



GROUPE ÉNERGIES VIENNE

Caractéristiques et développement du Réseau de Distribution

Indice	Date application	Objet de la modification
A	02/09/2010	Création

Résumé

Ce document décrit les caractéristiques du réseau de distribution ainsi la politique de développement et de renouvellement des réseaux de SRD.

Accessibilité	<input checked="" type="checkbox"/> Libre	<input type="checkbox"/> SRD	<input type="checkbox"/> Confidentiel
---------------	---	------------------------------	---------------------------------------

Copyright SRD
S-R4-NE-002-002-A

SRD - 78, avenue Jacques Cœur - 86068 POITIERS CEDEX 9
Tél : 05 49 89 34 88 - Site : www.srd-energies.fr
SAEML à Directoire et Conseil de Surveillance au capital de 3 800 000 € - SIREN : 502 035 785 - RCS POITIERS



Caractéristiques et développement du Réseau de Distribution

1 Les caractéristiques du réseau de distribution

On distingue au sein du réseau de distribution différents niveaux de tension les

- HTB : tensions inférieure à et supérieures ou égales à 50 kV
- HTA : tensions inférieures à 50 kV et supérieurs à 1kV
- BT : tensions 1kV.

L'énergie électrique est acheminée depuis les sites de production par le réseau de transport (réseaux THT et HTB) et le réseau de distribution (réseau HTB, poste source, réseau HTA, réseau BT). Des unités de production sont également raccordées sur le réseau HTA et BT, ce qui nécessite des études spécifiques de réseau.

1.1 Le poste source

Les postes-sources sont à l'interface du réseau HTB et du réseau HTA. Ils sont raccordés au réseau de distribution ou de transport 90kV.

Le poste-source bénéficie d'équipements de surveillance, de protection et de télécommande. L'exigence de disponibilité justifie souvent l'équipement d'installations permettant au poste source de fonctionner avec la perte d'une ligne d'alimentation ou d'un transformateur HTB/HTA.

Le poste-source contribue :

- à la mesure des flux d'énergie (équipements de comptage d'énergie, frontière avec le réseau de transport),
- au changement tarifaire par la télécommande centralisée d'émission à 167 Hz,
- à la sûreté du réseau de transport par le système de délestage fréquence-métrique,
- à la qualité et à la continuité de l'alimentation électrique par les systèmes de réenclenchement automatique, de réglage de la tension et de compensation du réactif.

SRD exploite 15 postes-sources en 90kV/HTA.

1.2 Les postes d'étoilement

Dans les zones à faible densité, pour lesquelles, les postes sources sont très éloignés les uns des autres, la mise en place de postes d'étoilement permet de minimiser la longueur des départs HTA. Comme les postes sources, les postes d'étoilement sont équipés d'équipements de surveillance, de protection, de télécommande et de ré-enclenchement automatique. Ces postes d'étoilement peuvent également, selon les cas, être équipés d'un autotransformateur permettant le réglage de la tension.

1.3 Le réseau HTA

Le réseau HTA est constitué par l'ensemble des départs issus des postes-sources. Le nombre de départs par poste-source varie en fonction du nombre et de la densité des zones à desservir. Les départs HTA alimentent les postes des clients raccordés en HTA et les postes HTA/BT dits « de distribution publique » servant à l'alimentation des clients basse tension.

Le niveau de la tension en HTA est 20 kV entre phases

Le régime de protection des réseaux HTA est celui de la mise à la terre du neutre en un seul point, au transformateur HTB/HTA du poste-source, par l'intermédiaire d'une résistance. Cette disposition doit être progressivement remplacée par la technique du neutre compensé (impédance variable en continu en fonction des caractéristiques du réseau). Le neutre n'est donc pas distribué sur le réseau HTA.

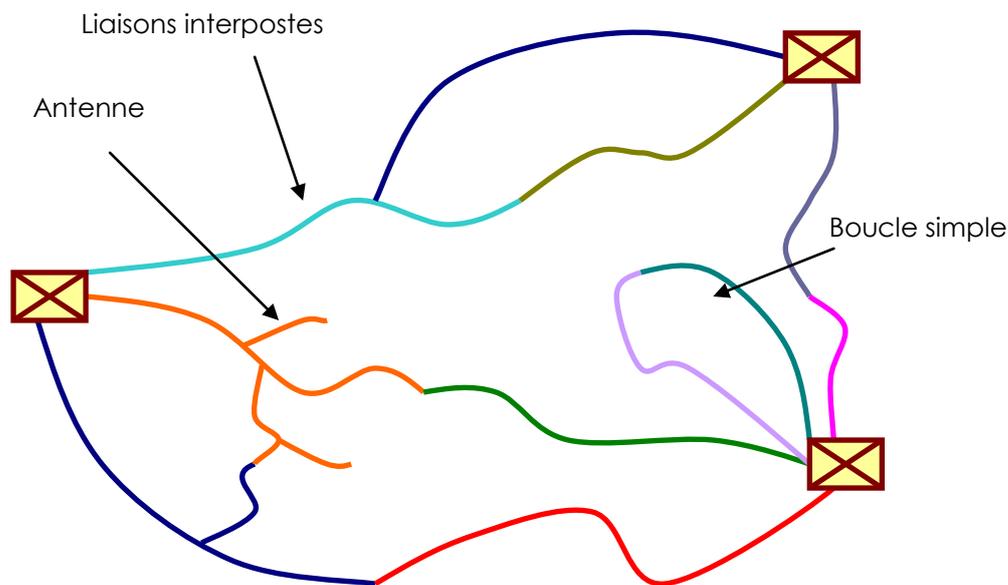
Les zones desservies par SRD (faible densité de consommation électrique) sont le plus souvent alimentées par des lignes mixtes - en partie souterraines, en partie aériennes.

En règle générale et par construction l'ossature des départs HTA, appelée « lignes principales » est bouclée pour permettre de réalimenter rapidement la clientèle suite à coupure due à un incident. Des portions de départs peuvent ne pas être « bouclables » : ce sont les « antennes HTA ».

Certains bouclages entre départs HTA de liaison de poste-source à poste-source, appelés « liaisons interpostes », peuvent être également utilisés pour assurer le secours de tout ou partie des postes sources.

Les bouclages peuvent être réalisés entre départ HTA issus de postes-sources différents pour permettre de réalimenter rapidement la clientèle suite à la perte de fonctionnement d'un poste source.

Les bouclages peuvent être réalisés entre départ HTA du même poste-source mais sur deux demi-jeux de barres différents.



Actuellement, Les lignes aériennes d'ossature sont formées de conducteurs de forte section (en majorité 148²-75²-54²) sur isolateurs suspendus. Les lignes aériennes de dérivation sont réalisées sur isolateurs suspendus ou rigides avec des conducteurs de section plus faible (en majorité 34²-54²). Les lignes aériennes sont calculées pour résister à une surcharge de givre minimale de 1 kg/m.

Aujourd'hui, la structure cible d'un départ HTA est le réseau mixte : ossature (ligne principale) souterraine et dérivations (antennes HTA) aériennes.

Le plan de renouvellement des réseaux HTA prévoit donc prioritairement l'enfouissement des lignes d'ossature.

Les antennes HTA peuvent également être enfouies (notamment lorsqu'il s'agit de traverser des zones boisées), cependant en cas de défaut sur un câble souterrain, la durée de réparation étant d'environ 12 heures, il faudra mettre en œuvre des moyens de réalimentation rapide des charges sur incident (groupes électrogènes...).

L'extension des réseaux HTA est systématiquement réalisé en souterrain quelque soit la nature de la ligne (principale ou antenne).

1.4 Les transformateurs

Dans les zones à faible densité, le raccordement direct de transformateurs HTA/BT (sur poteau ou sur socle en « bas de poteau »), sans protection, a longtemps été la règle. Désormais, l'introduction de fusibles dans

les transformateurs évite en cas d'avarie transformateur, l'interruption du courant sur la ligne entière et la pollution de l'environnement.

Les postes en cabine utilisés, dans les zones à faible densité, sont de type « Poste au Sol Simplifié » (PSS) permettant d'accueillir un transformateur d'une puissance pouvant atteindre 250kVA ou « Poste Rural Compact Simplifié » (PRCS) permettant d'accueillir un transformateur d'une puissance pouvant atteindre 160kVA.

Le PRCS ne permettant pas d'accueillir indépendamment les transformateurs 160kVA de toutes marques et pour des questions d'évolutivité de l'ouvrage, son utilisation est réservée, dans la mesure du possible à des transformateurs de puissance 50 et 100kVA.

Dans les zones à plus forte densité, les structures HTA se caractérisent en premier lieu par le mode de raccordement des points de charge - les postes « client HTA » et les postes HTA/BT de distribution publique en « coupure d'artère » - Les postes sont insérés en série sur une canalisation principale appelée « ossature » par l'intermédiaire de deux câbles. L'ossature est exploitée en permanence ouverte à l'un des postes pour éviter un bouclage entre deux sources. La continuité de l'ossature est assurée par les jeux de barres des postes qu'elle alimente. Les départs HTA sont, en régime normal d'exploitation, chargés à la moitié de leur capacité et « bouclables » sur un autre départ.

1.5 Les points de coupure et les OMT

Dans le but de pouvoir intervenir hors tension sur le réseau HTA ou d'isoler une partie du réseau HTA en défaut, le réseau HTA est tronçonné par des organes de coupure. Ceux-ci peuvent être aérien – interrupteurs aériens – ou souterrains – « cellules HTA » avec un pouvoir de coupure de 400A.

Selon les époques, différents types d'interrupteurs aériens, à coupure dans l'air, ont été mis en place avec des pouvoirs de coupure de 2,5A – 3,2A – 31,5A – 50A – 80A – 100A. Il existe désormais des interrupteurs aériens avec un pouvoir de coupure de 400A (coupure dans du SF6).

Pendant longtemps, la politique en vigueur, fut la mise en place d'interrupteurs aériens avec un faible pouvoir de coupure (2,5A ou 3,2A) sur chaque antenne permettant donc d'isoler chaque antenne et de maintenir l'alimentation de la ligne d'ossature en cas de défaut sur l'un des antennes.

Le bouclage systématique des lignes d'ossature et des antennes importantes a rendu caduque cette politique d'autant qu'il a été constaté que certains IA – notamment 2,5A – pouvait être à l'origine de défauts HTA. Les interrupteurs aériens ou souterrains sont désormais pour « tronçonner » la ligne principale avec un pouvoir de coupure nécessairement plus important.

Ces interrupteurs contribuent de façon importante à la qualité de distribution en limitant les délais de rétablissement en cas de défaillance. Pour diminuer encore davantage ce délai, certains sont télécommandés. Seuls les interrupteurs souterrains et les interrupteurs aériens 100 et 400A sont télécommandables.

La politique de SRD en la matière est de pouvoir disposer d'un organe de coupure, à minima :

- tous les 5 km de réseau HTA

- et - tous les 500kW de puissance foisonnée (en moyenne 7 postes).

Par rapport à ce principe, le nombre de postes peut varier de plus ou moins 2 postes.

Sur les artères souterraines les organes de coupure seront préférentiellement des ACM ou des AC3M.

Enfin, on veillera à encadrer par des organes de manœuvre télécommandés toute « poche » de 500 clients maximum.

1.6 Le réseau BT

Le réseau BT est composé des départs issus des postes de transformation HTA/BT. Sauf cas particulier, la meilleure structure est la plus simple : moins de connectique possible, moins de longueur possible. Quelques points de tronçonnement émergents sont néanmoins réalisés et servent, entre autres, au raccordement des utilisateurs ou d'un groupe électrogène. Aucun bouclage n'est en principe nécessaire sur le réseau BT, toute

longueur supplémentaire entraînant des dépenses d'investissement inutiles et une augmentation du risque d'incidents.

Un poste rural, sur poteau ou en cabine simplifiée, peut alimenter un ou deux départs BT. Un poste urbain en cabine ou en immeuble, peut alimenter de un à huit départs. La longueur des départs BT est limitée par l'intensité et les chutes de tension admissibles.

Dans les zones alimentées en souterrain, un poste de transformation HTA/ BT peut desservir :

- 120 à 150 maisons individuelles (50 à 60 avec chauffage électrique),
- 250 à 300 logements en immeuble collectif groupé (100 à 130 avec chauffage électrique).

Les lignes aériennes sont construites en faisceaux de conducteurs isolés sur poteaux ou sur façade. Le mode de protection est du type « TT », avec neutre distribué en réseau, neutre et masses métalliques étant mis à la terre par des prises distinctes.

1.7 Le branchement

Le branchement BT est l'ouvrage compris entre le réseau BT et l'origine de l'installation intérieure de l'utilisateur. Il ne dessert qu'un utilisateur. Les nouveaux branchements sont dimensionnés à 18 kVA et sont réalisés en monophasé (2 fils - 90 A), sauf si les besoins de l'utilisateur l'exigent (machine triphasée) ou si le réseau n'est pas de capacité suffisante pour desservir dans de bonnes conditions la puissance en monophasé.

Pour les puissances supérieures, les branchements sont triphasés, jusqu'à la limite de 250 kVA.

Au point de raccordement des branchements au réseau BT, il n'y a, en général, pas d'appareillage de coupure.

L'alimentation d'un utilisateur devant, toutefois, pouvoir être interrompue depuis le domaine public, le point de coupure est souvent situé à la limite de sa propriété. Il est en général constitué par un jeu de fusibles placé en amont du comptage.

Le disjoncteur de branchement est un appareil à fonctions multiples qui assure :

- la protection contre les courts-circuits,
- la protection différentielle,
- la fonction de coupure au point frontière entre réseau et installation intérieure,
- la fonction de limitation de la puissance appelée à la valeur de la puissance souscrite.

L'UTE distingue le domaine du branchement, qu'elle traite dans la norme UTE C14-100, et celui de l'installation intérieure, dans la norme UTE C15-100.

2 Les protections du réseau de distribution

2.1. Les protections et les automatismes

Les grands principes de protection sur le réseau de distribution sont la détection des courts-circuits entre phases et la détection des défauts d'isolement à la terre. Les transformateurs HTB/HTA des postes-sources sont équipés de protections en cas d'échauffement. Il existe aussi des télémesures des départs HTA en particulier utilisées en urbain lors de la reprise temporaire de charge en secours. Sur le réseau BT, les fusibles placés en tête des départs protègent contre le court-circuit le plus éloigné.

2.2. La protection des postes-sources

Les systèmes de protection, de commande et de contrôle des postes-sources ont évolué par paliers techniques.

A celui des protections indirectes (électromécaniques puis électroniques) a succédé le palier analogique dit des « protections sans alimentation auxiliaire » dont le déploiement a débuté en 1986. Simultanément, la technologie numérique faisait son entrée dans l'environnement très perturbateur (au plan électromagnétique) du poste-source ; dans un premier temps, elle fut cantonnée aux équipements modulaires de commande et de contrôle : consignateur d'état, synoptique de conduite locale et équipement de téléconduite, automate de gestion des émissions à 167 Hz.

Le palier des « Protections et Contrôle Commande Numérique » (PCCN) a été défini et doit équiper à terme les ouvrages neufs et remplacer les matériels anciens nécessitant un maintien en conditions opérationnelles trop coûteux. Ce choix de la technologie numérique pour les protections, les automates, les télésignalisations, la télécommande et les télémesures vise à faciliter les évolutions du plan de protection (téléparamétrage,

modifications logicielles) et à gagner en fiabilité du système (autotest des matériels). Les interventions seront facilitées par l'utilisation d'outils informatiques de maintenance et de configuration.

2.3 La protection du réseau HTA

Le réseau HTA comporte des automatismes de remise sous tension après une défaillance temporaire. La majorité des défauts sur les ouvrages aériens sont monophasés (un conducteur venant accidentellement en contact avec la terre). Les contacts provoquant un court-circuit entre deux phases ne représentant guère que 20% des cas. Face à ce constat, différentes parades ont été mises en œuvre :

Dans les années 1960, la politique de mise à la terre du neutre HTA consistait à installer une impédance de limitation du courant de défaut franc à la terre (limitation à 1 000 A sur les réseaux souterrains urbains, à 300 A sur les autres). Les conséquences de ces dispositions techniques étaient la détection et la mise hors tension du départ HTA siège d'un défaut d'isolement et la limitation, au moment du défaut, des surtensions à une valeur compatible avec les niveaux d'isolement des matériels HTA et BT. De type ampèremétrique, le système de protection était de conception simple et de bonne sensibilité. Le plan de protection et d'automatisme a consisté à programmer une série d'ouvertures et fermetures du disjoncteur du départ HTA sur détection de défaut (cycles de réenclenchements rapides et lents).

Dans les années 80, les utilisateurs devenant de plus en plus sensibles aux défaillances du réseau, des disjoncteurs shunts ont été installés pour éliminer les défauts fugitifs sans provoquer d'interruption (mise à la terre volontaire pendant une très courte durée de la phase en défaut pour annuler temporairement la différence de potentiel entre le conducteur défaillant et la terre et provoquer l'extinction de l'arc électrique).

A partir de 2001, le développement des réseaux souterrains en rural sur de longues distances conduit à installer des protections plus complexes et à l'adoption du régime de neutre compensé. Seuls les départs aériens et mixtes sont concernés, leurs caractéristiques évoluant fortement. En effet la proportion de souterrain s'accroît, la technologie des nouveaux câbles HTA affiche des caractéristiques capacitatives supérieures, la réglementation européenne relative à la sécurité du public évolue vers un abaissement des valeurs de montées en potentiel admissibles sur le réseau. Le régime du neutre compensé limite la valeur du courant de défaut monophasé à 40 A, les valeurs des prises de terre étant conservées sur les réseaux. Les protections des clients HTA et celles des installations de production indépendante sont complétées.

2.4 La protection du réseau BT

Le régime de neutre des réseaux de distribution BT est fixé en France par le texte réglementaire dit « arrêté technique » qui stipule : « *Les distributions triphasées doivent comporter un conducteur neutre relié à un point neutre et mis directement à la terre* ». Cette disposition exclut le recours à d'autre régime du neutre sur les réseaux de distribution BT. L'arrêté technique stipule également pour les lignes aériennes un nombre minimal de prises de terre du conducteur neutre en réseau. Le schéma des liaisons à la terre des installations BT alimentées par un réseau de distribution publique est du type « TT », à savoir neutre du réseau mis à la terre, et masses métalliques mises également à la terre, cette deuxième terre étant distincte de la terre du neutre.

Chaque circuit BT est protégé par un jeu de fusibles placé en sortie de transformateur et dont le calibre est fonction de l'intensité nominale admissible dans le câble. Il n'y a pas d'autre protection jusqu'aux fusibles avant compteur de chaque utilisateur. La protection du branchement est assurée par des fusibles et un disjoncteur.

De l'aval vers l'amont, on rencontre les fusibles de l'installation intérieure du client (norme UTE C15-100), le disjoncteur différentiel du distributeur assurant une triple protection, contre les défauts à la terre, contre les courts-circuits et les dépassements de puissance, et les fusibles en amont du compteur.

3 Le développement du réseau de distribution

3.1 La politique qualité de fourniture

Le réseau HTA représente une partie très importante de la défaillance totale sur le réseau de distribution. Les ouvrages aériens sont majoritairement responsables de la situation et sont d'autre part particulièrement touchés à l'occasion d'événements climatiques de grande ampleur comme l'a montré notamment la tempête de décembre 1999 (les chutes d'arbres ont représenté la cause première des dégâts).

A partir de ce constat, les orientations fixées visent à :

1- Diminuer sensiblement l'occurrence des défaillances sur le réseau HTA en :

- reconstruisant le réseau en technique souterraine pour les zones sensibles aux aléas climatiques
- renouvelant les lignes principales et les lignes secondaires bouclées en technique souterraine, tout en cherchant à réduire la longueur des départs

2- Diminuer les délais de rétablissement en cas de défaillance en :

- bouclant systématiquement les départs HTA sur 2 postes sources différents ou 2 ½ rames différentes
- développer les appareils de manœuvre télécommandables en réseau
- développer les détecteurs de défauts,

3- intégrer dans la conception des projets des réponses aux préoccupations et aux contraintes environnementales (intégration visuelle, préservation de la faune et de la flore).

L'efficacité de la politique qualité de SRD est évaluée par le critère B qui mesure la durée annuelle moyenne de coupure d'un client BT. Pour analyser plus finement l'évolution du critère B, celui-ci est également calculé hors défaillance due au réseau de transport, hors coupure pour travaux et hors évènement de grande ampleur.

La loi du 10 février 2000 de transposition de la directive européenne électricité a fait apparaître de nouveaux acteurs et modifié les rôles. Toutefois, les investissements dans les réseaux de distribution restent sous la responsabilité du Gestionnaire de Réseau à savoir SRD, avec la possibilité, pour l'autorité concédante (SIEEDV), de financer des travaux de renforcement ou d'extension. Par le biais du tarif d'acheminement, la CRE contrôle le cadrage des investissements. Des décrets pris en application de la loi fixent les obligations des Distributeurs, et en particulier de SRD, en matière de qualité de l'électricité, et orientent, par la même, les programmes d'investissements.

Les autorités concédantes dont le SIEEDV sont investies du pouvoir « d'organiser le service public de l'électricité » au travers d'un cahier des charges de concession.

Le SIEEDV a ainsi fixé à SRD des objectifs importants en matière de renouvellement et d'enfouissement des réseaux.

La directive électricité du 26 juin 2003 confirme les orientations de la directive de 1996. Elle ajoute des contraintes dans la planification des réseaux, comme l'obligation d'envisager des mesures d'efficacité énergétique ou d'étudier une production distribuée pour éviter la modernisation ou le remplacement de capacités de réseaux.

3.2 Les études et la planification des développements du réseau

Les études décisionnelles sont les études à caractère technique et économique menées pour éclairer les choix d'investissement sur les réseaux de distribution.

Décider d'engager des dépenses sur le réseau est le résultat de l'une des démarches suivantes :

- 1- l'utilisateur (client ou producteur) souhaite le raccordement au réseau ou un tiers souhaite un déplacement de nos ouvrages. Dans ce cas, la réalisation des travaux est impérative et la planification est faite sur la base des souhaits du demandeur en fonction des contraintes administratives et techniques, le choix technique sera fait sur la base du moindre coût techniquement et administrativement réalisable et conforme au cahier des charges de concession et au référentiel technique de SRD.
- 2- les ouvrages ne répondent plus au cadre réglementaire ou normatif - ou sont susceptibles de ne plus y répondre dans un délai prévisible. Il faut rappeler que les ouvrages doivent répondre aux règles et normes applicables à leur date de construction. La notion de « cadre réglementaire ou normatif » s'entend ici de plusieurs façons : il peut s'agir d'un règlement technique édicté par les pouvoirs publics, d'une norme ou d'un cadre de références prédéterminé par SRD. Il peut également s'agir de seuils techniques au-delà ou en-deçà desquels le réseau ne répond plus aux valeurs nominales de fonctionnement des ouvrages et des appareils (seuils de tension, d'intensité). La décision d'engager des travaux dans ces cas-là échappe à une justification économique. Toutefois, ces travaux seront réalisés en prenant en compte le schéma directeur des réseaux et en conformité avec le cahier des

charges de concession. D'autre part, si plusieurs solutions sont techniquement possibles, le choix sera fait au regard de l'optimum économique.

- 3- le taux de défaillance des installations est tel que les dépenses à engager pour améliorer les performances du réseau sont jugées moins contraignantes pour SRD que les coûts de maintenance et l'insatisfaction des clients. En effet, La défaillance du réseau se traduit par des coupures. Elle entraîne d'une part une gêne de la clientèle desservie (différente selon qu'il s'agit de la perte de production d'un industriel ou d'inconvénients ressentis par la clientèle domestique) et d'autre part des coûts d'intervention et de maintenance importants et réguliers. Là encore, ces travaux seront réalisés en prenant en compte le schéma directeur des réseaux et en conformité avec le cahier des charges de concession. D'autre part, si plusieurs solutions sont techniquement possibles, le choix sera fait au regard de l'optimum économique.
- 4- l'ouvrage est inscrit dans le plan décennal de renouvellement des réseaux. L'existence de ce plan décennale de renouvellement des réseaux répond à une démarche volontariste, et inscrite dans le cahier des charges de concession, de ne pas détériorer l'âge moyen, et donc la fiabilité à long terme, du réseau de distribution. Les travaux de renouvellement des réseaux, davantage encore que les autres, seront réalisés en suivant le schéma directeur des réseaux et en conformité avec le cahier des charges de concession. D'autre part, si plusieurs solutions sont techniquement possibles, le choix sera fait au regard de l'optimum économique.

3.2.1 L'étude des postes sources

Les solutions pour résoudre une contrainte de capacité dans un poste-source sont le renforcement de la transformation HTB/HTA, du réseau HTA qui en est issu ou la création d'un nouveau poste-source. Chaque étude tient compte du coût du réseau amont (HTB ou 225 kV). Pour ce type d'ouvrage, on dispose d'informations précises et abondantes grâce aux appareils de mesure en place. La puissance délivrée notamment est connue au fil de l'eau.

3.2.2 L'étude du réseau HTA

Plusieurs solutions peuvent, en générale, être envisagées pour le développement ou le renouvellement partiel ou total du réseau HTA. Le calcul d'un bilan actualisé pour chaque stratégie technique envisagée permet la comparaison et le choix de la stratégie optimale. On tient compte pour le calcul :

- des dépenses d'investissement, affectées de leur date d'engagement
- du coût des pertes par effet Joule
- du taux prévisionnel d'accroissement des charges
- du taux d'actualisation

Et le cas échéant,

- du coût de l'entretien des ouvrages (dont l'élagage)
- du coût du dépannage et des réparations estimé à partir des statistiques d'incidents et des coûts unitaires moyens constatés

Ces 2 derniers coûts sont en général négligeables pour les projets de renouvellement de lignes de grande ampleur.

3.2.2.1 Le principe du calcul de bilan actualisé

L'activité de réseaux se caractérise par de lourds investissements pour la construction d'ouvrages dont la durée de vie s'étend sur plusieurs dizaines d'années. Le gestionnaire de réseaux est confronté à la question de l'évaluation économique d'un investissement sur une longue période.

La méthode retenue par SRD est celle de l'actualisation des dépenses. Le calcul d'actualisation a pour but de ramener les valeurs de coût d'un ouvrage HTA à une année de référence.

Le calcul de bilan actualisé des dépenses sur la durée de vie d'un ouvrage permet de comparer plusieurs projets d'investissement au plan économique, ces projets étant destinés à résoudre par des voies différentes un même problème sur le réseau. La solution retenue – dite « optimale » - est celle qui minimise le bilan actualisé à long terme.

3.2.3 L'étude du réseau BT

Les solutions pour lever les contraintes sur le réseau BT sont de type :

- renforcement d'un départ BT
- dédoublement d'un départ BT
- augmentation de puissance du transformateur HTA/BT alimentant le réseau en contrainte
- création de poste HTA/BT

Une étude complète de bilan serait, en théorie, également possible pour chaque solution. Mais certains paramètres sont peu significatifs au regard de l'énergie véhiculée par le réseau BT ; l'énergie non distribuée et les pertes Joule ont des coûts généralement faibles en regard des montants d'investissement et n'influencent pas significativement le choix de la solution. Les coûts de maintenance sur le réseau BT sont faibles à l'exception du réseau nu qui peut demander un élagage périodique. Les coûts de réparation sont également relativement faibles. Aussi peut-on se contenter d'une méthode simplifiée. D'autre part, le cahier des charges de concession impose un enfouissement important des réseaux basse tension. Un calcul de bilan actualisé n'est donc pas réalisé pour les réseaux basse tension. Les paramètres suivants sont cependant pris en compte :

- coût de l'investissement
- taux de croissance prévisible des charges et « durée de vie » de la solution

La « durée de vie » correspond ici à la durée séparant l'année de réalisation de l'investissement de celle d'apparition d'une nouvelle contrainte.

3.3.4 Les seuils de contrainte de tension sur les réseaux pour les études

- **Réseau HTA** – Les engagements contractuels vis-à-vis des utilisateurs du réseau HTA concernent la valeur de la tension HTA au point de livraison. A partir de 1995, les contrats ont fixé l'engagement du distributeur à délivrer une tension HTA ne variant pas de plus de 5 % autour d'une valeur dûment spécifiée U_c (tension contractuelle), cette valeur spécifiée étant elle-même fixée dans une plage de ± 5 % autour de U_n (tension nominale valant 20,0 kV).

Réseau BT – La tension réglementaire a été fixée à 230/400V en France par décret du 24 décembre 2007. Les seuils de tension BT imposés par la réglementation aux bornes d'entrée de l'installation du client sont :
– 253 V en monophasé et 440 V en triphasé (+ 10% de la tension nominale),
– 207 V en monophasé et 358 V en triphasé (-10% de la tension nominale).

Pour vérifier si les seuils sont dépassés :

- les calculs de chute de tension sont effectués, selon des hypothèses de charge électrique sur le réseau correspondant au cumul des puissances de raccordement maximale de consommations foisonnées en schéma normal d'exploitation
- les calculs d'élévation de tension sont effectués, selon des hypothèses de charge électrique sur le réseau correspondant au cumul des puissances de raccordement maximale de consommations « été » foisonnées et au cumul des puissances de raccordement maximale de production non foisonnées en schéma normal d'exploitation

3.3.5 Les seuils de contrainte d'intensité sur les réseaux pour les études

Les contraintes d'intensité sont examinées par type d'installation : transformateur de poste-source, lignes aériennes HTA et BT, lignes souterraines HTA et BT, transformateurs HTA/BT. On distingue les données fournies par les normes et les seuils de contrainte utilisés pour les études.

Les normes et spécifications

Transformateurs HTB/HTA des postes-sources - Les limites d'intensité sont imposées par la température atteinte par les composants de l'appareil. Les transformateurs des postes-sources ont une inertie importante qui leur permet d'admettre des surcharges significatives. Leur conception permet une exploitation permanente à 110 % de leur puissance nominale pendant les périodes de pointe. Les surintensités de court-circuit (durée 1,5s), outre l'échauffement ponctuel, provoquent des contraintes mécaniques dans les connexions et les enroulements, auxquelles les appareils résistent.

Conducteurs aériens HTA - L'échauffement produit un allongement des conducteurs et une diminution de la hauteur sous les lignes. La réglementation impose que la hauteur de sécurité soit respectée quel que soit le transit électrique jusqu'à une température extérieure de 40 °C.

Câbles HTA souterrains – L'échauffement provoque la détérioration des isolants et réduit la durée de vie du câble. La norme C 33-223 de mars 1998 concernant les câbles isolés au polyéthylène réticulé (type de câble actuellement le plus répandu) donne les indications suivantes :

- un câble à l'air libre admet une intensité plus grande qu'un câble enterré
- un câble admet une intensité plus grande en hiver qu'en été (plus de 20 % en régime permanent)
- un câble peut admettre une surcharge (régime limité à 3 heures) de l'ordre de 20 %. En exploitation, il est parfois utile d'user de cette marge pour assurer un secours temporaire pendant un dépannage. Mais cette surcharge doit rester aussi brève que possible sous peine d'accélérer le vieillissement des isolants
- un coefficient de réduction doit être appliqué sur l'intensité admissible lorsque les câbles sont enterrés en nappe, à proximité les uns des autres (distance réglementaire 20 cm). Pour deux câbles, la réduction est de 15 %, pour trois de 22 %, pour quatre de 28 %.

La norme C 33-226 d'avril 2002 modifie sensiblement les hypothèses de fonctionnement : la surcharge n'est plus envisagée, seul subsiste le régime permanent à la température de 90°C pour l'âme conductrice des câbles (mais toujours 250°C en cas de court-circuit d'une durée inférieure à 5 secondes). L'évolution de la norme vers une moindre sollicitation des ouvrages résulte de l'observation du comportement des câbles en exploitation, qui a confirmé l'influence de l'échauffement sur la durée de vie de ces infrastructures prévues pour durer au moins 40 ans.

Appareillage HTA - Les jeux de barres, les liaisons, les sectionneurs, interrupteurs et disjoncteurs sont soumis à des limites d'intensité. L'échauffement et les efforts électromagnétiques, mais aussi la tenue des contacts électriques, sont des contraintes prises en compte pour éviter la dégradation des performances de l'appareillage.

Transformateurs HTA/BT - Par construction les transformateurs ont une puissance assignée qui correspond à la puissance que peut débiter l'appareil en régime permanent. En matière de surcharge (fonctionnement limité à 3 heures), les transformateurs de type « classique » peuvent débiter jusqu'à 120 % de leur puissance sans courir de risque de détérioration. Les transformateurs avec protection-coupure intégrée sont conçus pour fonctionner à 150 % de leur puissance assignée en régime de surcharge 3 heures.

Câbles BT souterrains - Les câbles BT sont soit enterrés soit posés dans l'air. La norme C 33-210 de 1995 concernant les câbles rigides isolés au polyéthylène réticulé fixe à 90 °C la température maximale dans les conducteurs. Il n'est pas envisagé de surcharge. Le fonctionnement ne diffère pas l'été et l'hiver. Un coefficient réducteur de proximité doit être appliqué comme pour les câbles HTA en cas de pose en nappe : 0,85 pour deux, 0,78 pour trois, 0,72 pour quatre.

Conducteurs BT lignes aériennes - Les risques pour les conducteurs isolés torsadés sont les mêmes que pour les câbles. Aucune surcharge n'est en principe admissible.

4 Le Schéma Directeur de développement des postes-sources et du réseau HTA

4.1 Les principes du schéma directeur

La bonne gestion technique et financière du réseau de distribution s'appuie sur une vision cohérente et partagée de son évolution à moyen et long termes. C'est l'objet du schéma-directeur. Les ouvrages ayant de longues durées de vie, les décisions d'investissement ont un impact durable sur le développement du système électrique. Elles sont de nature différente : renouvellement, renforcement, extension, maintenance... mais interagissent entre elles. Dans ce contexte, il ne suffit pas de s'assurer qu'un nouvel ouvrage est nécessaire à une année donnée ; il faut vérifier qu'il s'insère dans un projet de développement du système électrique cohérent garantissant un fonctionnement optimal à long terme.

Etabli en conformité avec les obligations réglementaires et le cahier des charges de concession, le schéma directeur est constitué d'une vision à long terme de la structure du réseau – la « cible » décrivant la consistance et le positionnement des postes-sources, la structure des ouvrages HTA - et de la stratégie pluriannuelle conduisant à cette cible.

Les différents projets élémentaires permettant d'atteindre la cible constituent des investissements réputés justifiés dans le cadre des hypothèses du schéma-directeur, cohérents à long terme et donc devant être planifiés et mis en œuvre.

Pour constituer le programme d'investissements pluriannuels, SRD s'appuie sur ce Schéma Directeur et optimise au plan technique et économique sa stratégie (hiérarchisation) à court et moyen terme en fonction de la situation constatée des réseaux (contraintes électriques, âge des réseaux, qualité de fourniture, sécurité d'alimentation...) et des ressources financières disponibles.

En tout état de cause, une mise à jour du schéma directeur est nécessaire lors de tout événement mettant en cause les hypothèses qui ont prévalu au moment de son établissement, et à minima tous les 5 ans.

4.2 Les étapes de réalisation du schéma directeur

La construction du schéma directeur nécessite un travail important réalisé par SRD. Il est constitué par les six étapes suivantes :

4.2.1 L'élaboration du diagnostic

C'est l'analyse de l'ensemble des caractéristiques du système électrique permettant d'évaluer ses forces et ses faiblesses (qualité du produit, capacité électrique, sensibilité aux aléas climatiques, organisation structurelle du réseau) D'autre part, cette phase comporte l'analyse de l'environnement externe et l'appréciation de la sensibilité de la clientèle raccordée au réseau.

4.2.2 La prévision des consommations et des puissances

Il s'agit de déterminer les taux d'accroissement des charges électriques à alimenter par zone. Les zones à considérer sont, à minima, à l'échelle d'un poste source.

Les prévisions de consommation et de puissance sont difficiles à établir sur le long terme. Les statistiques montrent que ces 20 dernières années la puissance maximale atteinte sur le réseau de SRD est passé de 187MW à 316MW (soit une augmentation de 69%). Dans le même temps, les consommations sont passées de 725 millions de kWh à 1313 millions de kWh (soit une augmentation de 81%).

4.2.3 La cible à long terme

La construction de la cible à long terme est l'étape fondamentale de la réalisation du schéma directeur. La cible représente le schéma du réseau HTA nécessaire et suffisant, à terme, pour alimenter dans de bonnes conditions les utilisateurs du réseau. Le corps des principales hypothèses de travail nécessaires est constitué du choix des structures de réseau HTA visées, de la taille des postes sources et des caractéristiques physiques et électriques des ouvrages HTA - ces derniers paramètres ayant une influence forte sur la qualité de fourniture.

L'élaboration de la cible à long terme s'effectue en restructurant les réseaux existants.

La structure retenue pour la cible à long terme des lignes principales des départs HTA est :

- 1- l'artère de source à source : 2 départs HTA issus de 2 postes sources distincts sont bouclés
- 2- départ s'appuyant sur une artère existante
- 3- boucle simple



Les lignes secondaires sont bouclées dans la mesure du possible

4.2.4 La définition de la politique de développement des réseaux

L'étape consiste à déterminer la politique de développement des ouvrages permettant de passer de l'état initial à l'état final (la cible à long terme).

La politique actuelle de SRD consiste à renouveler par ordre de priorité :

- les lignes aériennes principales de plus de 40 ans
- les lignes aériennes principales de type artère de source à source
- les lignes aériennes principales s'appuyant sur un fuseau existant
- les lignes aériennes principales de type boucle simple
- les lignes secondaires de plus de 40 ans
- les lignes secondaires bouclées
- les lignes secondaires non bouclées (« antennes »)

C'est sur cette base élémentaire qu'a été établi le plan de renouvellement 2005-2015.

4.2.5 L'échéancier des travaux et des investissements : le plan de renouvellement

Par une approche technico-économique (prenant notamment en compte les capacités d'investissement), on peut déterminer la date optimale de chaque opération élémentaire. On obtient un échéancier théorique (coût de l'opération, date optimale de réalisation) de l'ensemble des opérations prévues.

SRD en ressort un échéancier pratique des opérations à mener à moyen terme qu'il devra adapter en y intégrant des opérations complémentaires telles que le traitement des contraintes électriques résiduelles ainsi que divers autres éléments tels que la qualité de fourniture constatée sur les départs HTA, les contraintes d'exploitation, les modifications de réseaux suite à demandes de tiers ou les défaillances constatés sur le réseau.