répartis sur des demi-rames et transformateurs HTB/HTA différents au Poste Source. Il faudra toutefois s'assurer que :

- les départs aboutissant sur le même jeu de barres dans le poste de livraison soient alimentés par la même demi-rame et le même transformateur HTB/HTA ;
- le couplage entre les jeux de barres du client est interdit en régime normal.

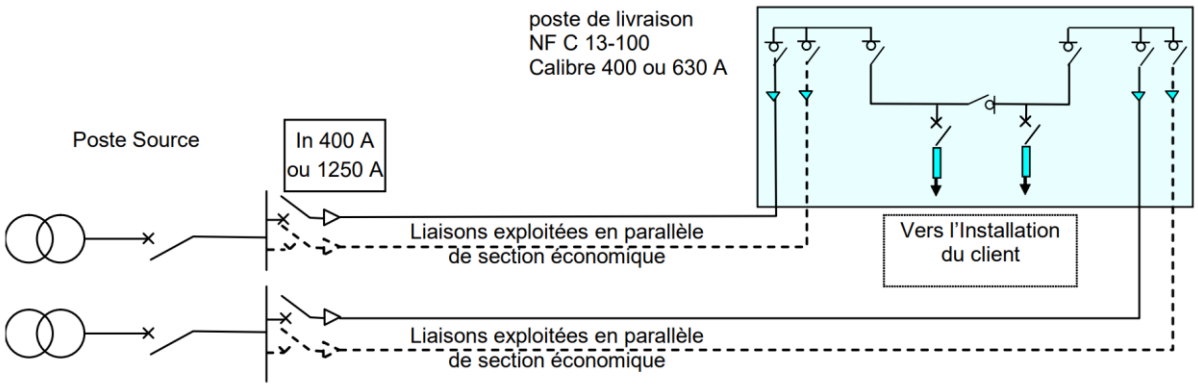


Figure 4 : Schéma de Raccordement des Sites de puissance supérieure à 12 MW avec jeux de barres séparés

5.3 Raccordement d'une zone d'aménagement

Le raccordement d'une zone d'aménagement (zone commerciale, zone d'activité, Zone d'Aménagement Concerté, zone industrielle ou toute zone nécessitant la création d'un ou plusieurs postes de livraison ou de distribution publique) dépend de son plan de développement. En effet, étant donné qu'une zone d'aménagement est construite progressivement, la structure initiale du réseau qui l'alimente n'est en général pas définitive.

Le réseau d'alimentation d'une zone doit tendre vers une structure en accord à terme avec les règles définies dans les paragraphes 4 et 5, en prenant en compte les principes suivants :

- une zone accueille différents types d'utilisateurs du réseau (consommateurs et/ou producteurs BT et HTA) sur son réseau interne. La desserte de la zone doit être conçue en respectant la structure du réseau qui l'alimente ;
- lorsque le départ qui alimente la zone d'aménagement est de type rural, la structure du réseau interne doit être souterraine en coupure d'artère ;
- le réseau de la zone d'aménagement doit être conçu de manière à pouvoir bénéficier, comme tout réseau partagé, d'une deuxième alimentation pour faire face aux indisponibilités. Il peut être réalisé en mettant en place un bouclage sur le même départ ou sur un autre départ existant ou à construire.

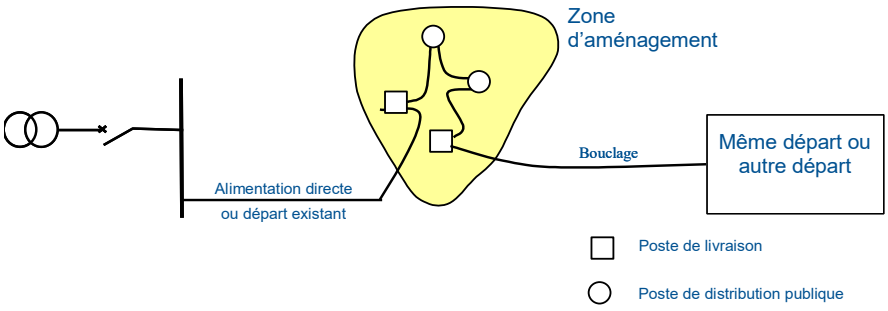


Figure 5 : Exemple de structure de réseau d'alimentation d'une ZAC

5.4 Augmentation de la puissance de raccordement

Pour une demande d'augmentation de puissance, le raccordement de référence est déterminé en suivant le cheminement suivant :

- Etape A : mise à niveau du réseau existant si contrainte préalable,
- Etape B : analyse de la faisabilité de l'augmentation de puissance sur le départ qui alimente le client, par le poste d'alimentation existant,
- Etape C : en cas de contrainte sur l'alimentation existante, le raccordement de référence s'appuie sur la solution qui parmi les solutions suivantes présente le meilleur bilan actualisé :
    - renforcer des tronçons du départ de l'alimentation principale actuelle du demandeur ;
    - raccorder par une deuxième alimentation principale sur un départ voisin ;
    - restructurer le réseau (modification de la structure, de la répartition des charges, création d'un nouveau départ) ;
    - créer un départ direct.

5.5 Raccordement en dehors du raccordement de référence

Trois cas de figure sont à distinguer :

- Strasbourg Électricité Réseaux choisit une solution différente de celle du raccordement de référence ;
- le client souhaite une variante par rapport au raccordement de référence ;
- la commune souhaite une variante par rapport au raccordement de référence.

L'initiateur de ce choix prend à sa charge tous les surcoûts éventuels par rapport à la solution de référence.

5.5.1 Strasbourg Électricité Réseaux décide une solution différente du raccordement de référence

Strasbourg Électricité Réseaux peut réaliser une opération de raccordement différente du raccordement de référence si cette opération est plus robuste et ne dégrade pas la qualité de l'alimentation. Strasbourg Électricité Réseaux prend à sa charge tous les surcoûts éventuels. Toute anticipation d'une structure de réseau future imposée par Strasbourg Électricité Réseaux (ex : bouclage du réseau, augmentation de la section économique des câbles, changement de régime de neutre) et impliquant un investissement supplémentaire est prise en charge par Strasbourg Électricité Réseaux.

Remarque : La réalisation d'une solution différente du raccordement de référence est possible et permet de régler avec bon sens des cas particuliers, mais la recherche systématique d'une solution alternative n'est pas une obligation. Elle ne doit pas conduire à anticiper des investissements sans justification économique.

5.5.2 Le demandeur souhaite une variante par rapport au raccordement de référence

Trois types de demande peuvent intervenir.

- **Puissance de raccordement inférieure à 250 kVA ou supérieure à la puissance limite**

Le raccordement au réseau HTA d'un utilisateur consommateur de puissance inférieure à 250 kVA (232 kW) est possible, mais sort de l'opération de raccordement de référence (il n'y a pas de réfaction).

Dans le cas où il est techniquement réalisable, le raccordement au réseau HTA d'un site consommateur de puissance de raccordement supérieure à la puissance limite (§4.1) est possible, mais sort du cadre du raccordement de référence.

De tels raccordements doivent être conformes aux règles de raccordement énoncées dans la présente note, à l'exception du choix du type de poste ci-après.

Le poste de livraison sera raccordé en coupure d'artère ou en antenne, selon le bilan technico-économique le plus favorable. Le bilan économique est calculé sur 10 ans, avec application d'un taux de croissance sur les charges existantes.

- **Augmentation de puissance avec un deuxième poste**

Dans le cadre d'une augmentation de puissance, la solution de référence s'appuie sur le poste de livraison existant. A la demande du client, il peut être envisagé d'apporter une partie de la puissance supplémentaire sur un autre poste de livraison. Le nouveau poste de livraison, ainsi que son alimentation ne font pas partie de l'opération de raccordement de référence.

Dans ce cas, les éventuels surcoûts par rapport à la solution de référence sont entièrement à la charge du client demandeur.

- **Alimentation de secours HTA d'un utilisateur consommateur HTA ou HTB**

Voir ANNEXE 5.

5.5.3 Le client émet des perturbations supérieures aux limites d'émission

Le décret n°2003-229 du 13 mars 2003 et les arrêtés du 17 mars 2003 et du 6 octobre 2006, relatif aux prescriptions techniques générales de conception et de fonctionnement auxquelles doivent satisfaire les Installations en vue de leur raccordement au Réseau Public de Distribution, fixent les limites de perturbations acceptables en termes de courants harmonique, de fluctuation de tension et déséquilibre de tension.

Dès lors que les niveaux des perturbations émisses par le client dépassent ces seuils, ce dernier doit mettre en place des solutions visant à diminuer ses perturbations. Dans le cas contraire, une solution de raccordement différente de l'opération de raccordement de référence peut permettre de respecter les limites d'émission. Le client Demandeur doit alors prendre en charge les surcoûts par rapport à l'opération de raccordement de référence conformément au barème de raccordement.

ANNEXE 1. Détails de la structure des réseaux

Le respect des obligations réglementaires de qualité d'alimentation (décret 2007-1826 et son arrêté d'application, du 24 décembre 2007) nécessite que les réseaux de distribution publique soient structurés de façon à minimiser les temps de réalimentation lors d'indisponibilités. Lorsqu'un réseau est en souterrain, le temps de localisation du défaut et de réparation est plus important qu'en aérien. Pour les réseaux souterrains ou les réseaux mixtes, Strasbourg Électricité Réseaux est donc amené à réaliser des choix techniques particuliers qui seront détaillés dans cette partie.

A1.1 Définitions

- **Artère principale**

L'artère principale d'un départ est la portion de réseau entre le disjoncteur départ et le point de bouclage avec le départ secourant qui offre les meilleures conditions de reprise de la charge de ce départ. Le point de bouclage de la principale en schéma normal est télécommandé. L'artère principale peut être tronçonnée au moyen d'appareils télécommandés ou manuels

- **Secondaire bouclée**

Une secondaire bouclée est une portion du réseau HTA, située en dehors de la principale, qui alimente un ou plusieurs postes de livraison. Elle est raccordée à la principale et dispose d'un secours issu d'un autre départ. Cette secondaire bouclée fournit un secours aux installations alimentées par la secondaire.

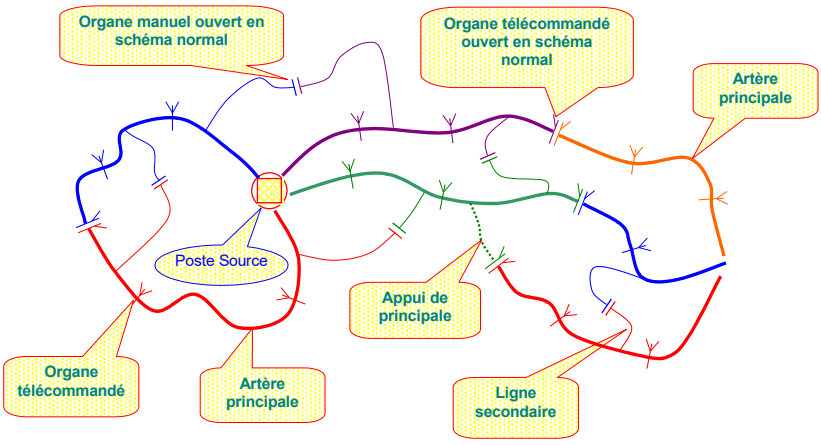


Figure 6 : Détermination des principales avec leur organe télécommandé de bouclage

- **Dérivation**

Une dérivation est une portion du réseau HTA qui alimente un ou plusieurs postes, et qui est raccordée à l'artère principale ou à une secondaire bouclée.

NB : Dans le cas où elle dispose d'un secours issu du même départ ou d'un autre départ, elle est appelée « dérivation bouclée ».

A1.2 Structure des réseaux urbains et ruraux

Il existe deux types de départs : les départs de type urbain et les départs de type rural.

A1.2.1. Structure des réseaux urbains

- Structure en coupure d'artère

La structure en coupure d'artère est la structure de réseau la plus couramment rencontrée sur les départs urbains (voir schéma ci-dessous). Cette structure permet à chaque poste d'être alimenté à un instant donné en schéma normal ou en schéma de secours.

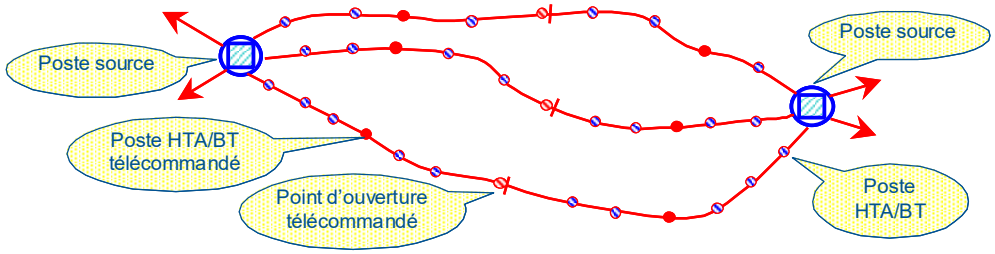


Figure 7 : exemple de structure en coupure d'artère

- Structure en double dérivation (non utilisé à Strasbourg Électricité Réseaux)

Cette structure est réservée aux zones urbaines denses. Dans cette structure, chaque poste peut être alimenté soit par un départ, soit par un autre. En cas d'indisponibilité, une permutation automatique équipée d'une temporisation bascule le poste sur le deuxième départ.

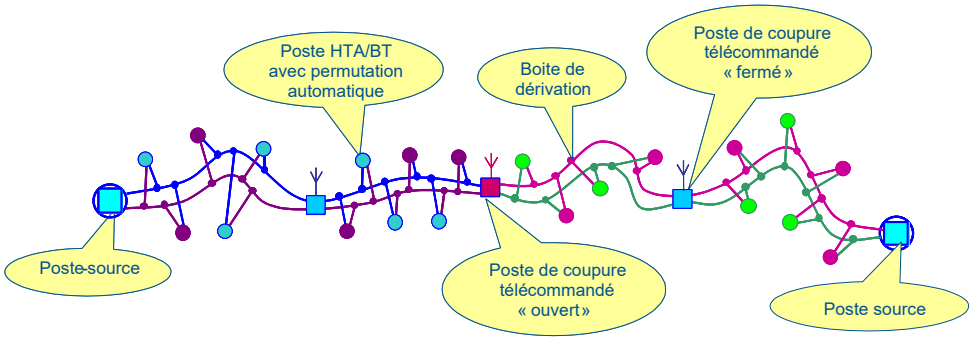


Figure 8 : exemple de structure en double dérivation

A1.2.2. Structure des réseaux ruraux

Les réseaux ruraux ont en général une structure d'artère principale de source à source. Ils peuvent également présenter des départs bouclant avec un départ alimenté par le même poste source, lorsque la densité de charge n'est pas homogène sur le territoire. Les départs peuvent présenter des antennes (dérivation non bouclée).

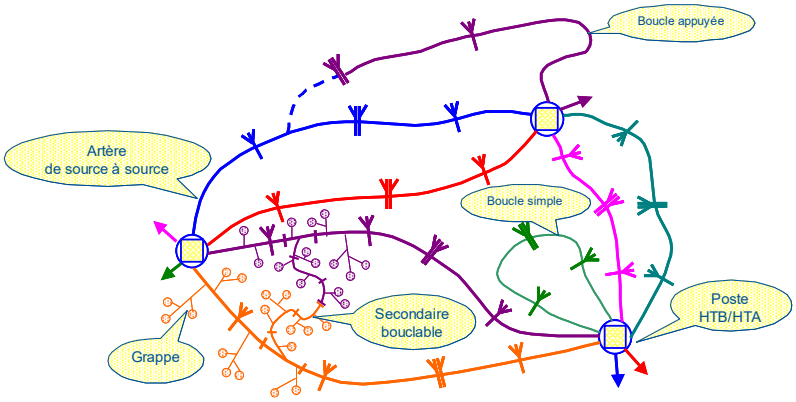


Figure 9 : Structure de réseau rural

ANNEXE 2. Dimensionnement économique

Les investissements que Strasbourg Électricité Réseaux est amené à décider ont des répercussions à long terme, dans la mesure où les ouvrages considérés ont des durées de vie longues. L'impact économique d'un investissement va au-delà du coût immédiat de cet investissement, puisqu'il touche également :

- le niveau des pertes électriques et autres dépenses d'exploitation dont le coût est supporté par Strasbourg Électricité Réseaux ;
- la qualité de la desserte, qu'il est couramment admis de caractériser par une valorisation de l' « Energie non Distribuée » ;
- les dépenses d'entretien et de maintenance sur la durée de vie de l'ouvrage.

C'est pourquoi l'investissement décidé par Strasbourg Électricité Réseaux n'est pas nécessairement celui qui correspond à la dépense immédiate minimale, mais celui qui garantit, sur la durée, un coût global actualisé minimal, incluant l'ensemble des éléments évoqués ci-dessus.

Le dimensionnement des ouvrages n'est donc pas uniquement basé sur les seuils de contraintes électriques précisés dans le paragraphe précédent, mais prend en compte d'autres critères tels que les pertes électriques. Ce principe de dimensionnement économique, en lieu et place du seul dimensionnement technique, est largement répandu chez tous les exploitants de réseau électrique, qu'il s'agisse de réseaux publics ou de réseaux privés. Les principes du calcul du dimensionnement économique figurent d'ailleurs très fréquemment dans les catalogues des fournisseurs de matériel : câbles, transformateur, etc.

Le principe de dimensionnement économique revient à choisir un palier technique[1] qui présente l'optimum technico-économique. Le calcul est réalisé avec les hypothèses suivantes :

- le palier technique retenu est celui qui présente le coût minimal sur la durée de vie de l'ouvrage (N), ce coût étant égal à la somme du coût d'établissement (E) et du coût d'exploitation (D) actualisé ;
- le coût d'établissement (E) de l'ouvrage est constitué de la somme des coûts d'achat du matériel, de ses accessoires y compris leur mise en œuvre et leur pose ;
- le coût d'exploitation annuel de l'ouvrage (d) prend en compte les coûts de maintenance, les coûts de défaillance, ainsi que le coût des pertes électriques générées : pertes Joule dans les câbles, pertes Joule et fer dans les transformateurs. Ces pertes dépendent du dimensionnement de l'ouvrage (palier technique retenu) et du transit dans l'ouvrage. L'énergie pour compenser les pertes est achetée par Strasbourg Électricité Réseaux et valorisée selon le marché de l'électricité.
- les dépenses d'établissement et d'exploitation n'ayant pas la même échéance, elles ne peuvent être additionnées sans actualisation. Le taux d'actualisation financière a pour objectif de ramener les coûts annuels à des dépenses engagées à l'année initiale de la période d'utilisation ;
- l'expression du coût d'exploitation (D) sur la durée de vie de l'ouvrage (N), actualisé à l'année initiale d'établissement est (en considérant que le coût d'exploitation annuel (d) est payé en fin d'année tout au long de la durée de vie N de l'ouvrage) :

$$D = d\,[\,1/(1+t) + 1/(1+t)^2 + \ldots + 1/(1+t)^N] = d\,[\,[(1+t)^N - 1]/\,(t\,(1+t)^N]] = d * A$$

Avec :

t taux annuel d'actualisation 3.2 %,

N durée d'amortissement de l'ouvrage (par exemple 40 ans pour les câbles).

Le terme $A = [(1+t)^N - 1] / (t\,(1+t)^N]$ est donné par les tables financières.

Le dimensionnement économique de l'ouvrage est celui qui minimise la valeur de E + D sur la durée de vie N.

[1] Par palier technique il faut entendre les différentes sections de câble retenues par Strasbourg Électricité Réseaux, la puissance unitaire des transformateurs HTB/HTA, etc.

ANNEXE 3. Principes de dimensionnement des ouvrages

A3.1 Seuils de contrainte électrique

A3.1.1. Principe des seuils de contrainte

Le Décret du 13 mars 2003 relatif aux prescriptions techniques générales de conception et de fonctionnement auxquelles doivent satisfaire les installations en vue de leur raccordement aux réseaux publics de distribution précise en son article 4 :

« Lors de la demande de raccordement, le gestionnaire du réseau s'assure que la conception des installations à raccorder et leur schéma de raccordement permettent :

- de respecter les intensités admissibles dans les ouvrages du réseau public de distribution et des postes de livraison des installations, en régime permanent et lors des régimes de surcharge temporaire admissibles en cas d'indisponibilité d'éléments du réseau ;
- de tenir, en service normal du réseau, la tension dans sa plage admissible dans tous les régimes de fonctionnement de l'installation ».

Un réseau est en contrainte lorsque son schéma normal optimal ne permet pas de respecter :

- les obligations réglementaires et engagements contractuels vis-à-vis des utilisateurs (cf §2),
- les limites d'utilisation des équipements de réseau,
- les règles d'exploitation du réseau, en particulier le maintien des règles de sécurité en mode de fonctionnement dégradé

Les valeurs électriques énoncées ci-après (intensité, tension) sont calculées avec les outils développés par Strasbourg Électricité Réseaux, basés sur une modélisation des charges et une description topologique du réseau. Dans le cadre d'une étude de raccordement, le dépassement d'un des seuils ci-dessous entraîne une adaptation des ouvrages pour lever la (les) contrainte(s).

A3.1.2. Contrainte d'intensité

L'étude de la tenue thermique consiste à vérifier qu'en toute saison les ouvrages du réseau public de distribution desservant les installations du demandeur du raccordement (lignes aériennes ou câbles souterrains, transformateur HTB/HTA, cellules…) ont une intensité maximale admissible en régime permanent (Imap) supérieure au transit maximal. L'étude de tenue thermique est menée à la tension nominale du réseau.

Les seuils de contraintes sont :

- 100 % de Imap pour les lignes aériennes et les câbles souterrains,
- 100 % de Inominal pour les cellules du poste source (départs, arrivées et couplages), et les appareillages en réseau,
- 125 % de Inominal pour les transformateurs de poste source en schéma normal, en considérant une situation dégradée avec la perte d'un des transformateurs du poste source,
- 100 % de Inominal pour les auto-transformateurs.

La tenue thermique est vérifiée :

- Systématiquement en régime hiver et en régime été.

Le niveau de charge et l'évolution de la capacité du réseau sont les deux variables saisonnières à prendre en compte.

La chaleur dégagée par les câbles limitant la capacité de transit, l'Imap est réduite lorsque les câbles sont enterrés à proximité les uns des autres.

Les coefficients de réduction suivants sont des valeurs moyennes et ont été évalués à partir des caractéristiques des câbles NF C 33-226 âme en aluminium, de section 150 mm² et 240 mm².

Ils sont donnés pour des parallèles électriques constituées de torsades posées en nappe, à 80 cm de profondeur, avec un intervalle de 20 cm entre les unes et les autres. Les câbles sont considérés également chargés.

Nombre de câbles	Coefficient de réduction
1	1
2	0,83
3	0,73
4	0,68
6	0,61
≥ 9	0,55

Figure 10 : Coefficients de réduction de l'Imap pour des câbles posés en pleine terre (NF C33-226)

Dans les cas de proximité entre les câbles qui ne correspondraient pas aux cas décrits dans la norme notamment en termes de profondeur ou de résistance thermique de terrain, un calcul plus précis est à effectuer pour déterminer l'atténuation de l'intensité admissible. Strasbourg Électricité Réseaux utilise un outil spécifique pour le calcul. La proximité de conduites de chaleur ou la présence de protections spécifiques sur les câbles à caractéristiques thermiques non conventionnelles peut également nécessiter une étude spécifique.

A3.1.3. Contrainte de chute de tension

Pour respecter les engagements contractuels décrits dans le §2.2, la chute de tension le long d'un départ HTA doit en toute saison rester inférieure ou égale à :

- 5 % en schéma normal (dans les hypothèses d'étude définies dans le §5),
- 8 % en schéma de secours (dans les hypothèses d'étude définies en Annexe 1).

A3.2 Dimensionnement des ouvrages

A3.2.1. Le dimensionnement économique

voir ANNEXE 2

A3.2.2. Le choix des conducteurs

Les conducteurs :

Pour les créations de réseau HTA, les sections retenues sont les suivantes :

- en souterrain : 95 mm² Al, 150 mm² Al, 240 mm² Al, et 400 mm² Al;
  - le 150 mm² Al et le 240 mm² Al pour les ossatures,
  - le 95 mm² Al sera réservé aux antennes non évolutives,
  - le 400 mm² Al et le Nx400 mm² Al seront réservés aux départs directs,
- en aérien : 54 mm² Alm, 75 mm² Alm et 148 mm² Alm ;
  - le 148 mm² Alm pour les ossatures,
  - le 54 mm² Alm pour les dérivations (exceptionnellement en 75 mm² Alm pour respecter les contraintes de PCC à proximité des postes sources). La technique rigide est privilégiée.

A3.2.3. La section économique

La section économique de câble sera utilisée systématiquement pour optimiser les pertes Joule. Pour toute création et remplacement d'ouvrages existants, réalisés pour alimenter de nouveaux utilisateurs, la section économique est fonction :

- pour un ouvrage de réseau avec transit d'un ensemble d'utilisateurs ; de la puissance maximale transitant dans les ouvrages et du nombre d'heures d'utilisation de la charge existante,
- pour un ouvrage de réseau avec transit du seul demandeur ; de la puissance de raccordement du demandeur dans les ouvrages et du nombre d'heures d'utilisation du nouvel utilisateur (une valeur de 5000h sera prise par défaut si aucune valeur n'est disponible).

A3.2.4. Le nombre d'heures d'utilisation

Définition : Le nombre d'heures d'utilisation de la pointe pour un utilisateur est défini comme le rapport suivant : Durée d'utilisation de la P*max = Energie annuelle / Puissance de raccordement.

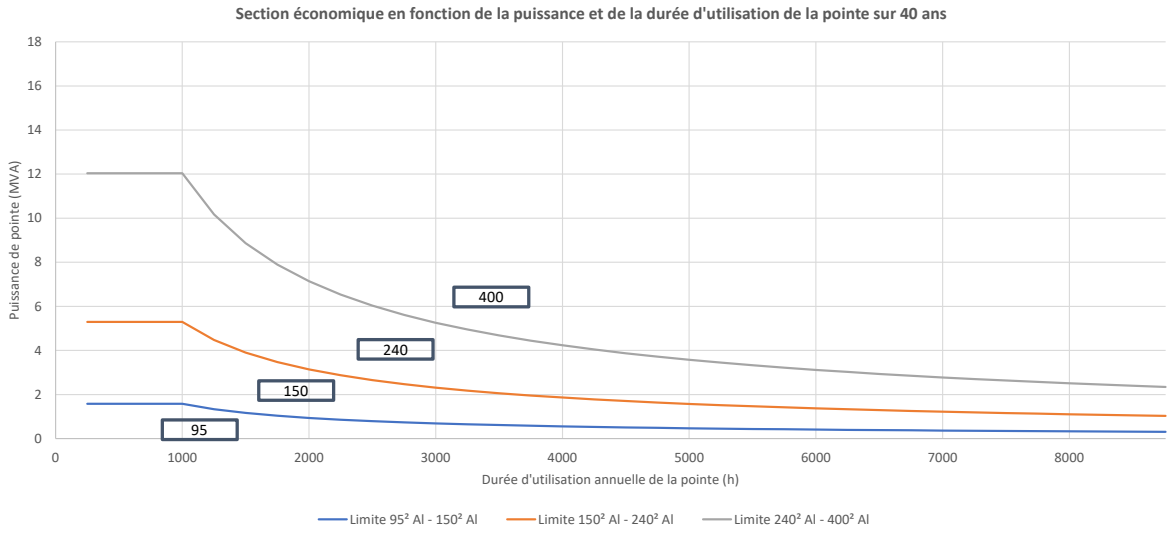


Figure 11 : Abaques des sections économiques de câble (ne prend pas en compte les intensités admissibles)

Pour les raccordements de points de soutirages de fortes puissances et/ou avec des durées d'utilisation annuelle importantes, un calcul spécifique sera effectué pour déterminer le nombre de câbles en parallèle ainsi que le nombre de cellules départs constituant la solution optimale économiquement via l'utilitaire « Section économique – Site de forte puissance ».

ANNEXE 4. Détail de l'étude de raccordement sur un départ existant

A4.1 Schéma de réseau

Le schéma d'exploitation retenu est le schéma normal optimal.

Si le poste est raccordé sur une structure en double dérivation, l'étude est complétée par une étude en schéma de secours pour vérifier la capacité du réseau en cas d'indisponibilité d'un ouvrage de réseau.

Les modifications du réseau nécessaires pour alimenter de futurs clients doivent être prises en compte lorsque ces clients font partie de la file d'attente et ont donc acquis un droit de réservation de puissance.

A4.2 Définitions

Les puissances prises en compte pour les études de réseau sont les suivantes :

$P_{max\ hiver}$: c'est la puissance maximale observée en régime normal d'exploitation en hiver prise entre le 15 octobre et le 15 mars (hors schéma spécial d'exploitation). Aucune correction de température n'est effectuée.

$P_{max\ été}$: c'est la puissance maximale observée en régime normal d'exploitation en été prise entre le 15 avril et le 15 septembre (hors schéma spécial d'exploitation).

A4.3 Hypothèses de calcul

Le site du demandeur est modélisé par sa puissance de raccordement.

Les charges consommatrices existantes sont prises en compte avec leur facteur de foisonnement, en se basant sur :

- la puissance Pmax hiver pour les études en pointe hiver d'alimentation principale et de secours contractuels ;
- la puissance Pmax été pour les études en pointe été d'alimentation principale et de secours contractuels ;

La puissance réactive consommée est prise avec tan φ = 0.4 par défaut.

Il est également nécessaire de prendre en compte de futurs utilisateurs :

- pour les pré-études et autorisations d'urbanisme : la puissance de raccordement des utilisateurs dont une opération de raccordement a été signée (consommateurs et producteurs HTA),
- pour les études de raccordement : la puissance de raccordement des utilisateurs dont une demande de raccordement est en cours d'instruction (consommateurs et producteurs HTA) et ont donc acquis un droit de réservation de puissance.

Les installations de production sont considérées comme découplées du réseau.

Etape 0 : Mise à niveau du réseau existant avant raccordement

Les travaux pour lever des contraintes qui préexistent ne doivent pas être facturés. Dans le cadre de l'étude, les contraintes éventuelles **avant raccordement** sont donc levées à l'année de raccordement, avec un taux de croissance de 0 %. Dans le cadre de l'étude, les ouvrages en contrainte sont « remplacés » pour les remettre à niveau par rapport aux seuils de contrainte définis en ANNEXE 3 et en respectant les règles de conception des réseaux définis en ANNEXE 3.

Etape 1 : Etude d'impact du raccordement

L'étude est réalisée avec le réseau actuel, avec un taux de croissance de 0 % pour les charges existantes. S'il n'y a pas de contrainte, le raccordement de référence ne comprend pas d'adaptation[2] du réseau et du schéma normal optimal.

Etape 2 : Levée des contraintes éventuelles

[2] correspond à la notion de « création d'ouvrage en remplacement » dans le Décret de consistance des ouvrage n°2007-1280 du 28 août 2007

S'il y a une contrainte thermique ou de chute de tension, elle doit être levée selon la méthode décrite au paragraphe § A4.4.

A4.4 Levée des contraintes éventuelles

A4.4.1. Cas général

Si l'étude de raccordement fait apparaître une contrainte électrique, cette contrainte doit être levée en suivant la démarche suivante (Figure) :

- traitement de la contrainte transformateur au poste source dans l'ordre suivant :
  - meilleur équilibrage des charges dans le poste source,
  - mutation du transformateur,
  - ajout d'un nouveau transformateur dans le poste source existant,
  - création d'un nouveau poste source,
- traitement de la contrainte départ HTA dans l'ordre suivant :
  - optimisation du schéma d'exploitation après raccordement, par la mise en place éventuelle d'un nouvel interrupteur télécommandé qui fait partie de l'opération de raccordement de référence,
  - si cette solution ne suffit pas, choix parmi les solutions suivantes de celle qui a le meilleur bilan actualisé :
    - en raccordant sur un départ voisin ;
    - en renforçant des tronçons ;
    - en restructurant le réseau (modification de la structure, de la répartition des charges, création d'un nouveau départ) ;
    - en créant un départ direct.

Remarques importantes

- Les solutions envisagées doivent respecter les règles de développement du réseau définies en ANNEXE 3 et ne pas dégrader la qualité des autres utilisateurs ;
- La solution technique de référence comprend l'ensemble des adaptations de réseau nécessaires à l'année 0 pour lever ces contraintes.
- L'optimisation du schéma normal d'exploitation doit se faire en appliquant les règles suivantes :
  - Report de charge par action des interrupteurs,
  - Pas de bascule au-delà du rang 2 (uniquement report de charge du départ concerné vers ses secourants),
  - Transfert de 1 MW au maximum par départ secourant.
  - Si le nouveau point frontière est situé sur un interrupteur non télécommandé, la solution de raccordement intègrera la mise en place d'une télécommande.

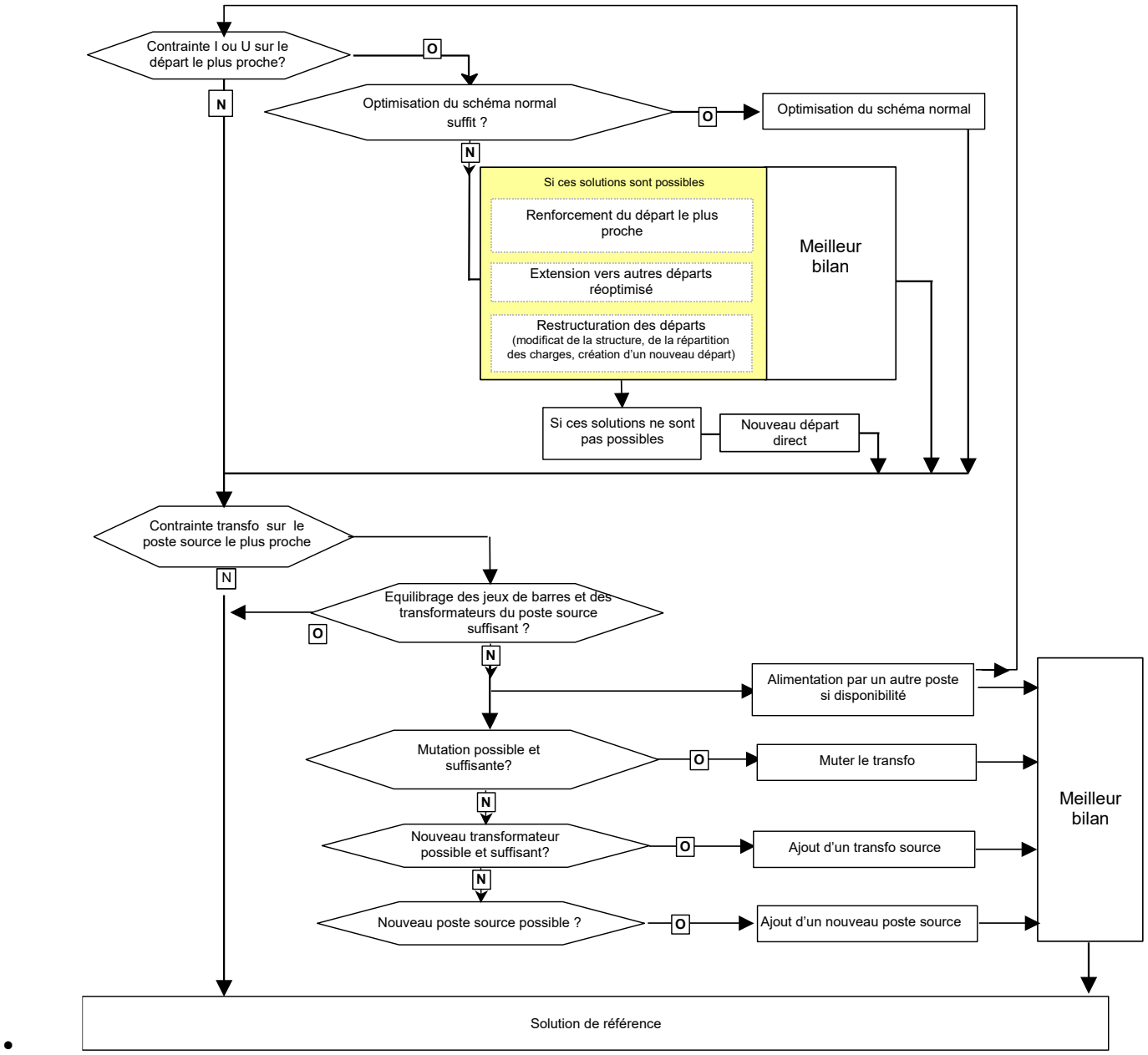
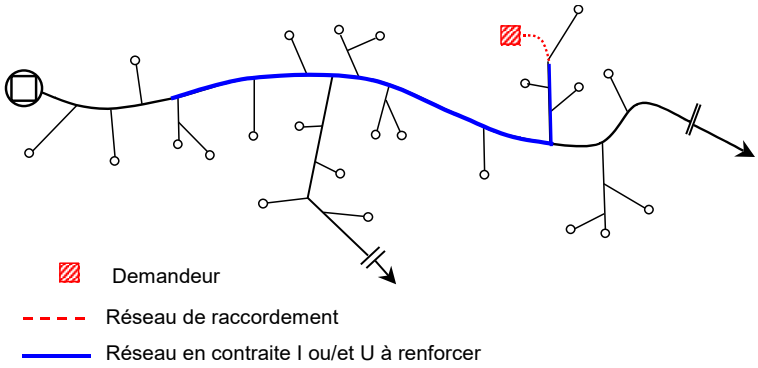


Figure 12 : Principe de levée de contrainte après raccordement

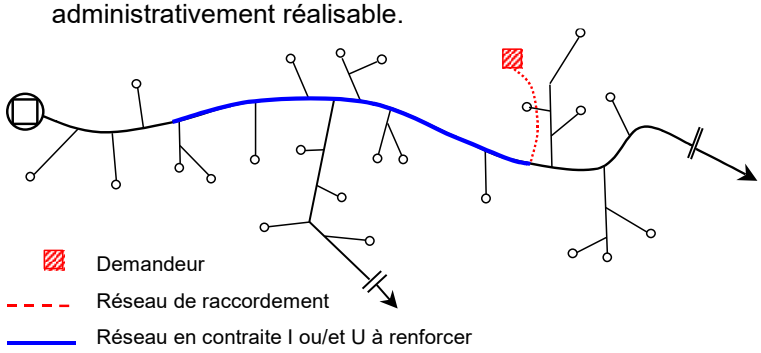
A4.4.2. Cas particulier : levée de contrainte pour les raccordements HTA en antenne non bouclée

Sur une antenne non bouclée, lorsque le raccordement sur la dérivation au plus court techniquement et administrativement réalisable génère une contrainte sur le réseau, un 2ème schéma de raccordement est possible :

- **1e solution générant une contrainte :** Raccordement sur la dérivation au plus court techniquement et administrativement réalisable.



- **Solution alternative :** Raccordement sur la principale au plus court techniquement et administrativement réalisable.



La solution à retenir est celle qui a le meilleur bilan technico-économique sur 10 ans, avec application d'un taux d'accroissement sur les charges existantes.

A4.5 Règles complémentaires pour le raccordement en antenne

- **Raccordement de poste en antenne sur un réseau HTA rural souterrain**

  Sur les réseaux souterrains, pour faciliter la reprise en cas d'indisponibilité d'un ouvrage de réseau, Strasbourg Électricité Réseaux a choisi de limiter à 1 le nombre de tangentes (une tangente est l'équipement nécessaire pour raccorder une antenne sur la ligne principale ou secondaire) entre deux points d'ouverture. En outre, la puissance raccordée sur une tangente est limitée à 250 kVA. Ceci peut impliquer la pose d'un organe de manœuvre lors d'un nouveau raccordement.

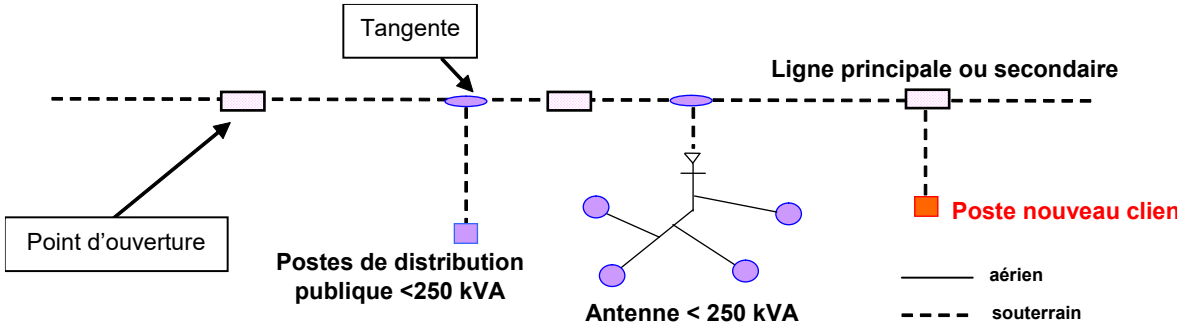


Figure 13 : Illustration de la règle d'une tangente maximum entre deux points d'ouverture

Remarques :

Pour les postes au sol simplifiés, le nombre de tangentes sera compté de la façon suivante :

- un poste PSSA (Poste Sol Simplifié A) compte pour 1 tangente ;
- un poste PSSB (Poste Sol Simplifié B) compte pour 1 tangente du côté où le transformateur est raccordé.

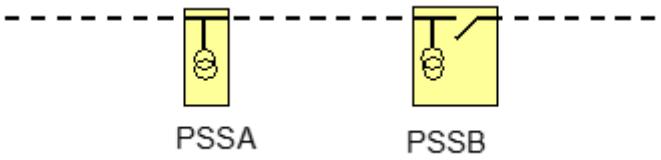


Figure 14 : Schéma non admis (2 tangentes successives sans coupures)



Figure 15 : Schéma correct (coupure entre les deux tangentes)

Sur un départ en coupure d'artère, il doit exister au moins un point de coupure entre le poste source et le premier poste (poste de livraison ou poste de distribution publique), de manière à permettre la réalimentation de la totalité du départ en cas d'ouverture de la cellule départ au poste source (sur incident, travaux ou entretien de la cellule).

Le poste est créé sur un départ en coupure d'artère en amont du premier point d'ouverture existant, deux solutions pour le raccordement de référence :

- le poste est raccordé en coupure d'artère (mise en œuvre d'un poste possédant un organe de coupure côté poste source),
- une armoire de coupure est installée amont de l'antenne alimentant le nouveau poste.

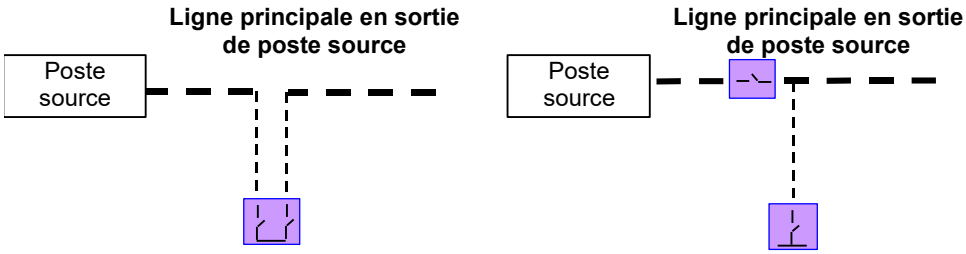


Figure 16 : Interrupteur pour faciliter la réalimentation en cas de mise hors tension du poste source

- **Séparation du réseau des postes en antenne**

Sur les départs partagés, les postes de livraison doivent pouvoir être séparés du réseau public de distribution les alimentant. Dans le cas d'un raccordement en antenne, cette disposition peut conduire à prévoir dans l'opération de raccordement de référence un moyen de coupure en amont du poste de livraison afin de faciliter la réalimentation des postes voisins impactés par les opérations de séparation du réseau. Si plusieurs solutions sont envisageables, la solution à mettre en œuvre est celle qui minimise le bilan technico-économique.

ANNEXE 5. Étude d'une alimentation de secours HTA

Une alimentation d'un utilisateur est une alimentation de secours si elle est maintenue sous tension, mais n'est utilisée pour le transfert d'énergie entre le réseau public de distribution et les installations de l'utilisateur qu'en cas d'indisponibilité de tout ou partie de ses alimentations principales et complémentaires.

Une alimentation de secours n'est pas forcément disponible immédiatement, et peut nécessiter des manœuvres télécommandées en réseau.

Une alimentation de secours fait l'objet d'une facturation de Composante Annuelle des Alimentations Complémentaires et de Secours (CACS) décrite dans le TURPE.

A5.1 Alimentation de secours HTA d'un utilisateur consommateur HTA

Cette étude est réalisée uniquement lorsque l'utilisateur consommateur contractualise une alimentation de secours.

Schéma de réseau

Le schéma d'exploitation retenu est un schéma de secours : les autres départs du réseau sont dans des conditions normales d'exploitation et de charge, et l'alimentation principale de l'utilisateur n'est pas disponible. L'objectif de l'étude est de valider qu'une alimentation de secours peut être fournie au demandeur dans cette configuration.

Les modifications suivantes du réseau sont prises en compte :

- pour les pré-études et autorisation d'urbanisme, les décisions d'investissement signées.

Les évolutions du réseau nécessaires pour alimenter les utilisateurs dont une opération de raccordement a été signée (consommateurs et producteurs HTA) ;

- pour les études de raccordement, les décisions d'investissement signées.

Les évolutions du réseau nécessaires pour alimenter les utilisateurs dont une demande de raccordement qualifiée est en cours d'instruction (consommateurs et producteurs HTA) et ont donc acquis un droit de réservation de puissance.

Modélisation des utilisateurs

L'étude est réalisée avec les hypothèses de calcul suivantes :

- le demandeur est modélisé par Pr = Puissance de raccordement en secours ;
- les consommateurs existants (alimentations principales et secours contractuels) sont modélisés à $P = P_{max\ hiver}$, avec leur facteur de foisonnement ;
- les installations de production sont considérées comme découplées du réseau.

Il est également nécessaire de prendre en compte de futurs utilisateurs :

- pour les pré-études : la puissance de raccordement des utilisateurs dont une opération de raccordement a été signée (consommateurs et producteurs HTA).
- pour les études de raccordement : la puissance de raccordement des utilisateurs dont une demande de raccordement qualifiée est en cours d'instruction (consommateurs et producteurs HTA) et ont donc acquis un droit de réservation de puissance.

Solutions techniques

Plusieurs solutions techniques peuvent être étudiées à l'initiative du demandeur, chacun apportant des niveaux de garantie différents :

- raccordement en plein réseau sur un départ existant différent de l'alimentation principale du client, création d'un départ direct issu du même poste source que l'alimentation principale,
- création d'un départ direct issu d'un poste source différent.

Si la garantie apportée par ces solutions n'est pas suffisante pour le demandeur, Strasbourg Électricité Réseaux pourra étudier des solutions alternatives qui présenteront un niveau de garantie plus important.

La mise à disposition d'un secours contractuel peut impliquer un renforcement de la puissance de transformation dans le poste source dans le cas où une puissance de transformation est réservée.

Chacune de ces solutions présente des risques de mode commun de défaillance (non-disponibilité simultanée de l'alimentation principale et de l'alimentation de secours contractualisée) différents. Le risque de mode commun de défaillance peut être caractérisé par un taux de probabilité de défaillance simultanée qui sera évalué à partir d'historiques de défaillance des ouvrages concernés ou d'ouvrages similaires.

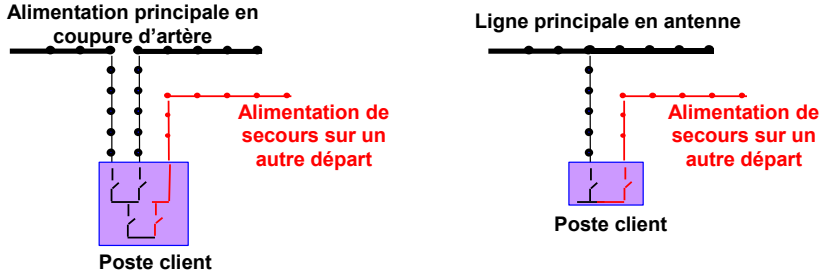


Figure 17 : Schémas d'alimentation pour une alimentation de secours

A5.2 Alimentation de secours HTA d'un utilisateur HTB

Cette étude est réalisée uniquement lorsque le demandeur contractualise une alimentation de secours.

Schéma de réseau

Le schéma d'exploitation retenu est le schéma normal optimisé.

Les modifications suivantes du réseau sont prises en compte :

- les décisions d'investissement signées ;
- pour les pré-études et autorisation d'urbanisme : les évolutions du réseau nécessaires pour alimenter les utilisateurs dont une opération de raccordement a été signée (consommateurs et producteurs HTA) ;
- pour les études de raccordement : les évolutions du réseau nécessaires pour alimenter les utilisateurs dont une demande de raccordement qualifiée est en cours d'instruction (consommateurs et producteurs HTA) et ont donc acquis un droit de réservation de puissance.

Modélisation des utilisateurs

Pour une étude de raccordement (ou d'augmentation de puissance de raccordement) d'un secours HTA d'un demandeur ayant une alimentation principale en HTB, l'étude suivante est réalisée :

- le demandeur est modélisé par Pr = Puissance de raccordement en secours ;
- les consommateurs existants (alimentations principales et secours contractuels) sont modélisés à $P = P_{max\ hiver}$, avec leur facteur de foisonnement ;
- les installations de production sont considérées comme découplées du réseau.

Il est également nécessaire de prendre en compte de futurs utilisateurs :

- pour les pré-études : la puissance de raccordement des utilisateurs dont une opération de raccordement a été signée (consommateurs et producteurs HTA) ;
- pour les études de raccordement : la puissance de raccordement des utilisateurs dont une demande de raccordement qualifiée est en cours d'instruction (consommateurs et producteurs HTA) et ont donc acquis un droit de réservation de puissance.

Solutions techniques

Plusieurs solutions techniques peuvent être étudiées à l'initiative du demandeur, chacune apportant des niveaux de garantie différents :

- raccordement en plein réseau sur un départ existant ;
- création d'un départ direct au poste source.

Si la garantie apportée par cette solution technique n'est pas suffisante pour le demandeur, Strasbourg Électricité Réseaux pourra étudier des alternatives qui présenteront un niveau de garantie plus important.

Chacune de ces solutions présente des risques de mode commun de défaillance (non-disponibilité simultanée de l'alimentation principale et de l'alimentation de secours contractualisée) différents. Le risque de mode commun de défaillance peut être caractérisé par un taux de probabilité de défaillance simultanée qui peut être évalué de manière théorique; il ne s'agit cependant que d'une évaluation statistique théorique.