

**Description physique du Réseau public
et
Paliers techniques en vigueur à SICAE-OISE**

<i>HISTORIQUE DU DOCUMENT</i>		
Indice	Nature de la modification	Date publication
V1.1	Création	2/09/2005
V1.2	Description des paliers techniques retenus par SICAE-OISE	29/10/2007

1 Rappel de la réglementation technique

1.1 Textes réglementaires et normatifs traitant de la conception et de l'établissement des ouvrages

☞ *Le décret du 29 juillet 1927 pris en application de la loi du 15 juin 1906* est toujours en vigueur. Il a été modifié par *le décret du 17 janvier 2003*. Il traite de la procédure d'instruction des demandes de concession et d'autorisation de lignes. Il y est question des Distributions publiques concédées par une commune, un syndicat de communes ou par l'Etat :

- L'article 36 traite des Transports d'énergie concédés par l'Etat. Il est précisé que les concessions de transport peuvent comprendre, éventuellement, la transformation de l'énergie, mais ne comportent pas la vente de cette énergie.
- Les articles 49 et 50 réglementent les approbations des projets d'exécution de construction de lignes.

☞ *L'arrêté interministériel du 17 mai 2001* fixe les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique (arrêté technique) . Une modification a été publiée entre temps par arrêté du 26 avril 2002.

En sus des travaux d'organismes de normalisation indépendants, nationaux ou internationaux, l'arrêté technique vise à protéger la population contre les risques électriques. Pour cela il définit les règles constructives essentielles relatives aux ouvrages électriques de transport et de distribution. L'arrêté technique traite notamment :

- De la protection contre les contacts directs et indirects et mises à la terre,
- De la robustesse mécanique des ouvrages,
- Des distances à respecter entre les ouvrages électriques et leur environnement,
- Des régimes du neutre BT, HTA et HTB.

On retiendra les deux articles de l'arrêté de 2001 :

- Article 26 relatif à la distance aux arbres et obstacles divers (des visites périodiques des lignes aériennes en conducteurs nus doivent être effectuées afin d'en déceler les déficiences et de déterminer les élagages et abattages nécessaires. Les dates et les résultats de ces visites doivent être mentionnées sur un registre ou regroupés dans un dossier tenu à la disposition du service du contrôle)
- Article 59 bis relatif à la traversée des zones boisées. Pour prévenir l'impact des chutes d'arbres, l'établissement de lignes HTA est interdit dans les bois et forêts et à leur proximité immédiate (sauf canalisations électriques enterrées ou lignes aériennes utilisant exclusivement des câbles et des supports adaptés).

L'arrêté technique du 17 mai 2001 est repris et illustré dans l'UTE C11-001 d'août 2001.

☞ *Les normes relatives à la conception et la réalisation des ouvrages*. Il existe de nombreux textes dont les principaux sont :

- NF C 11-201 d'octobre 1996 (et son Amendement A1 de décembre 2004) relative aux Réseaux de distribution d'énergie électrique (règles de construction),
- NF C 13-100 d'avril 2003 relative aux postes de livraison établis à l'intérieur d'un bâtiment et alimenté par un réseau de distribution publique de deuxième catégorie,
- NF C 13-200 et 13-205 relatives aux installations électriques à haute tension,
- NF C 14-100 relative aux branchements, pour leur partie située entre le réseau et l'origine de l'installation intérieure.

Il existe par ailleurs, sous la forme de cahier des charges ou de guides, des spécifications internes aux Distributeurs qui fixent en particulier les prescriptions et « règles de l'art » à appliquer pour la conception et la réalisation des ouvrages.

2 Caractéristiques propres des réseaux de distribution

On distingue réseau de transport et réseau de distribution, les postes-sources étant à l'interface. Le réseau de distribution se compose de deux réseaux électriquement indépendants, HTA et BT.

2.1 Les dispositions constructives

Le réseau de distribution a un mode de fonctionnement radial, l'énergie circulant de l'amont vers l'aval, à l'exception de certaines portions de circuit comportant des sites d'injection pouvant connaître, suivant l'équilibre entre production et consommation, des sens différents. Un « départ HTA » est un circuit issu d'un jeu de barres de poste-source. Au début des années 50, le parti pris de rationalisation a entraîné des choix simples : réduction à deux échelons de tension (HTA et BT), normalisation à 20 kV du niveau HTA et à la tension « B2 » (220/380 V, à l'époque) du niveau BT.

Le réseau HTA est électriquement séparé du réseau BT. En HTA la tension est à 20 kV avec quelques enclaves 15 kV. En BT ne subsiste que la tension B2.

Le choix de la tension 20 kV, de préférence au 6 ou au 10 kV souvent rencontré à l'étranger, résulte d'une densité de charge relativement faible en France. Le réseau 20 kV est plus long et permet d'alimenter sans chute de tension des points éloignés des postes sources, donc d'en limiter le nombre. La normalisation à 20 kV a progressé dans les années 70-80. La tension 15 kV est encore présente sur quelques % de la longueur du réseau HTA.

Le choix de normaliser la tension BT a donné lieu à d'importants programmes de changement de tension B1/B2, entrepris dans les années 50. Ils ont conduit à la disparition de la tension B1 (127/220V). Après avoir été longtemps fixée à 220/380V, la tension B2 est passée à 230/400V par arrêté du 29 mai 1986.

L'idée de placer des condensateurs de compensation de l'énergie réactive en réseau a été abandonnée et les postes-sources seuls en sont équipés.

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, mais pas des surcharges. Les transformateurs HTB/HTA des postes-sources sont équipés de protections en cas d'échauffement. Il existe aussi des télémesures des départs HTA surtout utilisées en urbain et en cas de 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. Il n'y a pas de dispositif contre les surcharges et les défauts d'isolement à la terre.

Plus en détail ci-après, on trouvera les options constructives par type d'ouvrage

Postes-sources - Les postes-sources sont à l'interface du réseau de transport et du réseau de distribution. La majorité est raccordée au réseau 90 ou 63 kV, certains d'entre eux étant directement raccordés au réseau 225 kV (zones de forte densité de consommation) où l'énergie est délivrée en HTA en sortie des transformateurs.

Point de passage concentrant une puissance électrique importante, le poste-source bénéficie d'équipements élaborés de surveillance, de protection et de télécommande. L'exigence de disponibilité justifie souvent le doublement des lignes d'alimentation côté transport et le maintien en réserve d'un transformateur sur chaque implantation. Le poste-source abrite des équipements de comptage d'énergie (frontière avec le réseau de transport), de télécommande centralisée de changement de tarif, des systèmes automatiques de délestage fréquentométriques pour contribuer à la sûreté du réseau de transport. On y trouve également des systèmes de réenclenchement automatique, de réglage de la tension et de compensation du réactif.

Le réseau HTA est constitué par l'ensemble des départs issus des postes-sources. Le nombre de départs par poste-source peut varier d'une dizaine à une cinquantaine. Les départs HTA alimentent les postes de transformation HTA/BT.

On distingue les zones urbaines desservies en souterrain et les zones rurales – rurale au sens de la faible densité des charges électriques consommatrices - alimentées par des lignes aériennes ou mixtes, c'est-à-dire en partie souterraines et en partie aériennes.

Sur les départs aériens, le raccordement direct de transformateurs HTA/BT, sans protection, a été longtemps la règle. C'était le cas des transformateurs sur poteau, puis des postes « bas de poteau » sur socle. Il était admis qu'une panne sur réseau aérien pouvait être réparée dans des délais compatibles avec l'exigence de la clientèle. Mais celle-ci ayant évolué, la réponse a été l'introduction de fusibles dans les transformateurs, afin d'éviter l'interruption du courant sur la ligne entière en cas de défaut d'un seul transformateur. Par ailleurs, cette protection interne évite la dispersion d'huile en cas d'explosion des cuves et prévient la pollution de l'environnement.

Aujourd'hui, la composition type, en rural, est basée sur une ossature souterraine et des dérivations aériennes. Le développement du réseau souterrain a conduit à avoir de plus en plus de réseaux mixtes. Ce type de composition n'a pas toujours été possible ; l'évolution récente des systèmes de protection et l'amélioration de la robustesse du matériel ont levé les contraintes. Les dérivations – les antennes par définition non bouclables - sont parfois réalisées en souterrain, mais à condition de disposer d'un moyen sûr de réalimentation des charges en cas de panne, une réparation sur un câble durant environ 12 heures. Les groupes électrogènes, moyens de réalimentation rapides, sont pris en compte.

La technique souterraine est développée de façon volontariste en zone rurale grâce à la baisse des coûts de pose en tranchée. Il n'y a plus d'obstacle technique à la réalisation de départs HTA comportant une ossature souterraine (en totalité ou en partie) et des dérivations aériennes. Des armoires de coupures en ligne ont été mises au point, ainsi que des interrupteurs télécommandés, des postes de transformation simplifiés avec fusibles intégrés.

Le régime de protection des réseaux HTA est celui de la mise à la terre du neutre en un seul point, au transformateur du poste-source, par l'intermédiaire d'une résistance. Le neutre n'est pas distribué en ligne. Lorsque la structure des réseaux le justifie une autre technique est mise en œuvre : le neutre compensé (impédance variable en continu et fonction des caractéristiques du réseau).

En ce qui concerne les lignes aériennes existantes, les lignes d'ossature sont formées de portées courtes, et de conducteurs de forte section sur isolateurs suspendus. Les lignes de dérivation sont réalisées sur isolateurs rigides avec des conducteurs de section plus faible. Les lignes aériennes sont calculées pour résister à une surcharge de givre minimale de 1 kg/m, pouvant aller jusqu'à 5 kg/m si nécessaire. En pratique, la quasi-totalité des réseaux HTA neufs sont réalisés en technique souterraine.

Le réseau BT est constitué de départs issus des postes de transformation HTA/BT. Un poste rural, sur poteau ou en cabine simplifiée, peut alimenter de 1 ou 2 départs BT. Un poste urbain en cabine ou en immeuble, peut alimenter de 1 à 8 départs. La longueur des départs BT est limitée par l'intensité et les chutes de tension : 100 à 200 m en souterrain, quelques centaines de mètres en aérien.

Dans les zones alimentées en souterrain, un poste de transformation 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)

On ne construit plus de réseau aérien BT neuf en conducteurs nus. Les rares lignes aériennes qui sont encore construites le sont en faisceaux de conducteurs isolés sur poteaux ou sur façade. La structure du réseau BT est radiale comme le réseau HTA. Les liaisons de secours entre lignes BT sont réservées aux cas exceptionnels. 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.

Le branchement BT est l'ouvrage compris entre le réseau BT et l'origine de l'installation intérieure de l'utilisateur. Tous les branchements nouveaux jusqu'à 18 kVA sont réalisés en monophasé. 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, le branchement est réalisé en triphasé (4 fils). 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 pas d'appareillage de coupure. L'alimentation d'un utilisateur devant, toutefois, pouvoir être interrompue depuis le domaine public, le point de coupure est situé soit à la limite de sa propriété, soit dans un coffret d'où sont issus plusieurs branchements (REMBT). Le point de coupure est en général constitué par un jeu de fusibles placés en amont du comptage. Le disjoncteur de branchement est un appareil à fonctions multiples. Il 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.

3 La structure du réseau : les schémas de référence

Le réseau HTA – Dans la mesure du possible, les départs HTA issus d'un poste-source HTB/HTA aboutissent à un autre poste-source afin d'assurer par une deuxième alimentation :

- le secours des clients raccordés sur ce départ
- le secours du poste-source lui-même

De nombreuses variantes existent selon que l'on distribue en urbain ou rural.

L'alimentation HTA de l'urbain dense ou du péri-urbain : plusieurs schémas de réseaux sont possibles.

- La structure en coupure d'artère - les départs sont à mi-charge et se bouclent sur un autre poste-source. Cette structure simple est la plus courante.
- La structure en maille - les départs HTA forment une boucle coupée en 4 tronçons, chaque tronçon étant relié à d'autres postes sources ou à d'autres boucles. Ce schéma est appliqué dans les zones les plus denses. Il offre un bon coefficient d'utilisation du réseau mais présente une plus grande complexité d'exploitation que le schéma ci-dessus.
- La structure en fuseau (ou épi) - les départs sont chargés à leur capacité maximale et sont secourus par un câble spécialisé maintenu sous tension à vide. Un câble de secours est posé pour 4 à 6 câbles d'alimentation. Le coefficient d'utilisation associé à la structure peut dépasser 80 %. En pratique, pour réduire les pertes Joule, on limite la charge à 70 % sur chaque départ. Cette structure a deux points faibles : le cas de pannes simultanées sur deux ou plusieurs départs n'est pas pris en compte et le secours du poste source, si l'on veut qu'il soit assuré, doit l'être par d'autres départs.
- La structure en double dérivation : deux câbles sont posés en parallèle, l'un étant l'alimentation normale, l'autre l'alimentation de secours. Cette structure est réservée aux zones urbaines denses en raison de son coût en investissement et en entretien. Les postes HTA/BT raccordés sur une telle structure sont équipés d'un système de permutation automatique normal-secours qui permet, en principe, de garantir un bon niveau de continuité de service.

L'alimentation en HTA des zones rurales : les liaisons de poste-source à poste-source peuvent être remplacées par des liaisons sur le même poste-sources ayant leurs extrémités sur deux demi-jeux de barres différents. Des portions de départs peuvent ne pas être bouclées – ce sont les antennes HTA. Du fait du développement rapide du souterrain en rural, les structures de réseau se rapprochent de la coupure d'artère qui était jusqu'alors mise en œuvre dans les zones urbaines.

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 sont néanmoins réalisés qui peuvent servir, entre autres, au raccordement d'un groupe électrogène. Les bouclages ne sont pas systématiques car toute longueur supplémentaire entraîne des dépenses d'investissement et une augmentation du risque d'incidents.

3.1 Les protections et les automatismes du réseau

Un exploitant a l'obligation de protéger son réseau contre deux défaillances principales :

- Le défaut d'isolement entraînant une modification de la tension électrique de l'environnement et provoquant des risques d'électrisation des personnes et de détérioration des appareils électriques
- Le défaut d'isolement entraînant un court-circuit pouvant provoquer, par un violent dégagement d'énergie, brûlures et incendies.

Les plans de protection répondent à cette obligation.

3.1.1 La protection du réseau HTA

Seul 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 de tête de la ligne 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).

Plus récemment, le développement des réseaux souterrains en zones rurales sur de longues distances a conduit à installer des protections plus complexes : c'est l'adoption du régime de neutre compensé. Seuls les départs aériens et mixtes sont concernés, leurs caractéristiques évoluant fortement ; 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 vise à limiter 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.

3.1.2 Protection des postes-sources

Les paliers actuels de contrôle commande arrivent en fin de vie. Certains matériels sont obsolètes ou nécessitent un maintien en conditions opérationnelles coûteux.

Le palier PCCN (Protections et Contrôle Commande Numériques) est le choix de la technologie numérique dans les postes sources pour les protections, automatismes, téléseignalisations, télécommandes, télémesures, en substitution des techniques analogiques à base d'électronique et d'électromécanique. On vise ici, en particulier, à faciliter les évolutions du plan de protection (téléparamétrage, modifications logicielles) et à gagner en fiabilité du système de contrôle-commande (autotest des matériels). Les interventions sont facilitées par l'utilisation d'outils informatiques de maintenance et de configuration.

3.1.3 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 double protection, contre les défauts à la terre et contre les courts-circuits, et les fusibles en amont du compteur.

3.2 Le développement des réseaux

3.2.1 La politique qualité de fourniture

Au début des années 80, l'analyse de la qualité de fourniture a montré que le seul réseau HTA engendrait environ 70 % de la défaillance totale sur le réseau de distribution, les ouvrages aériens étant majoritairement responsables de cette situation. Des orientations ont été fixées visant à :

- construire des lignes aériennes plus robustes
- réduire la longueur des départs et les boucler systématiquement
- développer le souterrain en rural et les appareils de manœuvre télécommandables en réseau

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

De 1987 à 1995, la politique qualité s'est appuyée sur les objectifs suivants : à fin 1995, aucun client ne doit subir annuellement plus de...

- 6 coupures longues,
- 3 heures de coupure cumulée,
- 70 coupures très brèves (réenclenchements rapides),
- 11 % de chute de tension BT,
- une heure de durée de coupure cumulée pour travaux

Les structures du réseau HTA ont été modifiées par le développement des postes-sources, la réduction des longueurs des départs, le renouvellement des ouvrages les plus fragiles et le développement du souterrain en zone rurale.

A partir de 1995, la politique qualité s'est articulée autour de trois points : la réponse aux attentes de chaque catégorie de clients, la lutte contre les incidents climatiques, l'amélioration de la sûreté technologique dans les zones urbaines.

La tempête de décembre 1999, a provoqué des dommages importants sur le réseau aérien. Les ouvrages aériens considérés comme « détruits » ont été rétablis en technique souterraine, surtout en zones boisées - les chutes d'arbres ont représenté la cause première des dégâts.

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 des sociétés d'électricité intégrées, avec la possibilité, pour les autorités concédantes, 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 fixeront les obligations des Distributeurs en matière de qualité de l'électricité, et orienteront les programmes d'investissements. Le rôle des autorités concédantes, investies du pouvoir « d'organiser le service public de l'électricité » au travers d'un cahier des charges, reste à redéfinir précisément dans ce nouveau contexte.

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.

3.2.2 Planification : les études décisionnelles de développement de réseau

Les études décisionnelles sont les études technico-économiques 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 :

- Soit les ouvrages ne répondent plus au cadre réglementaire ou normatif - ou sont susceptibles de ne plus y répondre dans un délai prévisible,
- Soit le taux de défaillance des réseaux est tel qu'il faut comparer le coût de renouvellement de ceux-ci aux coûts de dépannage,
- Soit les niveaux de continuité et de qualité ne correspondent pas aux seuils réglementaires ou contractuels.

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 le gestionnaire de réseau (l'obligation de raccorder tout poste souterrain à deux alimentations HTA). 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). Si plusieurs solutions sont techniquement possibles, le choix sera fait au regard de l'optimum économique.

3.2.3 Les seuils de contrainte utilisés dans les études décisionnelles : la tension sur les réseaux

Réseau HTA – Les engagements contractuels vis-à-vis des utilisateurs du réseau HTA concernent la valeur de la tension HTA au point de livraison. Le Distributeur peut s'engager à délivrer en schéma normal d'exploitation 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 $\pm 5\%$ autour de U_n (tension nominale).

Les seuils retenus par le distributeur pour la planification

En alimentation normale, la tension HTA en tout point du départ doit rester à l'intérieur de la plage : $U_n + 5\%$, $U_n - 5\%$

En alimentation secours, la plage est élargie à : $U_n + 5\%$, $U_n - 8\%$

La méthode de planification HTA

Pour vérifier si les seuils sont dépassés, les calculs de chute de tension sont effectués à la pointe, selon des hypothèses de charge électrique sur le réseau correspondant à :

- la puissance estimée à la « Température minimale de base » (PTmb) pour le régime normal
- la puissance mesurée le jour le plus chargé de l'année (P*max) pour le régime secours, aussi appelé « situation N-1 »

La puissance P*max est une valeur standardisée, fonction de la température normale de la zone considérée (température moyenne statistiquement observée par les services de la météo le 15 janvier). La puissance P*max est révisée tous les ans grâce à la mesure des intensités transitant dans les départs HTA des postes-sources.

La puissance PTmb est le résultat d'un calcul de correction des puissances maximales mesurées qui sont ramenées à la « Température minimale de base » (Tmb), température froide dont la probabilité d'occurrence est de 1 jour par an.

- **Réseau BT** – La tension réglementaire a été fixée à 230/400V en France par arrêté du 29 mai 1986.

Les tolérances par rapport à la tension nominale sont celles définies par la norme EN 50-160 :

- o Pour chaque période d'une semaine, 95 % des valeurs efficaces de la tension fournie doivent se situer dans la plage $U_n \pm 10\%$,
- o Toutes les valeurs efficaces de la tension fournie doivent se situer dans la plage $U_n + 10\%$ et $U_n - 15\%$,

La méthode de mesure adoptée est celle des valeurs efficaces moyennes par périodes de 10 minutes.

Les seuils retenus par le distributeur pour la planification

Les modalités de calcul sont basées sur un couplage de la planification BT avec la planification des ouvrages amont. Les seuils dépendent de facteurs intégrant l'incidence effective du réseau HTA et du transformateur HTA/BT sur la tenue de tension BT.

La méthode de planification BT

Bien que dans certains cas la pointe de consommation apparaisse en été, la condition retenue comme la plus représentative pour la pointe de consommation est la température minimale de base (Tmb). Lorsque des mesures effectuées sur le terrain ne sont pas disponibles, les puissances prises en compte pour effectuer les calculs proviennent des profils utilisés dans le mécanisme d'ajustement mis en place par le RTE. Les études de planification BT tiennent compte du plan de tension HTA et des facultés de réglage des prises des transformateurs HTA/BT.

3.2.4 Les seuils de contrainte utilisés dans les études décisionnelles : les intensités dans les ouvrages

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.

Contraintes d'intensité prises en compte dans les études de planification

La puissance de référence pour les calculs d'intensité est la puissance à température minimale de base. Les calculs de contrainte d'intensité prennent en compte deux paramètres :

- la tension HTA réelle, après ajustement par les systèmes de régulation au poste source
- l'énergie réactive. En pratique, la limite contractuelle $\text{tg}(\varphi) = 0,4$ sert de référence, ce qui revient à augmenter l'intensité du courant actif d'environ 7%

4 Le Schéma Directeur

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... Elles sont prises à divers niveaux de responsabilité et 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, avec la Politique de développement des réseaux et les possibilités de financement du Distributeur, 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 projets élémentaires permettant d'atteindre la cible constituent un portefeuille d'investissements réputés justifiés dans le cadre des hypothèses du schéma-directeur, cohérents à long terme et susceptibles d'être mis en œuvre. Pour constituer le programme d'investissement pluriannuel, le maître d'ouvrage puise dans ce portefeuille. Il optimise au plan technique et économique sa stratégie à court et moyen terme en fonction de la situation constatée des réseaux (contraintes électriques, qualité de fourniture, sécurité d'alimentation...) et des ressources financières disponibles.

Le schéma directeur oriente les études décisionnelles mais ne les structure pas. En revanche, tout choix important conçu dans le cadre d'une étude décisionnelle et qui ne serait pas en cohérence avec le schéma directeur donne lieu à une mise à jour de ce dernier. Plus généralement, une mise à jour est nécessaire lors de tout événement mettant significativement 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 des schémas directeurs.

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) 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 pour des zones englobant un ou plusieurs postes sources.

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 (choix des structures de réseau HTA, taille des postes sources, 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.

4.2.4 La définition des stratégies de développement des réseaux

L'étape consiste à déterminer différentes stratégies de développement des ouvrages permettant de passer de l'état initial à l'état final (la cible à long terme) Chaque stratégie est constituée d'une succession d'opérations élémentaires. L'ensemble des opérations doit rester cohérent avec les règles de fonctionnement des réseaux.

4.2.5 L'échéancier des travaux et des investissements

L'utilisation de l'approche technico-économique permet de déterminer la date optimale de chaque opération élémentaire et d'en déduire le bilan actualisé de chaque stratégie étudiée. A l'issue de cette phase, on obtient un échéancier théorique (coût de l'opération, date optimale de réalisation) de l'ensemble des opérations étudiées.

Il en découle un échéancier pratique des opérations à mener à moyen terme 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 ou le respect des engagements ou des objectifs du distributeur.

4.2.6 L'estimation du niveau de qualité de fourniture

La conduite des étapes précédentes permet d'évaluer l'évolution probable de la qualité de fourniture en fonction des investissements envisagés. L'évaluation est réalisée par départ HTA en termes de nombres de coupures longues, brèves, très brèves, de temps moyen annuel de coupure. Elle permet l'estimation par zone (petites agglomérations, zones industrielles, zones qualité des contrats CARD...) des performances attendues du réseau HTA.

5 Les paliers techniques

Pour des raisons à la fois d'économie, de fiabilité et de maintenance, les matériels mis en œuvre sur le réseau répondent à plusieurs critères :

- normatifs (exemple : la norme NFC 33-226 pour les câbles HTA)
- d'agrément des Fournisseurs par le Distributeur
- de standardisation par l'adoption des paliers techniques

Ainsi pour le raccordement d'un utilisateur donné, son câble de branchement n'est pas dimensionné exactement en fonction de la puissance de raccordement qu'il demande, mais on retient celui qui est le plus proche par excès dans la gamme de matériels retenue par le Distributeur.

Cette disposition permet d'obtenir des prix compétitifs du fait des volumes qui en découlent et garantit le cas échéant des conditions optimales de dépannage.

5.1 Paliers techniques HTB/HTA

- Les transformateurs 63 kV HTA ont des puissances unitaires de 20 ou 36 MVA
- Les rames HTA sont équipées de disjoncteurs 400 A ou 1250 A
- Au maximum deux câbles (2x3 conducteurs) peuvent être raccordés sur les cellules 1250 A
- Les protections équipant les postes-sources sont du type PCCN

5.2 Paliers techniques HTA

Les réseaux neufs sont réalisés exclusivement en souterrain.

Trois sections sont retenues : 95 mm² Aluminium, 150 mm² Aluminium, 240 mm² Aluminium ou Cuivre.

La section 50 mm² aluminium n'est pas retenue compte tenu des niveaux de puissance de court circuit sur les réseaux de SICAE-OISE.

Les câbles 150 et 240 mm² sont utilisés sur l'ossature des départs HTA et le câble 95 Alu sur des antennes qui ne sont pas appelées à être bouclées.

5.3 Paliers techniques HTA/BT

Les postes DP sont raccordés, le plus souvent, en coupure d'artère. Ils sont dimensionnés pour accueillir deux cellules interrupteurs réseau et une cellule protection transformateur, un transformateur de 1000 kVA maximum et un tableau BT de 8 départs.

Le Génie Civil est soit préfabriqué, soit réalisé par un maçon. Le document d'urbanisme peut imposer une toiture ou un habillage spécial des façades.

En fonction de leur position sur le réseau, certains postes sont équipés de cellules interrupteur télécommandées.

5.4 Paliers techniques BT

- Les réseaux neufs réalisés sous maîtrise d'ouvrage de SICAE-OISE sont souterrains. Les sections utilisées sont 240 mm² Aluminium en sortie de poste DP et 150 mm² Aluminium sur les ossatures des départs BT susceptibles d'être bouclés entre eux. Les antennes peuvent être en 95 mm² Aluminium. Il n'est pas fait usage de sections inférieures pour les ouvrages de réseau.
- Les branchements neufs sont souterrains, y compris si le réseau existant est aérien (branchement aéro souterrains).

Les branchements sont réalisés en monophasé dans la limite $I_r \times L_B \leq 2160$ * Dans les autres cas ou si l'utilisateur souhaite du triphasé ou si le réseau ne permet pas de desservir la puissance en monophasé, le branchement est triphasé.

Les branchements monophasés sont de section $2 \times 35 \text{ mm}^2$ Aluminium et les branchements triphasés sont de section $4 \times 25 \text{ mm}^2$ Aluminium. Une section supérieure peut être utilisée exceptionnellement pour les branchements mentionnés à l'article L332-15 du Code de l'urbanisme. Les câbles de branchement répondent à la norme NFC 33-210.

Lorsque la partie du branchement située en domaine privé est supérieure à 30 mètres, le disjoncteur de branchement est alors installé dans un coffret en domaine privé et en limite de propriété.

* I_r = Réglage du disjoncteur, L_B = longueur branchement

- Les colonnes d'immeubles sont réalisées en câble NFC 33-210 ou en éléments préfabriqués. Les câbles sont de section $3 \times 95 \text{ mm}^2 + 1 \times 50 \text{ mm}^2$ Aluminium, $3 \times 150 \text{ mm}^2 + 1 \times 70 \text{ mm}^2$ Aluminium, $3 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 95 \text{ mm}^2$ Aluminium. Les dérivations individuelles sont de section $4 \times 25 \text{ mm}^2$ Aluminium, $2 \times 35 \text{ mm}^2$ Aluminium, $4 \times 35 \text{ mm}^2$ Aluminium, section $3 \times 95 \text{ mm}^2 + 1 \times 50 \text{ mm}^2$ Aluminium, $3 \times 150 \text{ mm}^2 + 1 \times 70 \text{ mm}^2$ Aluminium en fonction de la puissance de raccordement.