

Principes d'étude du raccordement d'un utilisateur HTA

Indice	Date application	Objet de la modification
A	22/09/2012	Création
B	11/01/2022	Mise à jour du taux d'actualisation et des règles de raccordement

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.

Sommaire

SOMMAIRE	2	
1. ENVIRONNEMENT CONTRACTUEL, REGLEMENTAIRE ET TECHNIQUE	4	
1.1 DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES CONCERNANT LE RACCORDEMENT DES UTILISATEURS	4	
1.2 ENGAGEMENTS CONTRACTUELS SUR LA QUALITE DE LA TENSION	4	
1.3 ENGAGEMENTS CONTRACTUELS EN TERMES DE COUPURES	4	
1.4 ENGAGEMENTS DU CONTRAT DE CONCESSION	4	
2. GENERALITES SUR LES STRUCTURES DES POSTES SOURCES ET DES RESEAUX HTA	5	
2.1 POSTES SOURCES ET RESEAU HTA	5	
2.2 SCHEMAS D'EXPLOITATION	5	
2.2.1 SCHEMA NORMAL		5
2.2.2 SCHEMA DE SECOURS		5
3. RACCORDEMENT DE NOUVEAUX UTILISATEURS CONSOMMATEURS	5	
3.1 DEFINITION DU RACCORDEMENT DE REFERENCE	5	
3.1.1 REGLES A RESPECTER		6
3.1.2 DOMAINE DE VALIDITE		6
3.1.3 RESEAU A PRENDRE EN COMPTE POUR DETERMINER LE RACCORDEMENT DE REFERENCE		6
3.1.4 PRINCIPE DE LEVEE DE CONTRAINTE LORS DU RACCORDEMENT DU DEMANDEUR		6
3.1.5 REGLE CONCERNANT L'IMPLANTATION DU POSTE DE LIVRAISON		6
3.2 DIFFERENTS TYPES DE RACCORDEMENT	7	
3.2.1 LE RACCORDEMENT EN ANTENNE (OU SIMPLE DERIVATION)		7
3.2.2 LE RACCORDEMENT EN COUPURE D'ARTERE		8
3.2.4 DETERMINATION DU TYPE DE RACCORDEMENT		8
3.2.5 EVOLUTIONS FUTURES A PRENDRE EN COMPTE		8
3.3 CAS DE FIGURE A DISSOCIER	8	
4. DIFFERENTS CAS DE FIGURE DU RACCORDEMENT	9	
4.1 RACCORDEMENT D'UN SITE SUR UN DEPART EXISTANT	9	
4.1.1 CONDITIONS DU RACCORDEMENT SUR UN DEPART EXISTANT		9
4.1.2 RACCORDEMENT SUR UN DEPART DE TYPE URBAIN		9
4.1.3 RACCORDEMENT SUR UN DEPART DE TYPE RURAL		10
4.2 RACCORDEMENT D'UN SITE PAR UN DEPART DIRECT AU POSTE SOURCE	11	
4.2.1 CONDITIONS POUR LE RACCORDEMENT SUR UN DEPART DIRECT		11
4.2.2 SITE DE PUISSANCE DE RACCORDEMENT INFERIEURE A 12 MW		11
4.3 RACCORDEMENT D'UNE ZONE D'AMENAGEMENT	13	
4.4 AUGMENTATION DE LA PUISSANCE DE RACCORDEMENT	13	
4.5 RACCORDEMENT EN DEHORS DU RACCORDEMENT DE REFERENCE	14	
4.5.1 SRD DECIDE UNE SOLUTION DIFFERENTE DU RACCORDEMENT DE REFERENCE		14
4.5.2 LE DEMANDEUR SOUHAITE UNE VARIANTE PAR RAPPORT AU RACCORDEMENT DE REFERENCE		14
4.5.3 LE CLIENT EMET DES PERTURBATIONS SUPERIEURES AUX LIMITES D'EMISSION		15
A1.1 DEFINITIONS	16	
A1.2 STRUCTURE DES RESEAUX URBAINS ET RURAUX	17	

A1.2.1 STRUCTURE DES RESEAUX URBAINS		17
A1.2.2 STRUCTURE DES RESEAUX RURAUX		17
ANNEXE 3 - PRINCIPES DE DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES	20	
A3.1 SEUILS DE CONTRAINTE ELECTRIQUE	20	
A 3.1.1 PRINCIPE DES SEUILS DE CONTRAINTE		20
A 3.1.2 CONTRAINTE D'INTENSITE		20
A 3.1.3 CONTRAINTE DE CHUTE DE TENSION		21
A 3.2 DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES	21	
A 3.2.1 LE DIMENSIONNEMENT ECONOMIQUE		21
A 3.2.2 LE CHOIX DES CONDUCTEURS		21
A 3.2.3 LA SECTION ECONOMIQUE		21
ANNEXE 4 - DETAIL DE L'ETUDE DE RACCORDEMENT	23	
A 4.1 SCHEMA DE RESEAU	23	
A 4.2 DEFINITIONS	23	
A 4.3 HYPOTHESES DE CALCUL	23	
A 4.4 LEVEE DES CONTRAINTES EVENTUELLES	23	
CAS GENERAL		23
A 4.5 REGLES COMPLEMENTAIRES POUR LE RACCORDEMENT	25	
A 4.5.1. REGLES LIEES A L'EXPLOITATION DU RESEAU		25
A 4.5.2. RACCORDEMENT EN AMONT DU PREMIER POINT DE COUPURE		25
A 4.5.3. SEPARATION DU RESEAU DES POSTES EN ANTENNE		26
ANNEXE 5 - ETUDE 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. Environnement contractuel, réglementaire et technique

1.1 Dispositions réglementaires concernant le raccordement des utilisateurs

La réglementation des raccordements a fortement évolué et est soumise à l'application des textes réglementaires suivants :

- 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 SRD 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 et arrêté du 24 décembre 2007 (dit « arrêté qualité ») relatifs aux niveaux de qualité et aux prescriptions techniques en matière de qualité des réseaux publics de transport et de distribution d'électricité.

1.2 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.

1.3 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.

1.4 Engagements du Contrat de Concession

Dans le cadre du contrat de concession, les engagements de SRD 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 réseau public de distribution, le contrat de concession 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.

2. Généralités sur les structures des postes sources et des réseaux HTA

2.1 Postes sources et réseau HTA

Le réseau de distribution HTA est alimenté par des postes sources qui comportent un ou plusieurs transformateurs HTB/HTA. La tension HTA nominale est de 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.

2.2 Schémas d'exploitation

Le détail de la structure des réseaux est décrit dans le référentiel technique de SRD dans la rubrique Gestion du Réseau.

2.2.1 Schéma normal

Le schéma normal d'exploitation (dit schéma normal) est le schéma utilisé en situation normale d'exploitation par SRD. 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).

2.2.2 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 obligatoire seulement en cas de contractualisation entre SRD 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.

3. Raccordement de nouveaux utilisateurs consommateurs

3.1 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.

3.1.1 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 SRD ;
- minimiser la somme des coûts de réalisation des ouvrages de raccordement.

Le raccordement de référence respecte :

- les structures des réseaux ;
- les seuils de contrainte électrique pour le nouvel utilisateur raccordé, ainsi que pour les utilisateurs existants alimentés par le même poste source (Annexe 1) ;
- la section économique (Annexe 1) ;
- le plan de protection.

3.1.2 Domaine de validité

Ce raccordement de référence implique que la puissance de raccordement en HTA soit comprise entre 250 kVA (232 kW) 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.

3.1.3 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.

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 1), 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 SRD. De même si des travaux ont été décidés (décisions d'investissement signées), et si des évolutions de réseau sont nécessaires pour alimenter les utilisateurs dont une demande de raccordement qualifiée est en cours d'instruction (conformément aux dispositions de gestion de la file d'attente), ils seront pris en compte.

Le détail des hypothèses d'étude est donné au paragraphe en Annexe 2.

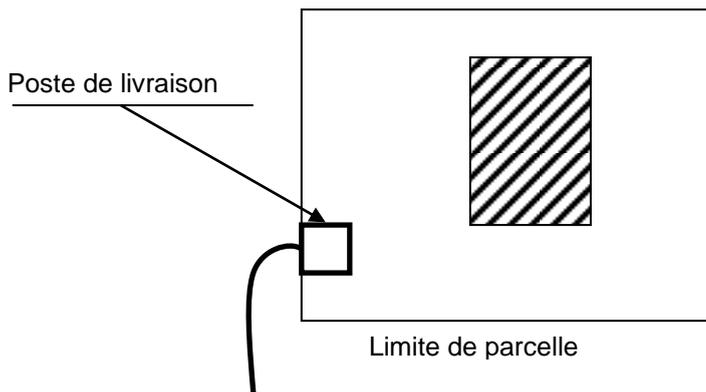
3.1.4 Principe de levée de contrainte lors du raccordement du demandeur

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.

S'il y a une contrainte thermique ou de chute de tension, elle doit être levée selon la méthode décrite en Annexe 4. Les contraintes nouvelles qui pourraient apparaître en cas d'augmentation de la puissance de transformation dans un poste source ne font pas partie de l'opération de raccordement de référence.

3.1.5 Règle concernant l'implantation du poste de livraison

Le demandeur du raccordement indique à SRD le positionnement du poste de livraison. Celui-ci doit être accessible depuis le domaine public sans franchissement d'accès contrôlé. 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 SRD.

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 occasionnés 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 SRD 24h/24. Si une voie d'accès privée est nécessaire pour accéder au poste de livraison, cet accès doit permettre :

- l'exploitation au poste (accès piéton et camion) ;
- la mise en œuvre éventuelle de fourreaux selon la prescription de SRD ou de moyens de terrassement mécanisés classiques sur le tracé du (ou des) câble(s) exploités par SRD pour effectuer un remplacement ou une réparation ;
- le respect des profondeurs habituelles de pose des câbles spécifiées par SRD ;
- 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 précisant la mise à disposition du terrain et l'intangibilité de l'ouvrage.

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.

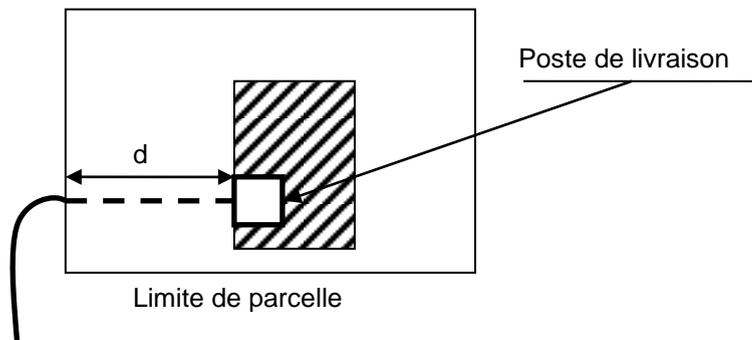


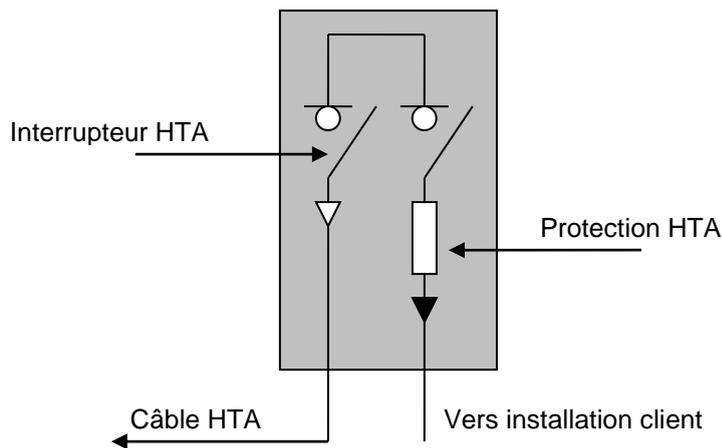
Figure 1 : Exemple de position du poste de livraison consommateur

3.2 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.

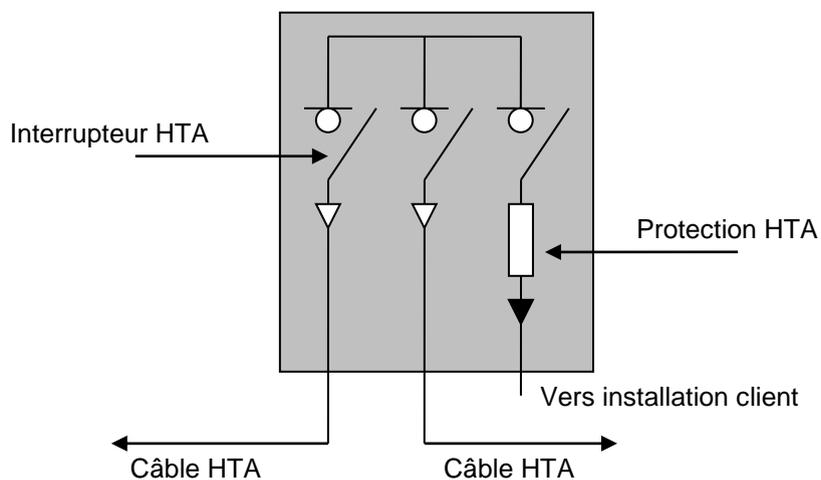
3.2.1 Le raccordement en antenne (ou simple dérivation)

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.



3.2.2 Le raccordement en coupure d'artère

Le poste de livraison est inséré en série sur un départ HTA. Il est équipé de deux interrupteurs et d'un dispositif de protection HTA, qui protège le réseau des défauts provenant de l'installation de l'utilisateur consommateur.



3.2.4 Détermination du type de raccordement

Pour assurer la possibilité de reprise en cas d'indisponibilité du réseau, le type de raccordement de la solution de référence doit être compatible avec la structure du réseau existant :

- en coupure d'artère : en zone urbaine ou rurale où ce type de structure a été choisi ;
- en antenne le plus souvent sur les réseaux desservant les zones rurales.
- Le type de raccordement est déterminé par SRD. La méthode pour définir le type de raccordement à retenir est explicitée dans le paragraphe suivant.

3.2.5 Evolutions futures à prendre en compte

Raccordement en antenne : SRD 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 ; ce besoin peut être négligé sur les antennes non évolutives.

3.3 Cas de figure à dissocier

Quatre cas de figure sont à dissocier :

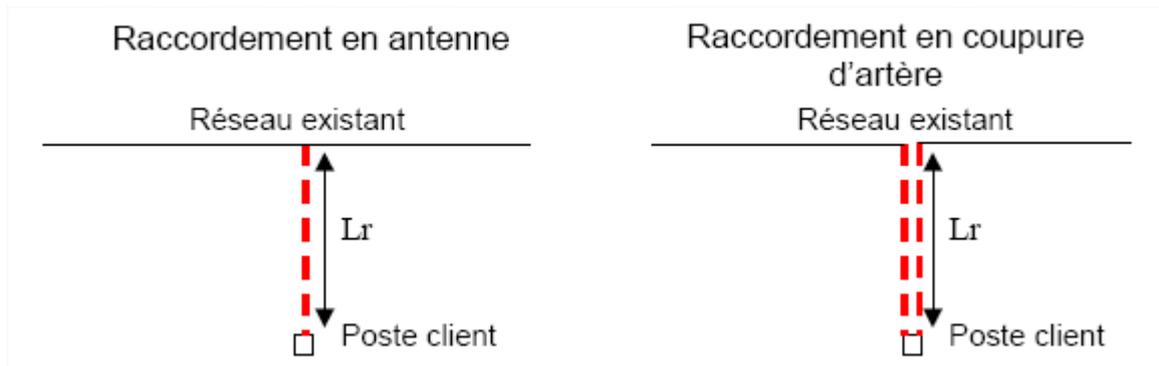
- le raccordement sur un départ existant,
- le raccordement sur un départ direct,
- le raccordement en zone d'aménagement,
- l'augmentation de la puissance de raccordement.

Ces quatre points sont détaillés dans le chapitre 4.

4. Différents cas de figure du raccordement

4.1 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 L_r , et la puissance de raccordement sera notée P_r (voir la figure ci-dessous).



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

4.1.1 Conditions du raccordement sur un départ existant

Le raccordement du demandeur est possible, dans le respect des règles contenues dans ce document, 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. 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 suivant les principes décrits au paragraphe A4.3 de l'annexe 4.

Tableau 1 : Puissance maximum des départs HTA

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

Au-delà de ces seuils, un complément d'étude est nécessaire pour identifier l'opération de raccordement de référence (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 A4.4 de l'annexe 4, afin que la $P_{Max_départ}$ 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 ou d'un départ voisin, SRD peut être amené à réaliser une solution technique de raccordement différente de la solution de référence, qui ne pourra pas servir à l'opération de raccordement de référence. Cette solution technique devra amener un niveau de qualité au sens des engagements contractuels au moins aussi bon que celui de l'opération de raccordement de référence. La proposition de raccordement reste établie sur l'opération de raccordement de référence.

4.1.2 Raccordement sur un départ de type urbain

Un départ est de type urbain s'il dessert majoritairement des communes en zone A ou B de l'Arrêté Qualité ou s'il est composé de moins de 8 % de réseau aérien. Le réseau nouvellement créé sera réalisé en technique souterraine. La section utilisée sera systématiquement la section économique.

- si $L_r < 250$ m, il sera raccordé en coupure d'artère (longueur de câble pour l'aller-retour < 500 m) ;
- si $L_r > 250$ m, il 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.

Pour les puissances de raccordement inférieures à 250 kVA ou 232 kW, ce tableau ne s'applique pas : voir le paragraphe 4.5.2.

Tableau 2 : Structure du raccordement sur un départ de type urbain (Pr ≥ 250 kVA ou 232 kW)

Type de départ	Urbain en coupure d'artère	
Mode de raccordement	En réseau	
Longueur de raccordement techniquement et administrativement réalisable	Lr ≤ 250 m	Lr > 250 m
Type de réseau à réaliser	Souterrain	
Section	Economique (*)	
Solution de raccordement	Coupure d'artère	Coupure d'artère ou antenne selon bilan technico- économique le plus favorable

(*) Le 95 mm² Alu sera réservé aux antennes non évolutives

4.1.3 Raccordement sur un départ de type rural

Un départ est de type rural s'il dessert majoritairement des communes en zone de base de l'Arrêté Qualité et s'il est composé à plus de 8 % de réseau aérien. Le réseau sera en général réalisé en technique souterraine. La section utilisée sera systématiquement la section économique.

Si le poste est à raccorder sur une principale, une secondaire bouclée, et des portions souterraines d'une dérivation, deux cas de figure se présentent (voir Tableau 3) :

- si Lr < 250 m, il 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 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.

Dans les deux cas, le poste sera raccordé en souterrain.

Si le poste est à raccorder sur une dérivation aérienne (hors principale / secondaire bouclée), deux cas de figure se présentent :

- si la puissance de raccordement Pr < 500 kW ou si Lr < 250 m ou si l'extension est en zone boisée, le poste sera raccordé en souterrain, 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).
- pour les autres cas, le poste sera raccordé en antenne en aérien ou souterrain en fonction des contraintes.

Pour les puissances de raccordement inférieures à 250 kVA ou 232 kW, ce tableau ne s'applique pas : voir le paragraphe 4.5.2.

Tableau 3 : Structure du raccordement sur un départ de type rural (Pr ≥ 250 kVA ou 232 kW)

Type de départ	Rural			
Mode de raccordement	En réseau			
Caractéristiques du raccordement	Raccordement sur principale, secondaire bouclée, et portion souterraine de dérivation		Raccordement sur dérivation aérienne (hors principale / secondaire bouclée)	
	Lr ≤ 250m	Lr > 250m	Pr > 500 kW ou Lr ≤ 250 m ou zone boisée	Pr ≤ 500 kW et Lr > 250 m et zone non boisée
Type de réseau à réaliser	Souterrain		Souterrain	Aérien ou souterrain
Type de raccordement	Coupure d'artère	Coupure d'artère ou antenne selon bilan technico-économique le plus favorable	Coupure d'artère ou antenne selon bilan technico-économique le plus favorable	Antenne
Section	Economique(*)		Economique (*)	54 mm ² Alm aérien (**) ou économique pour le souterrain(*)

(*) Le 95 mm² Al sera réservé aux antennes non évolutives.

(**) Exceptionnellement 75 mm² Alu pour respecter les contraintes de PCC à proximité des Postes Sources.

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

4.2.1 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 §4.1.1) 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 4 : 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 au paragraphe A5.2 de 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 (voir Annexe 3).

4.2.2 Site de puissance de raccordement inférieure à 12 MW

Le site est en règle générale raccordé au poste source par un départ 400 A et l'appareillage du poste de livraison est de calibre 400 A (voir Figure 2). La section retenue pour le raccordement correspond à la section économique, à déterminer en fonction des limites techniques (voir § 4.2.1), de la puissance transitée et de la durée d'utilisation de la pointe (voir paragraphe A 3.2.2 de l'annexe 3).

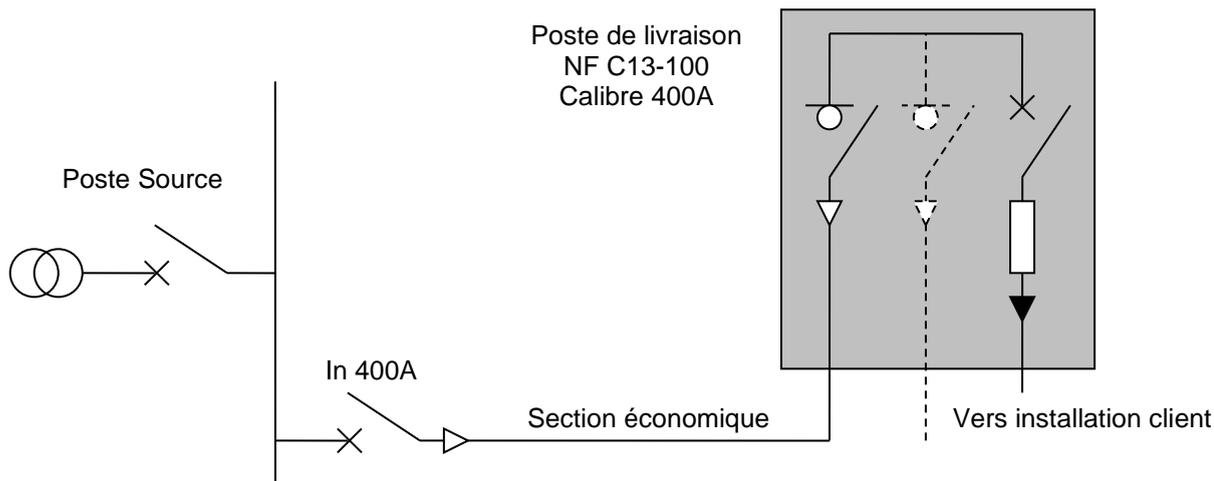


Figure 2 : Schéma de raccordement des sites de puissance de raccordement inférieure à 12 MW

4.2.3 Site de puissance de raccordement comprise entre 12 et 40 MW

L'alimentation du site est réalisée au moyen de n départs 400 A 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 240 mm² Cu (voir Figure 3).

Les n départs sont exploités en parallèle ; en conséquence leurs longueurs respectives doivent être aussi proches que possible les unes des autres (l'écart entre les longueurs doit être inférieur à 5 %).

Lorsque plusieurs solutions sont techniquement possibles pour desservir la puissance demandée (voir §4.2.1), 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 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.

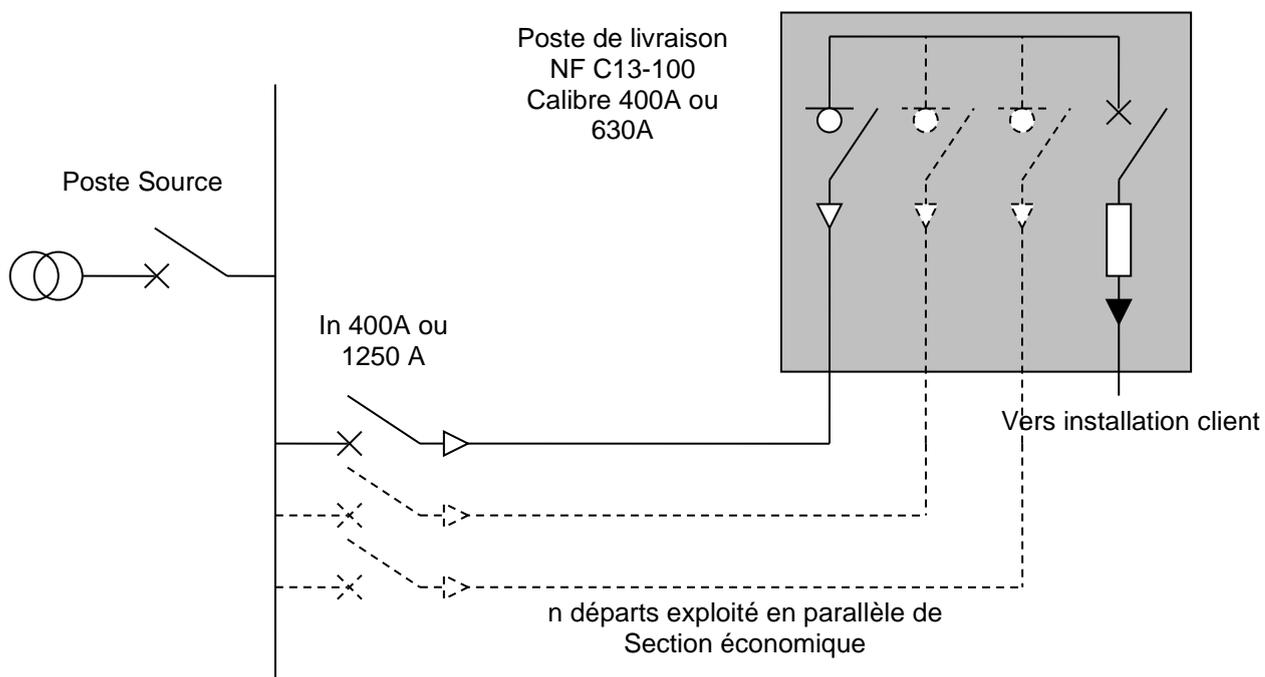


Figure 3 : Schéma de raccordement des sites de puissance de raccordement entre 12 et 40 MW

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.

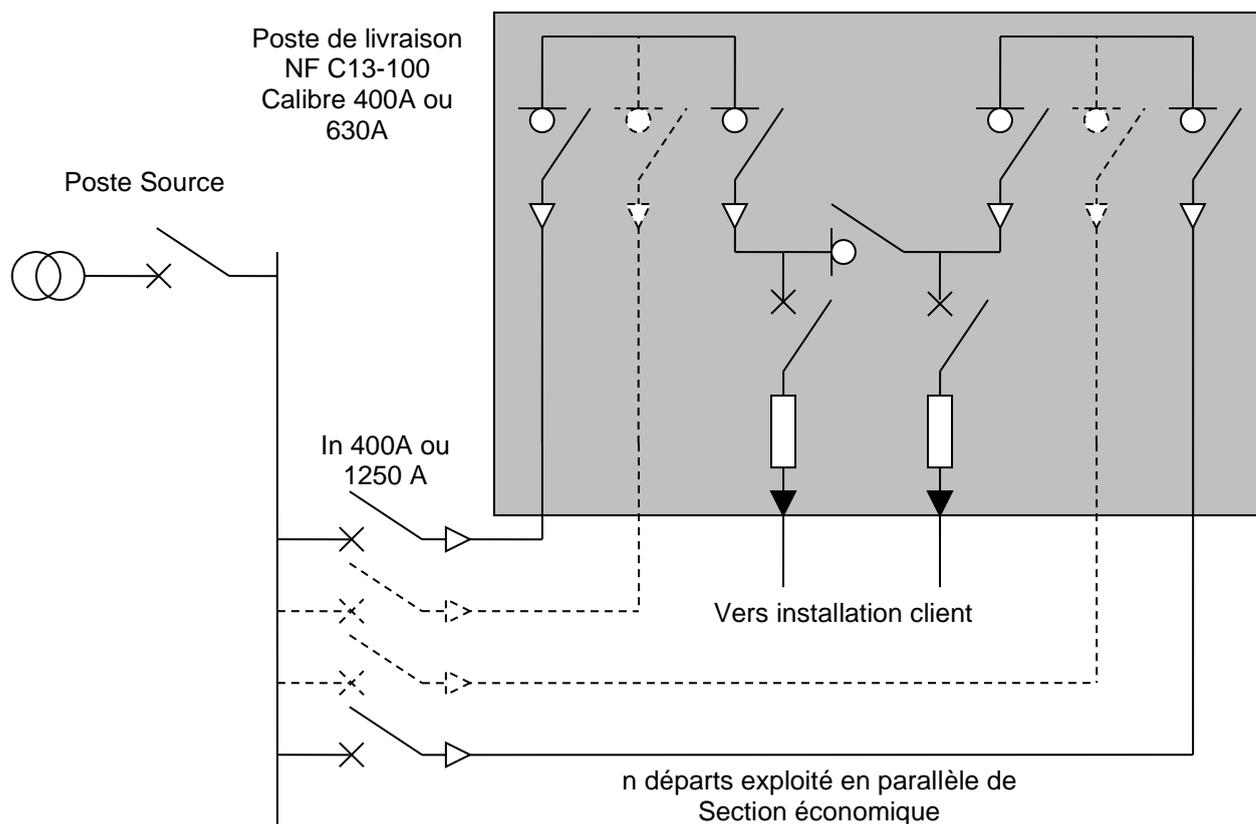


Figure 4 : Schéma de raccordement des sites de puissance entre 12 et 40 MW avec jeux de barres séparés

4.3 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 3 et 4, 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.

Les ouvrages de réseau permettant le bouclage font partie de l'opération de référence.

4.4 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 et permet de garder un schéma normal en l'absence du poste de livraison secouru :

- 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.

4.5 Raccordement en dehors du raccordement de référence

Quatre cas de figure sont à distinguer :

- SRD choisit une solution différente de celle du raccordement de référence ;
- le client souhaite une variante par rapport au raccordement de référence ;
- le client émet des perturbations supérieures aux limites d'émission ;
- 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.

4.5.1 SRD décide une solution différente du raccordement de référence

SRD 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. SRD prend à sa charge tous les surcoûts éventuels. Toute anticipation d'une structure de réseau future imposée par SRD (ex : bouclage du réseau, augmentation de la section économique des câbles, changement de régime de neutre) et impliquant un investissement supplémentaire doit être prise en charge par SRD.

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.

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

Trois types de demandes peuvent intervenir qui conduisent le client à prendre en charge 100 % des coûts supplémentaires par rapport à la solution de référence (sur laquelle le calcul de la réfaction sera appliqué) :

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 (§3.1) est possible, mais sort du cadre du raccordement de référence.

De tels raccordements doivent être les plus conformes possibles aux règles de raccordement énoncées dans la présente note.

Augmentation de puissance avec un deuxième poste :

Dans le cadre d'une augmentation de puissance de raccordement, si la solution de référence s'appuie sur le poste de livraison existant, il est possible d'apporter une partie de la puissance supplémentaire sur un autre poste de livraison si le client en fait la demande. Le nouveau poste de livraison, ainsi que son alimentation ne font cependant pas partie de l'opération de raccordement de référence.

Le raccordement d'un nouveau poste pourrait donc être appelé dans les situations suivantes qui conduisent le client à prendre en charge 100 % des coûts supplémentaires par rapport à la solution de référence (sur laquelle le calcul de la réfaction sera appliqué) :

- "alimentation complémentaire",
- "exigence particulière" à la demande de l'utilisateur qui modifie l'opération de raccordement de référence.

Alimentation de secours HTA d'un utilisateur consommateur HTA ou HTB :

Voir Annexe 5.

4.5.3 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 aux réseaux publics de distribution, fixent les limites de perturbations acceptables en terme de courants harmonique, de fluctuation de tension et déséquilibre de tension. Dès lors que les niveaux des perturbations émises 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, SRD 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.

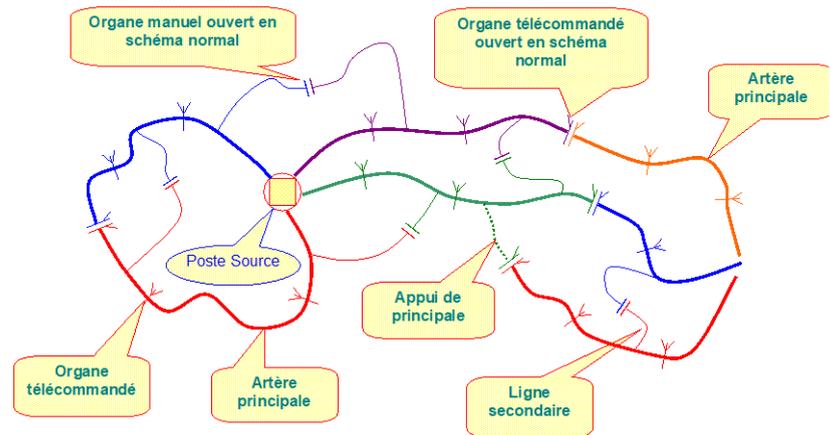


Figure 6 - Détermination des principales avec leur organe télécommandé de bouclage

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.

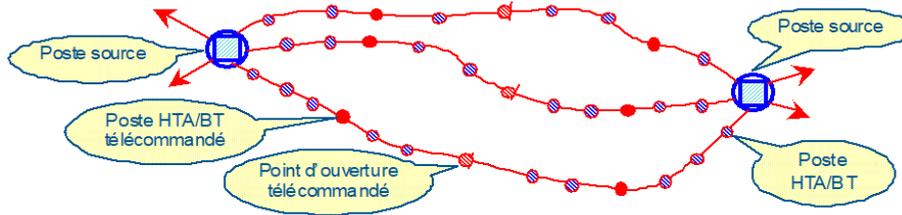


Figure 7 : exemple de structure en coupure d'artère

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.

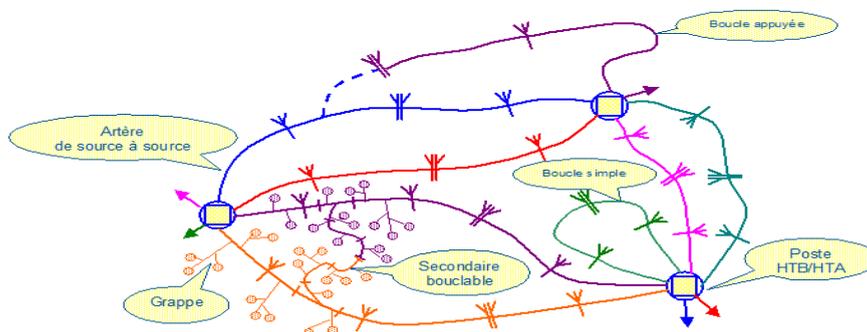


Figure 8 : structure de réseau rural

Annexe 2 - Dimensionnement économique

Les investissements que SRD 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 SRD ;
- 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 SRD 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 technique¹ 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 d'une liaison (E) est constitué de la somme des coûts d'achat du câble, de ses accessoires et des travaux de pose. Son expression est de la forme :

$$E = (g + c + \alpha S) L$$

L longueur de liaison.

g coût linéaire indépendant de la section pour un domaine d'application considéré (travaux de génie civil, de déroulage et de fourniture et mise en œuvre des accessoires de réseau).

c + αS coût de fourniture du câble, formé d'un coût fixe et d'un coût proportionnel à la section.

- L'expression du coût d'exploitation annuel (d) peut, à technologie constante, se limiter au seul coût des pertes d'énergie induites par la résistance linéique des conducteurs. Son expression annuelle est de la forme :

$$d = 3 L (\rho/S) I^2 h W \cdot 10^{-3}$$

L longueur de liaison.

(ρ/S) résistance linéique d'un conducteur de phase à la température de fonctionnement,

I intensité à transporter en Ampères ou moyenne quadratique de cette intensité si elle n'est pas constante.

h nombre d'heure de service de la liaison dans l'année, une année complète = 8760 heures.

W coût du kWh d'énergie électrique.

- 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 ;
- En considérant que le coût d'exploitation annuel (d) est payé en fin d'année tout au long de la durée de vie de la liaison, l'expression du coût d'exploitation (D), actualisé à l'année initiale d'établissement est :

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

$D = d [1/(1+t) + 1/(1+t)^2 + \dots + 1/(1+t)^N] = d [[(1+t)^N - 1] / (t (1+t)^N)] = d A$
 t taux annuel d'actualisation.

N durée d'amortissement de la liaison.

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

Avec : t taux annuel d'actualisation 4,5 %,

N durée d'amortissement de l'ouvrage (par exemple 50 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

Le coût de revient total d'une liaison peut donc s'exprimer sous la forme :

$$E + D = (g + c + \alpha S) L + A 3 L (\rho / S) I^2 h W \cdot 10^{-3}$$

Ce coût total présente son minimum pour une section $S = I \sqrt{10^{-3} (3\rho hWA/\alpha)}$

On remarque que l'expression de la section économique est :

- indépendante de la longueur de la liaison,
- proportionnelle à l'intensité transitée I,
- croissante avec le coût de l'énergie W, la durée annuelle d'utilisation h et la durée d'amortissement N (pris en compte dans le calcul du terme A)
- décroissante avec le coût proportionnel à la section des câbles considérés α et le taux d'actualisation t (pris en compte dans le calcul du terme A).

Annexe 3 - Principes de dimensionnement des ouvrages

A3.1 Seuils de contrainte électrique

A 3.1.1 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 §1),
- 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 (possibilité de reprise de l'alimentation en cas de perte d'un ouvrage par fonctionnement automatique d'interrupteurs), pour les réseaux conçus pour l'assurer (cas des structures à double dérivation).

Les valeurs électriques énoncées ci-après (intensité, tension) sont calculées avec les outils développés par SRD, 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).

A 3.1.2 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 (I_{map}) supérieure au transit maximal.

L'étude de tenue thermique est menée à la tension nominale du réseau. Les seuils de contraintes sont :

- 100 % de I_{map} pour les lignes aériennes et les câbles souterrains,
- 100 % de $I_{nominal}$ pour les cellules du poste source (départs, arrivées et couplages), et les appareillages en réseau,
- 100 % de $I_{nominal}$ pour les transformateurs de poste source en schéma normal, 110 % en schéma secours,
- 100 % de $I_{nominal}$ pour les auto-transformateurs.

La tenue thermique est vérifiée 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, I_{map} 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 (sans fourreau), à 80 cm de profondeur, avec un intervalle de 20 cm entre les unes et les autres. Les câbles sont considérés également chargés. Les cas spécifiques font l'objet d'une simulation à l'aide d'un logiciel dédié.

Nombre de câbles	Coefficient de réduction
	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)

A 3.1.3 Contrainte de chute de tension

Pour respecter les engagements contractuels décrits dans le §1.2, la chute de tension le long d'un départ HTA doit en toute saison rester inférieure ou égale à :

- 5 % de la tension de consigne en schéma normal
- 8 % de la tension de consigne en schéma de secours

A 3.2 Dimensionnement des ouvrages

A 3.2.1 Le dimensionnement économique

Les investissements que SRD 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, dont le coût est supporté par SRD, ainsi que les autres dépenses d'exploitation ;
- la qualité de la desserte, qu'il est couramment admis de caractériser par une valorisation de l'« Energie non Distribuée » et de la puissance coupée ;
- les dépenses d'entretien et de maintenance sur la durée de vie de l'ouvrage.

C'est pourquoi l'investissement décidé par SRD 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.

A 3.2.2 Le choix des conducteurs

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

en souterrain : 95 mm² Alu, 150 mm² Alu, 240 mm² Alu et 240 mm² Cu ;

- le 150 mm² Alu et le 240 mm² Alu pour les ossatures,
- le 95 mm² Alu sera réservé aux antennes non évolutives,
- le 240 mm² Cu sera réservé aux départs directs.

en aérien : 54 mm² Alu, 75 mm² Alu et 148 mm² Alu ;

- le 148 mm² Alu pour les ossatures,
- le 54 mm² Alu pour les dérivations (exceptionnellement en 75 mm² Alu pour respecter les contraintes de PCC² à proximité des postes sources). La technique suspendue est privilégiée.

A 3.2.3 La section économique

Pour déterminer les sections économiques, on définit le nombre d'heures d'utilisation de la pointe. Pour un utilisateur, il est défini comme le rapport suivant : Durée d'utilisation de la P*max = Energie annuelle / Puissance de raccordement. La section économique de câble sera utilisée systématiquement pour

² PCC : puissance de court-circuit

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).

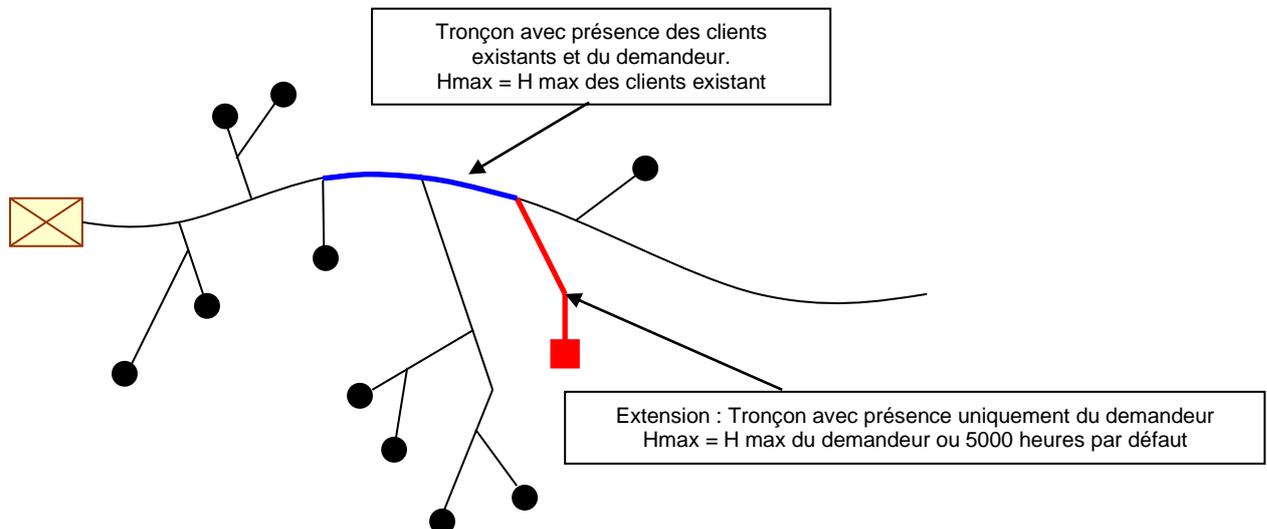


Figure 11 : Choix des nombres d'heures d'utilisation Tension nominale : 20 kV

A3.2.4 Table de choix des sections économiques

Le choix de la section économique est effectué en fonction de la puissance maximale à consommer et de la durée d'utilisation annuelle de cette puissance pour les installations fonctionnant tout au long de l'année.

Le choix de la section à poser est établi a priori en fonction des tableaux de choix mis à jour annuellement. Les tableaux de choix sont établis en fonction des coûts moyens des pertes et de fourniture des différents câbles. Le demandeur d'un raccordement peut sur sa demande, connaître la puissance maximale des pertes épargnées par le passage à la section économique et le différentiel de coût d'établissement correspondant.

Le tableau des sections économiques permet d'identifier la solution la plus pertinente économiquement. Cette sélection doit être complétée par une étude électrique (qui permet de vérifier que la solution répond aux contraintes d'intensité et de tension) qui permettra de valider le choix du câble.

Câble			Puissance (MW)
	Type	Section	
Souterrain	Alu	95 mm ²	P ≤ 1 MW
Souterrain	Alu	150 mm ²	1 MW < P ≤ 2 MW
Souterrain	Alu	240 mm ²	2 MW < P ≤ 10 MW
Souterrain	Cu	240 mm ²	P > 10 MW

Tableau 5 : Sections économiques (actualisation annuelle) pour une durée d'utilisation de 5000 h/an.

Annexe 4 - Détail de l'étude de raccordement

A 4.1 Schéma de réseau

Le schéma d'exploitation retenu est le schéma normal.

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.

A 4.2 Définitions

La puissance « P^*_{\max} » d'un départ est la somme des contributions des charges consommatrices HTA et BT à la pointe, toute(s) production(s) décentralisée(s) découplée(s).

Etant donné que tous les utilisateurs consommateurs n'atteignent pas leur pointe simultanément, un facteur de foisonnement est utilisé pour prendre en compte la contribution de chaque utilisateur à la pointe globale du départ HTA.

Pour réaliser une éventuelle étude en régime été, la charge est modélisée en utilisant la puissance maximum été ($P_{\max \text{ été}}$).

A 4.3 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.

La puissance réactive consommée est prise avec $\tan \phi = 0,4$ par défaut.

Il est également nécessaire de prendre en compte de futurs utilisateurs conformément au dispositif de gestion des files d'attente.

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 5 et en respectant les règles de conception des réseaux définis en Annexe 5.

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'adaptation³ du réseau et du schéma normal.

Etape 2 : Levée des contraintes éventuelles

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

A 4.4 Levée des contraintes éventuelles

Cas général

Si l'étude de raccordement fait apparaître une contrainte électrique, cette contrainte doit être levée en suivant la démarche suivante (Figure 13) :

- 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 :

³ Correspond à la notion de « création d'ouvrage en remplacement » dans le Décret de consistance des ouvrages n°2007-1280 du 28 août 2007

- optimisation du schéma d'exploitation après raccordement (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 les engagements contractuels en terme de qualité des autres utilisateurs ;
- Les bilans technico-économiques sont calculés sur 10 ans, avec application d'un taux d'accroissement sur les charges existantes. Lors du calcul technico-économique, lorsque le taux d'accroissement des charges provoque l'apparition d'une nouvelle contrainte électrique dans les 10 ans, les travaux nécessaires pour lever cette contrainte sont à la charge de SRD ;
- La solution technique de référence comprend l'ensemble des adaptations de réseau nécessaires à l'année 0 pour lever ces contraintes.

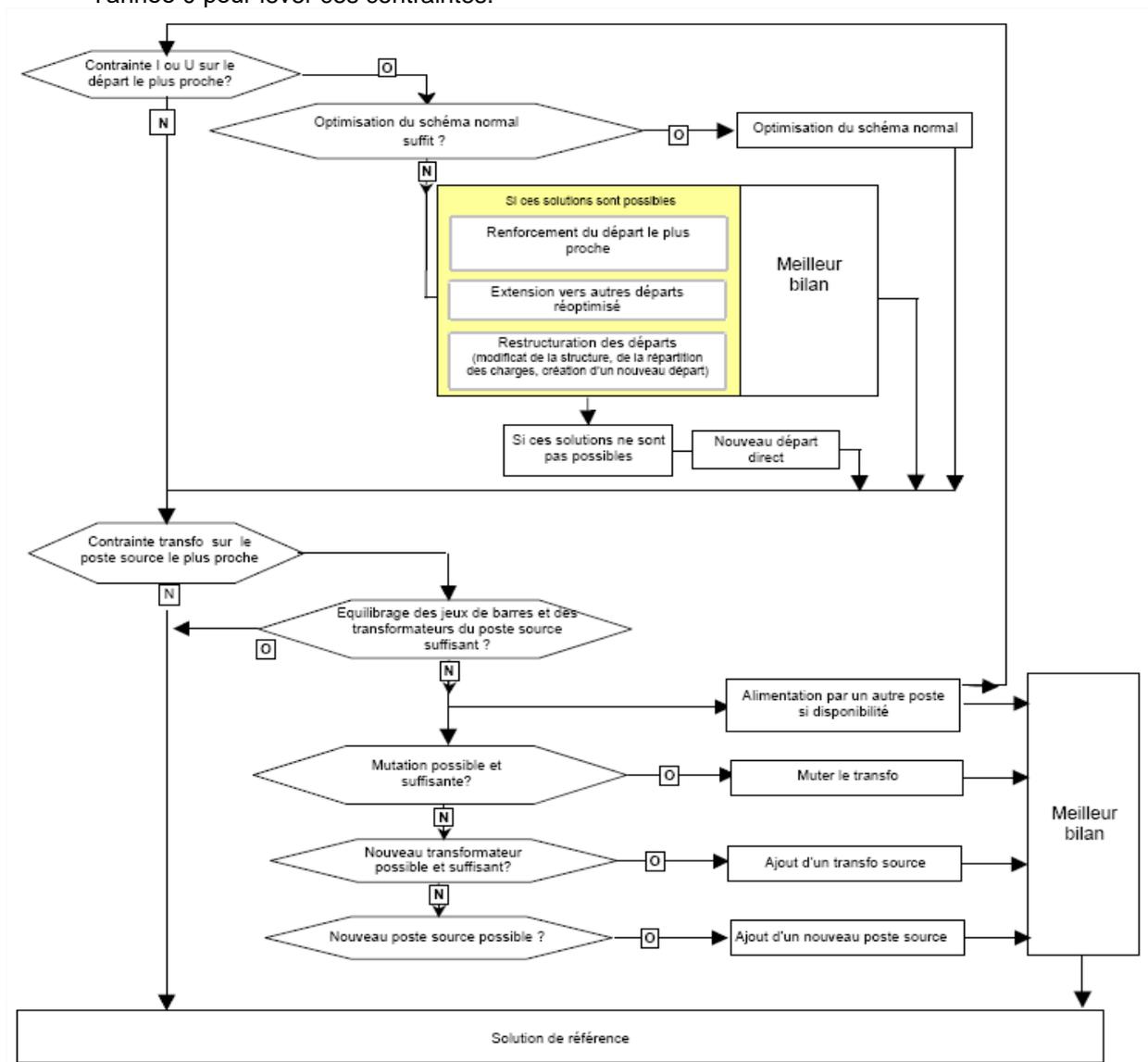


Figure 13 : Principe de levée de contrainte après raccordement

A 4.5 Règles complémentaires pour le raccordement

A 4.5.1. Règles liées à l'exploitation du réseau

Pour faciliter la reprise en cas d'indisponibilité d'un ouvrage de réseau, SRD a choisi de définir les règles suivantes :

- De limiter à 7 postes, 500 kW de puissance foisonnée et 5 km de réseau entre deux points d'ouverture ;
- De limiter à 500 clients et 20 km de réseau entre deux points d'ouverture télécommandés
- De limiter à 2 le nombre de tangentes alimentant au maximum 4 postes (une tangente est l'équipement nécessaire pour raccorder une antenne sur la ligne principale ou secondaire) entre deux points d'ouverture. En milieu urbain et en fonction du nombre de clients desservis, une seule tangente pourra être mise en place pour alimenter au maximum 3 postes ;
- De limiter à 3 le nombre de postes en antenne derrière un tronçon HTA souterrain ;
- De considérer qu'une double RAS HTA peut être considérée comme un point d'ouverture, mais qu'il est nécessaire d'avoir un point de coupure entre 4 double RAS HTA.

Ceci peut impliquer la pose d'un organe de manœuvre lors d'un nouveau raccordement.

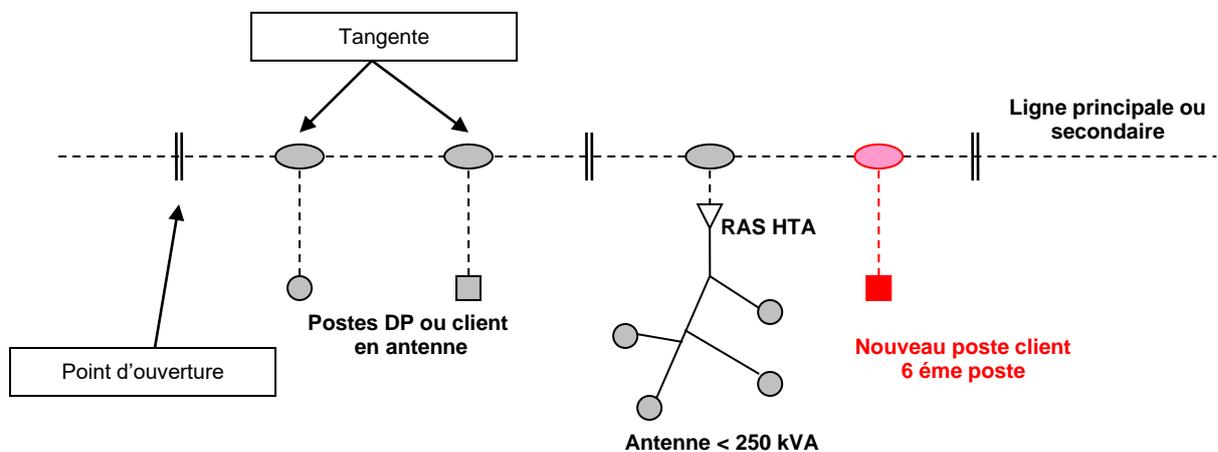


Figure 14 : Illustration de la règle de deux tangentes maximum entre deux points d'ouverture

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.

A 4.5.2. Raccordement en amont du premier point de coupure

Il doit exister au moins un point de coupure (point de dépointage, IA ou cellule HTA) 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 en amont de l'antenne alimentant le nouveau poste.

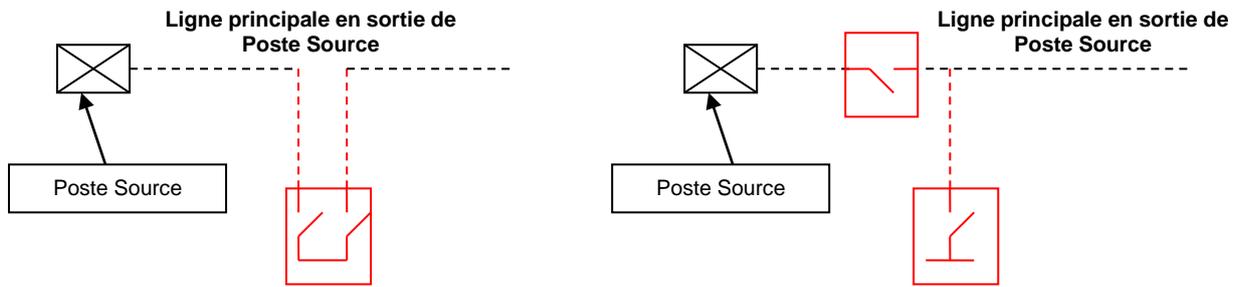


Figure 16 : Interrupteur pour faciliter la réalimentation en cas de mise hors tension du poste source

A noter qu'en sortie de poste source un réseau souterrain se poursuivant ensuite en aérien, une RAS peut être considérée comme un point d'ouverture. Cependant pour des raisons de capacitif, la liaison souterraine doit être inférieure aux longueurs suivantes :

Section	L Max
240	2,7km
150	3,2km
95	3,8km

A 4.5.3. 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 qui sera situé dans le domaine public 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.

Dans le cas d'un raccordement en antenne sur un réseau aérien, on pourra se passer d'organe de manœuvre si le dépontage sous tension est possible au niveau de la Remontée Aéro-Souterraine (RAS).

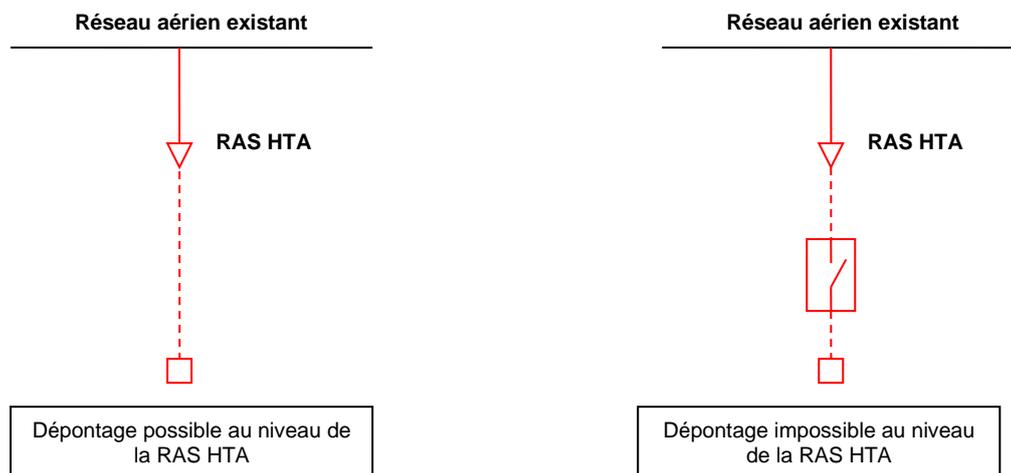


Figure 17 : Exemples de moyens de séparation d'un poste de livraison sur un réseau aérien

Dans le cas d'un raccordement en antenne sur un réseau souterrain, on pourra se passer d'organe de manœuvre s'il existe un ou plusieurs moyen(s) de coupure pour séparer le nouveau poste ou si la pose d'un seul groupe électrogène permet de réalimenter les autres postes de la grappe (Figure 18).

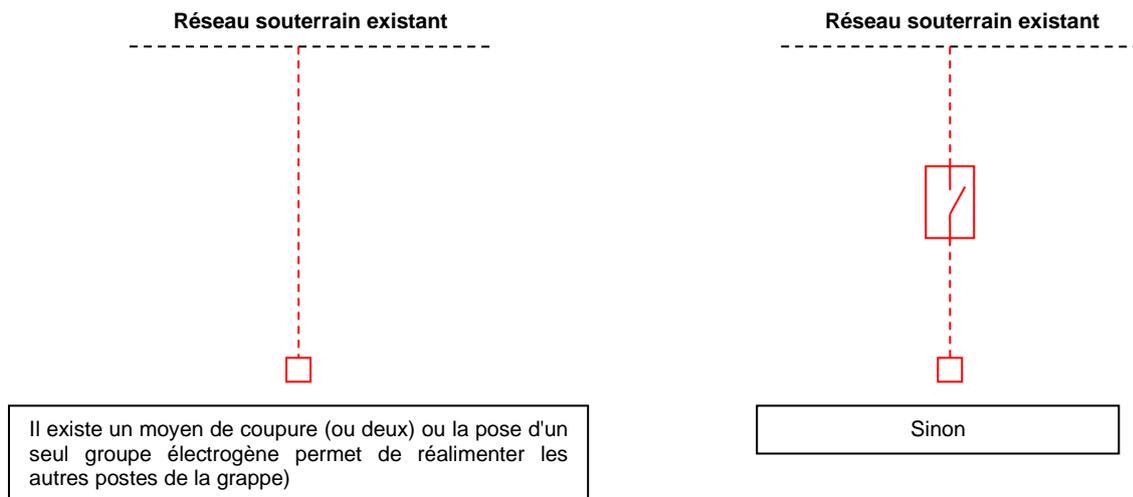


Figure 18 : Moyen de séparation d'un poste de livraison sur un réseau souterrain

Annexe 5 - Etude 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 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 P_r = Puissance de raccordement en secours ;
- les consommateurs existants (alimentations principales et secours contractuels) sont modélisés à P^*_{max} ;
- les installations de production sont considérées comme découplées du réseau.

Il est également nécessaire de prendre en compte de futurs utilisateurs 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 et de qualité 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, SRD 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.

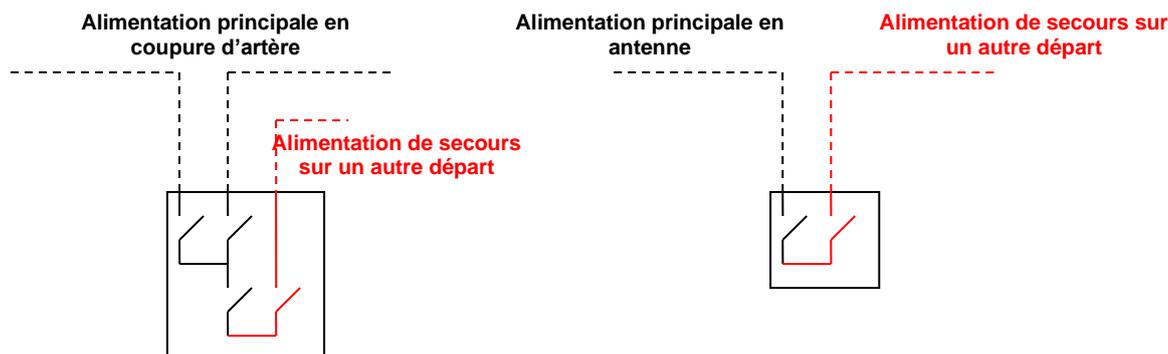


Figure 19 : Schémas d'alimentation pour une alimentation de secours

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
- 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 P_r = Puissance de raccordement en secours ;
- les consommateurs existants (alimentations principales et secours contractuels) sont modélisés à P^*_{max} ;
- les installations de production sont considérées comme découplées du réseau.

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

- 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 technique

Plusieurs solutions techniques peuvent être étudiées à l'initiative du demandeur, chacune apportant des niveaux de garantie et de qualité 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, SRD 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.