Le résumé de la concertation

4.1. Le déroulement de la concertation

Dans le cadre de la concertation, Enedis et RTE ont rencontré à plusieurs reprises les différents acteurs concernés afin de leur présenter le projet de création du poste de BÉZIERS EST.
Chaque interlocuteur a pu ainsi donner son avis, exprimer ses attentes et participer à la définition du site de moindre impact.

Ont été notamment associés à cette concertation les élus locaux concernés, les services de l'État, les organismes socio-professionnels, les gestionnaires de réseaux et les associations.

4.2. Le détail de la concertation

Plusieurs réunions de concertation se sont déroulées :

- 23 mai 2011 :
  Présentation du projet à la ville de Béziers.
- 29 novembre 2011 :
  Présentation du projet à la Communauté d'agglomération Béziers Méditerranée.
- 1er mars 2013 :
  Validation de la justification technico-économique du projet par le Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer (MEEM).
- 14 novembre 2013 :
  Présentation du projet validé par le MEEM et des différents sites étudiés pour l'implantation du futur poste à la Communauté d'agglomération Béziers Méditerranée, la ville de Béziers, Hérault Énergie 34 et la Société d'équipement de Béziers et son littoral (SEBLI).
- 18 septembre 2014 :
  Préparation de la réunion plénière de concertation avec la DREAL et la sous-préfecture.
- 27 octobre 2014 :
  Présentation du projet, de la concertation associée et des sites étudiés à la ville de Béziers, à la Communauté d'agglomération Béziers Méditerranée et à Hérault Énergies.
- 5 novembre 2014 :
  Réunion plénière de concertation en la sous-préfecture de Béziers en présence des autorités et services déconcentrés de l'État, des collectivités locales, des organismes publics, des partenaires socio-économiques et des élus locaux.
  Lors de la première phase de cette réunion, l'aire d'étude proposée a été retenu après avoir été réduite (sa limite est repose sur l'A75). Lors de la deuxième phase, le site B a été retenu unanimement comme site de moindre impact.
- 15 janvier 2015 :
  Échange téléphonique avec l'association Organisation de médiation en environnement, santé et consommation (OMESC) pour avis sur le projet.
- 16 avril 2015 :
  Rencontre avec le comité de défense des Hauts de Badones-Montimas pour la présentation du projet.
- 10 juin 2015 :
  Rencontre avec le cabinet du maire de Béziers pour présenter le projet.
- 20 juillet 2015 :
  Rencontre avec les services techniques de la ville de Béziers pour discuter des aménagements du chemin rural n°64.
- 12 octobre 2015 :
  Rencontre avec le SDIS afin de présenter le projet.
  Prise en compte pour intégration au projet des exigences relatives à la sécurité incendie et au secours.

- 12 octobre 2015 :
  Rencontre avec le Conseil départemental de l'Hérault.
  Prise en compte pour intégration au projet des exigences relatives aux conditions d'accès à la RD28.

- 26 octobre 2015 :
  Consultation du service archéologie de la DRAC.

- 1er mars 2016 :
  Présentation à la DDTM des propositions d'aménagements pour la gestion des eaux pluviales de ruissellement.

- 17 mars 2016 :
  Présentation des aménagements du chemin rural n°64 et de gestion des eaux pluviales aux services «voirie» et «urbanisme» de la ville de Béziers.

- 31 mai 2016 :
  Rencontre avec le comité de défense des Hauts de Badones-Montimas pour la présentation des mesures d'insertion du projet.

De nombreuses autres réunions, rencontres et points téléphoniques ont eu lieu avec la communauté d'agglomération et la ville de Béziers. Plusieurs contacts ont également été établis avec les riverains et/ou leurs représentants ainsi qu'avec le propriétaire de la parcelle avec lequel un accord amiable a été obtenu pour sa cession.

4.3. Les enseignements tirés de la concertation

Les principaux enseignements positifs tirés de la concertation préalable sont les suivants :

- L'information des acteurs locaux a été faite dès la connaissance du projet, bien avant la validation de la JTE et donc suffisamment à l'avance donc pour permettre plusieurs rencontres avec Enedis et une explication complète du projet et de ses effets potentiels.
- Le site B proposé par Enedis a été retenu comme site de moindre impact après comparaison avec deux autres sites.
- Le projet est fortement attendu localement notamment en termes de développement des zones d'activités car le coût de raccordement d'une entreprise sur le réseau de distribution, du fait de la proximité du futur poste, sera moindre qu'actuellement.
- Le comité de défense des Hauts de Badones-Montimas a été rencontré afin de prendre en compte son avis et de proposer, dans la mesure du possible, des améliorations au projet.
- Les demandes particulières de la ville et du Conseil départemental sur l'aménagement du chemin rural n°64 ont été prises en compte.
- Les demandes particulières du SDIS sur l'accessibilité et la mise en sécurité du site ont été prises en compte.
- Le futur poste de BÉZIERS EST fera l'objet d'une insertion paysagère de qualité. C'est une demande forte exprimée par tous les acteurs locaux et les riverains.

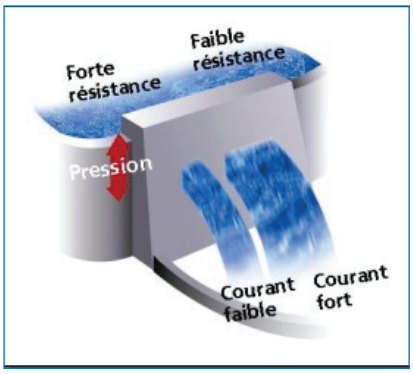
ANNEXE :
les principes de fonctionnement du réseau électrique

1. Les notions clés de l'électricité

Le courant électrique provient du déplacement d'électrons dans un conducteur, avec un mouvement continu (courant continu) ou avec un mouvement de va-et-vient (courant alternatif). Le courant le plus utilisé pour le transport et la distribution est le courant alternatif.
Plusieurs grandeurs physiques sont utilisées : l'intensité, la tension, la puissance, la fréquence, les champs électriques et magnétiques.

1.1/Intensité

L'intensité est la mesure du courant électrique.
Elle est exprimée en ampères [A]. C'est la quantité d'électricité qui traverse un conducteur pendant une seconde. Si l'on compare l'électricité à l'eau, l'intensité correspond au débit dans un tuyau.



La tension

La tension est exprimée en volts [V] ou en kilovolts (1kV = 1000 V). Elle représente la force fournie à une quantité d'électricité donnée qui va d'un point à un autre. Si l'on compare l'électricité à l'eau, la tension correspond à la pression.

La puissance et l'énergie

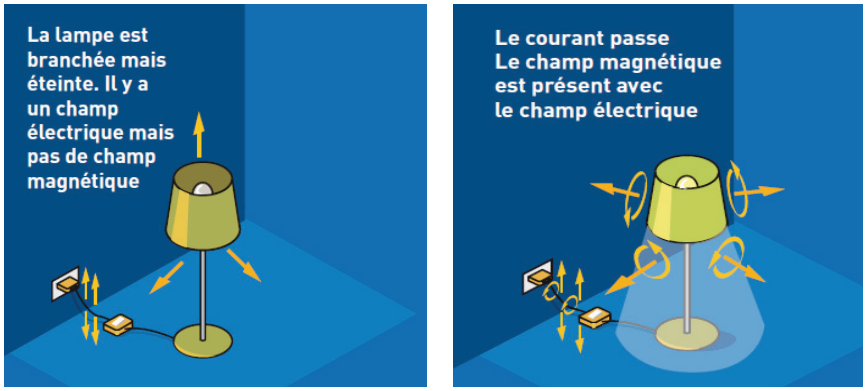
La puissance, qui s'exprime en watts (W) ou en kilowatts (1kW=1000 W), est le produit de la quantité d'électricité qui traverse le conducteur pendant une seconde (intensité du courant en ampères [A]) et de la tension (en volts [V]) : Puissance = Intensité x Tension.
L'énergie consommée, qui correspond à une puissance électrique pendant une unité de temps, s'exprime en wattheures [Wh] ou kilowattheures [kWh]. Exemple : une ampoule de 75 watts (puissance) qui éclaire pendant 1 000 heures, consomme une énergie de 75 000 Wh, soit 75 kWh.

La fréquence

La fréquence correspond au nombre de cycles que fait le courant alternatif en une seconde. Elle s'exprime en hertz [Hz]. En France et en Europe, la fréquence nominale est fixée à 50 Hz.

1.2/Champs électriques et magnétiques

Dans le domaine de l'électricité, il existe deux types de champs distincts : les champs électriques et les champs magnétiques.
Un champ électrique est produit par l'accumulation de charges électriques, autrement dit la tension électrique (plus celle-ci est élevée, plus le champ qui en résulte est intense). Il se mesure en volts par mètre (V/m). Le champ magnétique apparaît lorsqu'un courant électrique circule (il est d'autant plus important que l'intensité est élevée). Il se mesure en ampères par mètres (A/m), néanmoins l'usage est d'utiliser l'unité qui mesure le flux d'induction magnétique, c'est-à-dire le microtesla (µT). Dans l'air et la plupart des matériaux, l'équivalence 1 A/m = 1,25 µT est vérifiée.
Tous les appareils qui fonctionnent à partir de l'électricité (électroménager, matériel de bureau ou industriel) et les équipements et installations qui servent à la produire (alternateurs et générateurs) et à l'acheminer (lignes et câbles électriques) engendrent des champs électriques et magnétiques quand ils fonctionnent.



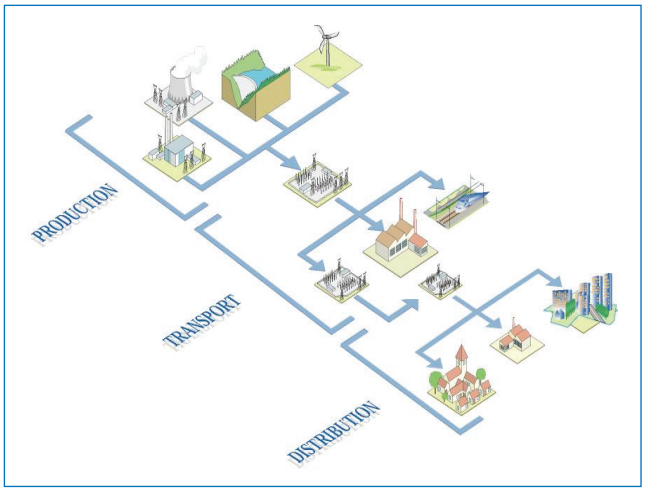
Champ électrique et magnétique

Pour le réseau de transport d'électricité à 50Hz, on distinguera le champ magnétique (CM50) et le champ électrique (CE50).

1.3/Effet Joule

L'effet Joule est un effet thermique qui se produit lors du passage du courant électrique dans un conducteur. Il se manifeste par une augmentation de l'énergie interne du conducteur et généralement de sa température.
L'effet joule peut être responsable de pertes d'énergie, c'est à dire la conversion indésirable, mais inévitable, d'une partie de l'énergie électrique en énergie thermique. C'est le cas, par exemple, des pertes en ligne lors du transport du courant électrique.

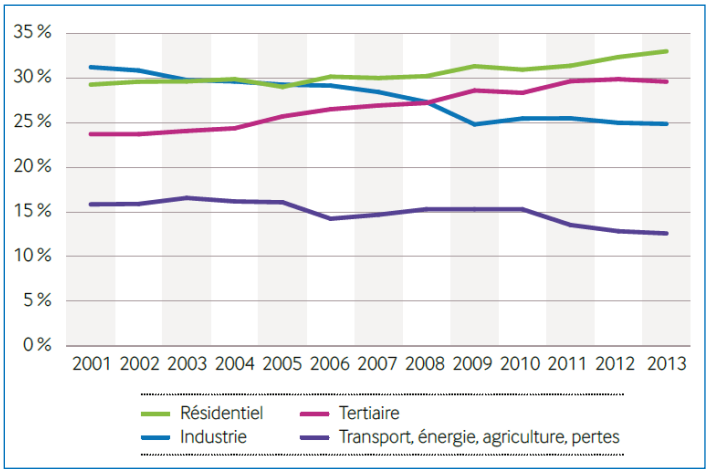
2. Le système électrique



On appelle système électrique l'ensemble composé d'une structure de production (centrales nucléaires, thermiques, hydrauliques, cogénération, éoliennes, photovoltaïque…) et de consommation (communes, entreprises…), reliés par les réseaux électriques (transport et distribution).
La consommation n'est pas stable ; la production ne l'est pas non plus : elle dépend d'aspects industriels (délais de mise en route, maintenance…) à une échelle locale, mais également d'événements naturels (vent, ensoleillement…). Par ailleurs, la consommation et la production ne fluctuent pas au même rythme. Le réseau de transport d'électricité permet alors, non seulement de transmettre de la puissance d'un point à un autre, mais également de mutualiser ces multiples aléas et de fournir constamment l'énergie dont la collectivité et nos clients ont besoin.
C'est un outil de solidarité entre territoires.

2.1/Consommateurs

La France compte environ 27 millions de sites de consommation d'électricité. La majeure partie d'entre eux est alimentée par le réseau de distribution basse tension (230 et 400 volts) : pavillons, immeubles d'habitation, écoles, artisans, commerçants, professions libérales, exploitations agricoles… D'autres sont alimentés en 20 000 volts : grands hôtels, hôpitaux et cliniques, petites et moyennes entreprises… De gros industriels (voies ferrées électrifiées, cimenteries, aciéries électriques, usines d'électrolyse de l'aluminium…) sont alimentés directement par le réseau de transport, avec un niveau de tension adapté à la puissance électrique dont ils ont besoin, à savoir 63 000, 90 000 ou 225 000 volts, voire 400 000 volts dans quelques cas.
Le graphique ci-après indique la tendance et la part dans la consommation globale d'électricité des secteurs résidentiels, industriels, tertiaires et des transports, de l'énergie, de l'agriculture et des pertes.



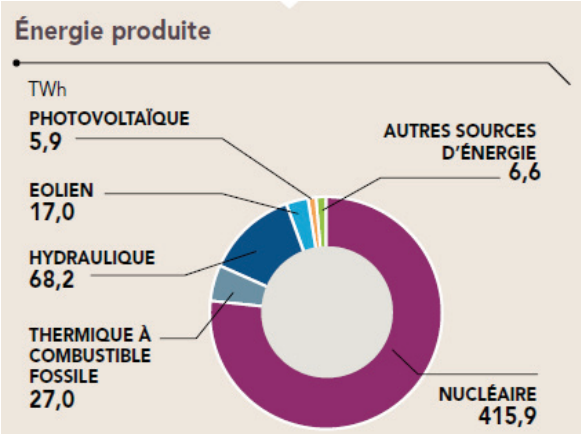
Part de la consommation d'électricité des principaux secteurs (source : RTE – Bilan prévisionnel 2014)

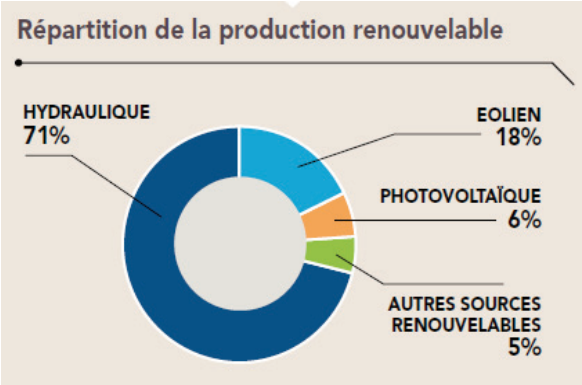
En l'espace de quelques années, le poids des différents secteurs dans la consommation totale d'électricité a évolué, la part de l'industrie (hors secteur de l'énergie) a reculé au profit de celles des secteurs tertiaire et résidentiel. La baisse structurelle de la part de la consommation industrielle est observable avant la crise avec une perte de trois points entre 2001 et 2007, essentiellement en faveur du secteur tertiaire. Cette baisse s'est encore accentuée avec la crise, faisant des secteurs résidentiel et tertiaire les premiers postes de consommation en France.
Depuis 2011, la part de la consommation des secteurs industriel et tertiaire dans la consommation totale est stable. En revanche, on observe une baisse sensible de la part du secteur transport, énergie, agriculture, pertes, imputable en grande partie à la diminution progressive de la consommation du procédé d'enrichissement d'uranium. Seul le secteur résidentiel a vu son poids relatif augmenter.

2.2/Production

En 2014, la production nette d'électricité en France a été de 540,6 TWh (soit 540,69 milliards de kWh), répartie comme suit :

Énergie électrique produite en France en 2014 en TWh (1 TWh = 1 tera watt heure = 1 milliard de kWh)						
Production totale	Nucléaire	Hydrau-lique	Eolien	Photo-voltaïque	Autres Enr²	Thermique classique
540,6	415,9	68,2	17,0	5,9	5,0	27,0
100 %	77,0 %	17,7 %				5,0 %
Puissance installée en France en 2014 (1 GW = 1 giga watt = 1 million de kW)						
128,9	63,1	25,4	9,1	5,3	1,5	25,5
100 %	49 %	19 ,7 %	7,2 %	4,1 %	1,2 %	18,9 %





Répartition de la production d'électricité en 2014 (source : RTE – Bilan électrique 2014)

2.3/Énergies renouvelables

Les énergies renouvelables sont issues de sources naturelles inépuisables, d'où leur nom de «renouvelables». Les centrales fonctionnant grâce aux énergies renouvelables utilisent, pour produire de l'électricité, la force de l'eau (énergie hydraulique), celle du vent (énergie éolienne), le rayonnement du soleil (énergie photovoltaïque), la biomasse…

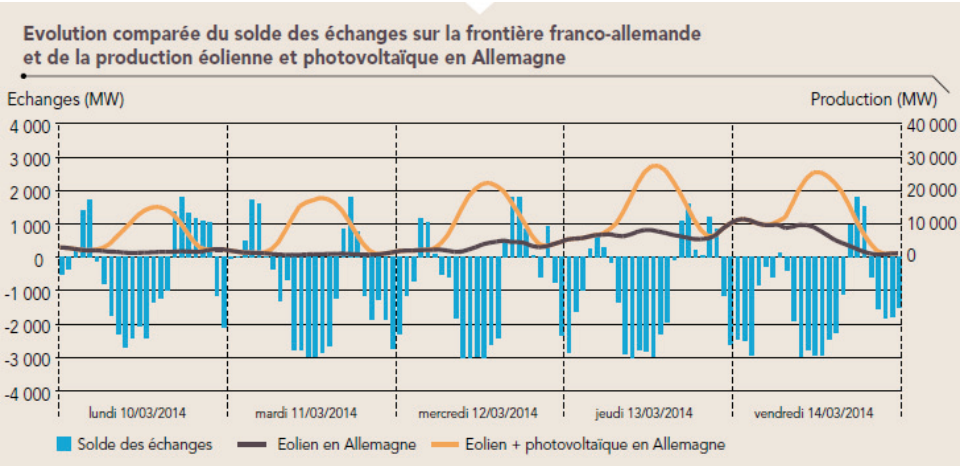
Les principales énergies renouvelables, hors hydraulique, sont aujourd'hui :

- les éoliennes (ou aérogénérateurs) : elles convertissent la force du vent en électricité. Elles sont constituées d'un mât sur lequel tourne une hélice. Celle-ci capte l'énergie du vent pour faire tourner une génératrice qui produit du courant électrique. Les éoliennes peuvent être terrestres ou maritimes (offshore).
- les hydroliennes : elles convertissent l'énergie des courants de marée en énergie électrique. Elles sont généralement immergées dans les zones à fort courant, si possible à proximité des côtes. La force des courants marins actionne les pales d'un ou plusieurs générateurs produisant de l'électricité.
- le solaire photovoltaïque : couramment appelés panneaux solaires, les modules photovoltaïques convertissent la lumière du soleil (les photons) en électricité (les électrons), laquelle peut être directement utilisée (éclairage) ou stockée (batterie).
- la géothermie : elle permet d'alimenter des réseaux de chaleur à partir des eaux chaudes du sous-sol ou d'utiliser les sources d'eau bouillante ou encore de roches chaudes pour produire de l'électricité. En France, il existe une centrale géothermique en service, située à Bouillante en Guadeloupe.
- la biomasse : produire de l'électricité à partir de biomasse consiste à valoriser par combustion, après méthanisation ou transformations chimiques, toute matière d'origine organique ou végétale issue de la nature (bois, bagasse…) mais aussi les déchets organiques produits par l'homme.

2.4/Cas particulier des énergies éolienne et photovoltaïque

Le développement significatif des énergies éolienne et photovoltaïque qui, de par leur nature intermittente, ne sont pas disponibles à tout instant, appelle à faire évoluer les modalités de gestion de la sûreté du système (réserves, effacements de consommation et de production…). Si vent et soleil ne sont pas au niveau attendu, chaque client doit néanmoins être alimenté en électricité. C'est le rôle des réseaux de transport d'électricité de compenser les disparités entre territoires locaux, régionaux et nationaux en organisant la circulation de l'électricité d'un point à un autre.

En exemple, le graphique ci-après illustre l'impact de l'intermittence de la production éolienne et photovoltaïque en Allemagne sur les flux à la frontière franco-allemande.



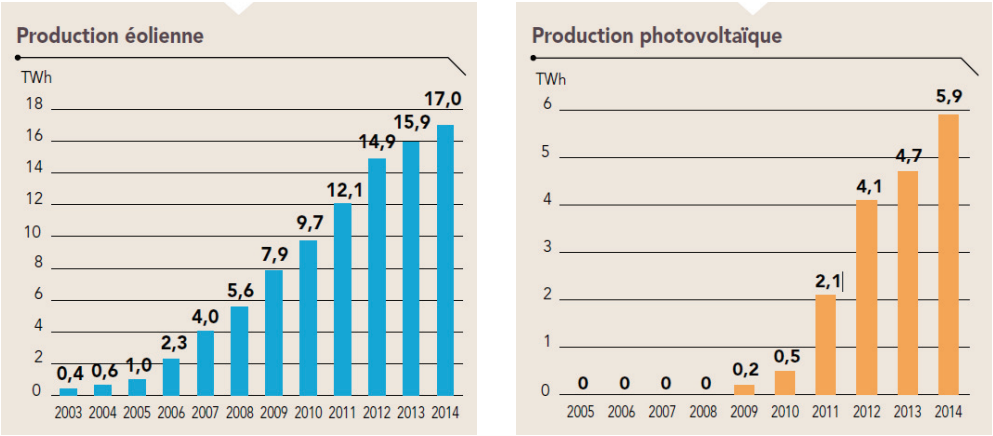
Flux d'électricité à la frontière franco-allemande source : RTE-Bilan électrique 2014)

2.5/Perspectives de développement de la production

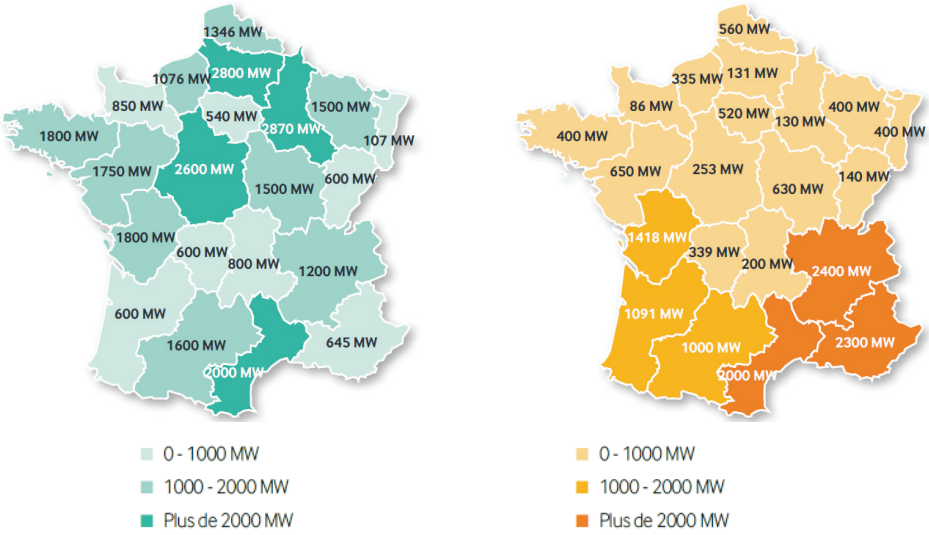
L'arrêté du 15/12/2009 relatif à la programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité fixe, en France à l'horizon 2020, les objectifs suivants de développement de production à partir d'énergies renouvelables :

- puissance totale installée de 25 000 MW d'éolien répartis en 19 000 MW à terre et 6 000 MW en mer ;
- puissance totale installée de 5 400 MW de photovoltaïque ;
- puissance supplémentaire à mettre en service de 2 300 MW de biomasse ;
- accroissement de l'énergie produite de 3 TWh/an et augmentation de la puissance installée de 3 000 MW pour l'hydraulique.

Afin de faciliter le développement de ces énergies renouvelables, la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement (dite «loi Grenelle II») a créé les schémas régionaux du climat, air et énergie (SRCAE) qui fixent des objectifs quantitatifs et qualitatifs de développement de la production d'énergie renouvelable. De façon complémentaire, la loi Grenelle II a prévu la mise en place de schémas régionaux de raccordement au réseau des énergies renouvelables (cf. III.1.1. La planification du réseau).



Évolution de la production éolienne et de la production photovoltaïque (source : Bilan électrique 2014)



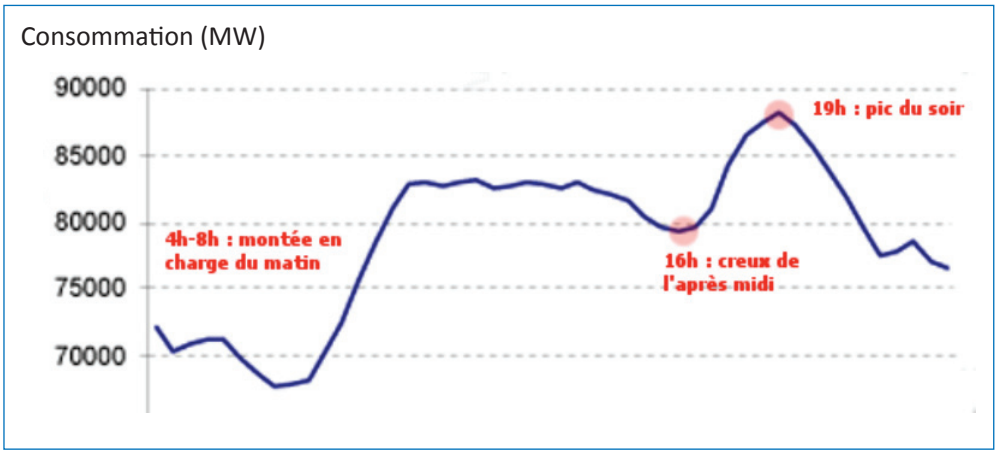
Ambition 2020 des schémas régionaux climat-air-énergie en matière de production éolienne terrestre et de production photovoltaïque (source : RTE - Bilan prévisionnel 2014)

Par ailleurs, le Gouvernement a annoncé, le 6 avril 2012, les résultats du premier appel d'offres «éolien en mer» lancé le 11 juillet 2011 pour 3 000 MW. La désignation des lauréats du deuxième appel d'offres a eu lieu en mai 2014. Il prévoit l'installation de deux parcs de 500 MW chacun, entre 2021 et 2023.
Enfin, un troisième appel d'offres est en cours de préparation.

2.6/ Équilibre consommation / production

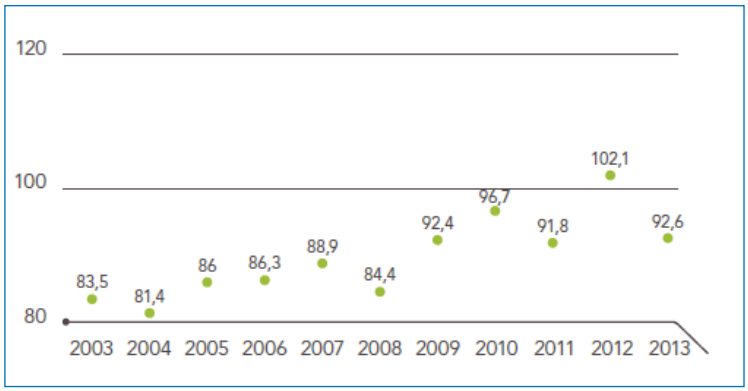
Puissance appelée = puissance fournie

L'énergie électrique produite ne se stocke pas. A chaque instant, l'énergie appelée par les consommateurs doit être disponible grâce à l'ensemble des moyens de production d'énergie électrique, et du réseau pouvant l'acheminer des sites de production jusqu'aux sites de consommation.
L'équilibre consommation / production se traduit par l'égalité qui doit exister entre la puissance appelée et la puissance fournie (y compris les échanges de puissances importées et exportées).
La consommation d'électricité varie constamment au cours d'une même journée, d'une même semaine et au fil de l'année. Elle reflète les horaires de travail, les jours de congés, les saisons.



Exemple de courbe de consommation électrique française journalière en hiver (source : RTE)

Lorsqu'il fait froid, la consommation d'électricité augmente fortement en raison d'une plus forte utilisation de l'électricité (chauffage électrique…). Ainsi en hiver, une baisse de température de 1°C représente un accroissement de consommation de 2 400 MW. En été, une hausse de température de 1°C provoque une hausse de consommation pouvant aller jusqu'à 600 MW.
Le pic de consommation en France métropolitaine de 101 700 MW a été atteint le 8 février 2012 à 19 heures.



Évolution du pic de consommation en France métropolitaine en GW (source : RTE – Bilan prévisionnel 2014)

2.7/Réseau public de transport et réseaux de distribution d'électricité

Les réseaux électriques (transport et distribution) permettent d'acheminer l'énergie des sites de production vers les lieux de consommation, avec des étapes d'élévation et de baisse du niveau de tension dans des postes de transformation.
La tension à la sortie des grandes centrales est portée à 400 000 volts pour limiter les pertes d'énergie sous forme de chaleur dans les câbles (ce sont les pertes par «effet joule»). Ensuite, la tension est progressivement réduite au plus près de la consommation, pour arriver aux différents niveaux de tension auxquels sont raccordés les consommateurs (400 000 volts, 225 000 volts, 90 000 volts, 63 000 volts, 20 000 volts, 400 volts ou 230 volts suivant leurs besoins en puissance).

Le réseau public de transport d'électricité

Situé en amont des réseaux de distribution, il représente environ 81 000 km de files de pylônes et 100 000 km en files de circuits. Géré par RTE, il se compose de deux sous-ensembles :

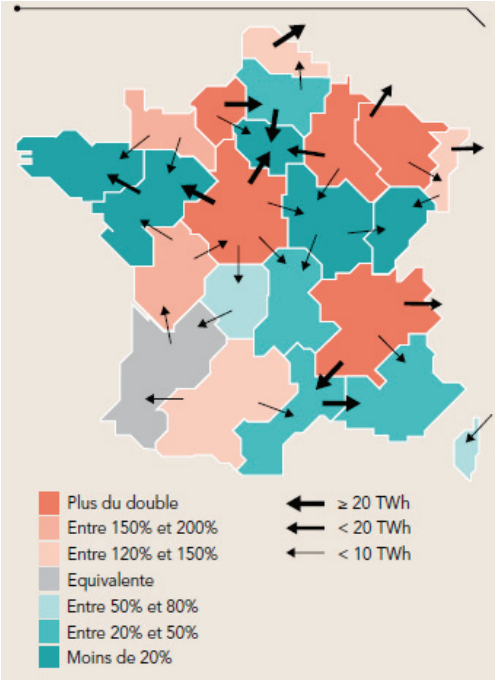
- ***Le réseau de grand transport et d'interconnexion***
  Il est destiné à transporter des quantités importantes d'énergie sur de longues distances. Il constitue l'ossature principale reliant les grands centres de production, disséminés en France et dans les autres pays européens. Ce réseau peut être assimilé au réseau autoroutier. Son niveau de tension est de 400 000 volts, soit le niveau de tension le plus élevé en France.
  Dans les pays où les distances sont plus importantes comme les États Unis, cette tension peut atteindre plus d'un million de volts.

- ***Les réseaux de répartition régionale ou locale***
  Ils sont destinés à répartir l'énergie en quantité moindre sur des distances plus courtes. Le transport est assuré en très haute tension (225 000 volts) et en haute tension (principalement 90 000 et 63 000 volts). Ce type de réseau est l'équivalent des routes nationales voire départementales dans le réseau routier (avec des flux importants, de nombreux carrefours et croisements…).

Les réseaux de distribution

Non gérés par RTE, les réseaux de distribution sont destinés à acheminer l'électricité à l'échelle locale, c'est-à-dire aux utilisateurs en moyenne tension (PME et PMI) et en basse tension (clients du tertiaire, de la petite industrie et les clients domestiques). La distribution est assurée en moyenne tension (20 000 volts) et en basse tension (400 et 230 volts).
C'est l'équivalent des routes départementales et des voies communales dans le réseau routier (flux locaux, desserte des villages).

2.8/Pourquoi des réseaux ? Pourquoi interconnecter les territoires ?



Équilibres de production entre régions et flux entre les territoires (source : RTE – Bilan électrique 2014)

Le réseau de transport d'électricité relie entre eux des centres de consommation et de production. Pratiquement, dès la naissance de l'industrie électrique, à la fin du XIXe siècle, très tôt et très vite, des réseaux et des systèmes électriques interconnectés se sont développés.
La raison principale en est que construire une infrastructure de réseau permet à la fois de rendre une meilleure qualité de fourniture et de limiter considérablement les ressources nécessaires pour produire l'électricité. Cette infrastructure de réseau électrique – comme tout autre type de réseau – est en cela d'autant plus efficace qu'elle relie davantage d'utilisateurs. Ainsi le réseau constitue-t-il une réponse à trois types de préoccupations : la sécurité, l'économie de ressources et l'aménagement du territoire.

Les centres de production et de consommation peuvent selon les régions être éloignés, ce qui entraîne des flux entre les territoires. Le réseau permet de prendre en compte ces déséquilibres.

La sécurité

La continuité de service est assurée en dépit des incidents les plus communs (selon la «règle du N-1», qui stipule que la panne d'un élément du système n'affecte pas les utilisateurs connectés).
La mise en réseau des moyens de production permet de mutualiser les risques de perturbations susceptibles d'affecter le système électrique (panne d'une centrale, intermittence du vent, vague de froid, etc.) et par suite, comme un système d'assurance, de réduire considérablement les besoins de «capacités de réserve» (production ou stockage) et autres mesures palliatives.
Les utilisateurs peuvent soutirer plus ou moins d'électricité (ou, s'agissant des unités de production, produire plus ou moins d'électricité) à tout instant et sans préavis, car la gêne est négligeable pour les autres utilisateurs dès lors que cette variation est petite par rapport à la taille de l'ensemble du système interconnecté.
La qualité de l'électricité (en fréquence, tension) est d'autant plus haute que le réseau est maillé.

L'aménagement du territoire en France et en Europe

Les utilisateurs peuvent s'installer sur tout le territoire, et pas seulement à proximité des centres de production.
Réciproquement, il est possible de tirer parti de ressources éloignées des centres de consommation (par exemple hydraulique de montagne, énergies offshore, etc.) pour produire l'électricité dont les utilisateurs ont besoin. Le réseau maillé est ainsi l'outil-clé de composition du mix énergétique.
L'infrastructure que gère RTE permet d'interconnecter l'ensemble des utilisateurs français.

Au-delà, l'interconnexion des réseaux des pays européens permet de gagner encore significativement dans chacun des domaines évoqués précédemment. On peut en donner deux illustrations :

- la pointe de consommation synchrone de l'Allemagne, du Benelux et de la France (environ 205 GW) est aujourd'hui de l'ordre de 4 GW inférieure à la somme de leurs pointes individuelles. Leur interconnexion permet ainsi sur ce seul critère de diminuer de 2% la capacité de production installée nécessaire à leur approvisionnement.
- D'autre part, en matière de dimensionnement des réserves, l'aléa majeur, en France l'hiver, est aujourd'hui la sensibilité de la consommation à la température ; en Allemagne, c'est l'aléa de production éolienne qui est le plus important. Isolés, chacun des deux pays devrait se doter de capacités de production ou d'effacement de consommation à hauteur d'une vingtaine de gigawatts* ; interconnectés, les deux risques étant largement décorrélés, les deux pays peuvent partager cette charge. Sans les interconnexions, la France n'aurait pas les moyens d'assurer son équilibre offre-demande.

L'économie de ressources

Moteur historique de l'interconnexion, le foisonnement des consommations rend les besoins d'investissement en production bien moindre. On peut à titre d'illustration comparer le total des puissances souscrites par chacun des clients finaux connectés aux réseaux français de transport et de distribution – de l'ordre de 400 GW – à la consommation effective totale en France – comprise en 2012 entre 31 GW en creux d'août et 102 GW au pic de froid de février – et la capacité de production installée – 129 GW.

La mise en réseau des moyens de production permet de les spécialiser : quelques uns, plus flexibles et donc relativement plus chers, pour suivre les variations de la demande ; d'autres, moins flexibles mais plus économiques dans la durée pour produire «en base», à longueur de temps. Leur conception en est ainsi rationnalisée, profitant d'économie d'échelle ou de série pour diminuer les coûts unitaires, c'est-à-dire au MW installé, du parc.

Le réseau permet de marier un «mix énergétique», qui permet de tirer le meilleur parti de chaque filière et d'organiser la complémentarité de ces moyens de production, du moins cher au plus cher. (Ce «merit order» commence par la production «fatale» des fil-de-l'eau, éolien, photovoltaïque, c'est-à-dire les énergies de flux, dont la ressource – débit des rivières, vent, soleil –, gratuite, est perdue si elle n'est pas transformée en électricité au gré des variations saisonnières et météorologiques).

* Il s'agit d'un ordre de grandeur. Cette comparaison pays isolé/pays interconnecté est quelque peu théorique dans la mesure où le dimensionnement de parcs européens isolés serait tout autre qu'il ne l'est aujourd'hui, sachant pouvoir bénéficier de l'interconnexion.

3. Assurer la fourniture d'une électricité en tout lieu à tout moment

3.1/Sûreté du système électrique

La politique de sûreté du système électrique

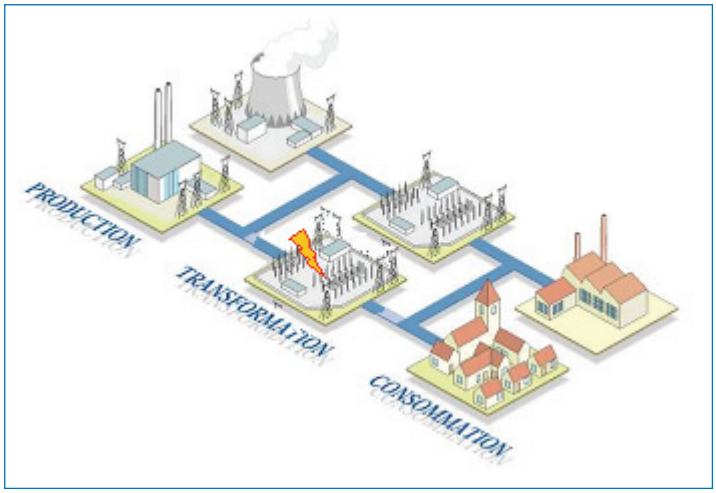
La maîtrise du fonctionnement du système électrique (ou sûreté du système) se définit comme l'aptitude à :

- assurer le fonctionnement normal du système électrique ;
- limiter la probabilité d'incidents et éviter les grands incidents ;
- maîtriser les conséquences d'un grand incident s'il survenait malgré tout.

Elle concerne alors aussi bien la maîtrise des équilibres essentiels comme l'équilibre offre-demande que la maîtrise des tensions sur le réseau ou des transits dans les ouvrages de réseau.
Elle fait l'objet de prescriptions inscrites dans la «Politique de Sûreté» de RTE. Ces dernières expriment formellement les principes à suivre pour l'exploitation du réseau. L'une de ces principales prescriptions est la règle du N-1.

La règle du N-1

Afin de garantir la robustesse du système électrique à l'égard du risque d'une coupure électrique liée à une perte d'ouvrage, du fait par exemple d'un coup de foudre, une règle de sécurité standard est mise en œuvre : on la dénomme la règle du N-1.
Elle signifie qu'en cas de défaillance d'un élément du réseau de transport ou d'une unité de production, l'électricité devra pouvoir être acheminée par une autre partie du réseau ou fournie depuis une autre unité de production. Ainsi, toute défaillance d'un élément sera-t-elle sans conséquence pour l'ensemble des consommateurs raccordés au réseau.



Défaillance d'un élément du réseau de transport et règle du N – 1

3.2/Origine des principaux incidents affectant le système électrique

Un incident de grande ampleur a toujours pour origine l'un ou plusieurs des quatre grands phénomènes suivants, qui se succèdent et/ou se conjuguent.

Les surcharges en cascades

Il peut arriver que l'intensité transitant dans une ligne dans certaines conditions exceptionnelles (niveau de consommation non pris en compte dans les études prévisionnelles, par exemple lors de période de grand froid, perte d'un ou plusieurs ouvrages suite à un incident) dépasse sa limite admissible (limite liée aux caractéristiques de l'ouvrage et à son environnement). En quelques minutes ou quelques secondes, suivant l'ampleur du dépassement d'intensité, un dispositif de protection met alors la ligne hors tension.
Le transit supporté auparavant par cette ligne va alors se reporter dans d'autres chemins électriques en raison du maillage* du réseau de transport, risquant à son tour de provoquer de nouvelles surcharges. C'est alors l'amorce d'un phénomène de cascade qui peut conduire à la mise hors tension de vastes zones du réseau. Suite à un incident sur le réseau, c'est ce qui s'est passé en France en décembre 1978. Ce phénomène s'est également produit le 4 novembre 2006 où, vers 22h15, une partie de l'Europe s'est retrouvée sans électricité. A l'origine de ce phénomène, un incident sur le réseau de transport allemand a provoqué un déficit brutal entre la consommation et la production.

L'écroulement de la tension

Lorsque la consommation varie au cours du temps, la tension évolue. Elle baisse lorsque la consommation augmente et monte lorsque la consommation diminue.
Lorsque la tension commence à baisser dans une zone, les zones voisines sont affectées : leur tension baisse également. Des dispositifs de régulation existent mais ont une action limitée. A un certain niveau, ils ne peuvent plus enrayer la chute de tension et la propagation de l'incident. C'est l'effet «château de cartes». En quelques minutes, une zone très vaste peut être affectée. La reprise du service qui conduit à retrouver une tension à sa valeur nominale prend en général plusieurs heures. Pour éviter une telle situation, RTE peut être contraint d'effectuer un délestage, c'est-à-dire une coupure maîtrisée d'une partie de la consommation.

L'écroulement de la fréquence

La fréquence correspond au nombre de cycles que fait le courant alternatif en une seconde (qui dépend de la vitesse de l'alternateur des centrales de production). Elle est en permanence homogène dans tout le réseau électrique.
Lorsqu'un réseau est dans une situation tendue du point de vue de l'équilibre production/consommation (niveau exceptionnel de la consommation, ou parc de production en partie indisponible), une baisse de fréquence peut se produire. En dessous d'un certain seuil, les groupes de production se déconnectent du réseau pour éviter d'être endommagés. La fréquence chute alors un peu plus, et de nouveaux groupes se séparent du réseau, accélérant le déséquilibre entre production et consommation, donc la chute de fréquence : c'est l'écroulement de fréquence. Le seul moyen de faire remonter la fréquence est alors de diminuer rapidement la consommation en ayant recours au délestage. C'est ce qui s'est passé en Italie en septembre 2003.

* Maillage du réseau : mise en relation des réseaux électriques entre eux pour assurer les échanges d'énergie. Cf. Règle du N-1.

La rupture du synchronisme

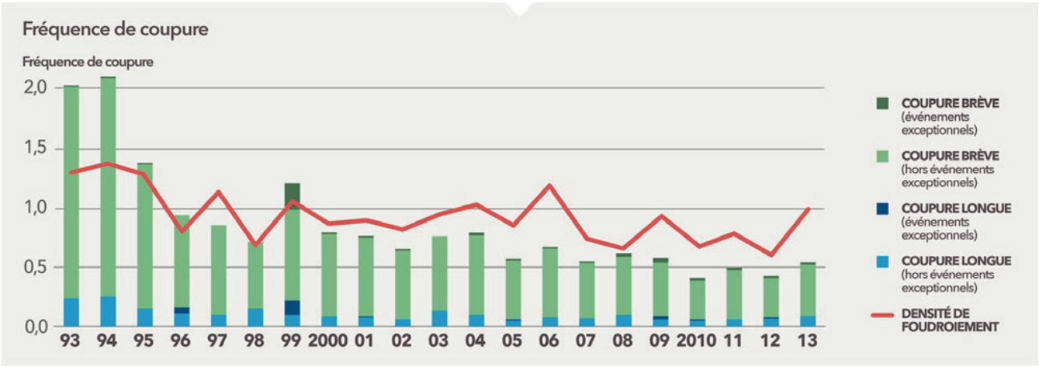
Le synchronisme est le fonctionnement à la même fréquence de toutes les centrales interconnectées autour de 50 Hz en Europe. Dans un réseau électrique, cela revient à dire que toutes les centrales de production d'électricité connectées en Europe doivent fonctionner à la même fréquence.
La rupture de synchronisme apparaît si une centrale ou un groupe de centrales fonctionne quelques secondes à une fréquence différente du reste du réseau après un court-circuit (en général dû à un coup de foudre ou un événement météorologique violent). Dans ce cas, la zone désynchronisée est séparée du reste du réseau. Il y a un risque que cette zone soit mise hors tension si l'équilibre production/consommation n'y est pas respecté.

3.3/Qualité de l'alimentation électrique : un enjeu essentiel

La qualité d'alimentation délivrée par le réseau de transport est essentielle.
Face à des processus de production de plus en plus pointus, les entreprises sont extrêmement sensibles aux variations de la qualité de l'électricité. Les chutes de tension, les coupures ont un effet immédiat sur la production industrielle, qui se traduit par un préjudice financier direct, et sur le fonctionnement des technologies de l'information et de la communication.
A titre d'exemple, un creux de tension (de 200 à 500 millièmes de secondes) peut provoquer dans l'industrie automobile un arrêt de production de plusieurs heures dans différents secteurs (emboutissage, peinture, tôlerie) et la mise au rebut des voitures en cours de traitement de peinture.
Par conséquent, une zone où est assurée une bonne qualité de l'électricité est susceptible davantage qu'une autre de favoriser le développement économique.
Malgré d'inévitables variations d'un point à un autre du réseau, RTE sous le contrôle de la commission de régulation de l'énergie, doit fournir à ses clients une électricité de qualité garantie en matière de nombre et temps de coupure, de forme de l'onde de tension et de courant.

3.4/Caractéristiques de la qualité de l'alimentation

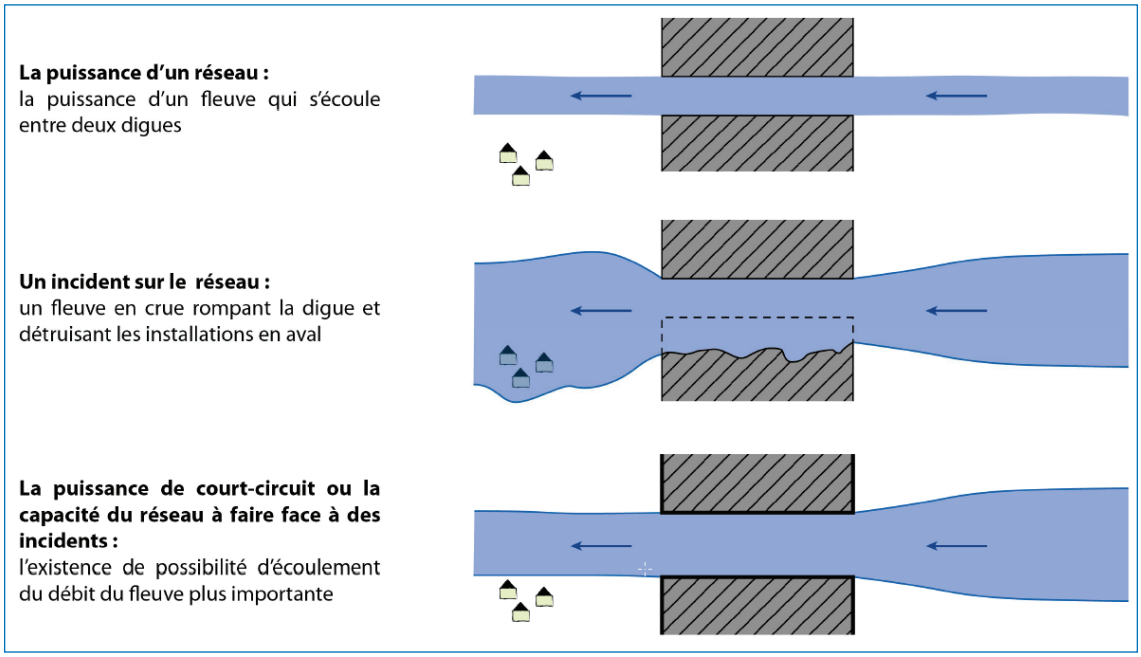
La continuité de l'alimentation
Des mises hors tension fortuites localisées, longues ou brèves selon la gravité de l'incident, peuvent intervenir sur un ouvrage de réseau. Selon la structure d'alimentation des points de livraison considérés, ces mises hors tension d'ouvrages peuvent n'avoir aucune incidence sur la continuité d'alimentation ou au contraire se traduire aux points de livraison par des coupures dites brèves, de durée supérieure à 1 seconde et inférieure à 3 minutes, et des coupures dites longues de durée supérieure ou égale à 3 minutes.



Évolution de la fréquence de coupure (source : RTE - schéma décennal 2014)

La qualité de l'onde de tension

La régularité de l'onde de tension sur les réseaux constitue une composante importante de la qualité d'alimentation.
Les fluctuations de fréquence, les creux de tension, les fluctuations rapides de la tension, le déséquilibre constituent des perturbations de l'onde de tension.
La puissance d'un réseau électrique ressemble à bien d'autres puissances, par exemple à celle d'un fleuve : cette puissance en régime normal s'écoule dans le conducteur (ou dans le canal) et prodigue de nombreux services à ses utilisateurs.
Mais en régime d'incident (par exemple claquage* de l'isolant en situation maximale de production pour le réseau électrique ou rupture d'une digue du fait de la crue d'un fleuve), ce flux n'est plus canalisé et libère brutalement des énergies considérables, qui peuvent être à l'origine de conséquences plus ou moins dangereuses pour la sécurité des personnes, des matériels ou des infrastructures.
La notion caractéristique de ce phénomène est la puissance de court-circuit.
On peut faire une analogie entre cette notion de puissance de court-circuit et le débit maximal qui s'écoulerait par la digue rompue dans le cas du fleuve. Autrement dit, la puissance de court-circuit est la puissance maximale susceptible de s'écouler par le point de rupture. La valeur des puissances de court-circuit dépend des moyens de production démarrés, ainsi que de la nature et de la topologie du réseau électrique.



La puissance de court-circuit : analogie avec un cours d'eau

Cette notion est importante pour maintenir une haute qualité de l'électricité car une puissance de court circuit élevée traduit la capacité du réseau à atténuer les perturbations de l'onde de tension.

En revanche, cela présente des contraintes d'exploitation et de dimensionnement pour RTE. En effet, si elle dépasse les valeurs limites de dimensionnement des matériels, un court-circuit ne pourrait pas être éliminé par les disjoncteurs du réseau. Les conséquences de ce court-circuit seraient alors aggravées pour le matériel du réseau (risque d'endommagement) et les consommateurs (perturbation plus longue). RTE calcule à l'avance les puissances de court-circuit du réseau et si besoin adopte un schéma d'exploitation particulier pour les limiter et éviter de tels dépassements, ou remplace les matériels qui le nécessitent.

* Détérioration irréversible de l'isolant d'un câble

3.5/Paramètres influant la qualité de l'alimentation électrique

Un ouvrage électrique est susceptible d'être le siège d'incidents qui émaillent l'exploitation au quotidien. Le plus souvent, ils ne se traduisent pas par des mises hors tension d'ouvrages pendant de longues durées (notamment grâce au fonctionnement de dispositifs de ré-enclenchement automatiques), mais ils peuvent générer des imperfections de l'onde de tension (creux de tension…), dont des coupures complètes de l'alimentation pour des durées brèves (moins d'une seconde à quelques secondes).

Les principaux facteurs pouvant être à l'origine de ces perturbations sont :
- les aléas climatiques (orage, givre, neige collante, vents violents, températures excessives, etc.) qui peuvent endommager les installations ;
- certaines activités industrielles (four à arc, trains…) qui déséquilibrent les courants ou les tensions* ;
- des pannes de matériels du réseau ;
- des agressions externes (chutes d'arbres sur les lignes, accidents).

Pour minimiser les risques d'incidents, remédier à la saturation de certains ouvrages, anticiper la consommation future, répondre à un besoin de raccordement au réseau de clients producteurs, consommateurs ou distributeurs et respecter ses engagements sur la qualité et la quantité de fourniture, RTE est dans l'obligation de proposer la création de nouveaux ouvrages (lignes, postes) ou la mise en place de dispositifs de régulation des flux (transformateurs déphaseurs).

* Le courant utilisé sur le réseau de transport est par nature triphasé. En régime normal, les courants qui circulent dans les trois phases sont équilibrés et les tensions entre phases sont identiques. Certaines activités industrielles n'utilisent qu'une ou deux des trois phases. Ceci entraîne un déséquilibre qui peut être ressenti comme une perturbation par d'autres consommateurs du réseau électrique. Le déséquilibre peut apparaître sur les courants (ce qui entraîne un échauffement anormal de certains moteurs de machines électriques), ou sur les tensions (ce qui entraîne une diminution de la puissance des moteurs électriques par réduction de leur couple).
Le transformateur déphaseur est un appareil permettant de contrôler et de modifier les flux d'énergie, transitant dans le réseau de transport d'électricité, afin de les optimiser en fonction des caractéristiques des liaisons.

Enedis - Maîtrise d'ouvrage Postes Source
Les Jardins de la Duranne
510 rue René Descartes - BP10458
13592 AIX-EN-PROVENCE cedex 3
www.enedis.fr

RTE
Centre Développement & Ingénierie Marseille
46 Avenue Elsa Triolet
13417 MARSEILLE cedex 08
www.rte-france.com

RÉDACTION ET CONCEPTION : GÉONOMIE 309 RUE DUGUESCLIN - 69007 LYON - TÉL : 04.72.04.93.83 - FAX : 04.72.04.93.88 - www.geonomie.com