

# La sécurité de l'alimentation électrique en Ile-de-France

**La sécurité d'alimentation en électricité de l'Ile-de-France est depuis longtemps garantie par un réseau organisé selon une structure et des modes d'exploitation spécifiques. Le nouveau contexte institutionnel permet de nouvelles approches techniques et économiques que RTE, le récent gestionnaire de réseau de transport, accompagne par l'évolution de ses méthodes de travail. Pour autant, le réseau jouera toujours un rôle majeur pour la sécurité de l'alimentation d'une région dont la production couvre moins de 10 % de la consommation.**

**par Alain Hérault**  
*Directeur de Système Electrique Normandie-Paris*  
**et Gérard Bézat**  
*Responsable du développement de Système Electrique Normandie-Paris*

**A** l'origine, la région Ile-de-France était autosuffisante sur le plan de la production d'électricité par rapport à sa consommation. Cette production était répartie sur la proche banlieue et le réseau qui permettait de

la répartir au plus près des lieux de consommation était développé en haute tension (63 kV).

Dans les années 50-60, en deuxième couronne, des sites de plus forte puissance, encore en activité pour la plupart ont été ouverts. Ils débiterent sur un réseau à 225 kV. Au cours des années 70, avec le développement du nucléaire, le réseau 400 kV de l'Ile-de-France s'est constitué.

Aujourd'hui, le réseau a un rôle majeur pour la sécurité de l'alimentation électrique de l'Ile-de-France, puisque la production régionale couvre moins de 10 % de la consommation.

## **L'alimentation générale : la boucle 400 kV**

L'alimentation de l'Ile-de-France est directement assurée depuis une « boucle » 400 000 Volts, qui a un rôle comparable à la voie francilienne pour la circulation routière : d'une part, elle participe aux grands échanges d'énergie inter-régionaux français, d'autre part, la région parisienne vient y puiser l'énergie dont elle a besoin à partir de grands postes de transformation 400/225 kV. Ces postes sont actuellement au nombre de 9 : Terrier au sud de département de l'Oise, Cergy dans le département du Val-d'Oise, au nord de la ville nouvelle, Mézerolles dans le département des Yvelines, à l'ouest des Mureaux, Villejust dans le département de l'Essonne, à l'est des Ulis, Cirolliers dans le département de l'Essonne sur la commune de Saint-Vrain, Chesnoy dans le département de la Seine-et-Marne, à l'est de Montereau, Morbras

## **La production régionale couvre moins de 10 % de la consommation**

dans le département de la Seine-et-Marne à Roissy-en-Brie, Villevaudé dans le département de la Seine-et-Marne à côté de Thorigny, Plessis-Gassot dans le département du Val-d'Oise, au nord de Villiers-le-Bel.

De ces postes de transformation partent des lignes 225 000 Volts. Elles amènent l'énergie vers des postes de répartition, situés en grande et en proche banlieue (voir la figure 1 ci-après).

Cette structure en boucle a pour but de garantir la région parisienne contre une coupure généralisée d'alimentation. En effet, chaque poste de transformation 400/225 kV a ainsi plusieurs lignes d'alimentation en 400 kV qui le relient au réseau national. Par ailleurs, la répartition de ces postes 400 kV autour de la région permet d'éviter d'avoir une trop grande concentration de puissance sur un même site (poste ou couloir de lignes). En effet, les incidents affectant un poste 400 000 Volts complet ou l'ensemble d'un couloir de lignes 225 000 Volts sont rares, mais néanmoins possibles. Des avions se sont, par exemple, abattus à proximité d'un poste 400 000 Volts ou sur des lignes haute ou très haute tension au cours des vingt dernières années. Dans une telle situation, seule une partie de la région parisienne est privée d'énergie, et les postes 400 000 Volts adjacents

## **Chaque poste de transformation 400/225 kV a plusieurs lignes d'alimentation en 400 kV qui le relient au réseau national**

peuvent toujours être sollicités pour faciliter la reprise de l'alimentation.

L'intérieur de la boucle est exploité en « poches électriques » : un ensemble de transformateurs 400/225 kV (généralement 2 ou 3), situé dans un poste alimenté de façon indépendante, via un couloir de lignes, une zone de consommation. En cas de court-circuit sur un

élément du réseau, les autres ouvrages, en parallèle, prennent le relais pour éviter toute coupure. Même si ce court-circuit est mal éliminé, les poches étant indépendantes, il n'y a pas de risque d'extension du défaut à une autre poche : la coupure d'électricité reste ainsi limitée.

Néanmoins, dans de tels cas, pour éviter que la poche en défaut reste privée d'alimentation, il est nécessaire qu'elle ait des liens électriques de secours avec d'autres poches : tel est le rôle, sur le plan de la sécurité d'alimentation, de la seconde « boucle » électrique à 225 kV.

## L'alimentation de la proche banlieue : la boucle 225 kV

Cette seconde boucle est située en première couronne et est entièrement souterraine. Elle reçoit l'énergie des couloirs de lignes 225 kV et a pour rôle premier d'assurer la desserte locale en énergie, via des postes de transformation 225/20 kV, ainsi que la répartition de l'énergie vers d'autres postes de transformation 225/20 kV situés dans Paris, à partir de liaisons « radiales » en 225 kV. Le recours à la tension 225 kV a été nécessaire, compte tenu de la densité de consommation trop importante en première couronne et dans Paris (alimentés, à l'origine, à partir de réseaux à 63 kV). Le réseau préexistant à 63 kV a donc été figé et, progressivement, les nouvelles charges ont été alimentées à partir du 225 kV. Toutefois, il conserve encore un rôle important pour l'alimentation de certaines zones moins denses et joue également le rôle de secours aux transformations 225/20 kV. Outre ce rôle d'alimentation principale des consommations de Paris et de la première couronne, cette boucle 225 kV constitue également un secours entre des poches de consommation. Les liaisons situées entre poches sont exploitées « ouvertes » à une extrémité en temps normal. En cas d'incident sur un ouvrage d'alimentation de la poche (transformation 400/225 kV ou couloir 225 kV), qui risquerait d'entraîner une coupure généralisée par la saturation des ouvrages sains de la poche, la liai-

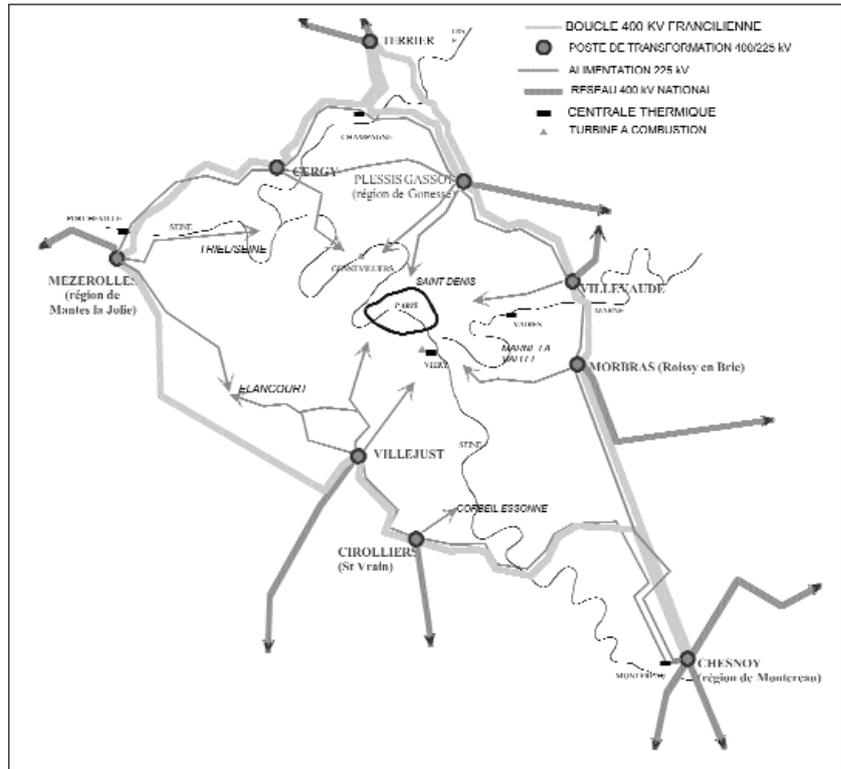


Fig. 1. - L'alimentation de l'Ile-de-France est directement assurée depuis une « boucle » 400 000 Volts : cette structure en boucle a pour but de garantir la région parisienne contre une coupure généralisée d'alimentation.

son de secours permet de reprendre de la charge depuis une autre poche et soulage ainsi le réseau fragilisé. Ainsi, le 30 janvier 1997, un incident majeur a affecté le réseau souterrain à 225 kV qui alimente le nord-ouest de la région parisienne, privant d'électricité 300 000 clients de Paris et de la proche banlieue (La Défense). Grâce à cette structure, des secours ont pu rapidement être apportés par les liaisons adjacentes. Ils ont permis de limiter le temps de reprise de l'alimentation. En une demi-heure, quasiment toute la clientèle était réalimentée, alors que le défaut n'a pu être réparé que plusieurs jours après.

## L'alimentation de Paris, de la grande banlieue et la distribution en 20 kV

L'alimentation de Paris intra-muros est assurée à partir de postes de transformation 225/20 kV, alimentés par des « radiales » à 225 kV. Il n'existe pas de boucle 225 kV reliant entre eux ces postes de transformation à l'intérieur de Paris. Le rôle de secours est ici assuré

directement par le réseau à 20 kV, largement dimensionné sur trois boucles concentriques.

A l'origine moins peuplée que Paris, la grande banlieue a une structure d'alimentation moins maillée qu'en première couronne : des postes de transformation reçoivent directement l'énergie d'un ou deux postes 400 kV. Ils assurent les deux fonctions de desserte locale, et de répartition vers les réseaux haute tension, essentiellement à 63 kV. Cette structure d'alimentation ne présente donc aucune spécificité particulière et est identique aux structures que l'on peut trouver en province. L'alimentation en 20 kV provient de postes de transformation 225/20 kV, 90/20 kV ou 63/20 kV, appelés postes source.

Dans la grande banlieue ou en zone rurale, les sorties 20 kV des postes source, appelés départs, sont le plus souvent aériennes et ont une structure arborescente. Ainsi, la ligne principale est appelée « ossature », sur laquelle s'appuient des dérivations. Ces dernières servent à alimenter les postes de distribution publique, qui transforment le 20 kV en basse tension

(230/380 Volts). Les ossatures sont reliées entre elles par des interrupteurs, ce qui permet en cas de problème sur un poste source ou sur un tronçon d'ossature, de reprendre une partie de la charge. La détection et la localisation de certains défauts (une branche d'arbre touchant les lignes...) nécessitent de manœuvrer des interrupteurs télécommandés pour isoler le tronçon défectueux. Progressivement, tous les clients sont réalimentés, sauf ceux qui se trouvent sur l'ultime zone en défaut. Dans la proche banlieue, zone très urbanisée, les réseaux sont majoritairement souterrains.

Deux structures de réseaux cohabitent. Dans la structure dite en coupure d'artère, les postes de distribution publique sont installés le long d'un câble dit « artère », allant d'un poste source à un autre. Quand un tronçon est défectueux (par exemple, un coup de pelleteuse abîme un câble et provoque un déclenchement à partir d'un poste source), on applique la même méthode que pour les réseaux ruraux, à deux différences près. La première est qu'on peut toujours réalimenter la partie en aval du défaut par l'autre poste source. La deuxième est qu'une fois le tronçon défectueux localisé, tous les postes de distribution sont réalimentés. L'intérêt de cette méthode est de pouvoir réalimenter tous les clients pendant la phase de réparation, sans coupure longue.

Dans l'autre structure, dite en double dérivation, les postes de distribution sont installés sur une « dérivation » comportant deux câbles à partir d'un seul poste source : l'un est utilisé en régime normal, l'autre reste en secours. Lors d'un défaut, la permutation est automatique et le client ne subit qu'une coupure de l'ordre de quelques secondes. La recherche de défaut et la réparation sont ensuite toujours effectuées sans gêne pour les clients.

Progressivement, la double dérivation est alimentée par deux postes source différents. On obtient alors une double dérivation en artère, combinant les avantages des deux méthodes.

Enfin, à Paris, du fait de la densité de la clientèle, la structure de réseaux est en artère, largement dimensionnée avec six câbles sur la même artère : les pos-

sibilités de reprise d'alimentation sont nombreuses, améliorant encore la sûreté de fonctionnement de l'alimentation électrique.

Le réseau d'alimentation de la région parisienne présente une spécificité par rapport aux réseaux d'alimentation les plus couramment rencontrés dans les grandes métropoles européennes : la taille des sites de transformation. En effet, dans le but de

minimiser le nombre de ces sites et, donc, les coûts et les impacts sur l'environnement, il est fait appel à la tension 225 kV, avec des transformations directes en 20 kV, alors que dans la plupart des autres métropoles sont présentes des tensions comprises entre 100 et 150 kV. De ce fait, les postes de transformation concentrent, en général, en Ile-de-France des puissances de transformation de 150 MW environ, pour 50 à 100 MW au maximum à l'étranger. Pour ne pas dégrader la sécurité d'alimentation en cas de perte de ces sites, les réseaux souterrains 20 kV sont donc plus développés qu'à l'étranger. Cette particularité est la plus apparente pour l'alimentation de Paris intra-muros.

Par ailleurs, pour couvrir les aléas dans la disponibilité des ouvrages, il est nécessaire de recourir fréquemment aux manœuvres sur le réseau, alors qu'à l'étranger, les schémas d'exploitation sont beaucoup plus figés. Cette contrainte implique une téléconduite performante à tous les niveaux de tension et une exploitation coordonnée entre les réseaux de transport et les réseaux de distribution.

## Les réseaux électriques et l'environnement

L'insertion des réseaux électriques haute et très haute tension en Ile-de-France doit tenir compte de trois données :

- l'électrification de la région a démarré dès le début du XX<sup>e</sup> siècle, à partir des zones les plus peuplées ou les plus industrialisées (dont Paris et sa banlieue faisaient partie) ;

- la durée de vie des équipements de réseaux est très longue, entre 40 et 60 ans, ainsi, grâce à un entretien suivi, certaines lignes aériennes ou souterraines sont en service depuis plus longtemps encore ;

- l'enfouissement des liaisons électriques, qui est connu et pratiqué depuis les années 30, a toujours été une technique coûteuse.

La densité de population a beaucoup évolué et l'urbanisation s'est beaucoup développée sur les zones traversées par les lignes de transport.

La sensibilité à l'impact des ouvrages industriels en tout genre s'est, quant à elle, fortement développée depuis une vingtaine d'années, alors qu'une partie des installations électriques a encore une durée de vie non négligeable.

Enfin, le coût de l'électricité est, depuis longtemps, un paramètre économique sensible, tant pour les utilisateurs domestiques que pour les industriels.

En région parisienne, les lignes 225 kV (construites dans les années 60 et 70) sont aériennes le long de la boucle 400 kV et sur les couloirs pénétrants vers l'intérieur. Certaines lignes 225 kV s'approchent de Paris : le couloir partant du poste de Plessis-Gassot arrive à Saint-Denis et à Genevilliers, le couloir partant du poste de Villejust arrive à Meudon, le couloir partant du poste de Morbras arrive à Vitry-sur-Seine...

Les réseaux haute tension (63 ou 90 kV) de la grande banlieue ont souvent été construits avant les années 70 et sont, eux aussi, très fréquemment aériens.

Par contre, dans Paris et sa proche banlieue, les lignes de la boucle 225 kV intérieure et les liaisons radiales alimentant Paris sont souterraines. En effet, l'urbanisation ancienne, dense, constituée essentiellement d'immeubles hauts et de voies de circulation souvent étroites au regard des critères techniques et de sécurité, n'a jamais autorisé la construction de réseaux aériens en haute et très haute tension.

En ce qui concerne les postes, les installations anciennes sont de type extérieur, sauf dans Paris intra-muros où tous les postes sont situés dans des bâti-

**Les postes de transformation concentrent, en Ile-de-France, des puissances de transformation de 150 MW environ, pour 50 à 100 MW au maximum à l'étranger**

ments. Le développement des techniques modernes d'isolation sous hexafluorure de soufre permettent désormais de disposer pour les installations récentes de postes compacts en bâtiment.

## Principes généraux de protection contre les courts-circuits

La conception générale du système de protection découle des principes de base suivants :

- chacun des ouvrages du réseau (lignes, transformateurs, jeux de barres (1)...) possède son propre système de protection indépendant de celui des autres ouvrages ;
- les différentes protections d'un même ouvrage sont aussi indépendantes que possible les unes des autres ; outre l'amélioration de la fiabilité, cette décomposition du système de protection en éléments autonomes a pour avantage de faciliter la maintenance et de permettre une évolution du système par adjonction ou remplacement d'un élément ;

- en cas de défaillance d'un élément de protection, l'élimination du défaut doit se faire, soit par l'action d'une autre protection de l'ouvrage en défaut (secours local), soit, le cas échéant, par l'action des protections des ouvrages adjacents (secours éloigné).

La région parisienne possède des caractéristiques spécifiques : un réseau particulier à protéger, une technologie en pleine évolution et une vision d'ensemble pour la conduite.

Le réseau HTB (du 400 kV au 63 kV) présente des caractéristiques particulières propres à la région parisienne. En effet, la densité de consommation élevée nécessite un réseau fortement interconnecté et maillé, constitué de liaisons aériennes courtes et de nombreux câbles souterrains. Ces caractéristiques, lors des défauts d'isolement, conduisent aux particularités suivantes :

- des valeurs d'intensités de court-circuit très élevées, qui génèrent des

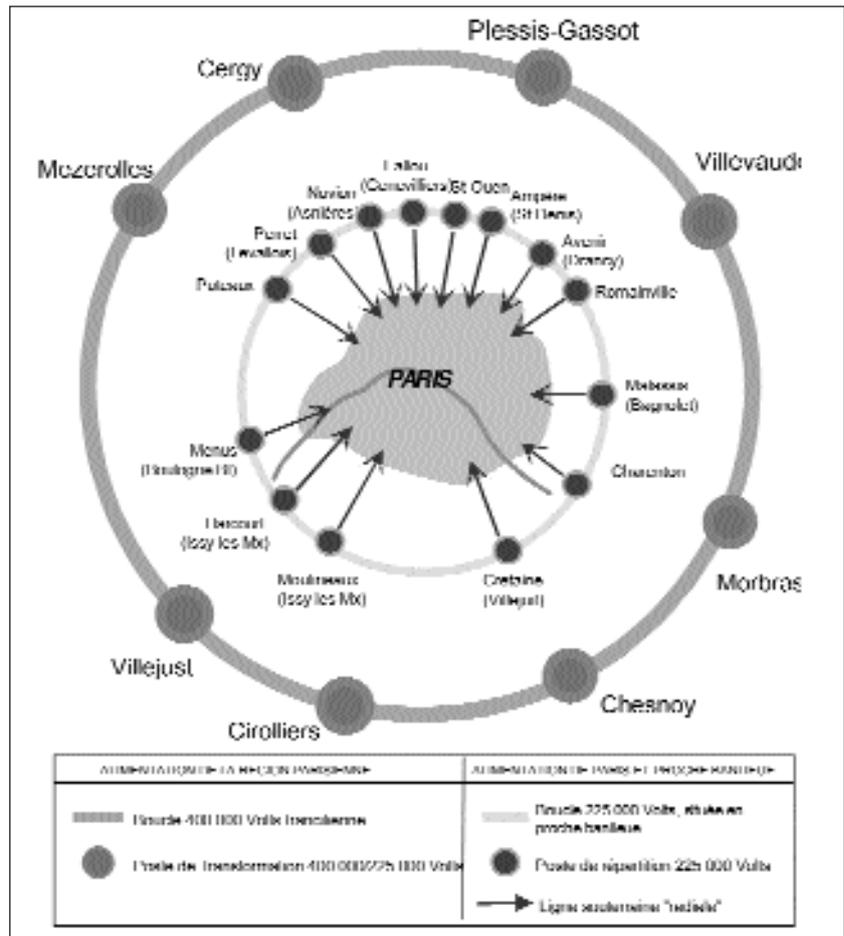


Fig. 2. - Une seconde "boucle" (225 000 Volts) est située en première couronne et est entièrement souterraine. Elle reçoit l'énergie des couloirs de lignes 225 kV et a pour rôle premier d'assurer la desserte locale en énergie, via des postes de transformation 225/20 kV, ainsi que la répartition de l'énergie vers d'autres postes de transformation 225/20 kV situés dans Paris, à partir de liaisons "radiales" en 225 kV.

contraintes très fortes sur les matériels constitutifs du réseau et sur les éléments situés dans l'environnement immédiat du courant de défaut (il est donc nécessaire d'assurer rapidement l'élimination de ces défauts) ;

- les impédances faibles du réseau, dues aux liaisons courtes et aux câbles souterrains, conduisent à une localisation incertaine de l'endroit précis du défaut par les équipements habituels de détection ; cette

imprécision peut conduire à une mauvaise sélectivité de l'ouvrage en défaut, c'est-à-dire à la mise hors tension d'ouvrages adjacents sains, fragilisant encore davantage le réseau ; c'est pourquoi, il a été nécessaire de déployer des moyens de transmission de données complémentaires entre ces équipements de détection (habituellement ins-

tallés aux extrémités de chaque liaison) ;

- un risque élevé de propagation des perturbations en cas de défaillance des équipements chargés d'éliminer le défaut ; la garantie du bon fonctionnement des équipements de surveillance est assurée par une redondance des éléments vitaux, une maintenance préventive et des dispositifs d'auto-contrôle pour les matériels les plus récents.

Depuis quelques années, le déploiement de matériels de technologie numérique permet une élimination des défauts plus rapide et plus sûre. A titre d'exemple, un défaut fugitif sur une ligne aérienne 225 kV, éliminé en 210 ms (millisecondes) par le matériel

(1) un jeu de barres est un élément du réseau (une « barre » métallique), situé dans un poste dont la fonction est de relier électriquement entre elles chaque ligne du réseau aboutissant au poste. Il constitue ainsi un « nœud électrique » et permet l'aiguillage en fonction des besoins.

ancien est désormais éliminé en 60 ms. L'installation de chaque matériel neuf (présentant des temps de fonctionnement plus rapide) nécessite, toutefois, une étude de l'ensemble du système de protection de la région électrique afin de toujours assurer la sélectivité et la cohérence de fonctionnement de l'ensemble. Une maîtrise du fonctionnement électrotechnique et des modalités de déploiement rigoureuses sont donc indispensables.

La surveillance et la conduite d'un tel réseau ne peut se faire qu'avec une vision de l'ensemble de la zone électrique. Des capteurs de télésures équipent tous les ouvrages importants et transmettent plus de 4000 grandeurs électriques en temps réel au point de conduite régional, situé à Saint-Quentin-en-Yvelines. La position des appareils de coupure et les alarmes principales de tous les appareils (environ 20 000 télésignalisations) y sont également acheminés.

## La qualité et la sécurité d'alimentation

La qualité de fourniture desservie par le réseau haute et très haute tension est bonne en Ile-de-France : en moyenne, sur les trois dernières années, il y a eu chaque année 0,12 coupures longues (supérieures à 3 minutes), et 0,26 coupures brèves (entre 3 minutes et 1 seconde). Il n'existe, par ailleurs, pas de zones « point noir qualité » particulièrement mal desservies.

De même, le réseau offre une bonne sécurité d'alimentation vis-à-vis des incidents de grande ampleur : depuis l'événement national de décembre 1978, il n'y a pas eu de coupure généralisée sur l'ensemble de l'Ile-de-France. Ainsi, malgré la défaillance de certaines lignes de transport pendant la tempête de décembre 1999, la structure d'ensemble du réseau a permis de maintenir cette sécurité d'alimentation générale de l'agglomération parisienne.

Malgré tout, le département de la Seine-et-Marne a été localement affecté pendant cette tempête par des cou-

pures dues à des lignes du réseau de transport endommagées.

Les réseaux de distribution, dans les zones où le réseau 20 kV est aérien, ont été fortement impactés. Ainsi, sur les 15 centres de distribution de la région parisienne, les plus touchés ont été ceux de Seine-et-Marne, Cergy et Versailles et, dans une moindre mesure, celui de l'Essonne. On peut estimer que 80 % des défauts (20 kV ou 230 V) étaient liés à des chutes d'arbres. Pour le seul département de la Seine-et-Marne, on retiendra les chiffres clés suivants : 1 300 poteaux à terre (20 kV ou 230 V), 150 000 (sur 500 000) clients coupés, les derniers clients réalimentés après 2 semaines. Sur le terrain, 980 opérateurs ont été mobilisés pour réparer (dont 120 militaires et 280 agents du centre de Seine-et-Marne). Les deux premiers jours ont permis d'isoler les parties les moins touchées afin de réalimenter au

plus vite les ossatures. Au bout de cinq jours, chaque commune disposait d'au moins un point d'alimentation. De nombreux groupes électrogènes ont été utilisés pendant plusieurs jours pour alimenter les clients pendant la réparation des ouvrages les plus endommagés.

Pour atteindre l'excellence en matière de sécurité d'alimentation, toutes les activités liées au réseau de transport sont complémentaires, du développement à l'exploitation, en passant par la maintenance. Cette maîtrise globale doit désormais intégrer la nouvelle donne institutionnelle, dans le cadre de la nouvelle loi sur l'électricité.

## La création de RTE et le développement du réseau

La loi du 10 février 2000 relative à la modernisation du service public de l'électricité a transposé dans le droit français la directive européenne instituant l'ouverture à la concurrence de la production d'électricité.

Le gestionnaire du réseau de transport d'électricité (RTE) a été créé en juillet

2000 au sein d'EDF. Comme l'impose la loi, RTE est indépendant sur le plan de la gestion des autres activités d'EDF et dispose d'un budget propre. Il est chargé d'exploiter et d'entretenir le réseau de transport et est également responsable de son développement, notamment pour le raccordement des clients producteurs et consommateurs. Il garantit l'accès au réseau pour l'ensemble des clients et conclut les contrats correspondants (dits contrats de mise à disposition de l'électricité) pour les clients consommateurs éligibles (clients dont le seuil de consommation, supérieur à un seuil fixé en Conseil d'Etat, permet de choisir le producteur de son choix ; fin 2000, le seuil est fixé à 16 GWh).

Le développement du système électrique français s'est, jusqu'à présent, organisé dans une logique de service public national optimisé globalement entre la production et le transport, et à partir d'hypothèses de forte croissance des consommations.

Ainsi, les turbines à combustion qui démarrent en urgence en cas de pointe de consommation ont été décidées dans une logique nationale de parc intégré et d'équilibre production-consommation. Elles ont été, de façon complémentaire, implantées pour les besoins du réseau au plus près des consommations, à Genevilliers et Vitry. Dans le nouveau contexte institutionnel, l'établissement de la programmation pluriannuelle des investissements, prévu dans la loi de transposition, permettra toujours de disposer au niveau national d'une vision globale à moyen ou long terme entre production et réseau. Cependant, il est probable qu'au niveau plus local, pour les productions de plus faible capacité, qu'elles soient EDF ou autres, les décisions vont répondre essentiellement à une logique de marché. Leur évolution n'est donc plus maîtrisée par un seul aménageur et ne relève plus d'une planification centralisée. Cette dissociation des logiques entre la production et le transport va imposer des évolutions du réseau pour résoudre des contraintes de court terme, et amènera

**Depuis l'événement national de décembre 1978, il n'y a pas eu de coupure généralisée sur l'ensemble de l'Ile-de-France**

**Le gestionnaire du réseau de transport d'électricité (RTE) a été créé en juillet 2000 au sein d'EDF**

activités liées au réseau de transport sont complémentaires, du

parfois, en temps réel, à solliciter la production exclusivement pour lever les congestions de réseau.

Les nouvelles productions peuvent conduire à décaler, dans le temps, des renforcements de réseau déjà programmés ou, même, à modifier les stratégies de développement à long terme. De façon symétrique, les décisions de déclassement de moyens de production qui seront prises a priori indépendamment des contraintes de réseau imposeront une adaptation rapide aux décisions économiques prises par les producteurs.

Indépendamment de cette évolution du contexte institutionnel, l'observation du rythme de croissance des consommations conduit aux mêmes conclusions. En effet, la croissance de fond, uniformément répartie, devient plus modérée, entre 1 et 2 % par an. Mais on observe simultanément un développement très rapide et très ponctuel de certaines consommations, du type des télé-opérateurs (« hôtels internet »), qui s'installent souvent dans des friches industrielles rapidement équipées et consomment de 1 à 1,5 kW/m<sup>2</sup>. Ainsi, en Ile-de-France, environ 700 MW de projets de ce type sont actuellement en cours d'instruction. Ils vont donc conduire à des développements, dans l'urgence, de réseau ponctuels, difficiles à anticiper et qui ne pourront, la plupart du temps, pas s'intégrer dans une perspective de long terme.

Désormais, pour deux métiers de RTE, les études de réseaux et l'ingénierie de réalisation, un des enjeux importants est la réactivité dont il est nécessaire de faire preuve pour adapter, au plus vite et au meilleur coût, les capacités du réseau aux évolutions non linéaires des productions et des consommations.

Actuellement, en Ile-de-France, deux zones ont encore besoin d'un renforcement de réseau pour garantir une bonne sécurité d'alimentation, du fait de la saturation des injections 400/225 kV à partir de la boucle 400 kV et des couloirs pénétrants 225 kV. Il s'agit du nord-ouest de la région parisienne et du département des Yvelines.

Cette situation de saturation de réseau est présente depuis quelques années, et c'est la raison pour laquelle EDF pré-

voyait de créer, pour le nord-ouest, une nouvelle ligne aérienne 225 kV de forte capacité et, pour les Yvelines, un nouveau poste 400/225 kV ainsi qu'une ligne aérienne 225 kV également de forte capacité. Ces projets sont en cours d'instruction depuis de nombreuses années, mais la forte opposition locale rencontrée au cours de la concertation n'a pour l'instant pas permis de les faire aboutir.

Même si le développement des consommations est plus faible que prévu il y a quelques années, et si les cogénérations soulagent quelque peu le réseau, un incident se produisant au cours d'un prochain hiver rigoureux risque toujours de conduire à des coupures profondes dans l'alimentation en électricité des zones concernées.

RTE a engagé la réactualisation des études sur la base de cette croissance ralentie des consommations et des perspectives de développement des cogénérations sur le nouveau marché de l'énergie.

A ce jour, il n'est pas économiquement envisageable de développer une production décentralisée comme une simple alternative au réseau de transport. Ses handicaps sont essentiellement le coût et la faible disponibilité (dans un rapport 10 par rapport à la disponibilité des ouvrages de transport).

Ce sont donc toujours des renforcements du réseau qui sont attendus dans les Yvelines et sur le nord-ouest de l'Ile-de-France. Néanmoins, il est probable que les capacités des ouvrages seront revues à la baisse, avec les nouvelles hypothèses de production et de consommation. Les conditions d'insertion dans l'environnement en bénéficieront naturellement.

## La maintenance et l'exploitation du réseau

Une partie du réseau de l'Ile-de-France est ancien. Certaines installations sont obsolètes sur le plan technologique (par exemple, en haute tension, certains appareils sont à la limite des valeurs d'intensité de court-circuit apportées par le réseau, certaines protections présentent une durée de déclenchement incompatible avec les

exigences du réseau...). D'autres sont vétustes et leur taux de défaillance élevé peut conduire à dégrader la qualité de fourniture. Plutôt que de renouveler des installations entières, des solutions de réhabilitation économiques partielles, strictement adaptées aux besoins, sont étudiées de manière systématique par RTE. Ces travaux sont toutefois à exécuter dans des installations existantes en service et il est particulièrement important d'en examiner toutes les conséquences sur le plan de l'exploitation. Pour éviter de dégrader la sécurité et la qualité d'alimentation pendant ces périodes, des modes opératoires spécifiques sont étudiés très en détail.

Lorsque le réseau est dimensionné en tenant compte de la production décentralisée, la qualité d'alimentation électrique peut, dans certaines situations d'incident, être dégradée :

- dans certaines conditions (rupture de synchronisme sur défaut proche ou déclenchement intempestif sur défaut lointain), les phénomènes locaux d'instabilité sont amplifiés ; avec l'augmentation du nombre de groupes, le taux d'occurrence de ces dysfonctionnements va inévitablement croître ;
- en cas de réseau séparé (un groupe et des consommations isolées du reste du réseau), les variations de fréquences locales entraînent le fonctionnement des relais de délestage ; la réalimentation, aujourd'hui, se fait manuellement, ce qui allonge considérablement le temps de reprise ;
- si, après l'incident, certaines productions ne peuvent pas se recoupler rapidement (les contrats actuels n'imposent pas systématiquement des clauses de dispatchabilité), il sera difficile, voire impossible, de reprendre l'ensemble de la consommation par un réseau qui a été délibérément sous-dimensionné (à noter que la plupart des cogénérations installées en Ile-de-France sont raccordées sur des réseaux de chaleur et, donc, à l'arrêt, l'été ;
- l'arrivée de la production indépendante peut faire dépasser les niveaux de puissance de court-circuit, déjà très élevés en région parisienne ; dans de tels cas, on peut être conduit à exploiter le réseau débouclé, ce qui pénalise la qualité de fourniture.

L'ensemble de ces phénomènes sont donc examinés de près lors de l'installation d'une nouvelle unité de production et discutés entre RTE et le cogénérateur. L'arrêté technique du 30/12/99 et le futur décret, auxquels doivent satisfaire les cogénérations raccordées en HTB, répond d'ailleurs en partie à ces différentes

contraintes. Toutefois, les cogénérations raccordées en HTA ne répondent pas encore aux mêmes impératifs. De ce fait, l'exploitation d'un tel réseau est inévitablement rendue plus complexe. D'autres raisons vont rendre l'exploitation plus complexe :

- les réseaux seront plus souvent et plus longtemps exploités aux limites de leurs capacités (la faible croissance des consommations retarde l'apparition des nouveaux ouvrages) ;
- les problèmes de tenue de tension seront moins naturellement maîtrisés, puisque la production ne sera plus intégrée dans une vision production-transport.

Pour conserver une bonne qualité et garantir la sécurité d'alimentation, les systèmes d'exploitation doivent être plus performants et la vision d'ensemble de la conduite des réseaux est indispensable. Ainsi, un nouveau sys-

tème de téléconduite plus centralisé et la modification des voies de transmission des informations sont actuellement en cours de développement. Les ordres de manœuvres, envoyés depuis un point central de conduite qui télé-

### **Un nouveau système de téléconduite plus centralisé et la modification des voies de transmission des informations sont actuellement en cours de développement**

commandera tous les ouvrages, seront fiabilisés par ordinateur (contrôle de cohérence, mémorisation et enchaînement d'ordres élémentaires). A cette occasion, les postes importants seront également équipés d'un nouvel outil de conduite et d'exploitation local, en secours du système centralisé.

### **Des inflexions en perspective**

Pendant des décennies, la faible capacité de production de l'Île-de-France a fait reposer la garantie de la sécurité de l'alimentation en électricité de la région sur l'efficacité du développement et de l'exploitation des réseaux; La réponse à ce défi a été apporté par :

- la segmentation des réseaux ;
- la pénétration de la THT (très haute tension) jusqu'au cœur de Paris ;
- l'adaptation du système de contrôle commande à la densité exceptionnelle

des charges et aux très faibles impédances des câbles ;

- l'exploitation organisée, afin de réaliser en temps réel de nombreuses adaptations des schémas aux contraintes et aléas.

Les inflexions actuelles qui s'imposent au système électrique sont de deux ordres :

- le vieillissement des matériels impose des réhabilitations, souvent en lieu et place, sans perturber l'alimentation de la clientèle ;
- le nouveau contexte institutionnel et la réactivité du marché de l'énergie imposent des solutions de court terme, une adaptation permanente du système électrique au service d'acteurs désormais indépendants.

Enfin, les perspectives inscrites dans les « schémas de services collectifs de l'énergie » vers le développement de la « maîtrise de la demande en énergie et des énergies renouvelables » produiront, à terme, des effets sensibles qui permettront de ne pas trop accroître le déficit de production de la région. Pour autant, les équilibres actuels production - consommation ne seront sans doute pas fondamentalement modifiés et le réseau électrique sera donc toujours essentiel pour la sécurité d'alimentation de la région. Les principes de fond qui en ont guidé l'organisation seront également probablement pérennes. ●