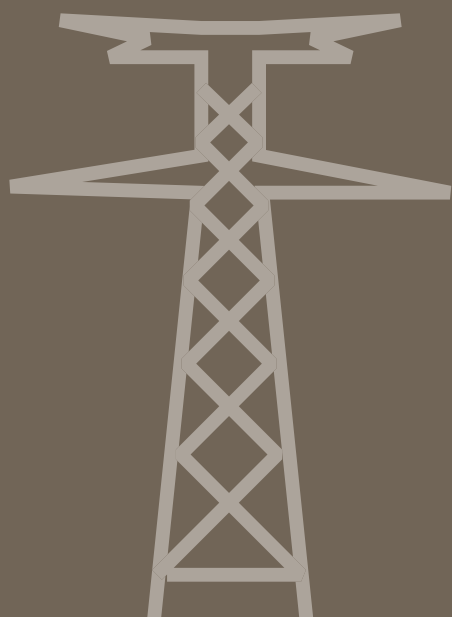




Réseau de transport d'électricité

PROJET DE RECONSTRUCTION DE LA LIGNE DE GRAND TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ ENTRE AVELIN ET GAVRELLE



RENFORCEMENT DE LA LIGNE ÉLECTRIQUE
400 000 VOLTS ENTRE LE SUD DE LILLE
(POSTE D'AVELIN) ET LE NORD-EST D'ARRAS
(POSTE DE GAVRELLE)



DOSSIER DU MAÎTRE D'OUVRAGE

AVANT-PROPOS

POURQUOI UN DÉBAT PUBLIC ?

Le projet présenté par RTE consiste à augmenter la capacité de la ligne électrique aérienne à 400 000 volts reliant le poste d'Avelin, situé au sud de Lille, au poste de Gavrelle, situé au nord-est d'Arras. Il prévoit la construction, sur une longueur d'environ 30 km, d'une ligne nouvelle entre ces deux postes, et la dépose de la ligne actuelle. Parce que ce projet concerne la création d'une ligne électrique « d'une tension supérieure ou égale à 400 kV et d'une longueur supérieure à 10 km », RTE a saisi - par une lettre de son Président adressée le 29 novembre 2010 - la Commission nationale du débat public (CNDP), comme le prévoit l'article L.121-8-I du Code de l'environnement et l'article 1^{er} du décret n°2002-1275 du 22 octobre 2002 relatif à l'organisation du débat public.

Lors de sa séance du 5 janvier 2011, la CNDP a décidé que le projet devait faire l'objet d'un débat public, l'équilibre général du réseau national et les nouvelles possibilités d'échanges transfrontaliers donnant au projet un caractère d'intérêt national.

La CNDP a également considéré que les enjeux socio-économiques du projet étaient importants, s'agissant notamment de la sécurité d'alimentation électrique des agglomérations de Lille et d'Arras.

La CNDP a décidé d'organiser elle-même ce débat public et de confier son animation à une Commission particulière du débat public (CPDP). Le 2 février 2011, Monsieur Michel Giacobino a été nommé Président de cette commission.

Le débat public permet à chacun de prendre connaissance du projet, d'en examiner les enjeux et d'éclairer la décision de RTE. Il doit permettre de débattre des caractéristiques des possibilités envisagées et de l'ensemble des mesures associées au projet.

“
LE DÉBAT PUBLIC
PERMET À CHACUN
DE PRENDRE
CONNAISSANCE
DU PROJET,
D'EN EXAMINER
LES ENJEUX ET
D'ÉCLAIRER LA
DÉCISION DE RTE”

LA COMMISSION NATIONALE DU DÉBAT PUBLIC (CNDP)

Créée en 1995, la Commission nationale du débat public (CNDP) est, depuis février 2002, une autorité administrative indépendante (AAI). Elle est composée de vingt et un membres nommés pour cinq ans. Le mandat des membres est renouvelable une fois. Outre le président (Philippe Deslandes) et deux vice-présidents (Patrick Legrand et Philippe Marzolf), la CNDP comprend 18 membres (élus, magistrats, personnes qualifiées, représentants des milieux associatifs, de consommateurs et d'usagers). Elle intervient dans le cadre de grands projets d'aménagement, dès lors qu'ils sont d'intérêt national et

présentent de forts enjeux socio-économiques, des impacts significatifs sur l'environnement ou l'aménagement du territoire. Son rôle est alors de veiller au respect de la participation du public dans l'élaboration de ces projets, en toute neutralité, indépendance et transparence.

Pour les projets ayant fait l'objet d'un débat public, la CNDP veille à être informée par les maîtres d'ouvrages des modalités d'information du public et de concertation mises en œuvre après le débat public. Elle peut, le cas échéant, désigner un garant chargé de veiller à la mise en œuvre de ces modalités.

RTE, MAÎTRE D'OUVRAGE DU PROJET

RTE est l'entreprise responsable du réseau public de transport d'électricité français. Opérateur de service public, il a pour mission l'exploitation, la maintenance et le développement du réseau haute et très haute tension français. RTE est garant du bon fonctionnement et de la sûreté du système électrique. Ses missions lui ont été confiées par la loi n°2000-108 du 10 février 2000 relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité. Avec 100 000 km de lignes comprises entre 63 000 et 400 000 volts et 46 lignes transfrontalières, le réseau géré par RTE est le plus important d'Europe. RTE emploie environ 8500 salariés.

La gestion du réseau public de transport doit être neutre, équitable et non discriminatoire vis-à-vis de

tous ses utilisateurs, français et européens.

Dans un marché français et européen ouvert depuis 2000 à la concurrence, l'activité de transport d'électricité en France reste un monopole régulé : RTE achemine l'électricité de tous les fournisseurs d'électricité (français et étrangers) vers tous les consommateurs, qu'ils soient distributeurs d'électricité (ERDF ou les entreprises locales de distribution) ou industriels directement raccordés au réseau de transport. Auparavant, jusqu'en 1999, c'était EDF qui assurait l'optimisation de tous les moyens de production. EDF était le seul fournisseur des clients finals (hors entreprises locales de distribution) et gérait l'activité de transport d'électricité.

LA COMMISSION DE RÉGULATION DE L'ÉNERGIE

La CRE est une autorité administrative indépendante, créée en 2000. À l'origine chargée de garantir l'ouverture effective des marchés de l'énergie à la concurrence, elle veille désormais au bon fonctionnement de ces marchés. Elle a des pouvoirs de contrôle et de sanction.

La CRE est garante du droit d'accès aux réseaux publics d'électricité. Elle propose les Tarifs d'Utilisation des Réseaux Publics d'Électricité (TURPE),

validés ensuite par le Gouvernement. Il s'agit d'un tarif unique sur l'ensemble du territoire national, pour tous les utilisateurs des réseaux, et destiné à couvrir les coûts d'acheminement de l'électricité.

Elle veille également au bon fonctionnement et au développement des réseaux et infrastructures, et est garante de l'indépendance des gestionnaires de réseaux (transport et distribution).

UN DÉBAT PUBLIC QUI INFLUE SUR LE PROJET

A l'issue du débat, le Président de la Commission particulière du débat public (CPDP) établit le compte-rendu et l'adresse à la Commission nationale du débat public (CNDP). Son Président établit à son tour un bilan. Ces deux documents rappellent le déroulement du débat et recensent l'ensemble des opinions et remarques qui y ont été exprimées. Ils sont rendus publics dans un délai de deux mois à compter de la date de clôture du débat.

Dans un délai de trois mois après la publication du compte-rendu et du bilan du débat public, le maître d'ouvrage ou la « personne publique responsable du projet » décide de la suite qu'il entend donner au projet. La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite loi « Grenelle II », a ajouté certaines dispositions au Code de

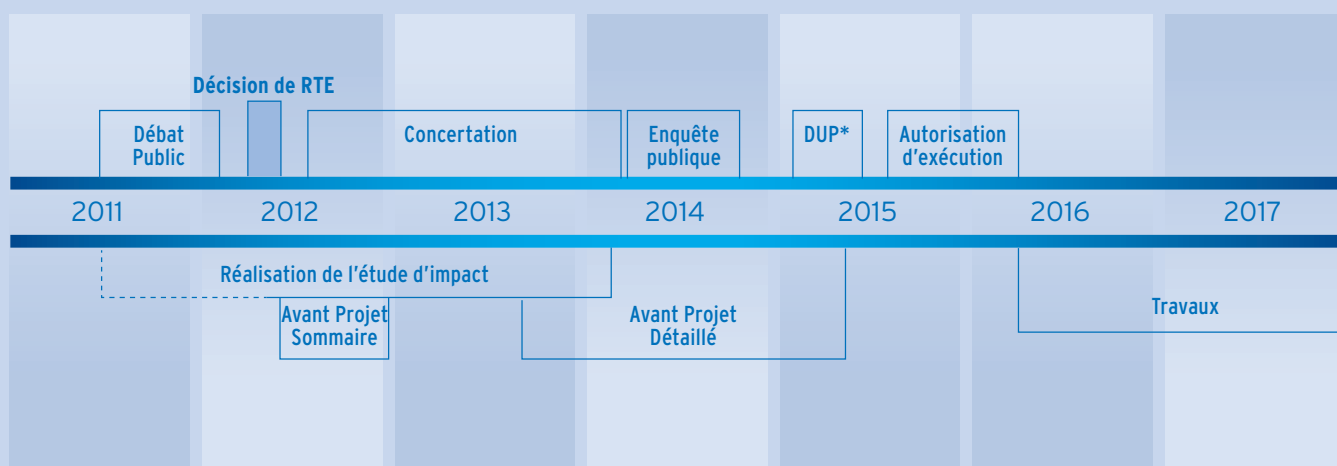
l'environnement relatives à cette décision du maître d'ouvrage. Par sa décision, le maître d'ouvrage doit ainsi indiquer « les mesures qu'il juge nécessaire de mettre en place pour répondre aux enseignements qu'il tire du débat public ». La loi introduit également l'obligation pour le porteur du projet de s'engager sur la poursuite du dialogue lors des étapes qui suivent le débat : « Le maître d'ouvrage ou la personne publique responsable du projet informe la CNDP, pendant la phase postérieure au débat public jusqu'à l'enquête publique, des modalités d'information et de participation du public mises en œuvre ainsi que de sa contribution à l'amélioration du projet. La CNDP peut émettre des avis et des recommandations sur ces modalités et leur mise en œuvre ».

RTE s'engage dès à présent, si le projet devait être poursuivi, à continuer le dialogue établi au cours du débat public avec les collectivités, les acteurs socio-économiques comme les professionnels, le

monde associatif, le grand public, et notamment les riverains. Une démarche de concertation sera alors engagée après le débat public, en parallèle des études d'avant-projet et de l'étude d'impact.

À la suite de cette concertation, une enquête publique sera conduite sur la base d'un tracé de « moindre impact » défini à l'occasion d'études spécifiques. L'enquête publique aura pour objet d'informer le public et de recueillir ses appréciations et suggestions d'amélioration du projet. Après l'enquête publique, RTE élaborera le « projet de détail » de l'ouvrage, en liaison notamment avec les services de l'administration, les communes concernées et la chambre d'agriculture du Nord - Pas de Calais. Enfin, RTE engagera avec les parties prenantes, notamment les propriétaires et les exploitants agricoles, un dialogue visant à dégager, dans toute la mesure du possible, un consensus sur le tracé de détail de la ligne (emplacement des pylônes et emprise des postes).

CALENDRIER PRÉVISIONNEL DU PROJET



SOMMAIRE

Avant-propos p.3

Le projet p.6

PARTIE 1 LE TERRITOIRE DU PROJET

- | | |
|--|------|
| 1. Un territoire au cœur du Nord - Pas de Calais | p.10 |
| 2. La dynamique socio-économique à l'œuvre sur le territoire | p.14 |
| 3. Les grands axes d'évolution du territoire et les projets de développement | p.16 |
| 4. Une sensibilité particulière aux enjeux environnementaux | p.19 |

PARTIE 2 LES RAISONS D'ÊTRE DU PROJET

- | | |
|---|------|
| 1. Le renforcement de la ligne Avelin-Gavrelle : un projet vital pour la performance technique, économique et environnementale du réseau électrique | p.22 |
| 2. Historique du réseau à 400 000 volts dans le nord de la France | p.23 |
| 3. La situation actuelle du système électrique dans le nord de la France | p.26 |
| 4. Les contraintes qui pèseront prochainement sur le réseau régional du Nord - Pas de Calais | p.36 |
| 5. Les conséquences bénéfiques du renforcement de l'axe Avelin-Gavrelle pour la région | p.44 |

PARTIE 3 LES POSSIBILITÉS ENVISAGÉES ET NON RETENUES AVANT LE DÉBAT

- | | |
|--|------|
| 1. Description rapide des possibilités non retenues par RTE | p.48 |
| 2. Comparaison des possibilités de renforcement de l'axe Avelin-Gavrelle | p.49 |

PARTIE 4
LA PROPOSITION
SOUMISE AU DÉBAT :
DEUX VARIANTES
DE TRACÉ

1. Deux variantes envisagées	p.55
2. Les composantes techniques du projet	p.72
3. Après le débat public	p.77

PARTIE 5
LES EFFETS
DU PROJET

1. Les effets économiques du projet	p.80
2. Les effets du projet sur les milieux humains	p.81
3. Les effets du projet sur les milieux naturels	p.84

PARTIE 6
ANNEXES

Liste des abréviations utilisées	p.87
Glossaire	p.88
Bibliographie	p.89
Annexe 1 - les possibilités étudiées par RTE non retenues	p.90
Annexe 2 - le Système Electrique	p.98
Annexe 3 - la législation spécifique applicable aux ouvrages électriques de transport d'électricité	p.106

LE PROJET

LA LIGNE ACTUELLE EST UN MAILLON FAIBLE DU RÉSEAU DE GRAND TRANSPORT ET D'INTERCONNEXION

Le réseau de grand transport joue un rôle essentiel dans le transport de l'électricité produite par les centrales de production, dans l'alimentation des pôles de consommation et dans les échanges électriques avec les autres pays européens.

Au sein de ce réseau, le tronçon entre les postes d'Avelin (département du Nord) et de Gavrelle (département du Pas-de-Calais) constitue un maillon faible. Construite en 1963, cette ligne est l'une des dernières lignes à simple circuit dans le nord de la France. L'évolution des transits ces dernières années montre que cette ligne atteint la limite de ses capacités électriques, notamment lors de pics et de creux de consommation français.

Dès 2009, RTE a ainsi dû procéder à des mesures exceptionnelles pour éviter que la ligne soit surchargée. Les situations de contraintes



↑ La ligne 400 000 volts entre Gavrelle et Avelin

de cette ligne se reproduisent désormais de façon récurrente. De manière plus structurelle, la ligne Avelin-Gavrelle constitue un point de passage de transits nouveaux liés au développement des échanges d'électricité en Europe. La montée en puissance de ces échanges a une incidence sur toutes les lignes d'interconnexion entre les pays mais également sur les lignes situées plus en amont de celles-ci. C'est le cas de la ligne située entre Avelin et Gavrelle.

↓ La ligne Avelin-Gavrelle au sein du réseau 400 000 volts



RENFORCER LE RÉSEAU POUR RÉPONDRE AU FUTUR PAYSAGE ÉNERGÉTIQUE

Le projet trouve son fondement dans les missions mêmes de RTE : assurer, par un réseau fiable, la sécurité d'alimentation des consommateurs et l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité à tout instant. Pour les agglomérations et les clients industriels du Nord - Pas de Calais à proximité du projet, la sécurité et la qualité d'alimentation représentent un enjeu majeur. La fragilité de la ligne 400 000 volts peut avoir des conséquences importantes sur le réseau de tension inférieure à 225 000 volts, qui assure l'alimentation régionale. L'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité, mission quotidienne de RTE, suppose d'anticiper l'évolution de la consommation, la disponibilité des moyens de production et les échanges d'électricité entre les pays.

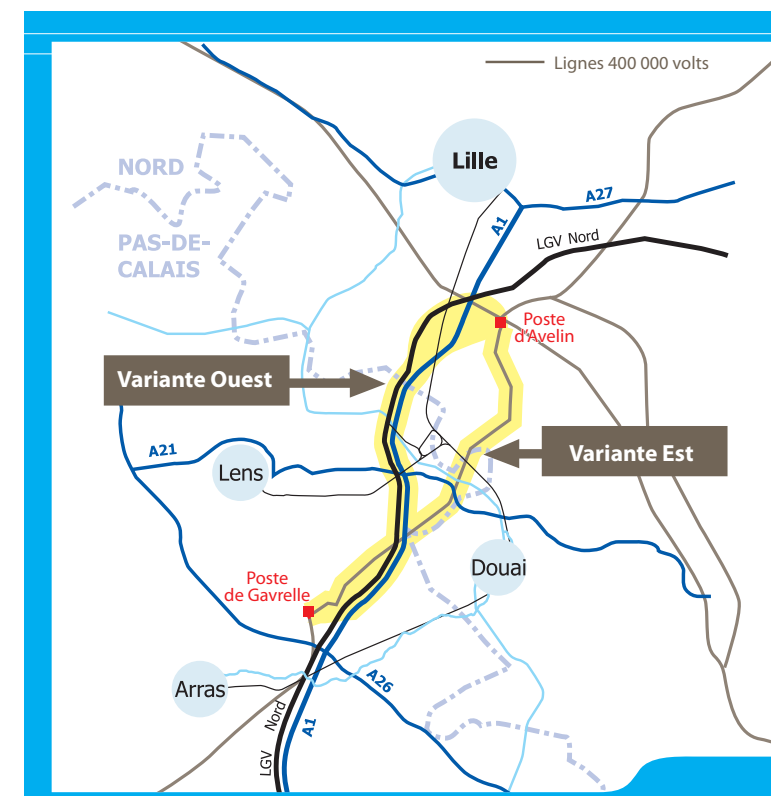
D'après les estimations réalisées par RTE, la consommation pourrait tendre vers une stabilisation, notamment dans le Nord - Pas de Calais. En revanche, l'arrivée de nouveaux moyens de production - cycles combinés gaz, éolien terrestre, éolien offshore... - devrait sensiblement modifier cet équilibre et rendre particulièrement fluctuants les transits avec les autres pays européens. En particulier, le développement des énergies renouvelables à l'échelle européenne, dont la production est intermittente, devrait avoir un impact fort sur la ligne Avelin-Gavrelle.

LES OPPORTUNITÉS OFFERTES PAR LE RENFORCEMENT

Le renforcement de la ligne Avelin-Gavrelle répond à l'enjeu de sûreté du réseau électrique français. Il constitue aussi une opportunité en permettant l'accueil sur le territoire régional de futurs moyens de production. La production éolienne, notamment offshore, pourrait voir son développement favorisé, au-delà même des prévisions actuelles de RTE. Par ailleurs, la ligne rendra l'alimentation des agglomérations de Lille et d'Arras plus robuste. Elle améliorera également la qualité de fourniture d'électricité des clients d'un vaste territoire englobant les zones de Lille, Valenciennes et Arras.

De la « variante » au « tracé »

La définition de la localisation précise d'une ligne de transport d'électricité est l'aboutissement d'une démarche d'analyse du territoire qui recherche à minimiser l'impact environnemental de l'infrastructure. Au niveau du débat public, on parle d'une zone d'étude au sein de laquelle des variantes sont proposées. Ces variantes sont des tracés très généraux que le maître d'ouvrage considère pertinent au niveau du débat public, et dont la précision n'est pas définie à ce stade car en amont des études techniques.



←
Deux variantes de tracé ont été retenues

DIFFÉRENTES POSSIBILITÉS EXAMINÉES, DEUX VARIANTES RETENUES

Pour répondre au besoin d'augmentation de la capacité de transport de la ligne Avelin-Gavrelle, RTE a examiné différentes possibilités :

- >> le remplacement des câbles de la ligne actuelle,
- >> la création d'une seconde ligne à

simple circuit en complément de la ligne actuelle,

- >> la création d'une liaison entre les postes de Gavrelle et de Mastaing,
- >> la création de liaisons souterraines entre les postes d'Avelin et de Gavrelle,
- >> démontage de la ligne actuelle et construction d'une nouvelle ligne à double circuit.

Après avoir procédé à une analyse multicritère (réponse aux besoins, coûts et impacts environnementaux), RTE a retenu la possibilité de la construction d'une ligne 400 000 volts à double circuit entre les postes électriques d'Avelin et de Gavrelle. Les possibilités rejetées sont présentées en annexe 1.

Deux variantes de tracés de principe sont envisagées à ce stade pour la construction de cet ouvrage : l'une à proximité de la ligne actuelle (variante « Est »), l'autre à proximité de l'autoroute A1 et de la ligne du TGV Nord (variante « Ouest »).

Les enjeux et les caractéristiques du territoire traversé par le projet sont présentés dans le premier chapitre qui suit.



PARTIE 1

LE TERRITOIRE DU PROJET

Entre les postes d'Avelin et de Gavrelle s'étendent des territoires contrastés, dans leurs caractéristiques comme dans leurs enjeux, à cheval sur les départements du Nord et du Pas-de-Calais.

La densité de l'habitat, les pratiques agricoles, leur histoire industrielle, les infrastructures existantes ou encore les milieux naturels donnent à chacun d'eux une identité propre, dont le projet devra tenir compte.

1. UN TERRITOIRE AU CŒUR DU NORD - PAS DE CALAIS

UNE POSITION STRATÉGIQUE

Le territoire du projet se situe dans une région Nord - Pas de Calais en passe de devenir un espace transnational, la grande vitesse ferroviaire générant de nouvelles proximités avec les grandes capitales et métropoles environnantes de dimension européenne que sont Paris, Londres, Bruxelles, Amsterdam ou Cologne : Lille est à 1h20 de Londres, 1h de Paris, 34 min de Bruxelles et moins de 3h d'Amsterdam ou de Cologne. La région est également irriguée par un grand nombre d'autoroutes qui la relie à Bruxelles, Londres, Paris, au Randstad Holland ou aux grands centres de Rhénanie du Nord-Westphalie.

La réalisation prochaine du canal Seine-Nord-Europe va compléter le réseau fluvial en créant une liaison majeure entre la région parisienne et l'Europe du Nord, favorisant le transport « durable » des marchandises.

La région joue ainsi un rôle de carrefour des réseaux de transports.

Par son emplacement et ses réseaux de transport, le Nord - Pas de Calais se trouve au cœur d'une dynamique de développement européenne et d'interaction entre grandes métropoles que certains ont formalisée sous l'appellation de « dorsale européenne », allant de l'Angleterre à l'Italie du nord en passant par le Benelux et l'Allemagne de l'ouest (parfois appelée « banane bleue »), ou de « Pentagone » (Londres-Paris-Milan-Munich-Hambourg), évoquée notamment dans le Schéma de développement de l'espace communautaire (SDEC).

↓ Carte de situation du Nord - Pas de Calais



UN PASSÉ ANCRÉ DANS LE PAYSAGE ET DANS LES ESPRITS

Le XIX^{ème} siècle a fait du Nord - Pas de Calais une grande région industrielle basée sur trois secteurs majeurs : le textile, le charbon et la sidérurgie. Cette industrialisation fut accompagnée d'une explosion démographique et d'un développement urbain très rapide. La crise économique s'amorce dès les années soixante avec le déclin de la sidérurgie dans la Sambre et la disparition programmée des mines de charbon.

↓ Oignies



Le dernier charbon remontera de la fosse de Oignies le 21 décembre 1990, marquant la fermeture de la dernière mine du nord.

Entretemps, les activités minières et sidérurgiques ont dessiné un paysage, avec un grand nombre de terrils encore visibles, l'habitat, avec les cités minières et les jardins ouvriers, mais aussi une culture locale qui se retrouve dans le patois, les fanfares et la culture du sport (le Racing Club de Lens, créé en 1906, fut ainsi le premier club de football de la région).

Le bassin minier est aujourd'hui candidat à l'inscription au patrimoine mondial de l'UNESCO.

L'exploitation du charbon en chiffres

(données issues du SCOT de Lens-Liévin Hénin-Carvin)

100 000 km de galeries

2400 millions de tonnes de charbon prélevées

850 millions de m³ de vides résiduels
(230 fois le tunnel sous la Manche)

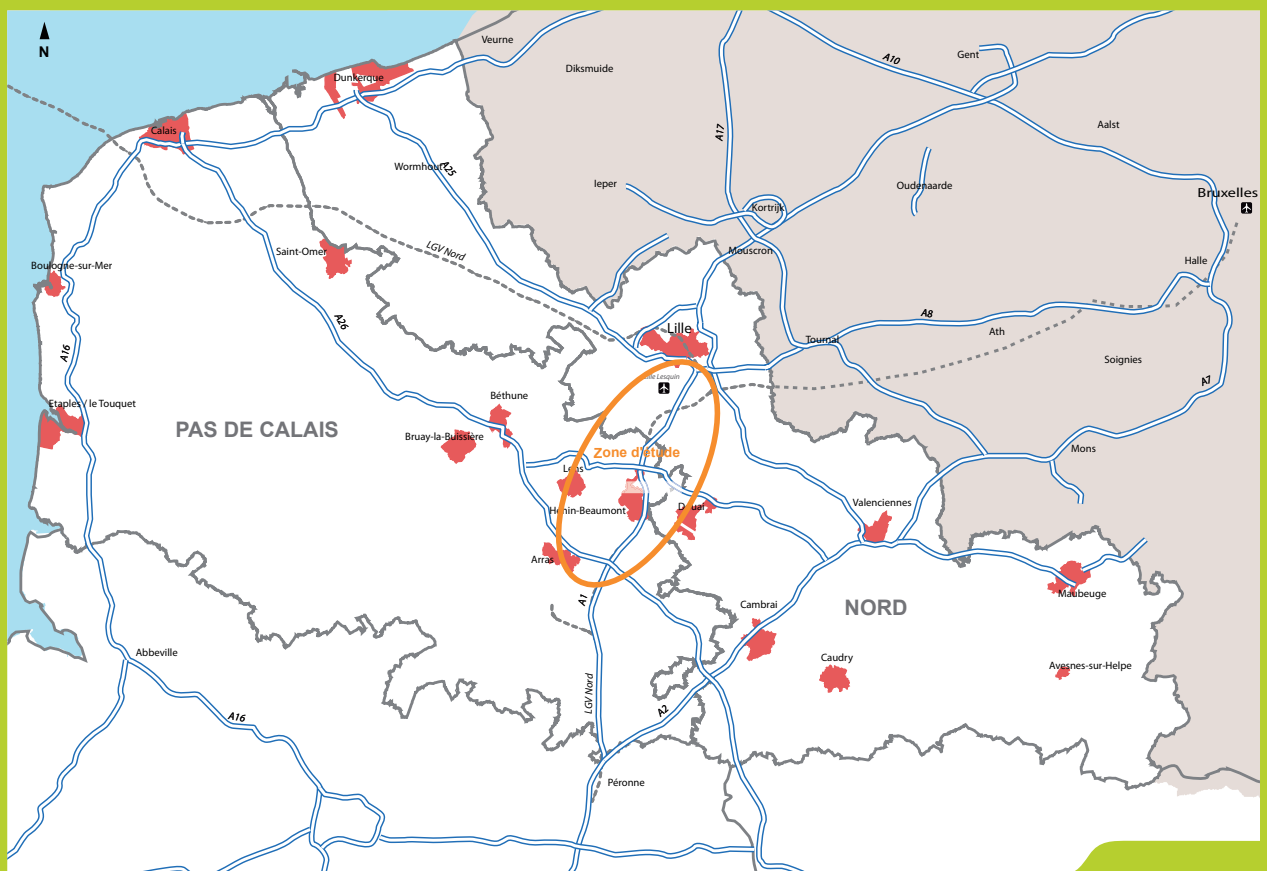
600 puits de mines

330 terrils

250 000 mineurs

(français, belges, polonais, italiens, algériens, marocains...)

↓ Une zone d'étude dans le cœur métropolitain régional



↓ Zoom sur la zone d'étude



Le territoire de la zone d'étude, compris entre les postes électriques d'Avelin et de Gavrelle, s'inscrit entre les agglomérations d'Arras, Lens-Liévin, Hénin-Carvin, Douai et Lille.

Il s'insère au cœur de la région Nord - Pas de Calais et touche les deux départements qui la composent.

Il concerne tout particulièrement quatre entités spécifiques que sont l'Arrageois, le Bassin Minier, le Mélantois et la Pévèle.

L'Arrageois, au sud-ouest, fortement agricole et occupé par des espaces de grandes cultures, concerne, pour les communes de la zone d'étude, les territoires de la Communauté urbaine d'Arras et de la Communauté de communes d'Osartis.

Le Bassin minier, au centre, connaît une quasi-continuité urbaine, à l'exception de deux coupures, la première due à l'autoroute A1 et la ligne LGV Nord ; l'autre constituée par une bande agricole et boisée dans laquelle s'insère la ligne

de grand transport d'électricité Avelin-Gavrelle actuelle. La zone d'étude englobe des communes de la Communauté d'agglomération d'Hénin-Carvin (dans le département du Pas de Calais) et de la Communauté d'agglomération du Douaisis (dans le département du Nord).

Plus au nord, **le Mélantois et la Pévèle** offrent des paysages de campagne en cours de périurbanisation, qui se répartissent entre les Communautés de communes du Sud Pévèlois, du Pays de Pévèle, du Carembault et de Lille Métropole.



La Pevèle



Le Bassin minier



L'Arrageois

2. LA DYNAMIQUE SOCIO-ÉCONOMIQUE À L'ŒUVRE SUR LE TERRITOIRE

LES PARTICULARITÉS DÉMOGRAPHIQUES DU TERRITOIRE

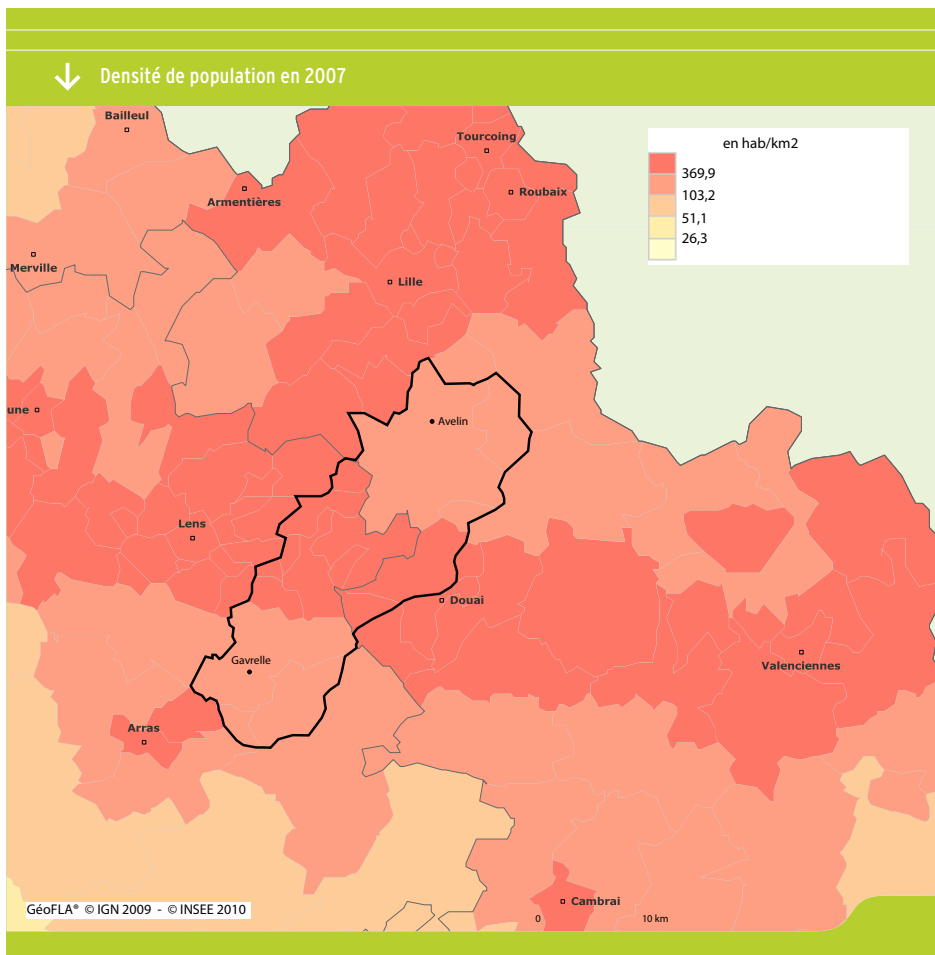
Le Nord - Pas de Calais possède une population relativement jeune par rapport aux autres régions françaises, une jeunesse résultant d'un taux de natalité favorable. Ce solde naturel positif est cependant compensé par un solde migratoire négatif, l'attractivité des régions proches (notamment la région parisienne) générant une importante émigration.

Les projections démographiques à 20 ou 30 ans évoquées par le Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire (SRADT) montrent une stagnation de la population régionale autour de 4 millions d'habitants.

L'évolution devrait être différenciée d'un territoire à l'autre, favorisant la concentration autour des grands pôles urbains. D'ores et déjà, 75% des habitants du Nord - Pas de Calais vivent en milieu urbain. Mais la concentration devrait toucher encore davantage le cœur métropolitain. Près d'1 habitant sur 3 du Nord - Pas de Calais devrait ainsi habiter dans la métropole lilloise d'ici 2030.

La zone d'étude relie quatre agglomérations parmi les plus importantes de la région : Communauté urbaine de Lille Métropole avec ses 1,1 million d'habitants, agglomérations de Lens-Liévin (252 000 habitants), Douai (156 000 habitants) et Arras (94 000 habitants).

Dans ce secteur, des dynamiques similaires à celles observées au niveau régional sont à l'œuvre : solde migratoire négatif dans le bassin minier et l'arrageois, attractivité de la métropole lilloise au détriment des autres agglomérations.



Cas particulier, la Pévèle connaît une attractivité grandissante liée au phénomène de périurbanisation, traduction de l'extension de l'aire urbaine lilloise.

LA MUTATION ÉCONOMIQUE EN COURS

Le déclin industriel et minier observé des années 1960 aux années 1990 a fait perdre au Nord - Pas de Calais plus de 325 000 emplois industriels. Malgré ce déclin et ses conséquences sociales, l'emploi industriel reste plus important

que la moyenne nationale, grâce à la politique de reconversion industrielle engagée par les pouvoirs publics : développement du pôle de Dunkerque, implantation d'importantes unités de construction automobile (Douai, Valenciennes, Maubeuge), développement de la pétrochimie (Dunkerque) ou de la plasturgie (ouest du bassin minier).

La reconversion s'est accompagnée d'un développement important du réseau routier, favorisant l'implantation de zones d'activités, notamment logistiques, connectées aux autoroutes et aux voies navigables.

Dans la zone d'étude du projet se concentre un grand nombre de zones d'activités économiques, commerciales, industrielles et artisanales. Les grands parcs d'activités, directement raccordés au réseau autoroutier et fluvial, côtoient une grande diversité de sites plus modestes aménagés dans les communes urbaines de petite taille ou implantés au cœur d'espaces ruraux.

Le bassin minier demeure un territoire où les industries sont fortement implantées. Un site économique d'importance dans le secteur du projet, la zone Delta 3 à Dourges, constitue une pièce maîtresse du pôle d'excellence régionale Euralogistic piloté par la CCI de l'Artois et devrait connaître un important développement avec l'arrivée du canal Seine-Nord Europe. Zone en pleine évolution, elle connaît actuellement des travaux visant à réaliser un complexe de formation en logistique innovant, le « Campus Euralogistic », situé à l'entrée de la plateforme multimodale.



Plateforme multimodale
Delta 3 de Dourges

LE MAINTIEN D'UNE FORTE PRÉSENCE AGRICOLE

Historiquement, le Nord-Pas-de-Calais a toujours été une grande région d'agriculture, avec une production importante et diversifiée favorisée par des sols fertiles et un climat propice aux hauts rendements.

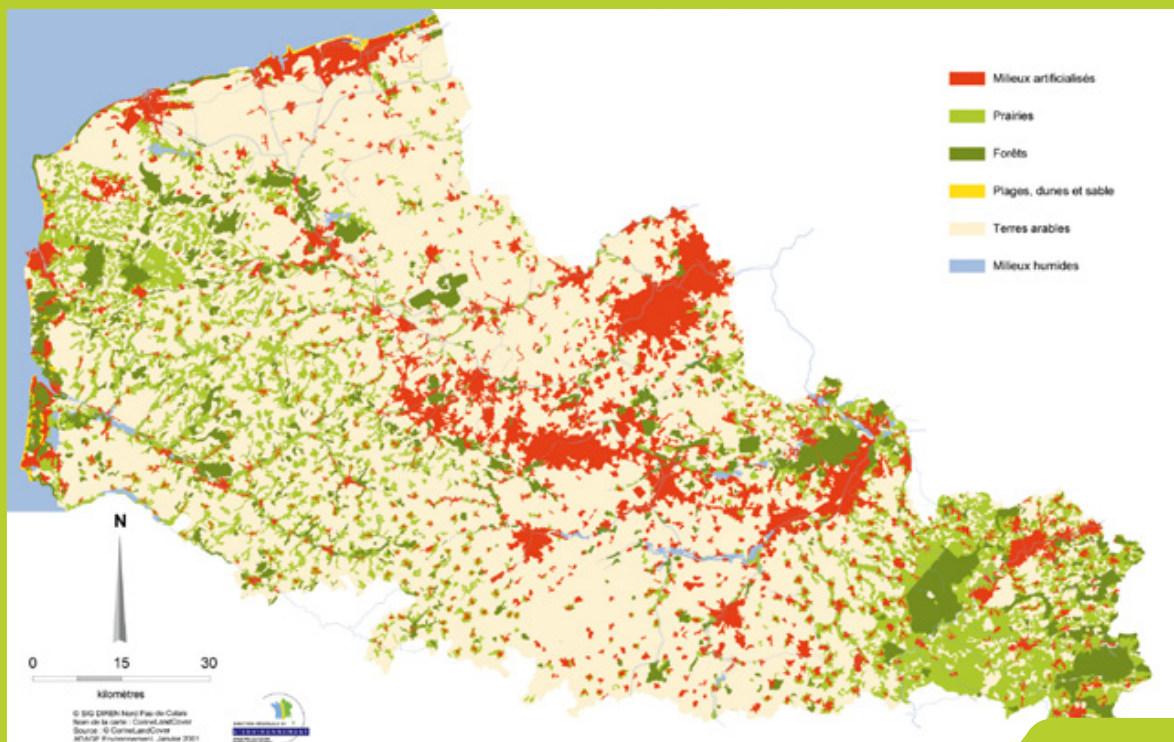
Trois quarts de l'espace régional est encore aujourd'hui consacré à l'agriculture, notamment pour les

grandes cultures de céréales, de betteraves et de pommes de terre.

Dans la zone d'étude, le secteur de la Pévèle est une zone de polyculture et d'élevage où les exploitations agricoles sont de petite taille et associent souvent l'élevage à la culture.

Dans le sud de la zone d'étude, en dehors des cultures maraîchères des environs de la Scarpe et de la Sensée, les grandes cultures céréalières dominent, notamment dans l'Arrageois.

↓ Occupation des sols



3. LES GRANDS AXES D'ÉVOLUTION DU TERRITOIRE ET LES PROJETS DE DÉVELOPPEMENT

UNE PLANIFICATION À L'ÉCHELLE RÉGIONALE

La Région Nord - Pas de Calais a souhaité formaliser ses grandes orientations d'aménagement dans un SRADT qui se décline ensuite dans différents schémas régionaux sectoriels.

Il se fixe six enjeux de développement à 10 ans :

- » Investir la société de la connaissance et de la communication
- » S'ouvrir à l'Europe et au monde
- » Faire la différence en construisant et en valorisant nos spécificités
- » Surmonter les disparités
- » Reconquérir l'environnement et améliorer le cadre de vie
- » Mobiliser la société régionale et renforcer la citoyenneté

Déclinés en actions, ces enjeux ont été pour certains formalisés au travers de Directives Territoriales d'Aménagement (DTA) qui s'imposent à l'ensemble des collectivités.

L'une des DTA concerne « Le renouvellement urbain et la maîtrise de la périurbanisation et de l'urbanisme commercial ». Elle met en lumière l'enjeu foncier, le maintien des espaces naturels et agricoles et le développement cohérent des zones d'activités.

Une autre DTA évoque « Le développement d'une politique ambitieuse du paysage (trame verte et bleue) ». Elle souligne le risque d'une fragmentation des espaces naturels.

La trame verte et bleue est destinée à enrayer le déclin de la biodiversité. Cette démarche consiste à préserver et restaurer les continuités écologiques au sein d'un réseau fonctionnel, aussi bien terrestre (trame verte) qu'aquatique (trame bleue). Cette trame est un outil d'aménagement du territoire qui doit assurer la communication écologique entre les grands ensembles naturels.

Un Schéma Régional d'Orientation de la Trame Verte et Bleue du Nord - Pas de Calais a vu le jour

dans la lignée du SRADT et de la DTA. Il distingue :

- » des cœurs de nature : les espaces naturels les plus remarquables du point de vue de la biodiversité ;
- » des espaces relais : les espaces présentant une couverture végétale susceptible de constituer des relais à travers le paysage ;
- » des espaces à renaturer : les espaces dont les fonctions écologiques doivent être restaurées pour constituer la continuité du réseau.



Un objectif du SRADT : développer la trame verte et bleue



La maîtrise de la périurbanisation identifiée comme un enjeu de développement à 10 ans

Schéma régional de développement économique et pôles de compétitivité

Regroupant, sur un même territoire, les acteurs de l'entreprise, de la recherche et de la formation, les pôles de compétitivité créent de nouvelles dynamiques d'innovation et d'aménagement du terri-

toire régional. 6 pôles ont été labellisés en Nord - Pas de Calais. Ils concernent des secteurs à fort développement que sont : les transports, la santé, l'agro-alimentaire, les matériaux, le textile, les

Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) et la distribution. Ils constituent des pivots du Schéma Régional de Développement Economique (SRDE).

↓ Schéma régional de développement économique



L'ÉVOLUTION SPATIALE DU TERRITOIRE ENVISAGÉ PAR LES INTERCOMMUNALITÉS

La zone d'étude du projet est concernée par plusieurs Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT) : ceux de la région d'Arras, de Marquion-Osartis, du Douaisis, de Lens-Liévin-Hénin-Carvin et de Lille Métropole. Les Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT) sont des outils de planification permettant à un territoire intercommunal de définir les grands axes et les objectifs d'organisation

future. Ils s'imposent ensuite aux documents d'urbanisme communaux. Les SCOT doivent eux-mêmes se conformer aux objectifs et aux orientations définies par le SRADT.

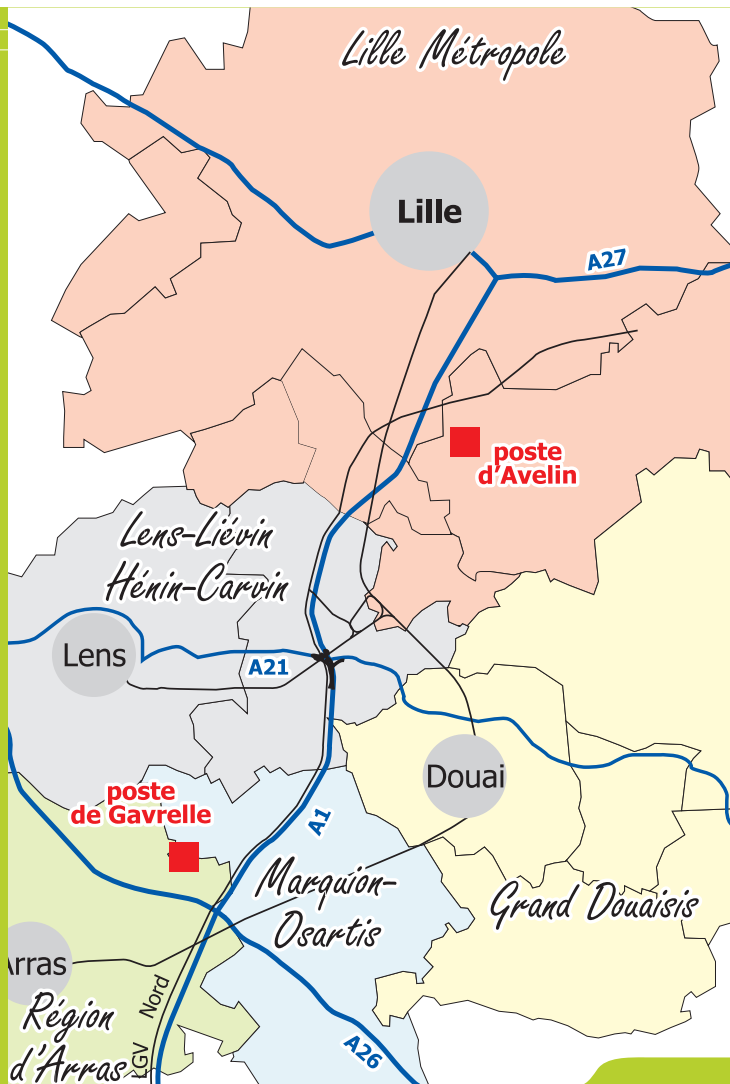
Dans l'Arrageois, le SCOT prévoit un développement important pour les communes voisines d'Arras, et un développement existants pour les autres communes.

Les franges nord du territoire du SCOT Marquion-Osartis (Oppy, Neuvireuil, Izel-lès-Équerchin, Quiéry-la-Motte, ...) présentent aussi

des extensions localisées autour des villages. Ce secteur, proche d'Arras, de Douai et des agglomérations de Lens-Liévin et Hénin-Carvin, a vocation à rester attractif pour un habitat de type résidentiel.

Le Bassin Minier montre une urbanisation pratiquement continue entre Lens et Douai, autour de l'axe A 21 / RD 643. Pour les deux SCOT concernant ce territoire (Lens-Liévin-Hénin-Carvin et Douaisis), le développement doit rester organisé autour de cet axe.

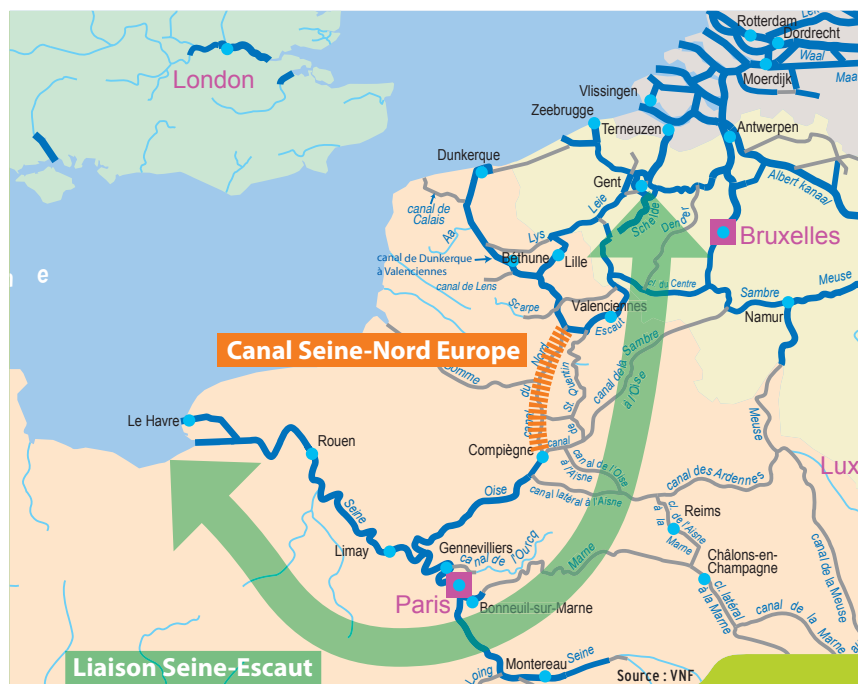
Il est préconisé par le SCOT Lens-Liévin-Hénin-Carvin de



privilégier « une logique de maîtrise de l'étalement urbain et du mitage » et de favoriser le renouvellement urbain. L'axe préférentiel est la bande centrale (Hénin-Beaumont, Noyelles-Godault, Courcelles-lès-Lens) ; le secteur Nord (Leforest, Évin-Malmaison, Dourges, Courrières, Oignies, Libercourt et Carvin) doit connaître un développement maîtrisé avec un « traitement des franges résidentielles ». Les trames verte et bleue seront confortées et étoffées pour préfigurer une « charpente » d'espaces naturels à l'échelle du SCOT.

La maîtrise de l'étalement urbain figure aussi parmi les enjeux du SCOT du Douaisis. Les opérations d'habitat les plus denses concernent Douai et les communes situées à l'Est de l'agglomération. Un corridor de la trame verte et bleue suit le canal de la Deûle. Le SCOT de Lille-Métropole ne prévoit pas de développement urbain et économique au sud de l'A 1, Seclin marque « la Porte du Sud » de la métropole. Une seule exception : la plateforme multimodale Delta 3, qui est l'un des pôles d'excellence métropolitain. La forêt de Phalempin est une zone à dominante écologique et récréative de la trame verte et bleue ; la Pévèle et le Mélantois figurent parmi les secteurs de préservation et de développement de la qualité du paysage.

↑
Découpage des SCOT sur la zone d'étude



→
Le projet de Canal Seine-Nord Europe et la liaison Seine-Escaut

↓ Le transport fluvial, un levier du développement économique



Le canal Seine-Nord-Europe, un projet de transport, d'aménagement et de développement économique

Le canal Seine-Nord Europe vise à relier le réseau de la Seine à celui de l'Escaut par la construction d'un canal de 106 km de long, depuis Compiègne jusqu'au canal Dunkerque-Escaut à Aubencheul-au-Bac. Le canal vise principalement à alléger l'autoroute A1 et à développer le transport fluvial. La phase de dialogue compétitif pour sa réalisation a été officiellement lancée le 5 avril 2011.

Le canal Seine-Nord-Europe prévoit quatre zones portuaires entre l'Oise et le Nord. La plus grande d'entre elles, avec 156 ha, se trouvera sur les communes de Sauchy-Lestrée et de Marquion, au sud de la zone d'étude. Elle devrait renforcer l'offre logistique de la plateforme Delta 3 de Dourges et attirer des implantations nouvelles du secteur de l'agroalimentaire.

La bonne articulation entre ces deux plateformes portuaires devrait avoir un impact économique important pour tout le secteur, notamment l'agglomération d'Hénin-Beaumont, proche de Dourges.

4. UNE SENSIBILITÉ PARTICULIÈRE AUX ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

Le Nord - Pas de Calais fut la première région de France à accueillir un Parc Naturel Régional, et à inscrire le principe du développement durable dans le préambule du contrat de plan Etat-Région.

La lutte contre le changement climatique fait aujourd'hui l'objet d'un « plan climat régional » et bientôt d'un Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) en cours d'élaboration.

Ainsi, les traces du passé industriel, la politique de reconversion, la périurbanisation sont autant de facteurs qui renforcent la pression sur le foncier et sur les milieux naturels et influencent le regard porté sur les enjeux environnementaux.

Ce rapport à l'environnement est cependant différent d'une entité territoriale à l'autre.

Les habitants de la Pévèle, issus pour beaucoup du phénomène de périurbanisation décrit précédemment, considèrent l'environnement comme un bien rare, par comparaison aux densités urbaines proches. La pression foncière pouvant avoir un impact sur les espaces naturels fait l'objet d'une vigilance particulière.

Le rapport à l'environnement est sensiblement différent dans le bassin minier, le patrimoine paysager possédant un caractère identitaire et un potentiel d'image positif. En témoigne la reconversion de certains terrils en zones de loisirs. Au-delà de cet aspect identitaire, l'environnement est aussi perçu comme un enjeu de santé publique dans le bassin minier, le passé industriel étant à l'origine de pollutions de l'air et des sols, comme sur l'ancien site de Metaeurop. Outre l'aspect sanitaire, l'impact sur le milieu de l'exploitation minière se

fait aussi ressentir, les affaissements miniers ayant créé près de 6000 ha de dépressions devenues des zones inondables.

Dans l'Arrageois, les enjeux environnementaux sont davantage tournés vers le maintien des espaces agricoles, face à un phénomène de périurbanisation qui est à l'œuvre dans l'est du secteur.

Les inquiétudes liées à la mutation économique et à ses conséquences sociales s'étendent désormais au cadre de vie et à l'environnement. Comme le soulignaient les Cahiers régionaux de l'environnement, « passer d'un développement non durable à un développement durable, tel est en effet l'enjeu majeur de la région, qui doit gagner une triple bataille : garantir à ses habitants sécurité et « mieux-vivre », réussir une mutation économique respectueuse de l'environnement et poursuivre la construction d'une véritable gouvernance en matière de choix de développement. »

↓ Le bois des Cinq Tailles, zone naturelle sensible





PARTIE 2

LES RAISONS D'ÊTRE DU PROJET

Le réseau à 400 000 volts du Nord-Pas de Calais atteint désormais la limite de sa capacité de transport sur la portion comprise entre les postes d'Avelin et de Gavrelle, qui est le maillon faible de ce réseau. L'évolution récente des flux d'électricité au niveau régional, national et européen a eu pour conséquence une forte augmentation du transit dans cette ligne. Cela est dû à l'évolution du parc de production et l'intensification des échanges d'électricité entre pays européens. Les évolutions prévues dans les prochaines années devraient accentuer la contrainte qui pèse sur la ligne Avelin-Gavrelle.

1. LE RENFORCEMENT DE LA LIGNE AVELIN-GAVRELLE : UN PROJET VITAL POUR LA PERFORMANCE TECHNIQUE, ÉCONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE

Le projet de renforcement de la ligne Avelin-Gavrelle est nécessaire pour que RTE puisse remplir ses missions de service public : garantir la sûreté de fonctionnement du système électrique, réduire le coût du transport dans la facture d'électricité, disposer d'un réseau permettant de faire face à l'évolution de la production et de la consommation d'électricité.

GARANTIR À CHAQUE INSTANT LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE FRANÇAIS : C'EST LA MISSION PRIORITAIRE DE RTE

La maîtrise de la sûreté de fonctionnement du système électrique est au cœur des missions de RTE.

Elle se traduit par deux types d'actions :

La garantie de l'équilibre production/consommation :

L'électricité ne se stocke pas en grande quantité. C'est pourquoi il faut en permanence équilibrer la production avec la consommation. RTE, qui ne produit pas d'électricité, est responsable de cet équilibre. Il s'assure à tout instant auprès des producteurs que la production est disponible en quantité suffisante.

La fiabilité du réseau

Comme tous les équipements techniques, les ouvrages du réseau électrique peuvent rencontrer des pannes : soit des défaillances internes, soit des avaries provoquées par des événements climatiques (foudre, vent, neige, givre, inondations...). Pourtant les consommateurs d'électricité installés en France sont coupés en moyenne moins de 3 minutes par an sur défaillance du réseau de transport d'électricité. Cette performance technique est le fruit

d'un engagement de chaque instant. Il commence des années en amont, par un dimensionnement adapté du réseau de transport d'électricité : c'est le *développement du réseau*. Il se poursuit par l'entretien des ouvrages du réseau, qui est assuré dans les périodes où ils sont le moins sollicités : c'est la *maintenance du réseau*.

Il se finalise par la conduite quotidienne des ouvrages ainsi mis à disposition afin d'assurer à chaque seconde la sûreté et la sécurité du système électrique français : c'est l'*exploitation du réseau*.

Ce sont ces trois missions de service public qui ont été confiées à RTE par la loi du 10 février 2000.

Nous verrons que le développement de l'axe Avelin-Gavrelle répond à ces enjeux dans deux domaines :

- » le premier, l'équilibre production-consommation, en permettant le raccordement de nouveaux moyens de production dans le Nord - Pas de Calais, et en favorisant l'utilisation de la production européenne d'énergies renouvelables,
- » le second, l'amélioration de la sûreté de fonctionnement du réseau, en fiabilisant un axe dont la défaillance aurait des conséquences importantes sur l'alimentation de la zone Lille-Arras-Valenciennes.

Note : le transport de l'électricité et les principales notions techniques qui s'y rattachent sont présentés dans l'annexe n°2 du présent dossier.

MAÎTRISER LA FACTURE ÉNERGÉTIQUE POUR LA COLLECTIVITÉ : UNE MISSION DE SERVICE PUBLIC POUR RTE

Les consommateurs d'électricité raccordés au réseau rémunèrent deux types d'acteurs du système électrique :

- » le fournisseur d'électricité auprès de qui ils achètent leur énergie électrique,
- » les gestionnaires des réseaux de transport et de distribution que cette énergie emprunte.

RTE est financé par le Tarif d'Usage du Réseau Public d'Electricité (TURPE) qui fixe le montant que chaque consommateur d'énergie doit payer à RTE pour chaque MWh consommé.

Le financement du réseau de transport représente environ 11% de la facture d'électricité des clients domestiques et jusqu'à 20% de la facture des clients industriels les plus importants, qui sont raccordés directement au réseau de transport d'électricité.

Afin de maintenir la compétitivité de l'industrie française, et le pouvoir d'achat des ménages, RTE est invité à réduire le coût de transport de l'électricité. La Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) y veille, en contrôlant que les dépenses de RTE soient justifiées par ses missions de service public.

RTE contribue également à une meilleure économie du système électrique en permettant aux centrales les moins chères de produire en priorité, et de réserver pour les heures de pointe de consommation les centrales les plus onéreuses.



←
Poste électrique

En outre, la Commission Européenne promeut l'amélioration de l'interconnexion des réseaux des pays européens. En effet, celle-ci favorise la mutualisation des moyens de production sur l'ensemble du territoire européen interconnecté pour une utilisation optimale en faveur des consommateurs européens.

ANTICIPER POUR ACCUEILLIR LA PRODUCTION ET LA CONSOMMATION SUPPLÉMENTAIRES

Le réseau électrique de RTE doit tout d'abord accompagner l'évolution de la consommation d'électricité des territoires (agglomérations, bassins industriels, nouvelles lignes ferroviaires électrifiées). Par ailleurs, la production d'électricité en France comme en Europe va connaître des mutations très importantes dans les prochaines années, notamment le développement de la production éolienne et de la production photovoltaïque.

Ainsi, le paragraphe pages 39-40 détaille les évolutions prises en compte dans les perspectives énergétiques de RTE pour la région Nord - Pas de Calais. Ces perspectives montrent que le réseau doit être renforcé au niveau de son maillon faible, la ligne Avelin-Gavrelle.

2. HISTORIQUE DU RÉSEAU À 400 000 VOLTS DANS LE NORD DE LA FRANCE

La région Nord - Pas de Calais présente la particularité d'accueillir sur son territoire de nombreuses industries, qui représentent plus de la moitié de sa consommation d'électricité (56% en Nord - Pas de Calais, de l'ordre de 30% pour l'ensemble de la France).

Cette région accueille également des sites de production d'électricité de premier ordre, dont le plus important site de production d'électricité en Europe, situé à Gravelines.

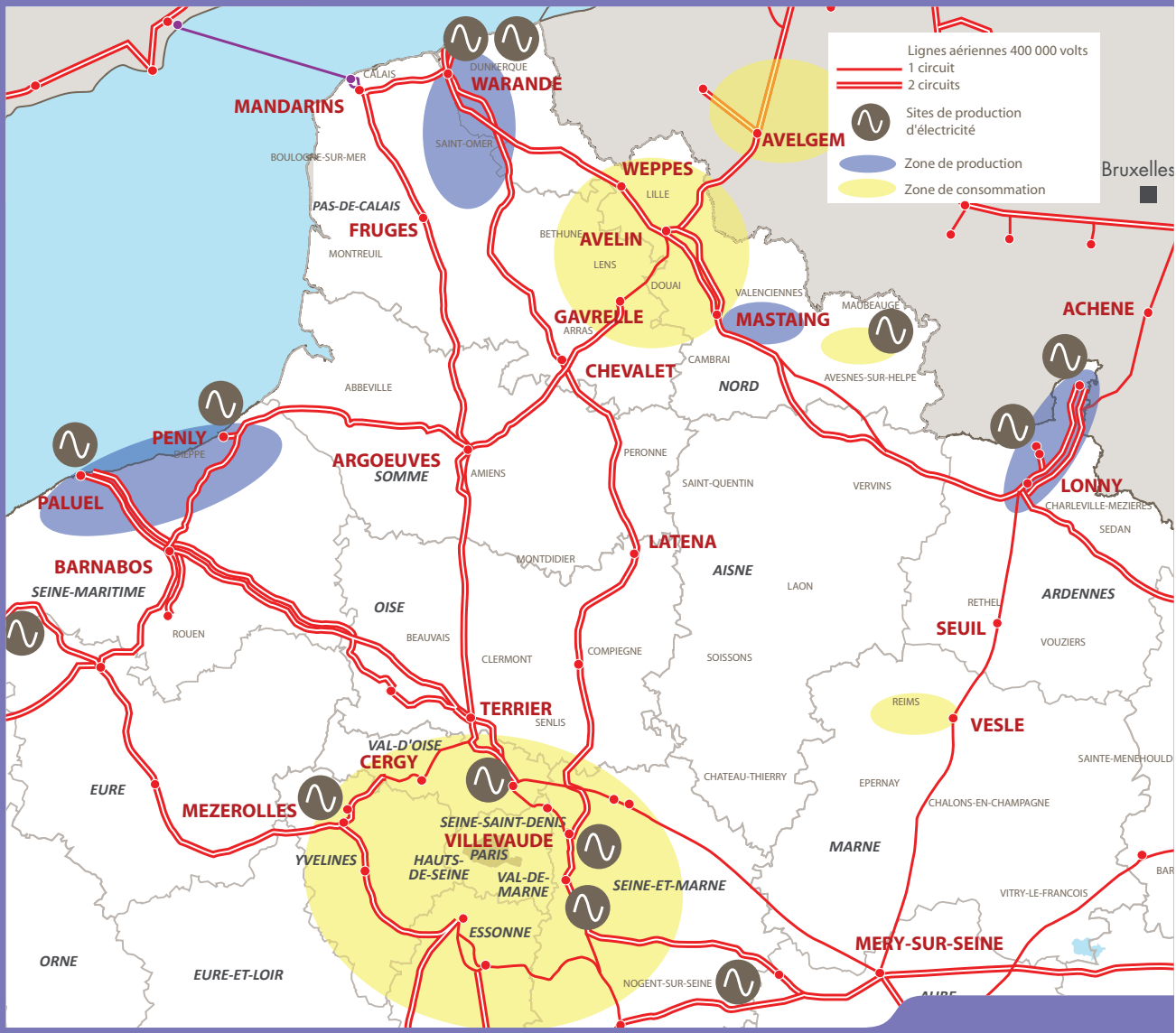
Les principales caractéristiques de la production et de la consommation régionales sont résumées sur la carte suivante, où les zones de production sont en bleu et les principales zones de consommation en jaune, et le réseau à 400 000 volts actuel est dessiné en rouge.

Jusqu'en 1976, la région était alimentée en 225 000 volts et en 90 000 volts, un réseau qui est aujourd'hui utilisé pour l'acheminement de l'électricité sur de plus courtes distances. Il assure également un secours pour le réseau 400 000 volts dans certaines situations de panne.

Pour faire face à l'augmentation des consommations, le réseau 400 000 volts de grand transport a été développé à partir de 1960 en France comme dans les autres pays d'Europe. Les premiers ouvrages relient la Savoie, productrice d'hydroélectricité, à la région parisienne. En 1964, 28 ans après les premières interconnexions France-Suisse et France-Allemagne en 225 000 volts, une ligne 400 000 volts est mise en service entre la France et l'Espagne. Le réseau à 400 000 volts se déploie au fil des ans : l'Alsace est connectée en 1968, ainsi que l'Allemagne, la Normandie en 1972, la région nantaise en 1974. En 1976, c'est le nord de la France qui est alimenté par le réseau 400 000 volts.

Le réseau 400 000 volts du nord de la France a été construit en plusieurs étapes, pour relier les zones de production et les zones de consommation.

↓ Les principales zones de production et de consommation d'électricité dans le nord de la France



Le réseau de grand transport dans le Nord - Pas de Calais : une constante adaptation aux évolutions des flux d'électricité

Après les grands chantiers de construction de la période 1976-2004, l'adaptation du réseau s'est poursuivie :

Le renforcement de l'axe Avelin-Warande-Weppes s'est achevé en 2010

Principale artère parallèle à la frontière belge, la ligne 400 000 volts Avelin-Weppes-Warande permet notamment de transporter l'électricité

produite par les moyens de production du littoral de la Manche. Elle permet également de transporter l'énergie électrique provenant de l'Angleterre pour alimenter une partie des consommateurs du Nord (2 millions de foyers alimentés) et faciliter les échanges transfrontaliers avec la Belgique.

En 2010, RTE a achevé sa campagne de remplacement des câbles engagée en 2007. Ces travaux avaient pour but d'augmenter la capacité de secours de ces lignes électriques. Ce chantier a représenté un investissement de 60 millions d'euros sur 4 ans.

Une anticipation du développement éolien : la création du poste de Fruges

Plus de 200 MW de production éolienne devraient être raccordés au réseau de transport d'électricité près des pays des 7 vallées, de l'Audomarois, du Montreuillois et du Ternois.

RTE anticipe l'arrivée de cette production éolienne en construisant un nouveau poste électrique 400 000 volts / 90 000 volts près de Fruges. Ce poste devrait être mis en service en 2013.

Pour alimenter Lille depuis l'est et le sud de la région, une boucle Paris-Amiens-Lille-Charleville-Reims-Paris a été mise en service en **1976**. La ligne Avelin-Gavrelle, construite en 1963 en double circuit 225 000 volts, a été transformée en une ligne simple circuit 400 000 volts et incluse dans cette boucle (le poste de Gavrelle 400 000 volts n'existait pas à l'époque). Dès sa création, cette boucle a été interconnectée avec la Belgique, à Lille et Charleville-Mézières.

Dans une deuxième étape, avec l'apparition des premières unités de production de Gravelines, les lignes

d'alimentation de l'agglomération de Lille depuis cette centrale ont été mises en service (**1980**).

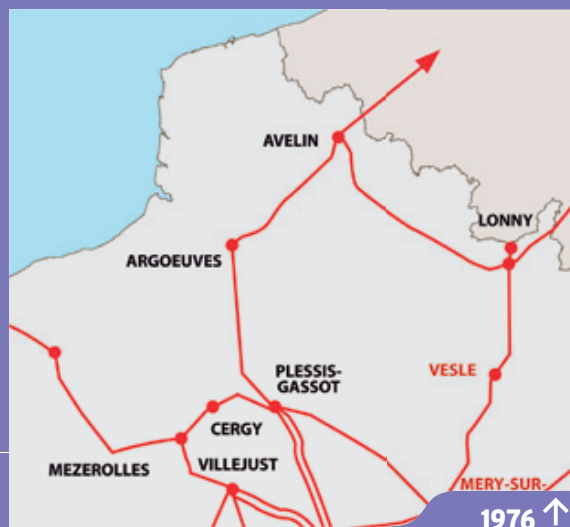
S'ajoutent, en **1984**, des lignes vers la région parisienne, ainsi que les lignes qui relient le site de Paluel à la région parisienne.

En **1986**, pour la mise en service de la liaison sous-marine d'interconnexion entre la France et l'Angleterre à 2000 MW (IFA 2000), construite entre Calais et Douvres, le réseau à 400 000 volts est complété par une ligne entre Gravelines et Calais, et par une ligne entre Calais et le nord de la région parisienne.

Il restera :

- >> en **1992** à créer une deuxième ligne entre Lille et Charleville-Mézières,
- >> en **1998** à étendre le poste 225 000 volts de Gavrelle, près d'Arras, pour le connecter au réseau à 400 000 volts,
- >> en **2003-2004** à mettre en service la ligne Argoeuves-Chevalet-Gavrelle reconstruite en double circuit,
- >> et entre **2007** et **2010** la fin du remplacement des conducteurs de l'axe Avelin-Warande-Weppes pour que le réseau 400 000 volts du Nord - Pas de Calais trouve sa physionomie actuelle.

↓ Les étapes de création du réseau 400 000 volts du nord de la France



3. LA SITUATION ACTUELLE DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE DANS LE NORD DE LA FRANCE

Le système électrique comporte quatre constituants : la production d'électricité, la consommation, le réseau qui les relie, et les flux interrégionaux et internationaux.

LES SITES DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ QUI INFLUENT LES TRANSITS SUR LE RÉSEAU RÉGIONAL

La production régionale

La production d'électricité de la région Nord - Pas de Calais, qui représente près de 9% de la production nationale, a atteint en 2010 47,5 TWh. Ainsi, en 2010, l'électricité produite régionalement a été à 77% de l'électricité d'origine nucléaire, à 21% d'origine thermique à combustible fossile et 2% sont issus des énergies renouvelables, qui progressent fortement.

Le littoral dunkerquois

Le littoral concentre l'essentiel de la production régionale. La centrale de Gravelines en est la principale source.

La centrale de Gravelines dispose de six tranches de 900 MW, soit une puissance nette totale de 5400 MW. Une importante centrale thermique est également implantée sur le littoral : la centrale « DK6 », exploitée par GDF-Suez. D'une puissance de 790 MW, elle constitue à ce jour la plus importante centrale à cycle combiné de France. Elle possède la particularité de brûler à la fois du gaz naturel et des gaz de hauts-fourneaux provenant de l'aciérie d'Arcelor Mittal.

La production électrique dans le secteur Lille-Maubeuge

Ce secteur historique, proche du bassin minier, compte deux centrales à charbon, l'une à Bouchain, exploitée par EDF, d'une puissance de 250 MW et celle d'Hornaing, exploitée par E-ON, d'une puissance de 240 MW, qui envisage aujourd'hui de transformer cette centrale en unité à cycle combiné gaz.

Par ailleurs, construite sur le site d'une ancienne centrale à charbon, la centrale à cycle combiné gaz de Pont-sur-Sambre est la troisième installation importante de ce secteur. Mise en service depuis 2009, elle offre une capacité de 412 MW. Lors de sa mise en service, elle représentait la première centrale française de ce type.



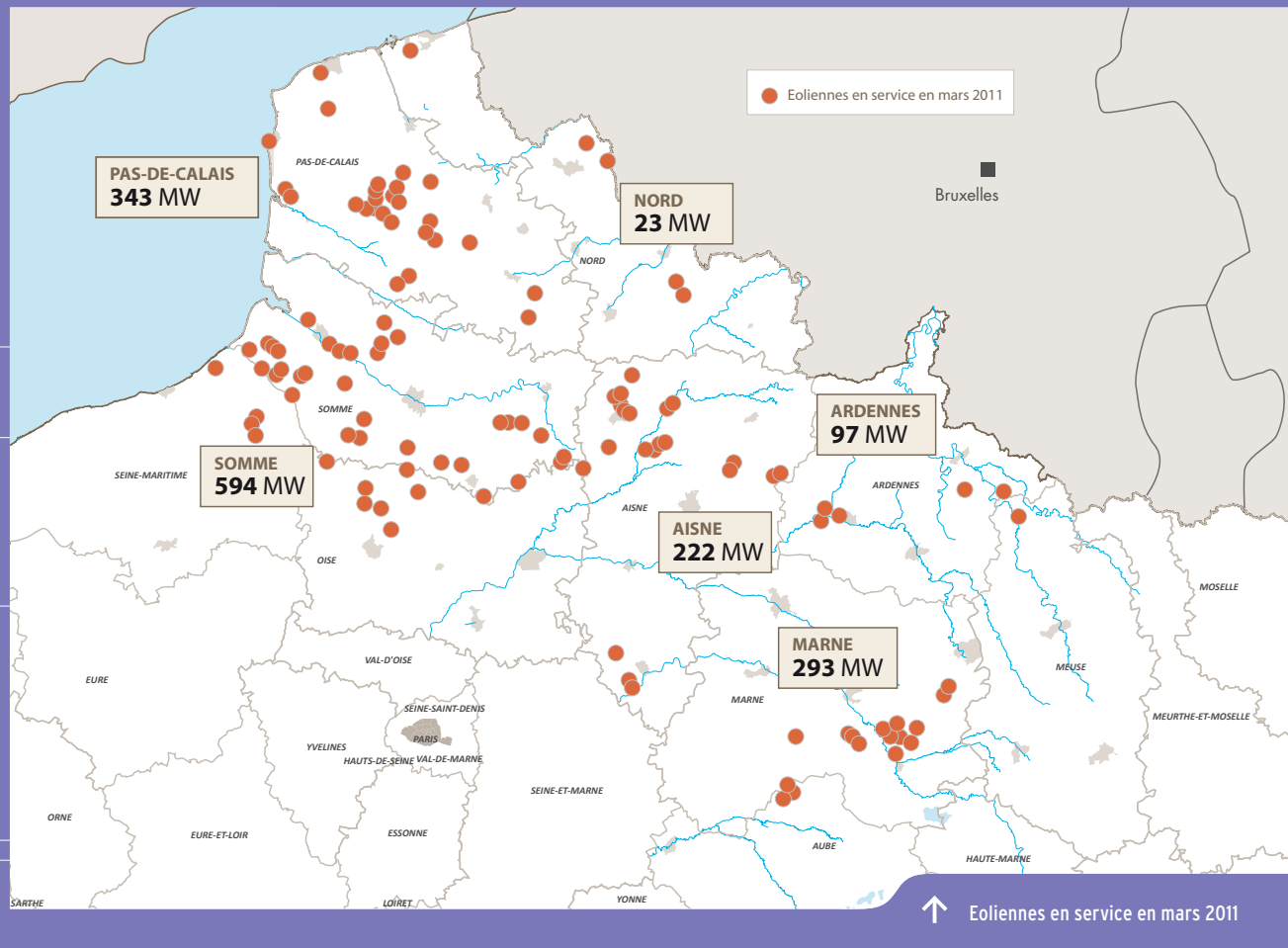
↑ La centrale DK6 à Dunkerque

La production éolienne

La région Nord - Pas de Calais voit le développement récent des productions éoliennes terrestres. Ainsi, entre 2009 et 2010, la production d'électricité issue des énergies renouvelables a globalement progressé de 13%, toutes énergies renouvelables confondues (éolien, biomasse, combustion des ordures ménagères, photovoltaïque et hydraulique). Fin 2010, on comptabilisait une capacité de 366 MW d'éoliennes installées sur le territoire régional.



Eoliennes dans le secteur de Fruges (62)



Les autres sites de production français qui ont une influence sur le réseau du nord de la France

Les installations des Ardennes et du littoral haut-normand influencent, par l'importance de leur production, les flux qui alimentent ou traversent le Nord - Pas de Calais.

Le secteur des Ardennes regroupe deux installations de production d'électricité : les centrales de Chooz et de Revin.

La centrale de Chooz dispose de deux groupes pour une puissance totale de 2900 MW. Ces deux groupes ont été mis en service

en 1996 et 1997. La centrale de Revin a un rôle d'appoint pour la production électrique. Elle remplit ses lacs-réservoirs par pompage lorsque la demande d'électricité est faible et les utilise pour produire de l'électricité lorsque la demande est particulièrement importante. Sa puissance disponible peut aller jusqu'à 800 MW.

Les productions du littoral normand disposent principalement de six groupes pour une puissance totale de 7980 MW. Elles permettent d'alimenter le bassin parisien. Mises en service de 1984 à 1987, ces productions influencent fortement les transits sur le réseau 400 000 volts de la région Nord-Pas de Calais.

L'évolution de la politique énergétique européenne modifie le parc de production

Le Conseil européen du 12 décembre 2008 a pris un ensemble des mesures, directives et décisions concernant le développement des énergies renouvelables en vue de la réalisation de l'objectif « des 3 fois 20 » :

- >> une proportion de 20% d'énergie renouvelable dans la consommation énergétique totale de l'Union Européenne,
- >> la réduction de 20% des émissions de gaz à effet de serre des pays de l'Union par rapport à 1990
- >> et un accroissement de 20% de l'efficacité énergétique d'ici à 2020.

Ces objectifs sont au cœur du « paquet énergie-climat » décidé par l'Europe.

Cette politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre, par une maîtrise de la demande d'énergie et un accroissement de la production d'électricité par des énergies renouvelables, est entrée en action depuis plusieurs années et a commencé à modifier en profondeur le système électrique européen.

Voici quelques exemples de cette mutation très rapide (état à fin 2010) :

- » L'Allemagne a développé en quelques années un parc éolien qui atteignait 27 GW à fin 2010, et un parc photovoltaïque qui atteignait 17 GW.
- » L'Espagne a encore plus rapidement construit un parc éolien de 20 GW à fin 2010. Son parc photovoltaïque était de 4 GW.
- » En France, où le développement des énergies renouvelables est moins rapide que dans ces pays, le parc éolien était de 5,6 GW et le parc photovoltaïque de 1 GW. La courbe suivante, pour le cas de la France, montre la dynamique très importante de l'installation de moyens de production d'électricité à base d'énergies renouvelables.
- » Ces parcs de production ont été construits en moins de 10 ans. Étant par nature intermittentes, ces productions modifient les flux à l'échelle internationale, comme nous le verrons page 32.

LA CONSOMMATION ÉLECTRIQUE DE LA RÉGION NORD - PAS DE CALAIS EN 2010

Une consommation électrique régionale qui se stabilise

La consommation régionale a connu une baisse en 2009, lors de la crise financière internationale et des difficultés qui en ont résulté dans le monde industriel. En 2010 elle a connu une forte augmentation, tant au niveau régional (près de

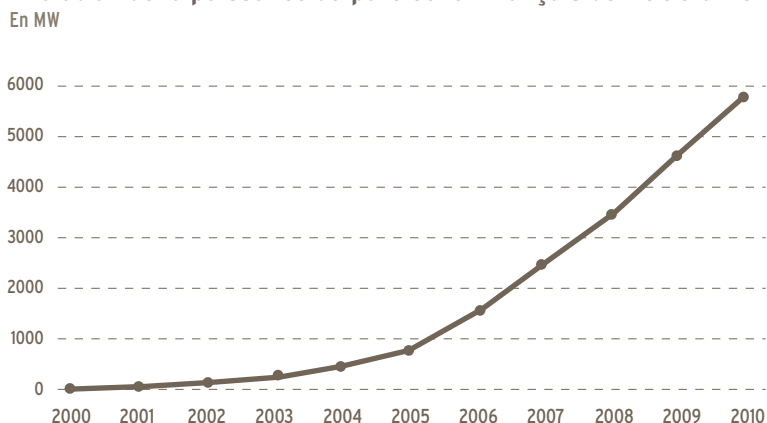


Champ photovoltaïque



Parc éolien offshore

Evolution de la puissance du parc éolien français de 2000 à 2010



6%) qu'au plan national (+5,5%), principalement sous l'effet météorologique (2010 fut une année plus froide que 2009), mais aussi d'un contexte économique plus favorable.

En 2010, la consommation des grandes industries a ainsi augmenté de 8,6% et celle des PME-PMI de 2,6% par rapport à 2009. Dans le même temps, la consommation des

clients raccordés en basse tension a augmenté de 5,5%. Toutefois, après les difficultés économiques de 2008 et 2009, le rebond de consommation de 2010 n'a pas dépassé le niveau constaté dans les années 2004 et 2005.

Le dernier pic de consommation observé pour la région a eu lieu le 1^{er} décembre 2010 à 19h10 pour atteindre près de 6140 MW.

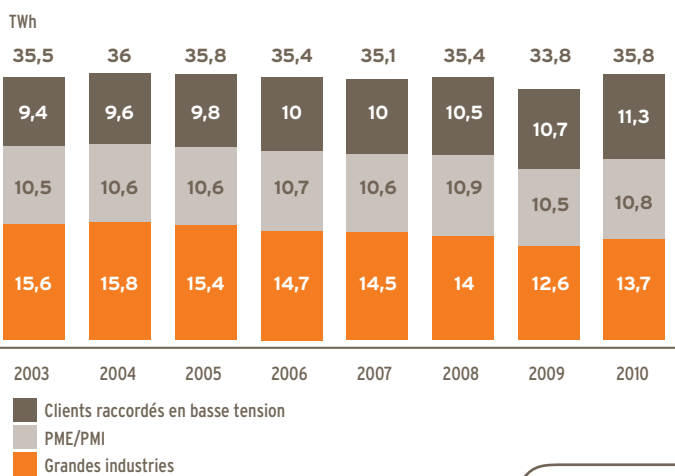
Une consommation industrielle en mutation

A la différence des autres régions françaises, le Nord - Pas de Calais connaît une structure de sa consommation électrique assez spécifique, le secteur industriel représentant à lui seul plus de la moitié des consommations (contre un tiers au niveau national).

Or, la consommation des grandes industries du Nord - Pas de Calais est passée de 15,6 TWh en 2003 à 13,7 TWh en 2010, soit une baisse de 12% en 7 ans (voir graphique ci-contre).

Sans occulter les efforts de maîtrise de l'énergie engagés par ces industries, ce chiffre reflète surtout une importante mutation industrielle, les difficultés des secteurs de la métallurgie et du textile n'étant pas à ce jour compensées par la nouvelle dynamique du secteur automobile et de la logistique.

Volume et répartition des consommations électriques en Nord - Pas de Calais

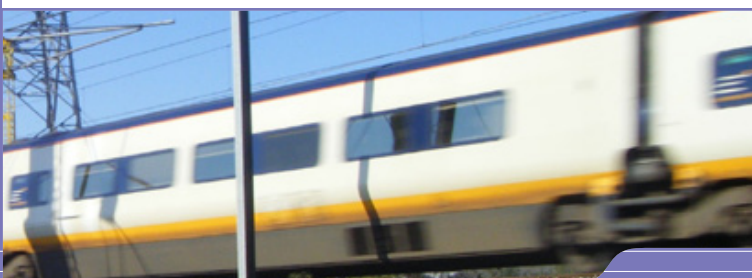


Les postes d'Avelin, de Gavrelle et de Mastaing : un rôle majeur pour l'alimentation électrique de l'agglomération lilloise et de grandes entreprises locales

Les postes d'Avelin et de Gavrelle jouent un rôle majeur dans l'alimentation électrique des agglomérations de Lille, Lens-Liévin, Douai et Arras. La « poche » d'Avelin gère ainsi les besoins en électricité d'environ la moitié de la population de la communauté urbaine de Lille-Métropole.

Les postes d'Avelin, de Mastaing et de Gavrelle ont également pour particularité d'alimenter un grand nombre d'industries telles que :

- >> Saint-Gobain Glass France
- >> L'Usine Mécanique de Valenciennes
- >> Le Centre d'essais ferroviaires
- >> Meryl Fiber
- >> Renault Douai
- >> Bridgestone France
- >> Cargill Haubourdin
- >> La SNCF alimentée à Verquigneul, Les Terres Noires, Maing, Etinchelle, Flamengrie et Lille Délivrance (ces trois derniers raccordements étant réalisés en 225 000 volts)
- >> La Société industrielle Lesaffre
- >> Sevel Nord
- >> La Fonderie et l'Acierie de Denain
- >> Nyrstar
- >> Stora Enso
- >> Maxam Tan
- >> Française de Mécanique
- >> Arcelormittal Stainless France
- >> Roquette Frères Lestrem
- >> V&M France St Saulve
- >> Laminés Marchands Européens
- >> Toyota Motor Manufacturing France



Les lignes à grande vitesse sont alimentées en 225 000 volts ou 400 000 volts

LE RÉSEAU ÉLECTRIQUE ACTUEL DU NORD DE LA FRANCE

Ce réseau se caractérise par :

- >> deux axes nord-sud issus de la centrale de Gravelines et de l'interconnexion France-Angleterre, se dirigeant vers la région parisienne (flèches bleues sur la carte ci-dessous),
- >> un axe parallèle à la frontière belge, qui alimente l'agglomération lilloise depuis les centrales de Gravelines, dans le

Nord, et Chooz dans les Ardennes. Il alimente également les agglomérations de Valenciennes et Charleville-Mézières (flèches oranges sur la carte ci-dessous),

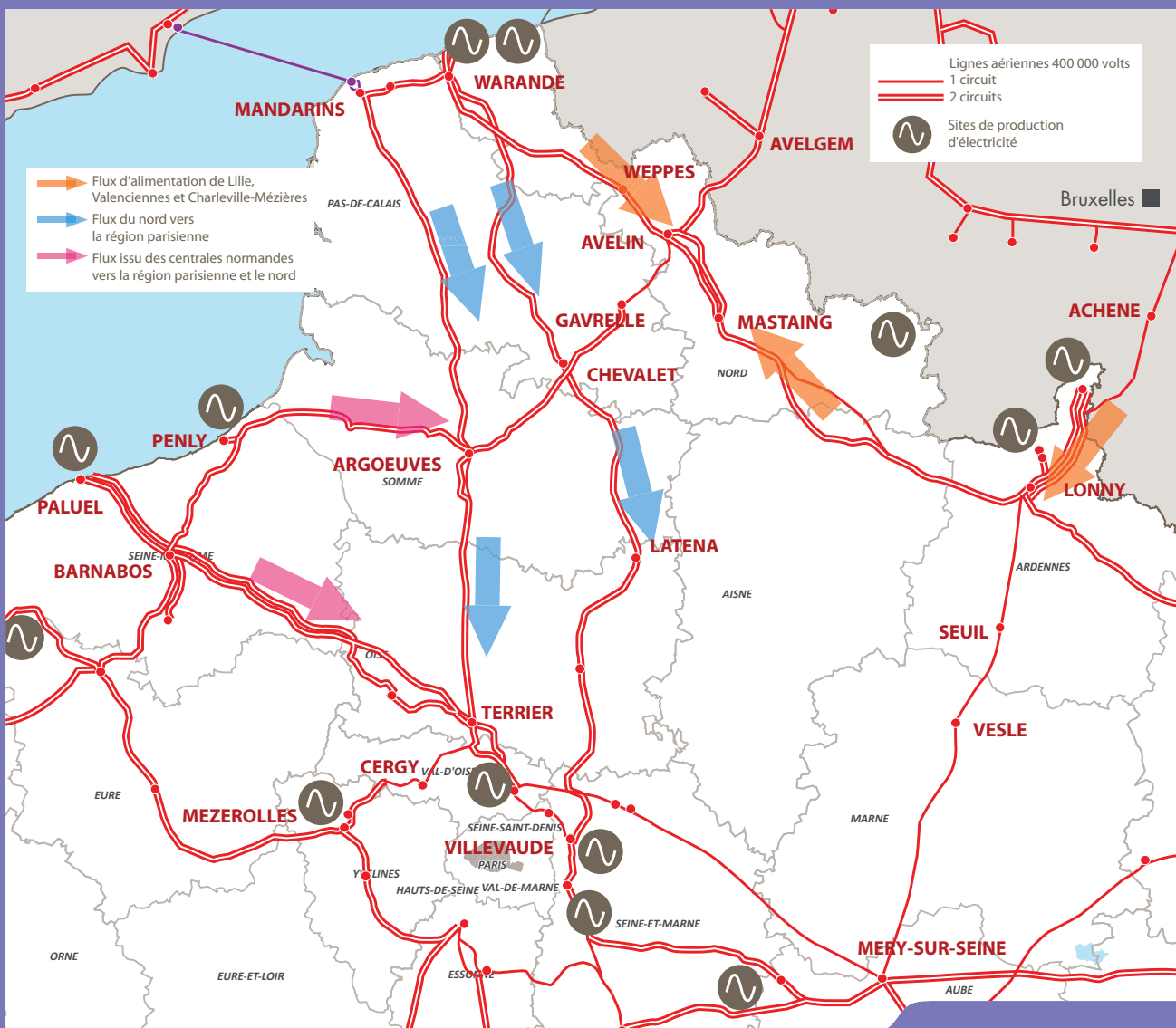
>> deux axes ouest-est issus des centrales de bord de mer dans la Seine-Maritime, en direction de la région parisienne et du Nord (flèches roses dans les cartes ci-dessous).

Les flèches représentent les flux d'électricité généralement constatés à la pointe. Ces flux sont amenés à évoluer en permanence, en fonction des centrales démarrées et selon le

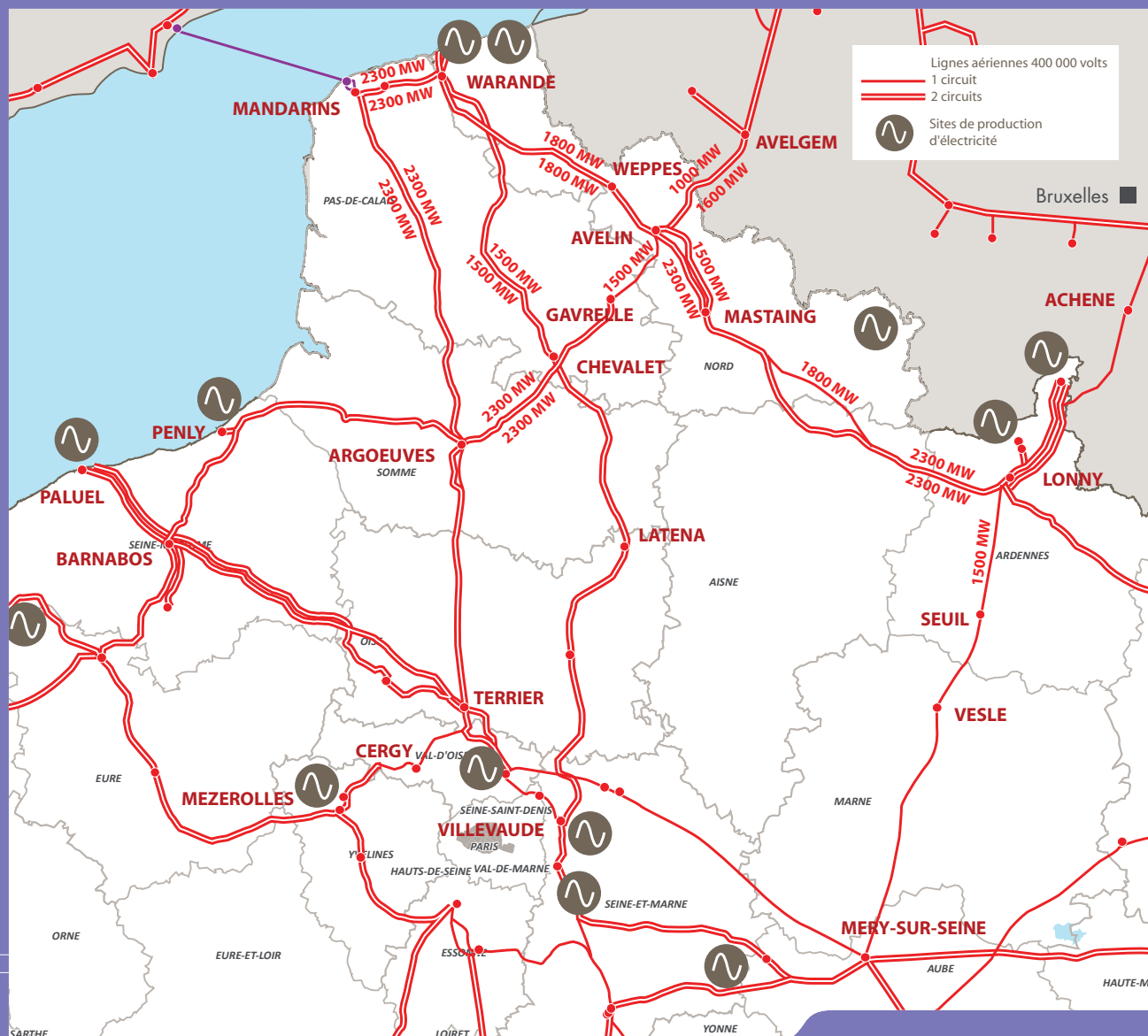
niveau de consommation. Ils peuvent ainsi changer d'intensité, voire de sens, à tout moment.

A l'origine, la ligne Avelin-Gavrelle a été dimensionnée pour jouer un rôle d'équilibre entre les grands carrefours du réseau à 400 000 volts que sont la zone de Lille (poste d'Avelin) et la zone d'Amiens (poste d'Argoeuves). Le besoin en capacité de transport de cet ouvrage était limité. C'est pourquoi cette ligne a été dotée à sa création d'un dimensionnement relativement modeste (Cf. carte ci-contre, qui indique la puissance

↓ Les flux d'électricité dans le nord de la France



↓ La capacité des différentes lignes du réseau 400 000 volts dans le nord de la France



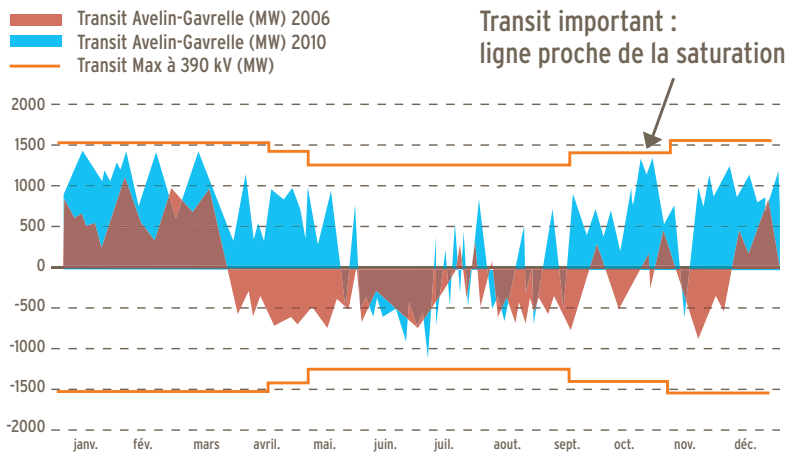
que les lignes du Nord - Pas de Calais peuvent transporter en hiver). De plus, sur l'ensemble du réseau de la région Nord - Pas de Calais, toutes les lignes sont à double circuit (voir page 102), comme la très grande majorité des lignes 400 000 volts de France, sauf la ligne Avelin-Gavrelle, et la 1ère ligne Mastaing-Lonny, qui possèdent un seul circuit. L'axe Mastaing-Lonny ayant été renforcé en 1992 par une liaison à deux circuits, on voit que la ligne Avelin-Gavrelle est aujourd'hui

beaucoup moins puissante que les autres lignes 400 000 volts de la région. En particulier on constate qu'elle équivaut au tiers de la ligne à deux circuits Argoeuves-Chevalet-Gavrelle.

Pendant ses 30 premières années de fonctionnement, la ligne Avelin-Gavrelle ne fut effectivement pas traversée par des flux d'électricité aussi importants que les autres lignes de la région.

Or RTE constate depuis quelques années une augmentation très importante des transits dans la ligne Avelin-Gavrelle. Le seuil maximal de transit sur la ligne est fréquemment atteint. Cette situation peut mettre la sûreté de fonctionnement du réseau en péril. Cette tendance est illustrée dans la figure suivante, qui montre la puissance transmise dans la ligne Avelin-Gavrelle au cours des années 2006 et 2010.

Quantité d'électricité transportée sur la ligne Avelin Gavrelle en 2006 et 2010



LES FLUX D'ÉLECTRICITÉ DANS LA LIGNE AVELIN-GAVRELLE ONT AUGMENTÉ AU COURS DES DERNIÈRES ANNÉES SUITE À L'INTENSIFICATION DES ÉCHANGES EUROPÉENS

Par sa situation géographique et électrique dans le réseau européen, l'axe Avelin Gavrelle est une composante importante des échanges transfrontaliers dans la région Nord. Les flux d'électricité ont profondément évolué au cours des dernières années sur le réseau électrique à 400 000 volts, suite à l'évolution des parcs de production européens et au développement des échanges d'électricité entre pays. La conséquence de cette mutation se retrouve naturellement sur les transits électriques de l'axe Avelin Gavrelle.



Interconnexion France Angleterre

L'intérêt des interconnexions

Les premières interconnexions du réseau électrique français avec un pays frontalier datent de 1936 : deux interconnexions à 225 000 volts avec la Suisse et l'Allemagne permettaient de profiter de la complémentarité des centrales au charbon de l'est de la France et des barrages de Suisse et de réaliser les premiers échanges d'énergie entre pays.

Par la suite, les interconnexions se sont généralisées en Europe, afin de garantir l'équilibre offre-demande au moindre coût. En effet, comme l'électricité ne se stocke pas, il faut à chaque instant que les centrales produisent exactement autant de puissance électrique que celle qui est consommée.

Afin de se prémunir contre un incident généralisé, qui se produit lorsque la production est insuffisante, les gestionnaires de réseau doivent s'assurer que des centrales, connectées au réseau, disposent de marges de production en réserve, activables instantanément pour prendre

le relais d'un site de production défaillant. Il faut donc que certaines centrales ne produisent pas à leur maximum, la réserve totale disponible devant être au moins égale à la puissance de la plus grosse unité de production.

La première raison de la généralisation des interconnexions était la mutualisation de cette réserve. En 1958, les réseaux allemand, suisse et français se sont interconnectés : ils s'échangent de l'énergie, comme depuis 1936, et ils mettent également en commun leurs réserves instantanées pour réguler ensemble l'équilibre production-consommation. Depuis cette date, l'Europe s'est peu à peu interconnectée, étendant la zone pour laquelle la réserve de production est commune. Cette mise en commun évite que chaque pays investisse pour construire un parc de production disposant de sa propre réserve. Ainsi, en cas de panne d'une centrale de production dans un pays, automatiquement et instantanément grâce au synchronisme du réseau interconnecté, des centrales situées dans tous les pays de la même zone synchrone viennent au secours du

pays en déficit de production et rétablissent l'équilibre production-consommation.

Depuis une dizaine d'années, les interconnexions sont développées afin que la solidarité des parcs de production soit effective en permanence, et pas seulement en cas d'avarie dans un site de production. Le but du renforcement du maillage du réseau européen est de donner accès à chaque client à la centrale la moins chère disponible à chaque instant en Europe. Le coût de l'énergie est ainsi minimisé pour les clients, ce qui se traduit par un meilleur pouvoir d'achat pour les clients résidentiels, et une meilleure compétitivité des industries, qui ont ainsi moins tendance à délocaliser leurs unités de production.

Cette optimisation instantanée et permanente du parc de production, visant à un moindre coût de l'énergie pour les clients, se fait au moyen d'un outil : le marché de l'électricité, qui permet d'échanger en priorité les productions possédant le prix de vente le plus faible.

Des interconnexions de plus en plus sollicitées par le développement de productions intermittentes

La production éolienne étant par définition une production intermittente, elle peut être produite sans pour autant répondre à un besoin de consommation identifié. Les interconnexions permettent alors que cette énergie soit utilisée dans des pays connaissant des pics de consommation à cet instant, ce qui leur évite de recourir à des productions plus chères (thermiques) pour y faire face.

La fluctuation des échanges européens traduit donc la structure et l'évolution du parc de production de chaque pays.

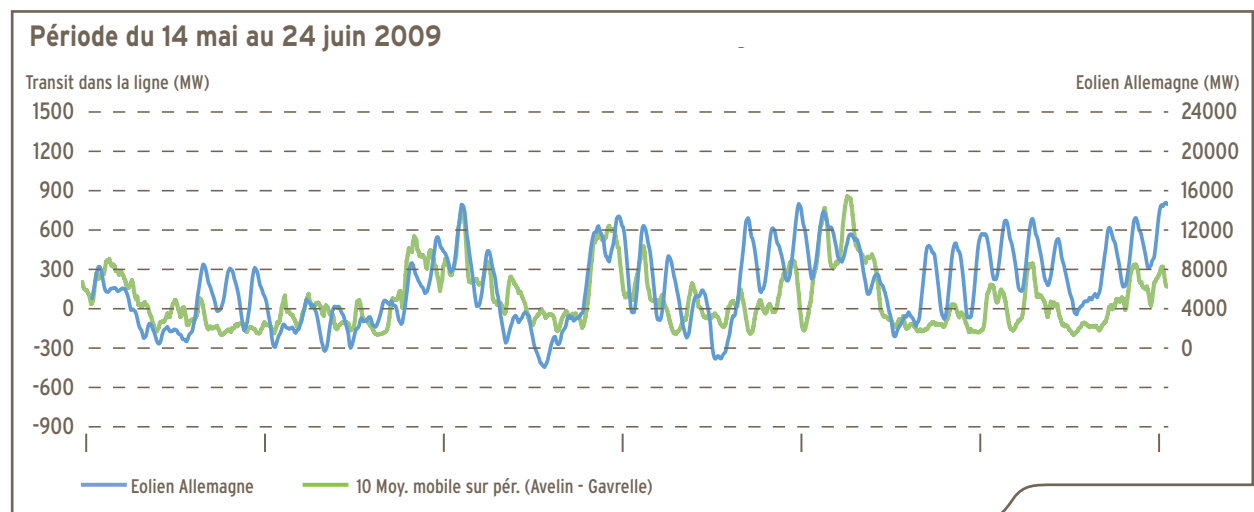
Au final, les interconnexions sont de plus en plus sollicitées. Non seulement les échanges entre pays européens se développent, mais on constate aussi une variabilité de plus en plus importante, pouvant aller jusqu'à l'inversion des flux toutes les demi-heures. Cette variabilité s'accroîtra dans l'avenir avec le développement des productions intermittentes.

Exemple d'influence de la production éolienne allemande sur le transit dans la ligne Avelin-Gavrelle

Le graphique suivant superpose les courbes de la production éolienne d'Allemagne (en vert, axe de droite) et le transit dans la ligne Avelin-Gavrelle (en bleu, axe de gauche)

pendant la période du 14 mai au 24 juin 2009. Pendant les périodes de forte production éolienne en Allemagne, le transit augmente d'Avelin vers Gavrelle : une partie de la

France est alors alimentée par cette production. Le transit maximal dans la ligne Avelin-Gavrelle, dans cette période, correspond à un pic de production éolienne en Allemagne.



LES SITUATIONS ACTUELLES DE CONSOMMATION ET D'ÉCHANGES CRITIQUES POUR LE RÉSEAU DE GRAND TRANSPORT EN NORD - PAS DE CALAIS

Ces évolutions récentes des flux d'électricité sur le réseau, et notamment dans le Nord - Pas de Calais, à la croisée des flux européens, conduisent à des situations tendues sur les lignes 400 000 volts, en particulier la ligne Avelin-Gavrelle qui a une capacité de transport moindre.

Des situations tendues de plus en plus fréquentes sur le réseau 400 000 volts du nord de la France

Deux cas de figure sont caractéristiques des contraintes qui pèsent aujourd'hui sur le réseau régional de grand transport :

- >> en situation de faible consommation en France ;
- >> en situation de forte consommation francilienne.

Ces situations se rencontrent sur de larges périodes de l'année, et sont relativement indépendantes de la consommation de la région Nord - Pas de Calais.

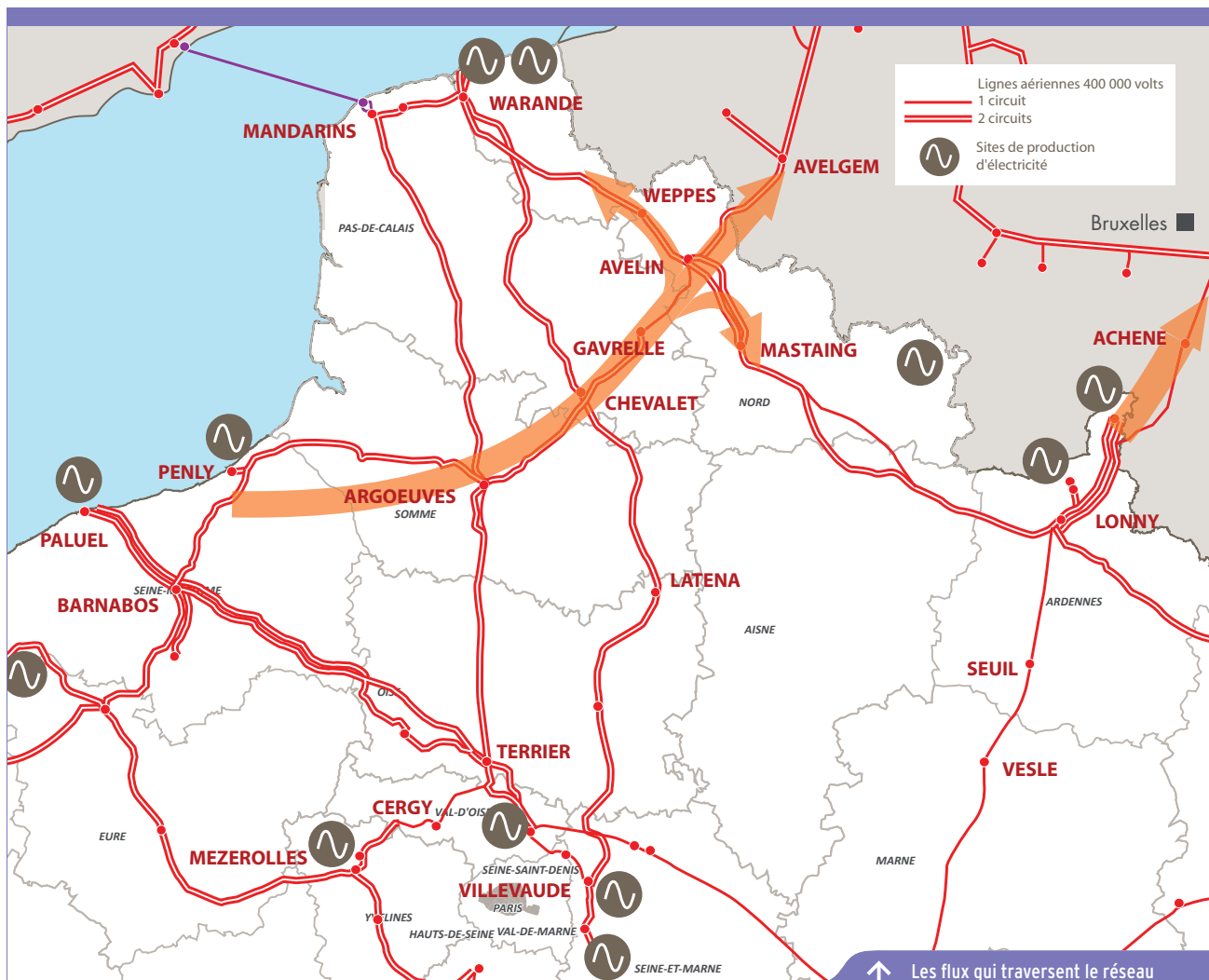
Situation de faible consommation et d'échange vers le Benelux

Dans cette situation de faible consommation en région parisienne, la production du littoral de la Manche se « détourne » naturellement de la région parisienne pour alimenter le Benelux. Il vient s'y ajouter le flux entre la Grande-Bretagne et le Benelux.

La capacité de la ligne Avelin-Gavrelle peut alors être insuffisante pour assurer le transit dans le sens Gavrelle vers Avelin.

Situation de forte consommation francilienne et d'importation depuis la Belgique

Dans cette situation de forte consommation en région parisienne, caractéristique des périodes de



↑ Les flux qui traversent le réseau de grand transport en situation de creux de consommation d'été et d'exportation

grand froid, la seule production du littoral normand ne suffit pas à satisfaire cette demande, et le recours à une partie de la production du Nord - Pas de Calais est nécessaire. La France se trouve fortement importatrice vis-à-vis de la Belgique et de l'Allemagne. La ligne Avelin-Gavrelle est alors très fortement sollicitée dans le sens Avelin vers Gavrelle.

Conclusion : la ligne Avelin-Gavrelle, un maillon faible du réseau de plus en plus sollicité

Au carrefour du réseau de grand transport du nord de la France, la ligne Avelin-Gavrelle ne peut plus répondre efficacement à toutes les configurations de transits d'électricité issus :

- >> de la consommation de la région et des régions adjacentes ;
- >> des moyens de production de la région et des régions adjacentes ;
- >> des échanges transfrontaliers.

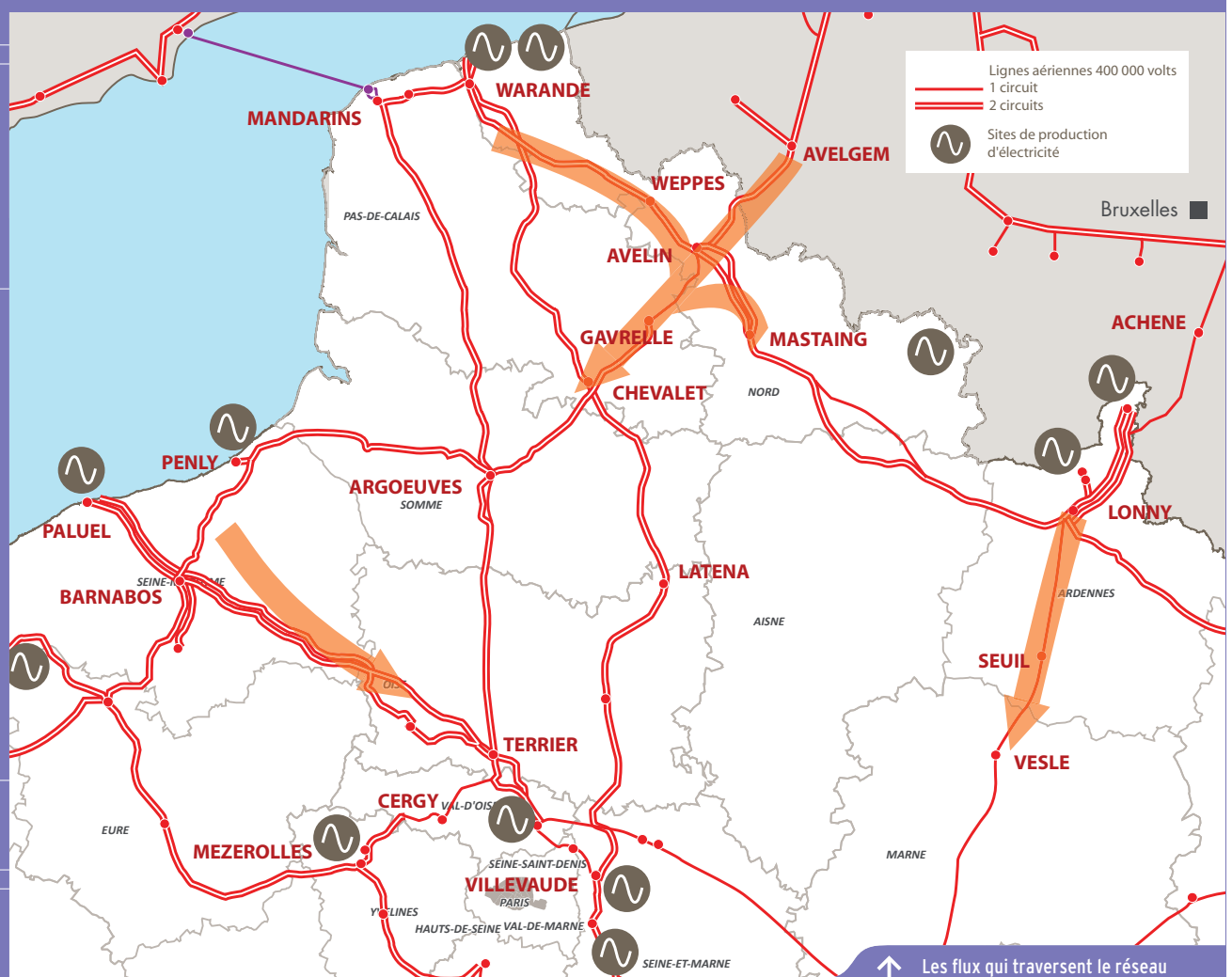
En effet, depuis plusieurs années, le développement des échanges européens et l'évolution du parc de production conduisent à une sollicitation croissante de la ligne Avelin-Gavrelle, aux limites des capacités de celle-ci.

Déjà des situations critiques, qui pourraient conduire à un incident majeur en cas de panne sur un élément du réseau, apparaissent. La responsabilité de RTE est de proposer une solution efficace et pérenne afin d'assurer la sûreté du système

électrique et la sécurité de l'alimentation de l'ensemble de la région.

Le renforcement de la ligne Avelin-Gavrelle, en ajoutant un deuxième circuit et en renforçant le circuit existant, est un élément structurel de cette possibilité. Les autres axes en contrainte seront renforcés, dans un délai plus court :

- >> l'axe Avelin-Mastaing sera renforcé par l'exploitation à 400 000 volts d'un des quatre circuits de cet axe, construit en 400 000 volts mais actuellement exploité à 225 000 volts,
- >> en région Champagne-Ardenne, la ligne Lonny - Seuil - Vesle, qu'il est prévu de reconstruire en double circuit, de manière analogue à la ligne Avelin-Gavrelle.



↑ Les flux qui traversent le réseau de grand transport en situation de pic de consommation et d'importation

4. LES CONTRAINTES QUI PÈSERONT PROCHAINEMENT SUR LE RÉSEAU RÉGIONAL DU NORD - PAS DE CALAIS

Les flux d'énergie dans la ligne Avelin-Gavrelle trouvent leur origine dans les évolutions du système électrique européen, français et régional.

PERSPECTIVES ÉLECTRIQUES EUROPÉENNES

L'association européenne des gestionnaires de réseaux de transport d'électricité, appelée ENTSOE, a réalisé en 2010 une étude de la consommation et de la production d'électricité en Europe sur la période 2011 - 2025. Cette étude des perspectives de la consommation et de la production, et de la prévision de l'équilibre offre-demande, est disponible sur internet. Elle porte le nom de « Scenario Outlook and System Adequacy Forecast 2011-2025 », ou SOAF 2011-2025. Nous en résumons les principaux éléments dans la suite de ce paragraphe.

Trois scénarios sont étudiés :

- » un scénario « EU 2020 » qui remplit les objectifs des « 3 x 20 » de l'Union Européenne en matière d'énergie et de climat,
- » un scénario A dit « scénario prudent »,

- » un scénario B dit « meilleure estimation ».

Pour chacun de ces scénarios, deux points horaires sont considérés : le 3^{ème} mercredi de janvier à 19h et le 3^{ème} mercredi de juillet à 11h.

Le scénario « EU 2020 »

Le scénario « EU 2020 » est cohérent avec les perspectives nationales en matière de développement des énergies renouvelables. Il se heurte à une difficulté en matière de maîtrise de la demande d'énergie. En effet, la maîtrise de la demande des énergies fossiles peut générer une augmentation de la consommation d'électricité, qui masque les efforts réalisés en matière de maîtrise de la demande dans le domaine de l'électricité. Un tel transfert des énergies fossiles vers l'électricité est envisageable notamment :

- » dans le domaine des transports, avec le développement du véhicule électrique et le recours

accru au transport ferroviaire électrique,

- » dans le domaine du chauffage des habitations, avec une augmentation de la proportion des logements chauffés à l'électricité, ou le déploiement de pompes à chaleur en substitution de chaudières.

Dans le scénario « EU 2020 », la consommation d'énergie électrique augmenterait de 0,8% par an pour le point de janvier 19h, et pour le point de juillet 11h, de 1% par an de 2011 à 2015 et 1,1% par an de 2015 à 2020.

La consommation électrique annuelle consommée en Europe passerait de 3350 TWh en 2011 à 3550 TWh en 2020.

Ce scénario est établi à partir des « plans d'action nationaux en faveur des énergies renouvelables » établis en 2009.

La capacité de production d'électricité augmenterait en Europe. Les sources d'énergie qui se développeraient le plus rapidement seraient les énergies renouvelables. La capacité de production d'énergie nucléaire et de stations de transfert d'énergie par pompage augmenterait légèrement. Les capacités de production à base de combustibles fossiles décroîtraient à partir de 2015 sous l'influence de la directive GIC (Grandes Installations de Combustion), une directive européenne de 2001 obligeant les pays de l'Union Européenne à fermer les centrales à combustible fossile les plus polluantes à partir de 2015 (directive 2001/80./CE du 23 octobre 2001).





↑ Par effet de substitution, le développement des voitures électriques et des pompes à chaleur pourrait se traduire par une augmentation de la consommation d'électricité

Le scénario « B : best estimate »

Dans ce scénario, l'augmentation de la consommation est plus forte que dans le scénario « EU 2020 ».

Sur le point de janvier 19h, l'augmentation serait de +1,2% par an de 2011 à 2015, +1,5% par an de 2015 à 2020, +1,2% par an de 2020 à 2025.

Sur le point de juillet 11h, l'augmentation serait de +1,5% par an de 2011 à 2015, +1,7% par an de 2015 à 2020, +1,4% par an de 2020 à 2025.

Ce scénario intègre une reprise économique en début de période, consécutive à la crise financière de 2008.

Il aboutit en 2020 à une consommation de 3750 TWh à l'échelle européenne.

En matière de production, le scénario prend les hypothèses suivantes :

- » un doublement de la capacité installée de production à base d'énergies renouvelables,
- » une décroissance de la capacité de production à base d'énergie fossile de 7% par an à partir de 2015. La part des centrales à combustion d'énergies fossiles dans le parc de production européen passerait de 47% en 2015 à 39% en 2025.

Le scénario « A : scénario prudent »

Dans le scénario A, l'évolution de la consommation est identique à celle prise comme hypothèse dans le scénario B décrit ci-dessus.

La variante consiste en une évolution de la production différente :

- » un développement des énergies renouvelables moins optimiste, mais toujours en croissance rapide,
- » une décroissance de la capacité de production nucléaire,
- » une moindre augmentation de puissance des stations de transfert d'énergie par pompage,
- » une décroissance plus forte de la production d'électricité par combustion fossile.

En conclusion

L'atteinte des objectifs européens en matière d'énergie et de climat présage d'une modification en profondeur du mix énergétique européen. L'augmentation annoncée de la part des productions décentralisées et/ou à base de sources d'énergie renouvelables engendrera une augmentation du caractère variable des flux d'électricité entre les pays de l'Union Européenne.

La recherche d'une meilleure efficacité énergétique globale pourrait, par effet de substitution (transport électrique, pompe à chaleur,...), se traduire par une augmentation de la consommation finale d'électricité.

En comparaison avec les autres pays européens, la France présente les caractéristiques suivantes :

- » un taux de croissance de consommation parmi les plus faibles,
- » le 4^{ème} rang pour la production d'énergie éolienne, derrière l'Allemagne, l'Espagne et l'Italie,
- » une faible émission de CO₂ due à un recours plus important à la production nucléaire.

PERSPECTIVES ÉLECTRIQUES NATIONALES

Le Grenelle de l'Environnement a rappelé l'objectif de diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050. Cette volonté est mise en œuvre dans le protocole de Kyoto, qui définit des objectifs chiffrés de réduction programmée et contrôlée des émissions de gaz à effet de serre : - 5 % en moyenne sur la période 2008-2012 par rapport à 1990 pour les pays industrialisés.

La consommation énergétique de la France en 2009 a été de 156 millions de tonnes équivalent pétrole, toutes énergies confondues, réparties ainsi :

- >> 44% dans le résidentiel et le tertiaire
 - >> 21% dans l'industrie
 - >> 32% dans les transports
 - >> 3% dans l'agriculture.
- Pour l'électricité, les 441 TWh de consommation finale en 2009 se répartissent comme suit :
- >> 65,5% dans le résidentiel et le tertiaire
 - >> 30% dans l'industrie
 - >> 3% dans les transports
 - >> 1,5% dans l'agriculture.

L'enjeu de progresser en matière d'efficacité énergétique dans le bâtiment est primordial. C'est

pourquoi les réglementations thermiques évolueront dans le sens d'une moindre consommation d'énergie dans les bâtiments. Concernant les transports, deuxième poste de consommation énergétique, les transports peu émetteurs de gaz à effet de serre seront favorisés.

Ces différentes politiques sont prises en compte par RTE, dans la réalisation des prévisions à moyen et long terme de l'offre et de la demande d'électricité en France.

Ces prévisions à 10 ans et à 20 ans sont publiées tous les deux ans dans le Bilan Prévisionnel de l'Équilibre Offre-Demande. Compte tenu du temps nécessaire pour construire un ouvrage du réseau électrique (entre 5 et 10 ans), RTE élabore des scénarios d'évolutions possibles du réseau sur la base de ces prévisions.

La consommation

Le dernier Bilan prévisionnel en date a été publié en juillet 2009. Il considère 4 scénarios : un scénario « Haut », un scénario « Référence », un scénario « MDE renforcée » et un scénario « Bas ». Le Grenelle de l'Environnement ayant produit ses propres scénarios d'évolution

Les effets prévisibles des politiques de maîtrise de la demande en énergie (MDE)

Le Bilan Prévisionnel de RTE prend en compte la mise en œuvre de mesures de maîtrise de l'énergie : actions sur les comportements de consommation, performance énergétique des bâtiments, effets des plans de déplacements urbains. Les lois Grenelle I et II se sont ainsi traduites par des évolutions réglementaires comme :

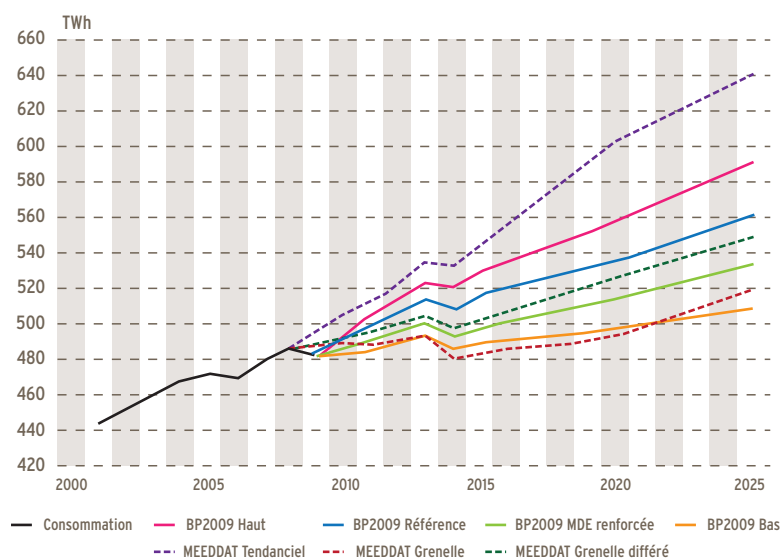
- >> la norme « bâtiment basse consommation » (BBC) applicable à toutes les constructions neuves fin 2012 (et par anticipation, dès fin 2010 pour les bâtiments publics et tertiaires) ; constructions neuves à énergie positive à compter de fin 2020 ;
- >> les incitations fiscales pour les équipements ayant une performance énergétique élevée (chauffe-eau solaires, pompes à chaleur, panneaux photovoltaïques, géothermie...);
- >> la généralisation de l'étiquetage énergétique des produits ;
- >> le retrait des lampes à incandescence en 2010 ;
- >> la création d'un « fonds chaleur renouvelable » pour développer la production de chaleur dans le tertiaire et l'industrie et améliorer les sources de chauffage dans l'habitat collectif.

Les effets de ces mesures et des évolutions réglementaires encore à venir devraient donc contrebalancer la croissance de la consommation électrique générée par le développement économique, tant au niveau national que régional.

de la consommation d'électricité en France, le Bilan Prévisionnel les compare : Les scénarios étudiés en 2009 montrent une croissance de la consommation plus modérée que dans le précédent Bilan prévisionnel, élaboré en 2007.

Le scénario de référence considère une croissance de la consommation française de +0,9% par an jusqu'en 2015, puis +0,8% pendant la décennie suivante, en énergie annuelle. Ces prévisions prennent en compte les effets des politiques de maîtrise de la demande d'énergie (Cf. encadré).

Prévision de consommation BP 2009 - MEEDDAT (TWh)



→
Chauffe-eau
solaire

L'évolution de la consommation d'électricité en France présentera les caractéristiques suivantes :

- >> une évolution de la consommation du secteur résidentiel qui restera soutenue (+1,3% par an) jusqu'en 2015, avec de nouveaux usages (notamment dans les domaines du confort et des loisirs) et des transferts de consommation des énergies fossiles vers les usages électriques,
- >> un secteur tertiaire dynamique avec une croissance de 1,1% par an,
- >> un secteur industriel qui croît à un rythme modéré avec +0,7% par an,
- >> la pointe de consommation augmentera plus vite que l'énergie moyenne consommée, à cause d'une plus grande sensibilité de la consommation à la température, due à une augmentation de l'utilisation du chauffage électrique.

Les prochaines années devraient voir l'accroissement des possibilités d'effacement de consommation lors des pointes de consommation, par des dispositifs de pilotage des appareils électriques domestiques les plus consommateurs d'énergie, et pouvant être interrompus pendant quelques minutes sans gêne pour l'utilisateur.

La production

Pour alimenter cette consommation en légère hausse, l'offre de production augmentera également, notamment la production d'énergie renouvelable. Les objectifs de la

politique énergétique française sont pour 2020 de :

- >> 19 GW de production éolienne terrestre (environ 6 GW actuellement),
- >> 6 GW de production éolienne en mer (aucune actuellement),
- >> 5,4 GW de production photovoltaïque (1 GW actuellement),
- >> 2,3 GW de biomasse.

Ce sont donc plus de 25 GW de production d'énergies renouvelables qui seront accueillies par les réseaux de transport et de distribution dans les dix prochaines années, auxquels il faudra ajouter la production électrique issue de la biomasse et des suréquipements hydroélectriques.

La production nucléaire devrait croître avec la mise en service d'ici 2015 du réacteur EPR de Flamanville.

En ce qui concerne la production d'énergie à base de combustibles fossiles, une augmentation devrait également être constatée avec la mise en service de centrales à cycles combinés gaz.

Ces deux dernières productions devraient compenser l'arrêt prévu d'une partie des centrales au charbon et l'érosion probable du parc de cogénération.

L'évolution des échanges européens

La tendance constatée d'intensification des échanges avec les pays limitrophes, liée à la dynamique du marché européen de l'électricité, à l'évolution du parc de production et de sa variabilité et aux pics de consommation devrait se renforcer encore dans la décennie à venir.

C'est d'ailleurs pourquoi la France réfléchit avec ses partenaires européens au renforcement de ses interconnexions avec l'Espagne, l'Italie, la Belgique et le Royaume-Uni.

PERSPECTIVES ÉLECTRIQUES RÉGIONALES POUR LE NORD - PAS DE CALAIS

Une consommation régionale qui ne devrait pas connaître d'accroissement significatif

Les prévisions portant sur la consommation électrique régionale tablent sur une très faible progression, voire une stabilisation de la consommation des ménages, grâce aux politiques de Maîtrise de la Demande en Energie (MDE) et compte tenu du solde migratoire défavorable du Nord - Pas de Calais. Elles prennent également en compte la dynamique de développement économique impulsée par les collectivités et les acteurs économiques locaux.

Des prévisions basées sur l'évolution démographique

La démographie reste le premier facteur de croissance de la consommation électrique au niveau national. Compte tenu des éléments évoqués précédemment, les hypothèses retenues pour la région Nord - Pas de Calais sont donc fondées sur une quasi-stagnation de la consommation électrique des ménages.



Des prévisions qui tiennent compte des projets régionaux d'aménagement et de développement

Si la région Nord - Pas de Calais connaît une baisse sensible de la consommation électrique chez ses clients industriels, les hypothèses d'évolution ont cependant pris en considération les perspectives de développement portées par les acteurs locaux et régionaux et la mutation économique du Nord - Pas de Calais depuis 15 ans, réorientée vers les activités de logistique notamment.

Ainsi, en prenant en compte le développement de ces pôles et de ces infrastructures et en comptabilisant les projets identifiés dans les différents documents d'orientation (SCOT, PLU, SRDE...), le taux de croissance des consommations électriques est estimé pour la période 2010-2020 en moyenne à environ 0,7% par an.

Ce paramètre influence peu le flux d'électricité dans la ligne Avelin-Gavrelle, et les contraintes réseau constatées dans les périodes de fort transit de cette ligne.

L'arrivée de nouveaux moyens de production dans la zone nord

Le développement des projets de centrales à cycle combiné gaz

Permettant de réduire de moitié les émissions de CO₂, de diviser par trois les oxydes d'azote (NO_x) et de supprimer les émissions d'oxyde de soufre (SO₂) par rapport aux centrales thermiques « classiques » (c'est-à-dire les centrales « à flamme » qui produisent de l'électricité par combustion de charbon, de fioul, de gaz naturel ou de gaz de hauts fourneaux), les centrales à cycle combiné gaz « recyclent » les gaz pour actionner une turbine à vapeur, augmentant ainsi la puissance produite. Ces atouts ont conduit l'Etat à inscrire le développement de cette filière dans la Programmation Pluriannuelle des Investissements pour la production d'électricité de 2009.

De nombreux projets devraient donc voir le jour, certains étant déjà identifiés.

Outre les centrales à cycle combiné existantes (« DK6 » à Dunkerque et la centrale Poweo de Pont-sur-Sambre), de nouveaux projets sont

en phase de conception.

L'un de ces projets vise notamment à transformer la centrale à charbon d'Hornaing (SNET-EON) en centrale à cycle combiné gaz (CCCG), la centrale à charbon actuelle disposant d'une dérogation d'émission jusqu'en 2015. La future centrale à cycle combiné gaz disposerait d'une puissance d'environ 440 MW.

D'autres projets sont en perspective et pourraient avoir un impact non négligeable sur le réseau de transport.

Ainsi, RTE, dans ses hypothèses d'évolution de la production d'électricité, envisage au total le raccordement au réseau de transport de cinq installations de type CCCG d'ici à 2020 dans la région Nord - Pas de Calais.

Le développement de la production dans la Manche

À la suite du Grenelle de l'Environnement, le Gouvernement français s'est engagé sur une part de 23% d'énergies renouvelables d'ici 2020.

L'éolien offshore devrait constituer 20% des objectifs d'augmentation de la production d'énergies



Les prévisions tablent sur une quasi-stagnation de la consommation électrique des ménages





Centrale à cycle combiné gaz (CCCG) de Pont-sur-Sambre

renouvelables, en tablant sur l'installation de 1200 éoliennes à l'horizon 2020, soit une puissance de 6000 MW.

La CRE doit lancer au printemps 2011 un premier appel d'offres basé sur une production de 3000 MW répartis sur cinq sites : le Tréport, Fécamp, Courcelles-sur-Mer, Saint-Brieuc et Saint-Nazaire.

La Compagnie du Vent (filiale de GDF SUEZ) avait saisi dès 2009 la Commission nationale du débat public sur un projet de parc éolien offshore au large du Tréport (projet de parc éolien en mer des « Deux côtes »). À l'issue du débat public, qui s'est déroulé d'avril à septembre

2010, la Compagnie du Vent a décidé de poursuivre son projet dans sa variante intermédiaire, c'est-à-dire celle comprenant 141 éoliennes pour une puissance maximale disponible de 700 MW. Sa mise en service pourrait intervenir à partir de 2015.

Les futurs parcs éoliens dans la Manche s'ajouteront donc demain aux productions des centrales de Penly - appelées à se développer suite au débat public sur Penly 3 - et Paluel qui transitent en partie sur l'axe Avelin-Gavrelle dans les situations de forte exportation vers les pays du nord.

La montée en puissance continue de l'éolien terrestre dans le Nord - Pas de Calais

Un volet éolien du Schéma régional des énergies renouvelables (prévu par la loi Grenelle I), vise à évaluer la contribution de la région Nord - Pas de Calais à l'objectif national de développement de la puissance éolienne.

Ce document de planification évalue actuellement à environ 1200 MW la puissance installée sur le territoire régional à l'horizon 2020.

Les parcs éoliens devront être construits dans les zones préférentielles (les « zones de développement de l'éolien ») identifiées dans le schéma régional.

Au total, la réalisation des perspectives de ce schéma régional conduira à un doublement de la puissance éolienne actuellement autorisée dans la région.

D'ICI 2020, UNE AGGRAVATION DES SITUATIONS CRITIQUES VÉCUES EN 2009 ET 2010

À partir des scénarios d'évolution de la consommation, de la production et des échanges avec les autres pays européens, RTE identifie les fragilités qui pourraient exister sur son réseau à horizon d'une dizaine d'années. Or il peut exister une infinité de situations du réseau, compte tenu du nombre de paramètres en jeu :

- >> le niveau de consommation en chaque point, variable suivant le jour de l'année et l'heure du jour,
- >> le niveau de production de chaque centrale, chaque champ d'éolienne,
- >> les pannes qui peuvent affecter les ouvrages du réseau, pour des durées plus ou moins longues.

↓ Le site de production nucléaire de Penly



C'est pourquoi, pour étudier le réseau à horizon 10 ans, RTE développe et utilise des logiciels capables de générer plusieurs milliers de situations combinant différents niveaux de consommation et production en chaque point du réseau. Les lois de la physique permettent de déduire pour chacune de ces situations les flux susceptibles de parcourir le réseau : lorsque des contraintes apparaissent sur un ou plusieurs ouvrages, des solutions sont recherchées. Ce peut être un changement d'aiguillage sur le réseau (pour modifier le trajet de

l'électricité), ou une action sur la production (hausse ou baisse de certains sites de production), dans le but d'assurer la sécurité des personnes et des biens au voisinage des installations et de réduire le risque d'incident généralisé sur le réseau, ou de coupure localisée de la clientèle par délestage*. Au final, RTE évalue les risques associés à un certain nombre de situations, et vérifie qu'un renforcement du réseau est bien à même de résoudre ces problèmes.

Ces études montrent que le risque de dépassement de la capacité de transport de la ligne Avelin-Gavrelle va augmenter d'ici à 2020, suite à l'évolution des paramètres qui influencent le transit dans cette ligne :

- >> ajout de production à l'ouest de la région : éolien offshore, éolien terrestre, unité de production nucléaire Penly 3, centrales à cycle combiné gaz,
- >> augmentation des échanges avec les pays voisins, dans les deux sens, suite à l'évolution des parcs de production de ces



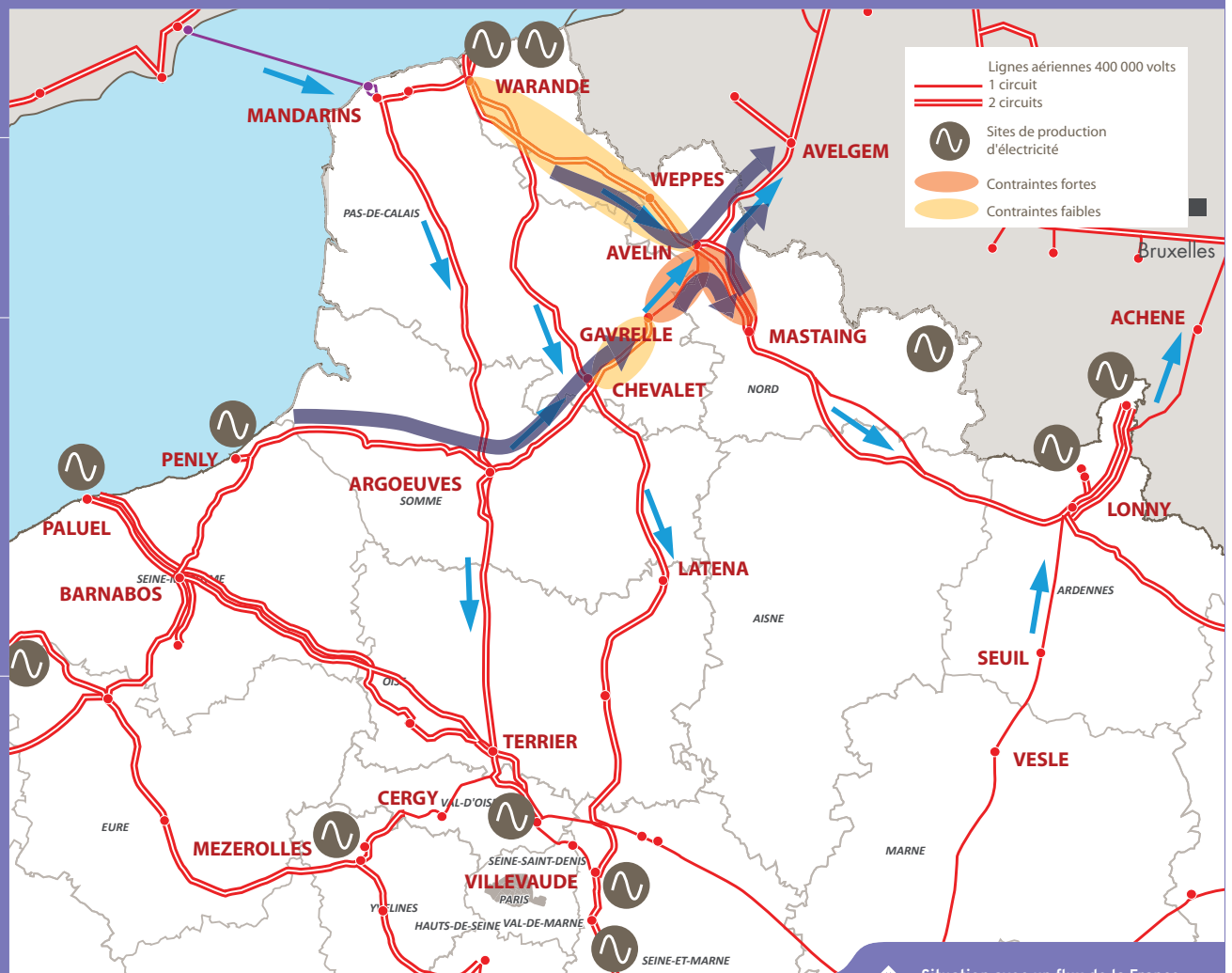
pays et au recours massif à des énergies intermittentes (éolien et photovoltaïque),
 >> augmentation de la consommation électrique en France.

Les situations décrites aux pages 34 et 35 se retrouveraient donc en 2020, avec des flux d'électricité encore plus importants pour l'axe Avelin-Gavrelle.

A moyen terme, le réseau de transport d'électricité ne pourra pas supporter les flux correspondant à des situations de forte consommation nationale ou de forte production d'énergie associée à une faible consommation nationale que l'on rencontre communément en été ou en week-end.

Les lignes Avelin-Gavrelle et Avelin-Mastaing dépasseront alors leur capacité de transport actuelle et le reste du réseau de transport sera dans l'impossibilité de faire face à la perte de ces lignes, ce qui pourrait conduire à des incidents localisés en cas de court-circuit sur une ligne.

Le renforcement de l'axe Avelin-Gavrelle a donc été étudié par RTE. La construction d'un ouvrage de caractéristiques similaires à la ligne Argoeuves-Chevalet-Gavrelle apparaît nécessaire pour que l'ensemble de l'axe Avelin-Argoeuves ne soit pas limité par le tronçon Avelin-Gavrelle.



↑ Situation avec un flux de la France vers la Belgique lors de périodes de moindre consommation en France

5. LES CONSÉQUENCES BÉNÉFIQUES DU RENFORCEMENT DE L'AXE AVELIN-GAVRELLE POUR LA RÉGION

De ce renforcement du réseau découlent des conséquences positives au niveau européen, national et régional :

- » la possibilité d'accueillir d'autres modes de production, notamment la production d'énergies renouvelables, sur terre comme en mer,
- » la responsabilité d'accompagner l'évolution du système électrique européen conduisant à l'accroissement des échanges entre pays,
- » la nécessité de toujours garantir aux habitants et aux entreprises du Nord - Pas de Calais une bonne qualité d'alimentation électrique, ce qui est un enjeu vital pour la région.

SECURISER LE RESEAU ELECTRIQUE NATIONAL PERMET L'ARRIVEE DE NOUVEAUX MOYENS DE PRODUCTION DANS LE NORD - PAS DE CALAIS

L'un des enjeux du renforcement de la ligne Avelin-Gavrelle est la fiabilisation et la sécurisation du réseau français de grand transport d'électricité.

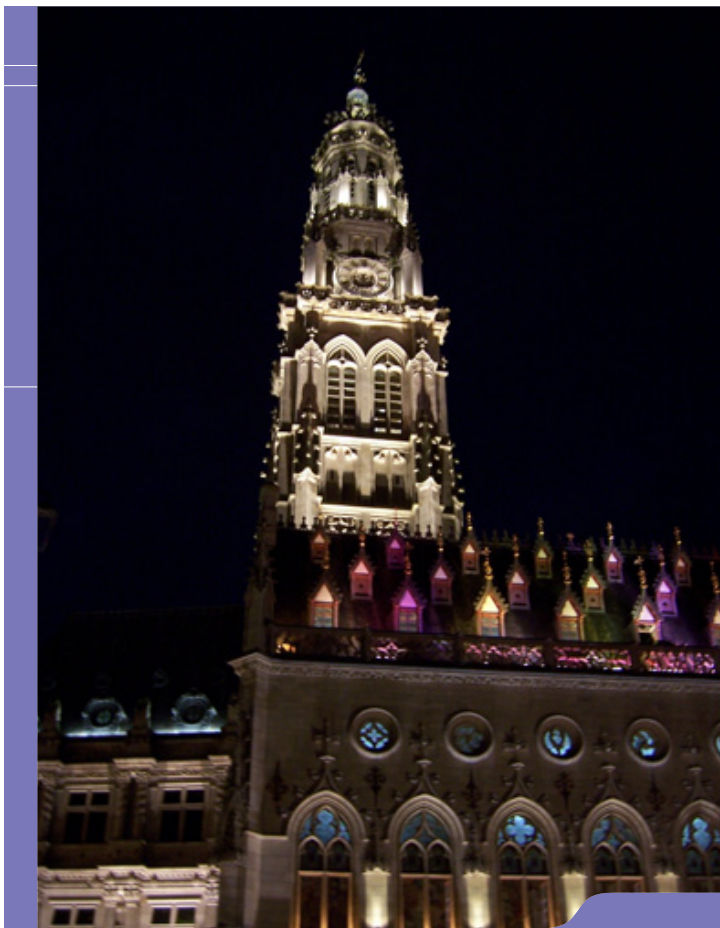
Sans renforcement, la région Nord - Pas de Calais se trouvera freinée dans le développement de nouveaux moyens de production, alors même que la recherche de l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité poussent au développement de centrales à cycle combiné gaz supplémentaires et de parcs éoliens terrestres ou offshore de grande envergure.

GARANTIR UNE ELECTRICITE DE QUALITE ET UN RESEAU FIABLE POUR LES CLIENTS DE LA REGION

Dans le Contrat de Service Public signé avec l'Etat en 2005, RTE s'engage sur la qualité de l'alimentation de ses clients, avec des limites à ne pas dépasser pour les trois paramètres suivants : un taux moyen de coupures longues,

un taux moyen de coupures brèves et une durée moyenne cumulée des coupures. De plus, RTE veille à la régularité de l'onde de tension, composante sensible de la qualité d'alimentation pour certains procédés industriels.

Ainsi, l'enjeu du renforcement de l'axe Avelin-Gavrelle pour le Nord - Pas de Calais est le maintien d'une alimentation électrique de qualité pour les territoires desservis, en limitant voire en diminuant le risque de coupures et en garantissant aux



Arras



Poste électrique
de Gavrelle

entreprises alimentées une qualité et une régularité de l'onde de tension, deux éléments indispensables à leur activité.

En effet, le doublement de la ligne Avelin-Gavrelle permet d'éviter de fragiliser le réseau 225 000 volts sous-jacent, qui alimente les plus gros clients industriels et les agglomérations, car il devient ainsi insensible à une indisponibilité d'un ouvrage du réseau 400 000 volts.

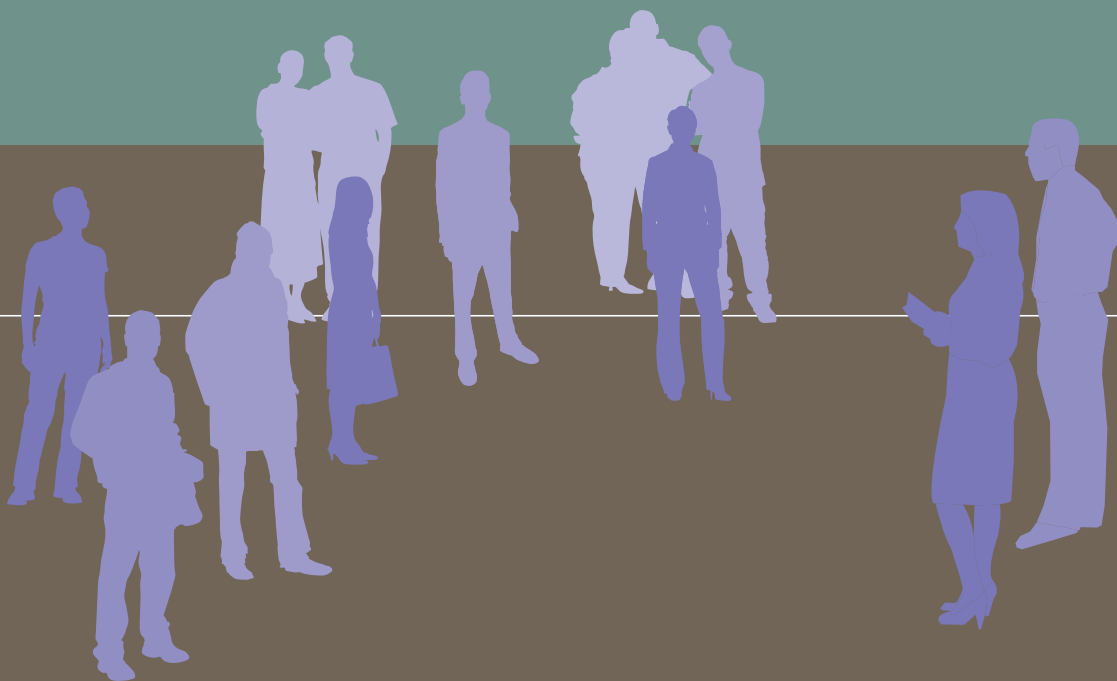
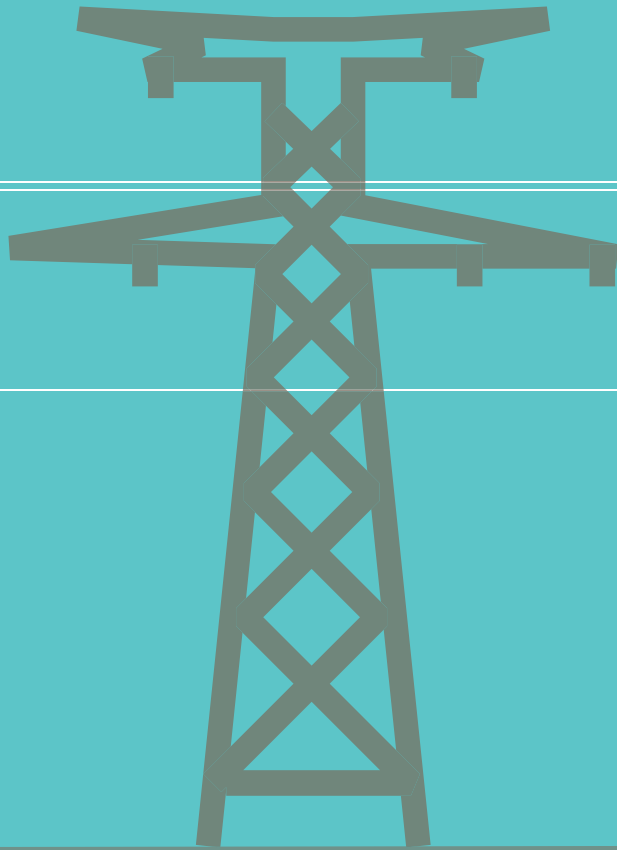
De plus, le maillage supplémentaire du réseau que constitue la nouvelle liaison Avelin-Gavrelle permettrait d'augmenter la puissance de court-circuit du réseau, c'est-à-dire la puissance que le réseau oppose aux phénomènes perturbateurs que sont :

- >> les creux de tension suite aux courts-circuits apparaissant sur les lignes de transport d'électricité,
- >> les à-coups de tension au démarrage des moteurs électriques,
- >> le déséquilibre du système triphasé* provoqué notamment par l'alimentation électrique des trains,
- >> les fluctuations de tension provoquées par le fonctionnement des fours à arcs utilisés par exemple dans les aciéries électriques à Valenciennes,
- >> les tensions harmoniques parasites injectées sur le réseau par les systèmes électroniques de puissance présents dans certaines industries.

L'ensemble de ces perturbations de la tension seront donc amoindries dans la zone de Lille, Arras et Valenciennes, au bénéfice des clients raccordés dans cette zone.

ASSURER UNE CAPACITÉ D'ACCUEIL POUR LE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE DE LA RÉGION NORD - PAS DE CALAIS

Le renforcement de l'axe Avelin-Gavrelle permettra d'offrir une capacité d'accueil pour de nouvelles activités économiques éventuelles dans la zone de Lille, Valenciennes, Douai et Arras (voir page 60).



PARTIE 3

LES POSSIBILITÉS ENVISAGÉES ET NON RETENUES AVANT LE DÉBAT

Le besoin de renforcement du réseau de grand transport du nord de la France se concentre sur la portion comprise entre les postes d'Avelin et de Gavrelle.

Avant de retenir le projet consistant à reconstruire la ligne aérienne entre Avelin et Gavrelle, RTE a également envisagé d'autres possibilités qui ont été écartées, soit parce qu'elles répondaient de manière insuffisante aux enjeux du renforcement, soit parce qu'elles comportaient des contraintes techniques ou des impacts environnementaux trop importants.

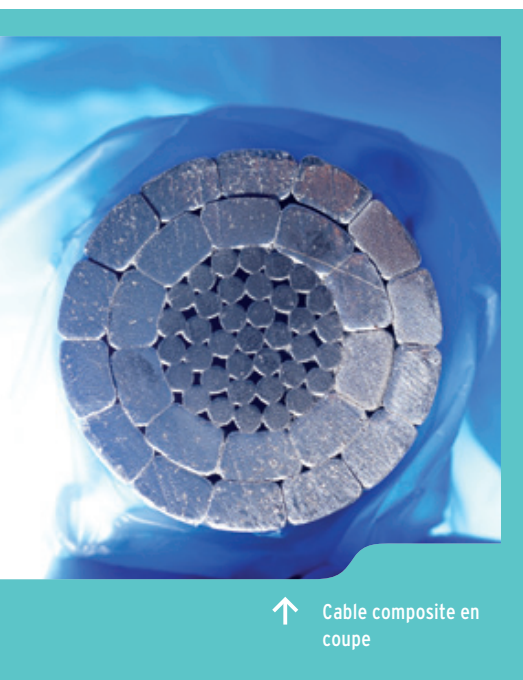
La ligne aérienne Avelin-Gavrelle actuelle transporte au maximum 1500 MW. Le renforcement de réseau vise à la rendre équivalente à la ligne Argoeuves-Chevalet-Gavrelle, qui la prolonge vers le sud-ouest jusqu'au poste électrique d'Argoeuves, près d'Amiens. Il s'agit donc de passer à une capacité de transport de 4600 MW, répartie sur deux circuits de 2300 MW.

RTE a étudié l'utilisation des conducteurs de ligne aérienne les plus modernes, en remplacement des conducteurs équipant actuellement la ligne Avelin-Gavrelle, pour augmenter la capacité de la ligne. Cette possibilité seule n'apparaît pas suffisante, mais pourrait être combinée à la construction d'un ouvrage supplémentaire, en technique aérienne ou en technique souterraine.

RTE a également étudié comment une liaison souterraine, en remplacement de la ligne aérienne existante, pourrait répondre aux besoins de transit identifiés avec les techniques du courant alternatif ou du courant continu.

1. DESCRIPTION RAPIDE DES POSSIBILITÉS NON RETENUES PAR RTE

L'annexe 1 présente plus de détail sur ces possibilités.



LE REMPLACEMENT DES CÂBLES CONDUCTEURS DE L'ACTUELLE LIGNE À 400 000 VOLTS AVELIN-GAVRELLE

Il s'agit d'installer des câbles électriques plus performants en conservant la plupart des pylônes de la ligne actuelle. Cette possibilité ne permet pas d'obtenir une capacité de transit suffisante. De plus, le fait de ne pas construire un deuxième circuit n'améliore pas la robustesse du réseau face à une avarie.

LE RENFORCEMENT DU RÉSEAU PAR CONSTRUCTION D'UNE SECONDE LIAISON AÉRIENNE ENTRE AVELIN ET GAVRELLE, AVEC MAINTIEN DE LA LIGNE EXISTANTE

Cette possibilité est difficilement envisageable en couloir commun avec la ligne actuelle dans le nord du tracé, puisque l'habitat est parfois présent des deux côtés de la ligne. De plus, elle multiplie par 2 l'emprise foncière de la ligne actuelle, pénalisant ainsi l'espace agricole. La construction d'une seconde liaison aérienne sur un autre tracé que la ligne existante est possible. Elle a été jugée par RTE d'un impact environnemental supérieur à la reconstruction de la ligne actuelle, donc cette possibilité n'a pas été retenue.

LE RENFORCEMENT DU RÉSEAU PAR CONSTRUCTION D'UNE LIAISON SOUTERRAINE ENTRE AVELIN ET GAVRELLE, AVEC MAINTIEN DE LA LIGNE EXISTANTE

Cette possibilité présente des difficultés techniques inhérentes à l'utilisation de la technique souterraine en 400 000 volts, détaillées dans l'annexe n°1. Aucune liaison souterraine n'a été construite à ce jour pour une telle longueur ni pour un tel niveau de puissance. Trois ensembles de trois câbles de phase seraient nécessaires pour le transit requis, gelant ainsi une bande de terrain de 5 mètres de large, et interdisant toute construction ou plantation d'arbres sur une largeur de 10 mètres.

Les impacts environnementaux, les difficultés techniques et le coût de cette possibilité (estimé à 300 millions d'euros) ont conduit RTE à l'écartier.

LE RENFORCEMENT DU RÉSEAU PAR CONSTRUCTION D'UNE LIAISON SOUTERRAINE ENTRE AVELIN ET GAVRELLE, AVEC DÉPOSE DE LA LIGNE EXISTANTE

Cette possibilité revient à doubler la liaison souterraine imaginée dans le cas précédent.

La bande de terrain à geler passe à 13,5 mètres de large, et la construction ou la plantation d'arbres sont interdites sur une largeur de 20 mètres.

Le coût atteindrait au minimum 460 millions d'euros, soit 8 fois le coût du projet en technique aérienne. De plus, cette possibilité présentant comme la précédente des impacts environnementaux importants et des difficultés techniques, elle a été écartée.



↑ Vue de la ligne 400 kV Lonny-Seuil-Vesle entre Reims et Charleville-Mézières

LE RENFORCEMENT DU RÉSEAU PAR CONSTRUCTION D'UNE LIAISON SOUTERRAINE À COURANT CONTINU, AVEC DÉPOSE DE LA LIGNE EXISTANTE

Pour des liaisons de grande longueur devant transiter une puissance élevée, la technique du câble souterrain à courant alternatif n'est pas adaptée. On utilise alors la technique du courant continu qui est utilisée par exemple pour la liaison entre la France et l'Angleterre. Nous avons regardé si elle pouvait l'être pour le renforcement du réseau entre Avelin et Gavrelle. Après analyse, cette possibilité convient encore moins que la technique du souterrain en courant alternatif car la puissance pouvant être transitée est insuffisante.

UNE NOUVELLE LIAISON ÉLECTRIQUE ENTRE GAVRELLE ET MASTAING

Cette possibilité, qui consisterait à ajouter au réseau existant une double liaison entre le poste de Gavrelle, près d'Arras, et le poste de Mastaing, situé entre Cambrai et Valenciennes, permettrait de résoudre les contraintes prévues sur le réseau à 400 000 volts de la zone. Toutefois, elle devrait s'inscrire dans un territoire où de nombreux enjeux environnementaux sont présents. La ligne 225 000 volts existant aujourd'hui entre Gavrelle et Mastaing est nécessaire pour l'alimentation des clients de la zone. Par conséquent, la construction de la nouvelle ligne 400 000 volts à la place de la ligne 225 000 volts existante devrait s'accompagner de la reconstruction de la ligne 225 000 volts.

La construction d'une ligne Gavrelle-Mastaing à 400 000 volts n'a donc pas été retenue par RTE.

2. COMPARAISON DES POSSIBILITÉS DE RENFORCEMENT DE L'AXE AVELIN-GAVRELLE

Le tableau suivant présente une comparaison synthétique des possibilités écartées et de celle retenue.

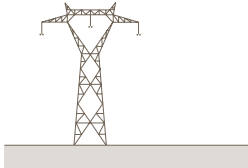
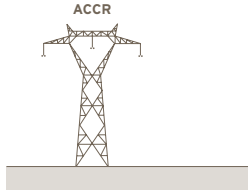
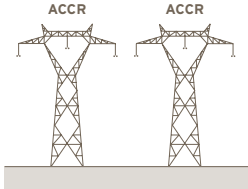
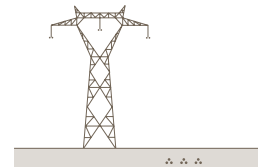
Les impacts environnementaux sont comparés en toute généralité. La possibilité qui sera retenue à l'issue

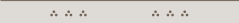

du débat public fera l'objet d'une étude d'impact environnemental. Cette étude d'impact sera ensuite présentée au public dans le cadre de l'enquête publique qui précédera les autorisations de construction de la ligne.

Ce tableau indique l'avis de RTE sur la performance de la possibilité, selon les critères de performance technique, impacts environnementaux, impact humain (correspondant à l'impact visuel de l'ouvrage, qui affecte le cadre de vie et les paysages), et la performance économique.

Les cases sont colorisées en fonction de l'aptitude de la possibilité à se conformer au critère :

- >> la **couleur rouge** ne répond pas au besoin,
- >> la **couleur orange** signale que la possibilité peut convenir mais avec des impacts,
- >> la **couleur verte** signale que la possibilité est équivalente à la situation actuelle, ou est acceptable du point de vue de RTE.

Possibilité	Capacité de transport totale (MW en hiver)	Conformité au besoin ?	Impact supplémentaire sur l'environnement	Impact visuel supplémentaire	Coût total, y compris les travaux dans les postes (M€2011)	Commentaire
Situation actuelle 	1600	NON	Pas d'évolution	Pas d'évolution	0	
Remplacement des conducteurs 	2300	NON	Pas d'évolution	Pas d'évolution	58	Cette possibilité est insuffisante.
Ajout d'une deuxième ligne simple circuit et remplacement des conducteurs 	4600	OUI	Création d'une deuxième ligne	2 lignes aériennes simple circuit	110	Impact foncier plus important que la possibilité proposée par RTE
Ajout d'une liaison souterraine 	4600	OUI	Création d'une liaison souterraine triple	Pas d'évolution	300	

Possibilité	Capacité de transport totale (MW en hiver)	Conformité au besoin ?	Impact supplémentaire sur l'environnement	Impact visuel supplémentaire	Coût total, y compris les travaux dans les postes (M€2011)	Commentaire
Possibilité souterraine équivalente à la possibilité aérienne 	4600	OUI	Création de deux liaisons souterraines triples	Suppression de la ligne aérienne existante	460	Intérêt du démontage de la ligne existante.
Possibilité souterraine à courant continu à deux dipôles (analogue à la liaison France-Espagne en cours de travaux) 	2000	NON	Création d'une liaison souterraine double et des stations de conversion	Suppression de la ligne aérienne existante	+ de 380	Intérêt du démontage de la ligne existante.

Le tableau précédent présente des solutions de technologies homogènes : tout aérien ou tout souterrain. Or on peut imaginer d'autres options, notamment la construction de la nouvelle ligne avec recours à la technique souterraine pour une partie du tracé. Cette possibilité est présentée ci-dessous, ainsi que les raisons pour lesquelles RTE ne l'a pas retenue.

La mise en souterrain partielle ou « siphon »

La mise en souterrain partielle d'une ligne aérienne est appelée « siphon ». Le siphon peut concerner les deux circuits de la ligne aérienne, ou un seul circuit si la ligne nouvelle suit le tracé de la ligne actuelle (variante est). Dans ce cas, un des deux circuits reste sur la ligne aérienne actuelle, et l'autre est construit en souterrain.

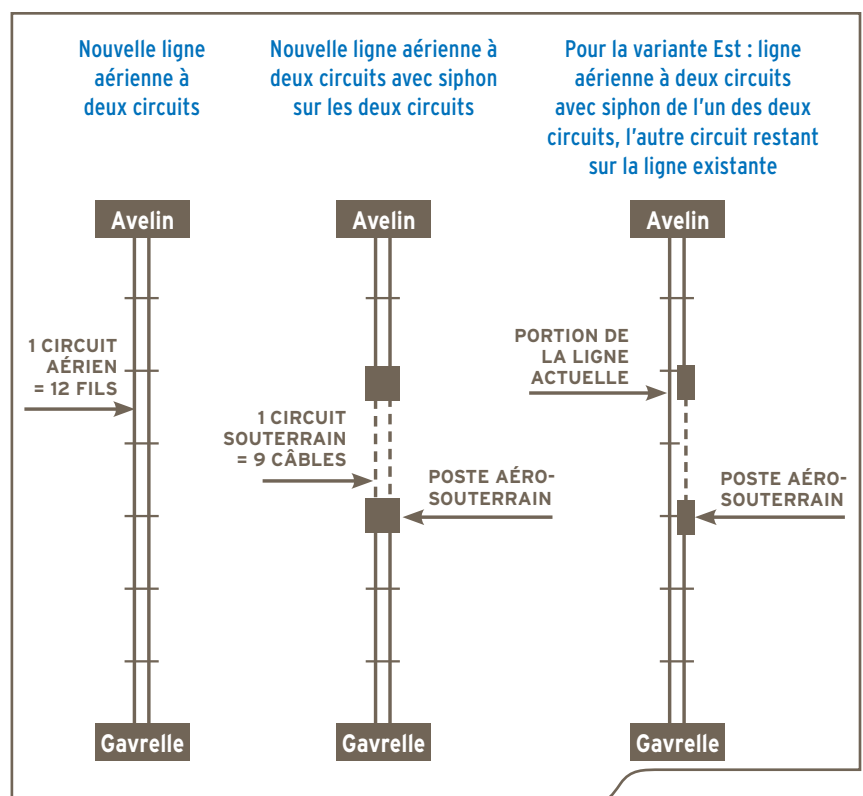
Le tableau suivant schématise ces trois possibilités.

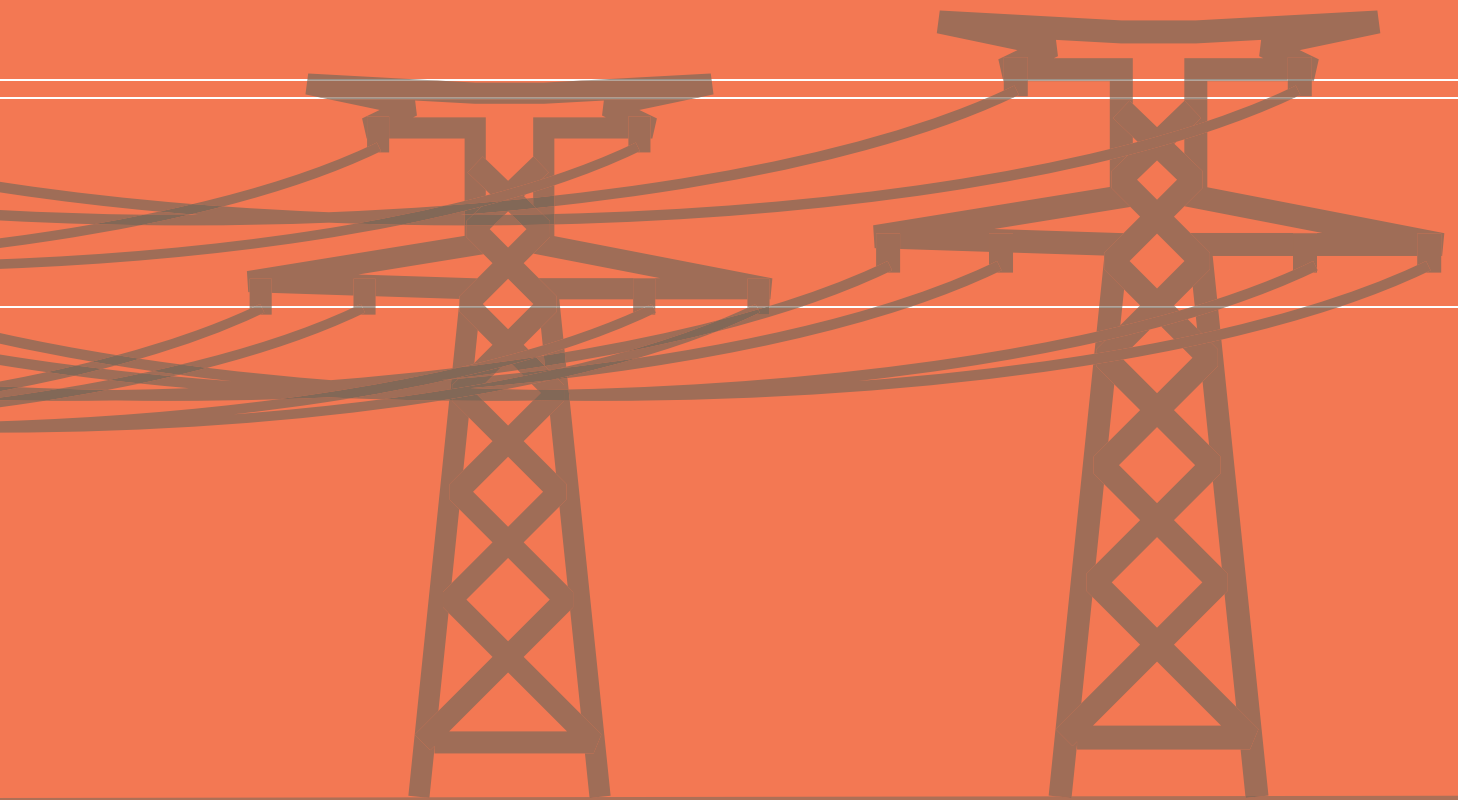
L'utilisation d'un siphon souterrain en 400 000 volts nécessite, à l'endroit de la transition entre la technique aérienne et la technique souterraine, de construire un poste aéro-souterrain. Ce poste est composé d'un pylône aérosouterrain pour chaque circuit aérien, des extrémités des câbles, des parafoudres qui évitent que l'énergie d'un éclair atteigne la partie souterraine en cas d'impact de foudre à proximité de la ligne aérienne, d'appareils de mesure pour identifier la localisation de pannes éventuelles, et d'un bâtiment technique abritant des dispositifs électroniques et de télécommunication permettant le contrôle de l'installation. Pour la

création d'un siphon dans le cas d'une ligne aérienne à deux circuits, il faut à chaque extrémité un tel poste aéro-souterrain d'une surface approximative de 4000 m².

Outre l'impact environnemental de la liaison souterraine, il faut donc considérer à chaque extrémité du siphon l'impact du poste aéro-

souterrain : impact visuel de l'installation, et impact sur les milieux de la création du poste. Conformément au Contrat de Service Public (Cf. partie 5), RTE réserve la possibilité du siphon souterrain aux situations exceptionnelles, compte tenu de son coût et de son impact environnemental.





PARTIE 4

LA PROPOSITION SOUMISE AU DÉBAT : DEUX VARIANTES DE TRACÉ

Le besoin de renforcement du réseau de grand transport du nord de la France se concentre sur la portion comprise entre les postes d'Avelin et de Gavrelle.

Si différentes possibilités de renforcement ont été envisagées, RTE a finalement retenu la possibilité consistant à construire une ligne entre Avelin et Gavrelle en supprimant la ligne existante.

Deux variantes ont été portées au débat, les effets de chacune d'entre elles ont été mesurés et comparés.

Le projet consiste à créer une ligne aérienne 400 000 volts double circuit, et la ligne aérienne 400 000 volts simple circuit existant actuellement sera supprimée. Selon le tracé qui sera retenu, son insertion nécessitera des dispositions particulières.

Prendre en compte les enjeux environnementaux et humains dans l'élaboration du projet

Dès les premières étapes de conception du projet et tout au long de sa préparation, RTE prend en compte les enjeux environnementaux et humains des territoires concernés. Ceci se traduit par des études et un dialogue avec les parties prenantes. Une telle approche, continue, permet d'orienter - le plus tôt possible - le projet vers des solutions faisables et acceptables. Elle est donc très utile à la conception du projet (caractéristiques techniques, tracé, etc.), à la prise de décision par RTE et à l'instruction par les autorités administratives compétentes.

Il s'agit pour RTE :

- » d'identifier et d'analyser les effets prévisibles du projet,
- » de proposer des solutions pour éviter, traiter les points sensibles ou proposer des mesures compensatoires
- » afin, in fine, de justifier les choix qui seront faits en tenant compte de tous ces éléments.

Le cadre réglementaire précise ce qui s'applique en la matière :

L'évaluation environnementale doit appréhender l'environnement dans sa globalité (ressources, biodiversité, risques naturels ou technologiques, énergie, patrimoine, aménagement et gestion du territoire...) et permet d'apporter une transparence des choix décisionnels notamment par l'information et la participation du public. En particulier, elle fournit un cadre d'analyse transversal et permet un découplage des thématiques et des études.

Plusieurs textes internationaux (convention d'Aarhus), communautaires (directives de 1985 relative à l'évaluation des incidences des projets sur l'environnement et de 2001 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement) et nationaux (Charte de l'Environnement adossée à la Constitution) sont venus progressivement définir et construire l'évaluation environnementale.

La France, en introduisant les études d'impact des projets susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement dès la loi de protection de la nature du 10 juillet 1976, figurait parmi les pays précurseurs. Ce dispositif a été complété en 2005 par l'introduction de l'évaluation environnementale des plans et programmes. Enfin, en 2005, le législateur a complété le dispositif en introduisant la production d'un avis de l'autorité de l'État compétente en matière d'environnement pour les projets soumis à étude d'impact, appelée « Autorité Environnementale ».

Le débat public est une contribution à l'évaluation des enjeux environnementaux et humains

Sous l'autorité de la commission particulière, le débat public permet de recueillir les avis et propositions des participants sur les points sensibles du projet et les possibilités présentées par RTE pour y remédier.

La réflexion collective est utile à la mise au point des critères de choix dont le maître d'ouvrage aura besoin pour prendre ses décisions ultérieures.



↑ Réunion publique

1. DEUX VARIANTES ENVISAGÉES

Les deux variantes proposées s'insèrent dans une zone d'étude dont l'occupation des sols constitue un enjeu fort pour le maintien du patrimoine naturel et pour la dynamique de développement économique.

DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La composante naturelle

La zone d'étude est traversée par plusieurs cours d'eau, les principaux étant la Scarpe et l'Escrebieux au sud et la Marque, au nord, dans la Pévèle (voir carte page 57). La Scarpe, en partie canalisée, est en relation avec les grandes infrastructures de transport fluvial régionales que sont le canal de la Sensée et le canal de la Deûle. Des zones humides se sont développées dans les fonds de vallées, parsemés d'étangs et de marais.

Le patrimoine naturel réside dans trois grands types de milieux :

- >> les vallées bocagères, occupées par des prairies et des espaces de marais ; elles abritent une flore riche et se montrent attractives pour les oiseaux. Elles se localisent au sud-est du territoire, au voisinage de la Scarpe et de l'Escrebieux ;

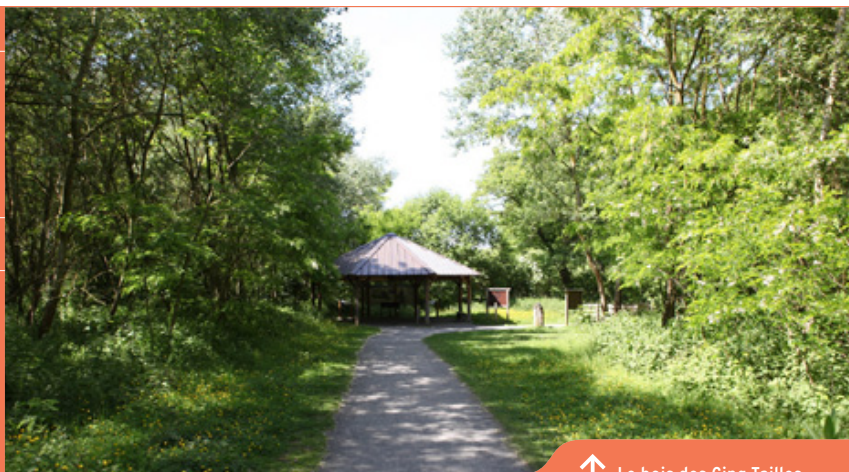
- >> les boisements ; ils se trouvent au nord du bassin minier : il s'agit de l'ensemble formé par la forêt domaniale de Phalempin, la forêt des Cinq Tailles, le bois de l'Offlarde et le bois Monsieur, d'une part, le bois d'Épinoy, d'autre part ; ce sont des massifs boisés avec mares et étangs ;
- >> des sites résultant de l'activité humaine passée : terrils et leurs marais périphériques, pelouses métallicoles, anciens bassins de décantation d'une sucrerie (les Cinq Tailles).

Parmi ces espaces, certains bénéficient d'une protection réglementaire : trois sites Natura 2000 et une Réserve Naturelle Volontaire. D'autres figurent à l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF). Le bois d'Épinoy est l'une des deux forêts de protection de la région Nord-Pas-de-Calais.

L'extrémité ouest du Parc Naturel Régional Scarpe-Escaut s'étend au nord-est de Douai dans le secteur compris entre la forêt de Phalempin et la vallée de la Scarpe.

Les deux départements du Nord et du Pas-de-Calais ont entrepris une démarche d'acquisition de sites naturels en vue de leur préservation et de leur valorisation. Divers Espaces Naturels Sensibles sont recensés dans ce secteur, dont deux voies vertes : celle de la Pévèle et celle du sucre.

Les grandes lignes du Schéma d'Orientations de la Trame Verte et Bleue ont été reportées sur la carte ci-jointe. Tous les massifs boisés sont des cœurs de nature.



↑ Le bois des Cinq Tailles

Les zones Natura 2000 découlent de deux Directives européennes, l'une relative aux Oiseaux en date du 2 avril 1979 et l'autre en date du 21 mai 1992 relative aux Habitats, qui ont fixé des listes d'oiseaux et de milieux à protéger. Des zones Natura 2000 accueillant ces oiseaux ou comportant ces milieux ont été identifiées sur le territoire français ; elles sont destinées à composer un réseau d'espaces naturels protégés. Les réserves naturelles volontaires, créées à l'initiative de leurs propriétaires, reçoivent l'agrément du préfet.

Les dispositions s'appliquant aux Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique ne sont pas réglementaires ; il s'agit d'inventaires de la flore et de la faune. Ces inventaires doivent néanmoins être pris

en considération dans les études du milieu naturel, car ils sont révélateurs de l'intérêt écologique des territoires concernés.

Peuvent être classées comme forêt de protection des forêts dont la conservation s'impose, soit pour des raisons écologiques, soit pour le bien-être de la population, ou encore pour le maintien des sols. Elles sont soumises à un régime forestier spécial. Le classement comme forêt de protection interdit tout changement d'affectation ou tout mode d'occupation du sol qui serait de nature à compromettre la conservation ou la protection des boisements.

Un Espace Naturel Sensible est un site présentant des qualités certaines, compte tenu de l'intérêt des milieux

présents, ou de ses caractéristiques paysagères ou esthétiques. Il peut s'agir également de terrains sans réelle valeur intrinsèque, mais considérés comme fragiles, parce que soumis à des pressions extérieures, telles que l'urbanisation ou un tourisme intensif. Les espaces ainsi identifiés peuvent être inclus dans des zones de préemption au bénéfice des départements, ou se voir attribuer des financements au titre de la taxe départementale des espaces naturels sensibles.

Le patrimoine architectural et paysager

Les éléments patrimoniaux protégés résident dans (voir carte page 61) :

- >> une Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP) à Carvin, qui s'étend à toute la ville ancienne ;
- >> deux sites inscrits à Mons-en-Pévèle : le Pas Roland et la Cense de l'Abbaye, la Fontaine Saint-Jean ; la Cense de l'Abbaye est un corps de ferme des 17ème et 18ème siècles ; le Pas Roland est

une ancienne carrière ; la Fontaine Saint-Jean est le site de la source de la Petite Marque. Le Pas Roland et la Fontaine Saint-Jean ont été des éléments stratégiques de la bataille de Mons-en-Pévèle, en 1304 ;

- >> des monuments protégés : nécropole mérovingienne à Quiéry-la-Motte, église Saint-Martin de Hénin-Beaumont, église Saint-Stanislas de la cité Bruno à Dourges, église Saint-

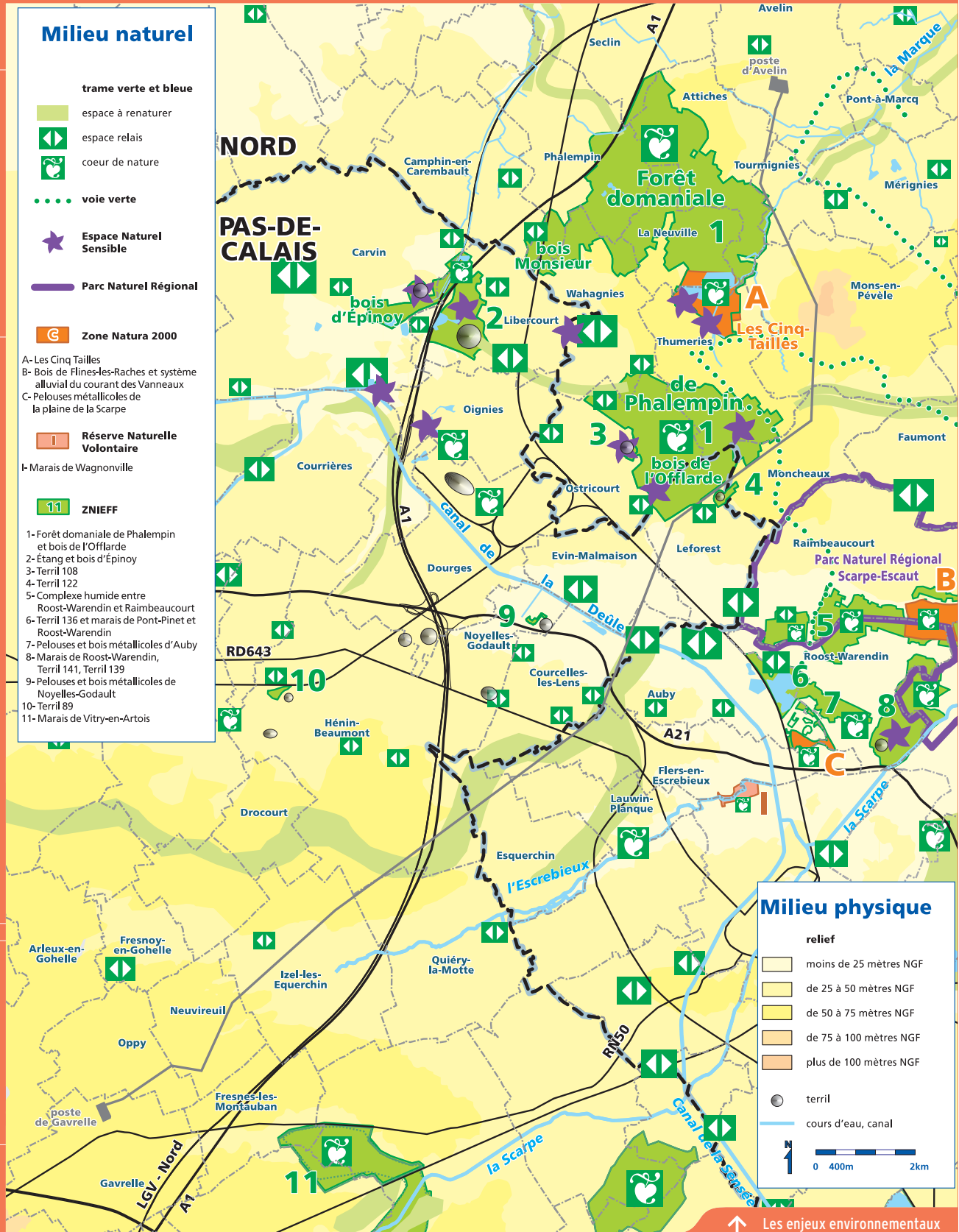
Piat à Courrières, fosse n° 2 de Oignies, sur Oignies et Libercourt, ancienne fosse Declerc-Combez n° 9-9bis à Oignies, hôtel de ville et église Saint-Martin à Carvin, château de l'Ermitage à la Neuville, maison Sterckeman à Avelin, église Saint-Pierre à Antioche, à Tourmignies. Un projet est en cours à Oignies au centre ville.



↑ La Cense de l'Abbaye, Mons-en-Pévèle



↑ Tourmignies



↑ Les enjeux environnementaux de la zone d'étude

Les Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager sont instituées autour des monuments historiques et dans les quartiers, sites et espaces à protéger ou à mettre en valeur pour des raisons d'ordres esthétique, historique ou culturel. Des prescriptions particulières en matière d'architecture et de paysages y sont instaurées.

Comme elles, les sites inscrits sont des zones de protection délimitées autour d'espaces dont la conservation ou la préservation présente un intérêt artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque. Les monuments historiques protégés sont des immeubles ou des objets dont la conservation ou la préservation présente un intérêt artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque ; la protection s'applique dans un rayon de 500 mètres autour du monument protégé.

Autre forme de patrimoine : les espaces naturels aménagés. La plupart des sites à vocation de loisirs se trouvent au nord du Bassin Minier : golf de Thumeries-Moncheaux, circuit d'une école de pilotage (sprint-racing) et parcours à truite de Courcelles-les-Lens. Une base de loisirs est implantée à Hénin-Beaumont, la base du Pommier, et à Carvin, le Tour d'Horloge.

La Pévèle est sillonnée par des parcours de promenade et de randonnée.

La forêt domaniale de Phalempin, le bois de l'Offlarde, le bois Monsieur, le bois d'Épinoy sont les seuls massifs boisés d'importance de la région lilloise et font l'objet d'une fréquentation soutenue. Le site des Cinq Tailles, acquis par le département, a suscité une démarche de requalification, avec un double objectif : valorisation écologique et production d'espaces de détente et de loisirs.

Trois grandes unités paysagères se partagent ainsi ce territoire.

L'Arrageois, au Sud-Ouest, se compose de vastes étendues, au relief très doux, occupées par les grandes cultures. L'habitat est groupé, la végétation boisée est rare, hormis aux abords des villages. Le paysage est ouvert ; il se dégage de ces espaces une image rurale, largement marquée par la nature de l'activité agricole (parcellaire de grandes dimensions, absence de haies).

Dans le Bassin Minier, les espaces sont morcelés par l'urbanisation et de grandes infrastructures, le long desquelles les activités se sont redéployées. Le paysage est fragmenté, entrecoupé d'écrans divers ; bâti, cultures et végétation sont imbriqués.

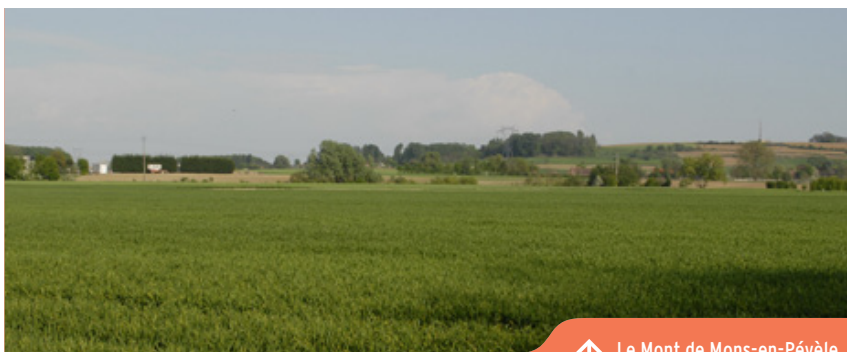
Si le paysage du Bassin Minier est façonné par son passé, il en devient un atout sur lequel capitaliser. Une démarche est actuellement entreprise pour faire inscrire le Bassin Minier sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO.

Certains sites sont particulièrement emblématiques comme la fosse 9-9bis à Oignies ; d'autres ont été réhabilités, comme le terriil 118 à Oignies, les terriils 130 et 130a à Leforest, la base de loisirs du Pommier à Hénin-Beaumont, le Tour d'Horloge à Carvin.

Le Mélantois et la partie nord-ouest de la Pévèle, proches de l'agglomération lilloise, et aux espaces attractifs, subissent l'influence de la ville et sont le siège d'une construction résidentielle importante.

La Pévèle se caractérise par un relief plus vallonné. Diversité des cultures et couvert végétal (haies, rideaux d'arbres, bosquets) contribuent à en animer les espaces. L'habitat est moins dense à mesure que l'on s'éloigne de la métropole, mais il devient plus dispersé, étiré le long des routes.

La région souhaite mettre en valeur les « atouts liés au cadre de vie et aux loisirs verts » de la Pévèle. La butte de Mons-en-Pévèle en est un élément reconnu.



↑ Le Mont de Mons-en-Pévèle



↑ Le Bassin Minier



L'Arrageois

L'occupation humaine et les projets de développement du territoire

Les Schémas de Cohérence Territoriale de la zone d'étude sont récents ou en cours d'élaboration. Leurs rapports et les diagnostics disponibles ont permis d'appréhender les grands axes d'évolution de cette région.

La carte présentée page 61 met en relief des modes de répartition de l'habitat propres à chacun des territoires traversés :

- >> regroupé, en noyaux disposés régulièrement sur le plateau agricole, au sein de l'Arrageois ; on y rencontre très peu de bâtiments isolés ;
- >> dense et très présent dans le Bassin Minier ; l'urbanisation forme une bande pratiquement continue autour de la RD 643 et du canal de la Deûle d'Hénin-Beaumont à Flers-en-Escrebieux ;

↓ Parc du Tour d'horloge à Carvin



Carvin et l'ensemble composé par Libercourt, Oignies et Ostricourt, au Nord, constituent deux autres grands pôles du secteur, de part et d'autre de l'A1 et de la LGV ;

- >> plus disséminé, composé de gros bourgs et de hameaux dans le Mélantois ;
- >> dispersé dans la Pévèle : l'habitat s'étire le long des routes, sous forme de villages, de hameaux et de constructions isolées.

Tous les Schémas de Cohérence Territoriale ont en commun le souci

de maîtriser l'urbanisation et la périurbanisation, pour des raisons diverses : proximité de pôles urbains comme Lille, Douai ou Arras, vis-à-vis desquels les territoires ruraux du nord et du sud de la zone d'étude se montrent attractifs, pressions urbaines internes du Bassin Minier. Le développement de l'habitat reste donc mesuré, limité à de petites zones au contact des noyaux existants, pour les secteurs appartenant à l'Arrageois, à Marquion-Osartis, à Lille Métropole.

Plus étendues dans le Bassin Minier, compte tenu des besoins, les zones d'extension ont privilégié l'axe A 21- RD 643, venant s'insérer dans la continuité des tissus urbains les plus denses ou renouvelant des quartiers existants.

Les grands pôles d'activités se trouvent le long de l'axe A 1 / LGV Nord et de l'A 21 : centre commercial et parcs d'activités d'Hénin-Beaumont, plate-forme multimodale de Dourges (Delta 3), parc d'activités du Château, espace du Tour d'Horloge à Carvin, parc d'activités les Portes du Nord et Zone Industrielle le Parc à Stock à Libercourt, ...

Les autres sites sont plus ponctuels : les Hauts de France à Courcelles-lès-Lens, ZAC des Prés Loribes à Aubry et Flers-en-Escrebieux, ...

Les grands projets structurants du territoire en matière d'urbanisme à vocation d'habitat et d'activités sont les suivants :

- >> le site du 9/9bis de Oignies : aménagement et valorisation d'un site minier patrimonial ;
- >> le projet Sainte-Henriette : transformation d'une friche en un espace à vocation d'habitat et de loisirs ;
- >> la ZAC de Courcelles-lès-Lens : création d'un éco-quartier.

D'autres opérations sont projetées ; à noter en particulier celles concernant les Hauts de France à Courcelles-lès-Lens et le pôle d'excellence Delta 3 à Dourges. À signaler enfin un projet commun aux SCOT Lens-Liévin-Hénin-Carvin et du Douaisis : la création d'une vaste zone d'activités à l'est de l'A1 sur le territoire d'Hénin-Beaumont et d'Esquerchin.



LGV Nord



Ancien site
Métaleurop

Des infrastructures majeures traversent la région du Nord au Sud et d'Est en Ouest : A 1, LGV Nord, A 21, RD 643, canal de la Deûle. Les principaux projets concernant les échanges sont la création d'un Transport en Commun en Site Propre (TCSP) le long de la RD 643, d'une gare structurante dans le cadre de l'aménagement de Sainte-Henriette à Hénin-Beaumont, d'un pôle d'échange voiture-train-bus à Libercourt. La mise en place d'une liaison RER entre Lille et Sainte-Henriette à l'horizon 2020 est à l'étude.

Parmi les contraintes et servitudes diverses, on retiendra :

- >> les périmètres de protection de la ressource en eau potable (captages et champs captants) ; deux d'entre eux sont particulièrement étendus, au

sud de Lille et dans la vallée de l'Escrebieux (ce dernier étant en cours de modification) ; la gestion quantitative et qualitative de la ressource en eau est un enjeu pour tout ce secteur du Nord-Pas-de-Calais ;

- >> le Projet d'Intérêt Général (PIG) Métaleurop, qui délimite des sols pollués aux métaux lourds ; à noter qu'à l'est de ce PIG, se situe un autre secteur de sols pollués, dû à une autre entreprise, qui s'étend sur les communes de Leforest, Courcelles-lès-Lens et Aubry ;
- >> le site des anciennes usines du 10 de Oignies et d'Agglonord, qui identifie lui aussi une zone de terrains pollués par des hydrocarbures et des métaux.

Urbanisme, patrimoine bâti et tourisme

urbanisme :

- habitat
- 5 activités
- zone d'extension de l'habitat
- zone d'extension des activités

- 1- parc d'activités du Moulin
- 2- parc d'activités Le Pommier
- 3- parc d'activités de La Peupleraie
- 4- éco-parc du Bord des Eaux
- 5- centre commercial
- 6- zone d'activités des Hauts de France
- 7- zone d'activités de Bourcheuil
- 8- zone d'activités Fond du Val
- 9- plate-forme multimodale
- 10- zone industrielle Le Parc à Stock
- 11- parc d'activités du Château
- 12- espace du Tour d'Horloge
- 13- parc d'activités Les Portes du Nord
- 14- zone I Fosse 14
- 15- ZAC des Prés Loribes
- 16- zone industrielle du Château d'eau

A grand projet de territoire

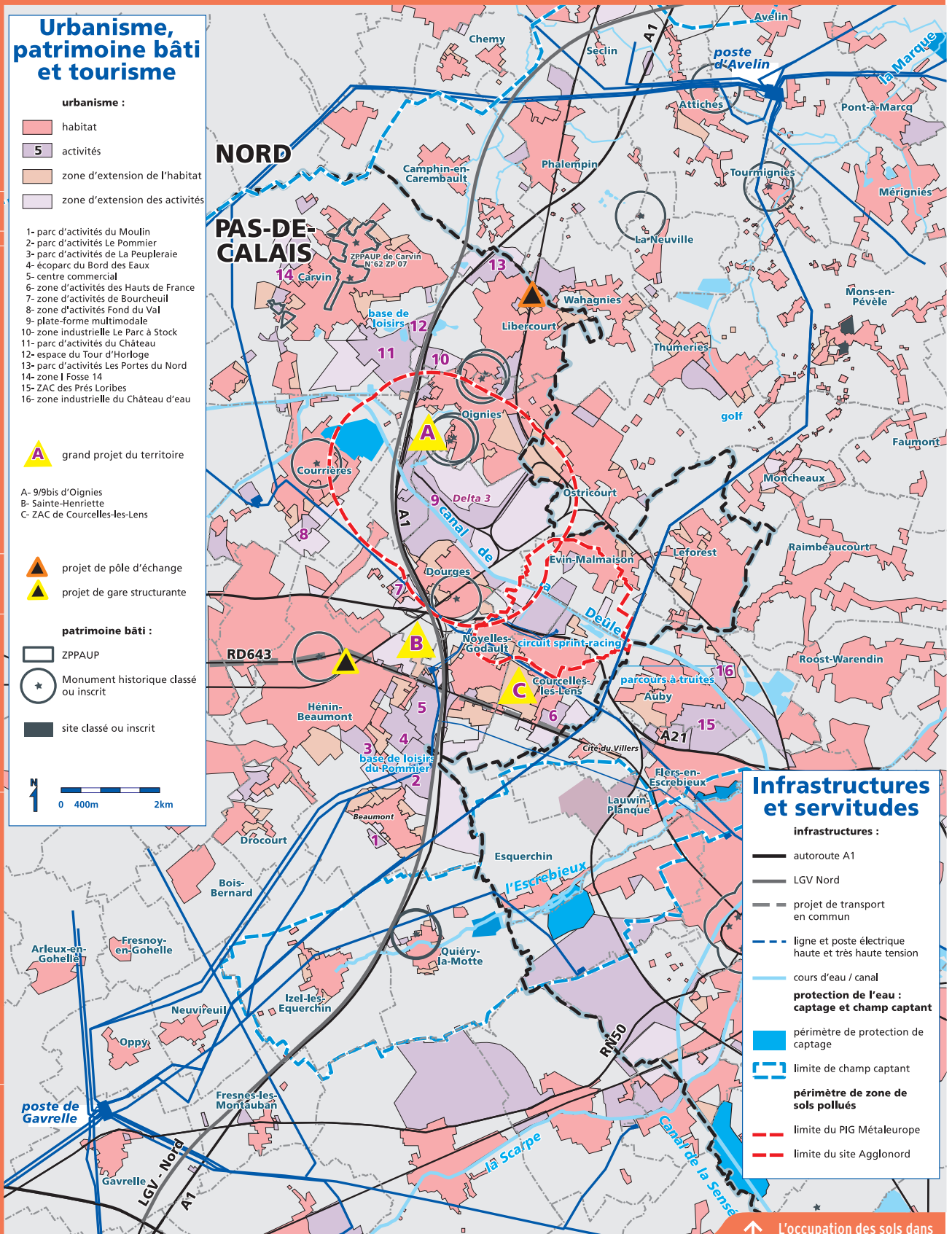
- A- 9/9bis d'Oignies
- B- Sainte-Henriette
- C- ZAC de Courcelles-les-Lens

- ▲ projet de pôle d'échange
- ▲ projet de gare structurante

patrimoine bâti :

- ZPPAUP
- Monument historique classé ou inscrit
- site classé ou inscrit

N
0 400m 2km



Infrastructures et servitudes

infrastructures :

- autoroute A1
 - LGV Nord
 - projet de transport en commun
 - ligne et poste électrique haute et très haute tension
 - cours d'eau / canal
- protection de l'eau : captage et champ captant**
- périmètre de protection de captage
 - limite de champ captant
- périmètre de zone de sols pollués**
- limite du PIG Métales Europe
 - limite du site Agglo Nord

↑ L'occupation des sols dans la zone d'étude

La gestion de l'héritage industriel et minier et la prévention et la gestion des risques naturels et technologiques représente un enjeu majeur pour le Bassin Minier ; le site d'Agglonord, reconverti, est occupé par Delta 3 ; le site Métaleurop est devenu SITA Agora, une zone d'activité éco-industrielle, où l'on traite et valorise des terres polluées, trie et transfère des déchets... Des études sont actuellement lancées sur un périmètre élargi du PIG Métaleurop, où une campagne de mesures de la pollution des sols est en cours.

Le projet de ligne de transport d'électricité entre les postes d'Avelin et de Gavrelle traverse, du nord d'Arras au sud de Lille, des territoires contrastés, marqués par d'importants enjeux : le foncier agricole dans l'Arrageois, le tissu urbain et industriel dense dans le bassin minier et le patrimoine naturel et paysager dans la Pévèle.

Compte tenu des caractéristiques environnementales du territoire compris entre les postes de Gavrelle et d'Avelin, les possibilités de passage pour un ouvrage du type de celui projeté sont étroites. Deux grands principes de passage sont envisageables pour la nouvelle ligne :

- >> un passage en site vierge avec création d'une nouvelle ligne le long de l'A1 et de la LGV, qui permet un regroupement avec les infrastructures (variante Ouest) ;
- >> la reconstruction dans le couloir de la ligne existante, avec des adaptations plus ou moins ponctuelles du tracé pour en améliorer l'insertion (variante Est).

Qu'est-ce qu'un Projet d'Intérêt Général ?

Peut constituer un Projet d'Intérêt Général (P.I.G.) tout projet d'ouvrage, de travaux ou de protection destiné, notamment, à la prévention des risques. Les PIG doivent présenter un caractère d'utilité publique. La décision de qualifier un Projet d'Intérêt Général est prise par arrêté préfectoral. Le PIG comporte la définition du périmètre à l'intérieur duquel il est appliqué et l'indication des travaux qui doivent être exécutés et/ou des mesures destinées à prévenir les risques (interdiction de construire...). Le PIG s'impose à tous les documents d'urbanisme en cours d'élaboration ou à venir.



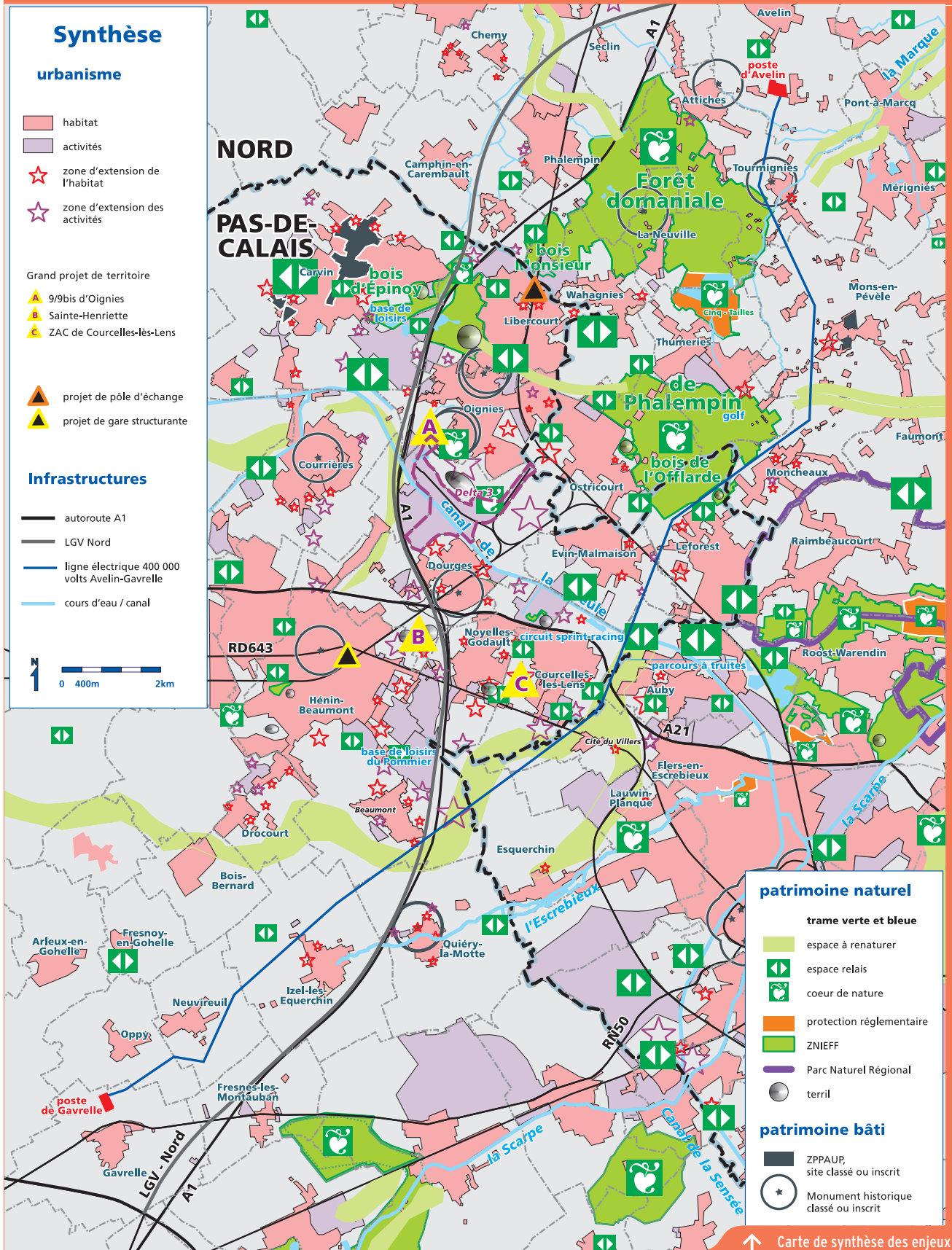
↑ La Forêt de Phalempin, espace boisé majeur de la région Lilloise



↑ Fosses 9 et 9 bis de Oignies

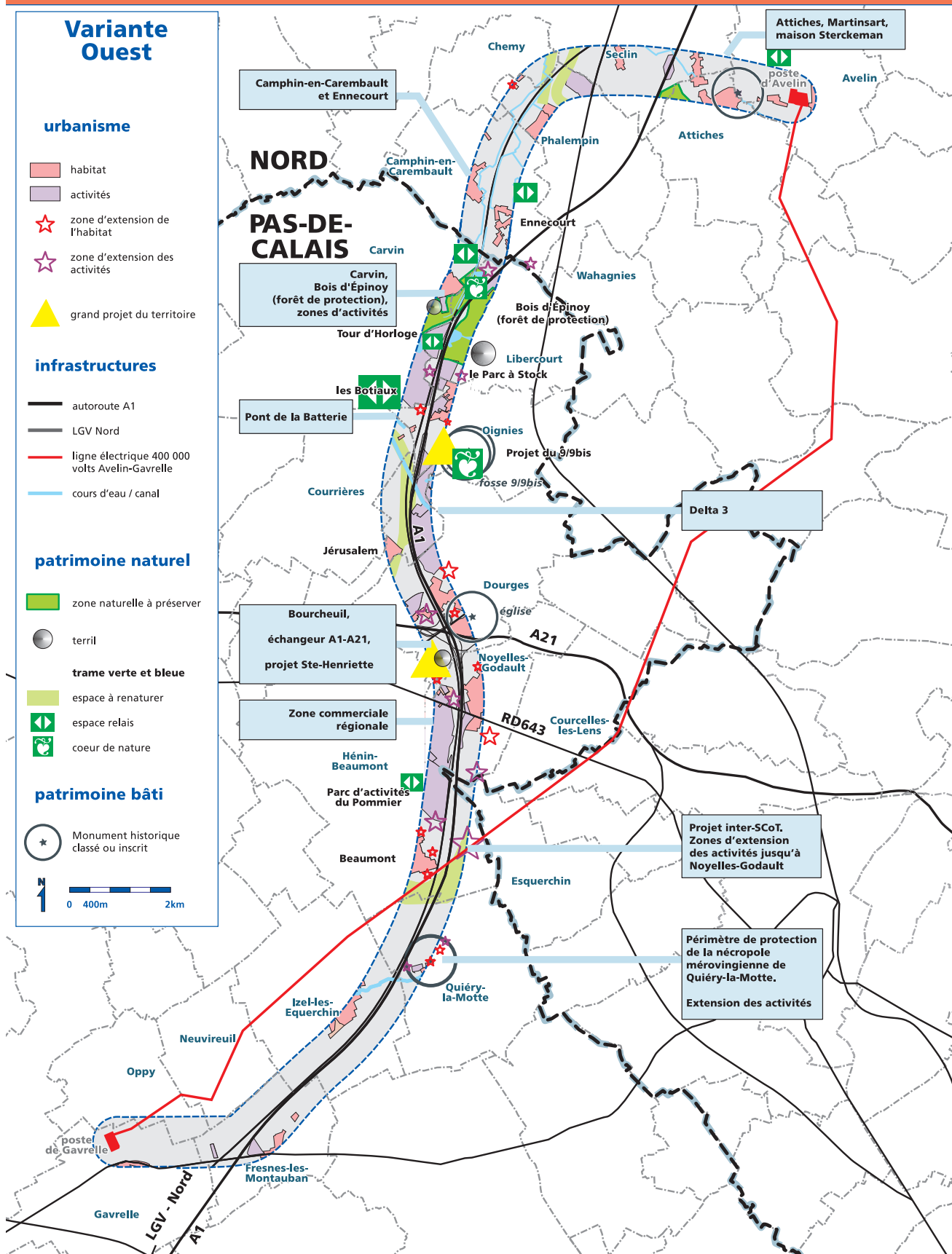


↑ Parcelles en culture dans l'Arrageois



↑ Carte de synthèse des enjeux de la zone d'étude

VARIANTE OUEST



DESCRIPTION DE LA VARIANTE OUEST

Depuis le poste de Gavrelle, la nouvelle ligne rejoint l'autoroute et la LGV en empruntant des espaces cultivés. Les villages sont suffisamment éloignés pour qu'un tracé à l'écart de l'habitat soit possible.

Si elle reste à l'Ouest, la ligne devra s'insérer entre le village d'Izel-lès-Équerchin et la LGV ; la distance est de l'ordre de 250 mètres. Si elle passe à l'Est, elle effleurera le périmètre de protection de la nécropole de Quiéry-la-Motte et une petite zone d'extension des activités. Il serait plus cohérent de venir se placer à l'Est, compte tenu de la situation rencontrée ensuite sur Hénin-Beaumont, où il est préférable de passer du côté est des infrastructures.

Quelle que soit sa situation par rapport à l'A1 et à la LGV, le projet ne rencontre pas de contrainte particulière jusqu'à la hauteur de Beaumont, où il entre dans le Bassin Minier. À partir de ce point, l'urbanisation devient dense autour de l'axe A1 - LGV.

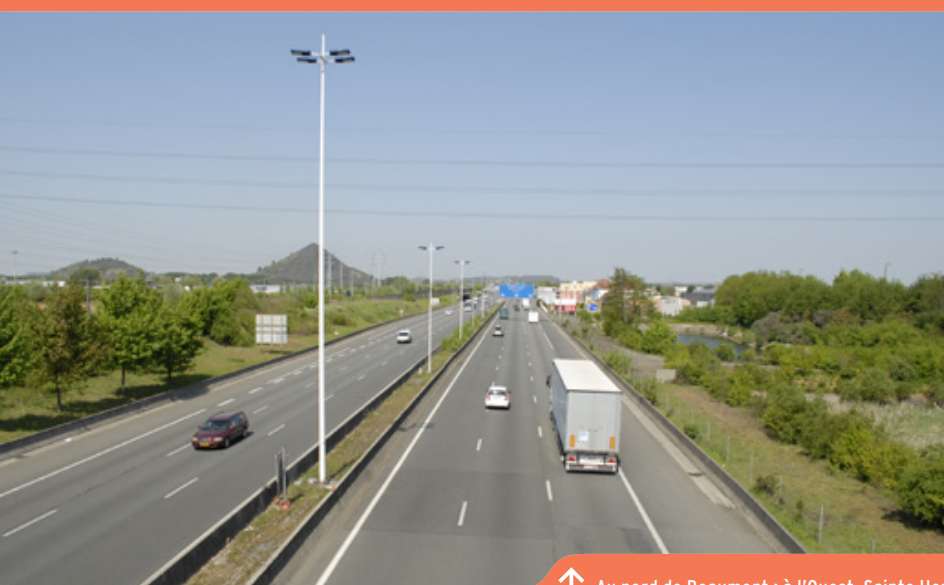
Dans un premier temps, à l'ouest de la LGV, sont implantés Beaumont, dont des extensions de l'habitat sont prévues jusqu'aux abords de la voie ferrée, puis le Parc d'activités du Pommier et la vaste zone d'activités commerciales d'Hénin-Beaumont. Il faudrait se placer à l'est des deux infrastructures pour s'éloigner suffisamment de Beaumont. Cette option amène à longer la future zone d'activités interSCOT prévue à cet endroit.

Au nord de cette zone, les habitations de Noyelles-Godault et de Dourges ont gagné des espaces voisins de l'autoroute. Une petite

↓ Entre le poste de Gavrelle et la LGV



↑ A l'Est de Beaumont, la future zone inter SCOT



↑ Au nord de Beaumont : à l'Ouest, Sainte Henriette, à l'Est, des hôtels et la ville de Noyelles-Godault

zone accueillant des hôtels s'est développée sur Noyelles-Godault au voisinage du croisement avec la RD 643. Bien que le passage soit étroit, il pourrait alors être envisagé d'emprunter le couloir de deux lignes électriques 90 000 volts qui rejoignent le poste d'Hénin le long de la LGV Nord, à l'ouest des infrastructures. Les deux lignes devraient être déposées ou déplacées pour laisser la place à la nouvelle ligne 400 000 volts.

Le passage au niveau de Sainte-Henriette reste néanmoins délicat : site du triangle de Sainte-Henriette et du grand projet de territoire à l'ouest des infrastructures, puis petite zone d'activités et hameau de Bourcheuil ; à l'est, Dourges, dont les habitations et les zones d'extension

de l'habitat touchent les abords de l'autoroute, et le périmètre de protection de son église. Il faut y ajouter des difficultés techniques : proximité du terroir de Sainte-Henriette, topographie complexe (remblais, déblais), franchissement de l'échangeur A1/A21.

Au nord de ce secteur, s'étend à l'est de l'A1 le pôle d'échanges majeur de la plate forme multimodale Delta 3. Le projet peut s'implanter de ce côté, en longeant le site de la plateforme, ce qui permet de rester à l'écart des habitations de Jérusalem, à l'ouest des infrastructures.

Un nouveau passage délicat apparaît à Oignies, au niveau du Pont de la Batterie, où des habitations isolées se trouvent à environ 100 mètres de la LGV à l'Ouest ; une zone d'extension de l'habitat y est projetée ; à l'Est, l'extrémité de Oignies se trouve à moins de 100 mètres de l'A1.

Entre ce point et Seclin, la LGV et l'A1 vont s'écarter. Suivre l'axe de l'A1 n'apparaît plus favorable : il faut passer le long de la forêt de protection du bois d'Épinoy sur 1,5 kilomètre au minimum, puis le long de la forêt de Phalempin sur 1 kilomètre au minimum. Des proximités d'habitat avec l'A1 peuvent être relevées à Ennecourt et Phalempin.

La variante s'oriente donc vers la LGV.

Elle rencontre un troisième passage délicat au niveau du bois d'Épinoy. Son classement en forêt de protection interdit toute atteinte à cet espace et le déclassement reste une procédure exceptionnelle. En outre, ce boisement est déjà affecté par diverses coupures dues à des infrastructures : A1, LGV, échangeur de Carvin.

Passer côté ouest de la LGV implique de se rapprocher de Carvin (zone d'activités, Tour d'Horloge, habitat). La bande boisée entre la LGV et Carvin est mince (une cinquantaine de mètres, pour la partie la plus étroite). Passer à l'Est augmente l'emprise dans le bois.



Au niveau de Dourges, l'habitat a rejoint l'A1 à l'arrière de Saint Henriette



Bois d'Épinoy



Lignes aériennes à proximité d'Avelin

Au-delà de Carvin, le projet peut s'implanter indifféremment d'un côté ou de l'autre, les conditions d'insertion étant sensiblement les mêmes. À noter des habitations à environ 150 mètres de part et d'autre de l'axe au passage entre Camphin-en-Carembault et Ennecourt.

Le poste d'Avelin peut être rejoint dans le couloir de lignes existant. C'est un dernier passage délicat : une restructuration est nécessaire, compte tenu de la présence d'habitat à proximité immédiate, voire en dessous des lignes actuellement en place. Trois lignes 225 000 volts doivent être reconstruites en technique souterraine pour ménager le passage nécessaire à la nouvelle ligne. Il paraît difficile d'éviter le périmètre de protection de la maison Sterckeman à Avelin, déjà traversé par le couloir de lignes.



Implanter la nouvelle ligne le long de l'A1 et de la LGV présente l'avantage de regrouper l'ouvrage électrique avec de grandes infrastructures existantes, dans un paysage marqué par leur présence.

Cette possibilité rencontre cependant plusieurs passages sensibles, en raison de l'urbanisation, des extensions projetées et de la présence de boisements. Elle nécessite de franchir à plusieurs reprises les infrastructures, ce qui risque de s'accompagner de la mise en place de supports plus hauts et plus robustes.

Elle présente également des points de complexité technique, liés à la configuration des infrastructures (échangeurs, remblais, déblais...). Les principaux impacts prévisibles de cette variante se situent au niveau :

- >> des lignes 90 000 volts dans la zone d'Hénin-Beaumont,
- >> de Sainte-Henriette ;
- >> du pont de la Batterie à Oignies ;
- >> de Carvin et du bois d'Épinoy ;
- >> de Camphin-en-Carembault et Ennecourt ;
- >> de l'arrivée à Avelin.

Les mesures envisageables

Les mesures techniques

concernant le réseau existant :

Le réseau RTE existant doit être aménagé en deux endroits pour ménager un espace où la ligne 400 000 volts pourrait s'insérer :

- >> Au niveau du parc d'activités du Pommier et de la zone commerciale d'Hénin-Beaumont. Le déplacement des lignes 90 000 volts en technique aérienne n'est pas possible compte tenu de l'urbanisation de la zone. La mise en souterrain de ces deux lignes est donc nécessaire pour laisser passer la nouvelle ligne 400 000 volts. Le coût approximatif est de 5 M€.
- >> Pour l'arrivée à Avelin, entre la LGV et le poste d'Avelin. Pour minimiser l'emprise du réseau RTE dans la zone, il faudrait reconstruire les trois lignes 225 000 volts existantes en technique souterraine, pour un coût approximatif de 15 M€. Le passage entre les habitations d'Attiches et de Martinsart est étroit ; une ligne à deux circuits

400 000 volts l'emprunte déjà et il faudrait y insérer trois lignes souterraines 225 000 volts et la nouvelle ligne 400 000 volts aérienne ; des surplombs d'habitations, construites sous les lignes 225 000 volts, restent probables.

Au total, les mesures techniques concernant le réseau existant représentent un coût d'environ 20 M€.

Les mesures de réduction d'impact :

Elles sont directement appliquées au nouvel ouvrage et à ses abords.

Les mesures suivantes sont envisageables :

- >> Au niveau de Sainte-Henriette, il est possible de recourir à des supports à largeur de nappe réduite ; ces supports, cependant, sont plus hauts ; le passage entre le terril et le LGV, avec la présence à cet endroit d'une ligne 90 000 volts souterraine, reste complexe à gérer techniquement.
- >> Au niveau du bois d'Épinoy, une tranchée forestière, comme une solution en souterrain, détruirait des espaces boisés ; c'est particulièrement exclu côté ouest, compte tenu de la faible épaisseur du boisement. On peut proposer un passage en surplomb, qui limite les coupes dans la végétation à l'emplacement des supports, mais cela s'accompagne d'un impact paysager (les câbles doivent passer au-dessus des arbres et les supports sont plus hauts).
- >> Vis-à-vis des habitations de Oignies, de Camphin-en-Carembault et d'Ennecourt, des plantations peuvent être envisagées.

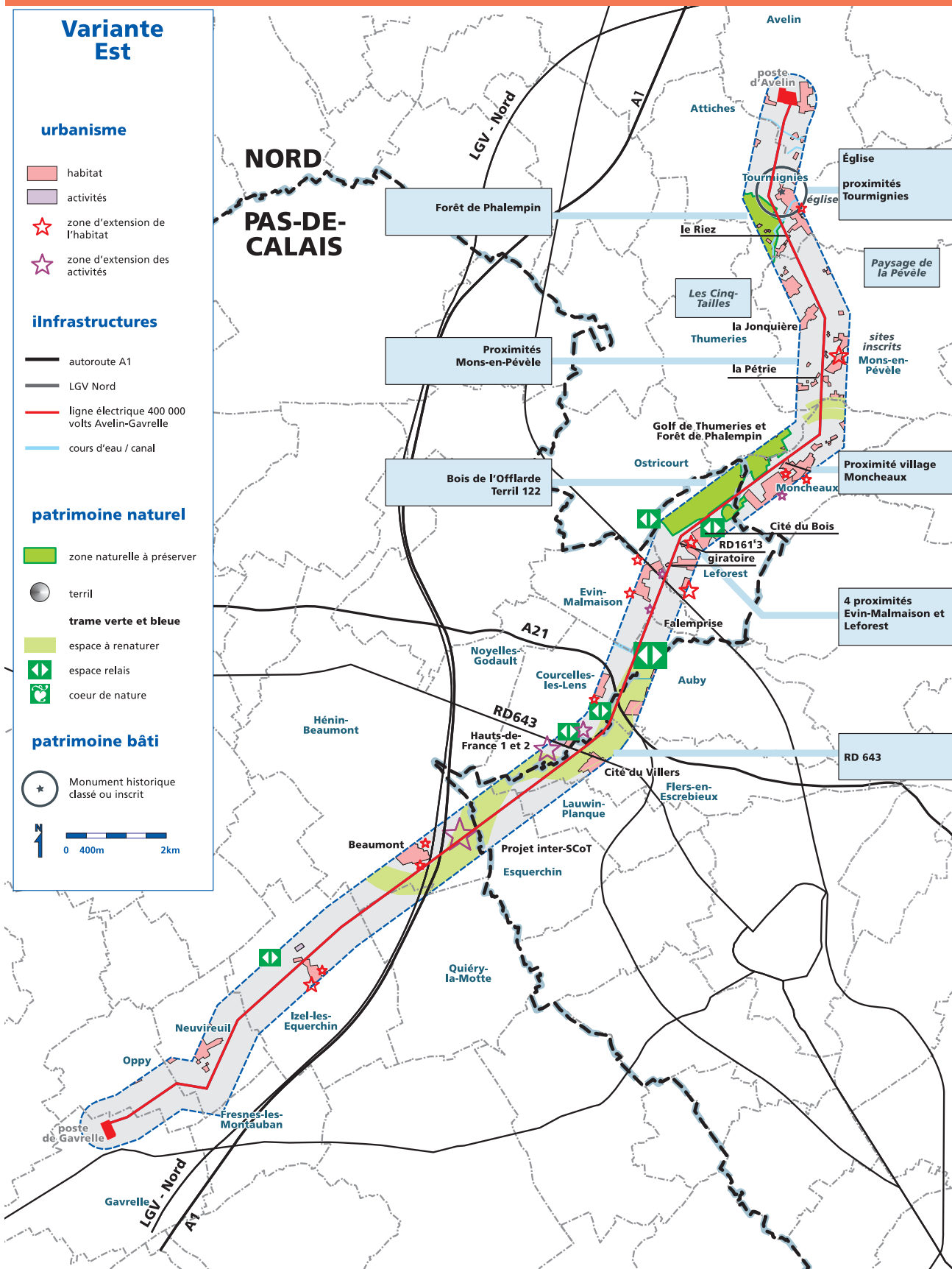
Les mesures de compensation :

Elles pourraient consister en des effacements de réseau existants par reconstruction en technique souterraine, des démarches de mise en valeur de la biodiversité, des plantations aux abords des habitations, des aménagements paysagers en bordure des sites d'activités et des zones de développement de l'urbanisation, des reboisements.

↓ Les lignes 90 000 volts à proximité de la zone commerciale d'Hénin Beaumont devraient être mises en souterrain pour laisser place à la nouvelle ligne



VARIANTE EST



DESCRIPTION DE LA VARIANTE EST

Dans l'Arrageois, la ligne emprunte des espaces cultivés. Elle passe à distance d'Oppy, contourne Neuvireuil. Elle se rapproche en revanche d'Izel-lès-Équerchin, dont elle coupe actuellement l'extrémité, et de Beaumont. Sur cette portion de l'Arrageois, le tracé peut être amélioré pour l'éloigner des villages : les noyaux d'habitat sont suffisamment distants les uns des autres pour le permettre. La ligne se trouverait à plus de 350 mètres de toutes les habitations.

À l'est de l'A1, la ligne actuelle traverse le site de la vaste zone d'activités interSCOT projetée au sud-est d'Hénin-Beaumont. Là aussi, le passage peut être décalé.

Passé la LGV Nord et l'A1, elle entre dans le Bassin Minier. Sa présence a été intégrée dans la planification du territoire : l'habitat et ses extensions sont restés en dehors du couloir, comme les projets de développement de zones d'activités (c'est le cas des Hauts-de-France notamment, le long de la RD 643). Il n'y a aucun surplomb de bâtiment.

Quelques proximités avec l'habitat doivent cependant être signalées compte tenu de la densité de ce dernier :

- >> entre Courcelles-lès-Lens et la Cité du Villers, le long de la RD 643 : la ligne passe à côté de quelques habitations isolées ; il est possible de la décaler : 200 mètres séparent ces maisons de la cité du Villers, on peut se placer à égale distance des habitations ;
- >> entre Courcelles-lès-Lens et Auby, au niveau du croisement de la rocade minière (A21) et de la RD 160 ; la ligne s'y trouve cependant regroupée avec la rocade minière, à équidistance de Courcelles-lès-Lens et d'Auby ;

↓ Un passage est envisageable plus à l'Ouest des habitations d'Izel-lès-Equerchin



↑ Passage entre Leforest et Evin-Malmaison



↑ Passage entre le bois de l'Offlarde, le Terril I22 et la Cité du Bois

- >> entre Leforest et Évin-Malmaison, où l'habitat tend en outre à se développer dans sa direction ; des habitations se trouvent proches de la ligne à quatre reprises : entre Évin et Falemprie, au niveau du giratoire de la RD 161 entre Évin et Leforest, à Leforest le long de la RD 161E3, puis vers la Cité du Bois ;
- >> à Moncheaux, où la ligne longe l'axe principal du village ; elle y bénéficie cependant d'écrans boisés ; le point le plus délicat se situe à la sortie sur la RD 8.

Deux adaptations du tracé apparaissent envisageables sans créer d'impact nouveau dans la traversée du Bassin Minier, vers la RD 643 et vers la RD 8 à Moncheaux, où la ligne peut être légèrement décalée pour se rapprocher de

la forêt. La marge est cependant étroite : il faut rester en dehors de la forêt de Phalempin et du golf de Thumeries. Une autre adaptation permettrait de s'éloigner davantage de la cité du Bois, à Leforest, et de Moncheaux, mais elle nécessiterait d'empiéter sur le bois de l'Offlarde. À noter que dans sa traversée du Bassin Minier, la ligne rencontre à deux reprises des écrans végétaux denses : le long du canal de la Deûle, puis au nord de Leforest. À cet endroit, entre Leforest et Moncheaux, il s'agit de deux zones naturelles sensibles, entre lesquelles elle s'insère : le bois de l'Offlarde et le teruil 122.

A partir de Moncheaux, la ligne entre dans la Pévèle. Les écrans végétaux sont plus rares, le relief est plus animé. Dans ce secteur se trouvent des sites patrimoniaux protégés : les sites inscrits de Mons-en-Pévèle, la zone Natura 2000 des Cinq Tailles, l'église classée de Tourmignies. L'habitat est dispersé.

Les points délicats se situent :

- >> à Mons-en-Pévèle ; la ligne est proche là aussi à trois reprises de l'habitat (à des distances de l'ordre d'une cinquantaine de mètres) ; des extensions sont prévues pour le bourg de ce côté. La ligne s'y implante à environ un kilomètre du site Natura 2000 des Cinq Tailles. La commune possède un patrimoine paysager reconnu : sites inscrits, points de vue sur la Pévèle. Les sites inscrits se situent cependant à l'est du bourg ;
- >> à Tourmignies, où la ligne passe à proximité de l'église classée et à l'extrémité est de la forêt domaniale de Phalempin ; vers le Riez, elle s'implante entre deux habitations isolées.



La RD8 à la sortie de Moncheaux : la ligne passe entre le village et la forêt de Phalempin



Vue depuis les hauteurs de Mons-en-Pévèle

↓ Tourmignies

Les difficultés ne peuvent pas être levées par une modification du passage de l'ouvrage, compte tenu de la dispersion des habitations. Néanmoins, même si elles restent mineures et limitées au voisinage de l'axe existant, des adaptations sont possibles pour mieux insérer le nouvel ouvrage par rapport à l'habitat dans cette partie du parcours. Elles permettent aussi de s'éloigner de l'église de Tourmignies.

L'arrivée au poste d'Avelin ne rencontre pas de difficulté particulière.



L'avantage de cette variante réside dans le fait qu'elle reprend le couloir d'un ouvrage existant, dont l'occupation du sol a tenu compte. En outre, des améliorations sensibles peuvent être apportées au tracé actuel.

Cette possibilité comporte cependant plusieurs passages délicats.

Les principaux impacts prévisibles se situent au niveau :

- >> du Bassin Minier (proximité de l'habitat) ;
- >> des espaces naturels (bois de l'Offlarde, terril 122, Cinq-Tailles) ;
- >> de la Pévèle (proximité d'habitations, insertion dans le paysage d'un ouvrage de plus grand gabarit que la ligne actuelle, patrimoine sensible).

Les mesures envisageables

Des mesures de réduction d'impact :

Des mesures de réduction, directement appliquées au nouvel ouvrage et à ses abords, peuvent être proposées.

Les mesures suivantes sont envisageables pour les trois points évoqués ci-dessus :

- >> au niveau du Bassin Minier, il est possible de reconstruire la ligne en lieu et place, sur le même axe que l'ouvrage actuel ; une telle mesure représente une difficulté technique notable, elle est toutefois réalisable sur quelques kilomètres. Il est également possible de recourir à des supports à largeur de nappe réduite pour éloigner les conducteurs des habitations ; ces supports, cependant, il faut le rappeler, sont plus hauts. Le recours à des pylônes adaptés à cet environnement particulier peut être étudié.

- >> au niveau du bois de l'Offlarde et du terril 122, une étude spécifique de la faune et de la flore permettra de déterminer les meilleures conditions de passage pour le nouvel ouvrage ; le couloir de la ligne actuelle est occupé par des arbustes et des formations végétales basses. De même, en ce qui concerne les Cinq Tailles, une étude spécifique permettra de vérifier si des mesures sont nécessaires pour protéger les oiseaux fréquentant le site (dans ce cas, un balisage des câbles, par exemple, pourrait être mis en place) ; un programme de suivi pourrait être initié.

- >> dans la Pévèle, une réflexion sur la forme et l'aspect des supports sera menée, afin d'en rechercher la meilleure insertion dans le paysage. Le recours à des supports esthétiques ou peints peut être étudié.

- >> Des plantations sont envisageables, notamment à Tourmignies et au Petit Attiches.

Les mesures de compensation :

Elles pourraient consister en des effacements de réseau existants par reconstruction en technique souterraine, des démarches de mise en valeur de la biodiversité, des plantations aux abords des habitations, des aménagements paysagers en bordure des sites d'activités et des zones de développement de l'urbanisation, des reboisements.

↓ Dans le Bassin Minier, il serait possible de passer au même endroit que la ligne actuelle



2. LES COMPOSANTES TECHNIQUES DU PROJET

De nouveaux pylônes

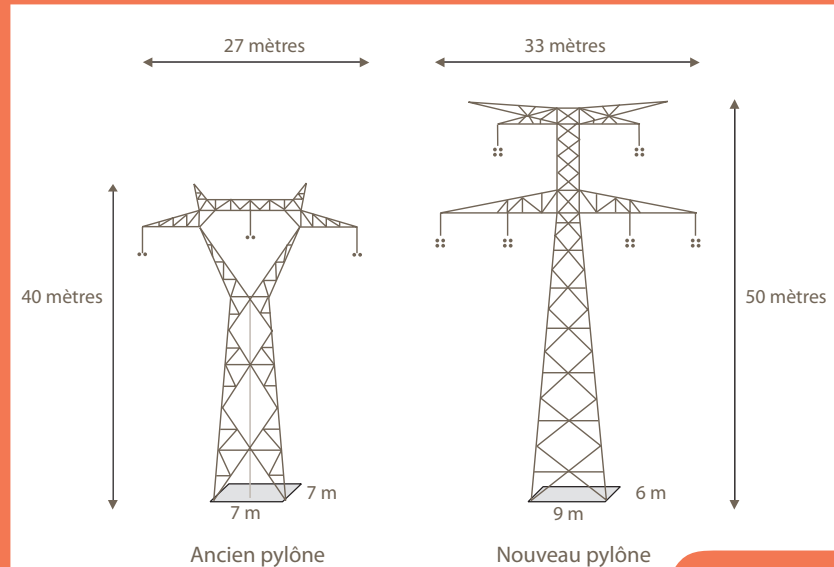
La ligne créée sera une ligne nouvelle, en remplacement de la ligne actuelle qui sera démontée. Elle nécessitera donc l'installation de nouveaux pylônes.

Contrairement à la ligne Avelin-Gavrelle existante, ces pylônes devront être en mesure de supporter deux circuits.

Les modèles usuellement employés pour les lignes double circuit sont des pylônes de type « Beaubourg ». Ils auront une hauteur moyenne de 50 mètres, contre 40 mètres pour la majorité des pylônes de la ligne actuelle.

Par ailleurs, la largeur de la nappe (écartement des câbles) passera en moyenne de 27 mètres à 33 mètres, et l'empattement au sol de 49 à 54 m² pour les pylônes les plus courants.

Le choix du modèle précis de pylônes relève des étapes ultérieures d'un projet, notamment à l'occasion de la concertation et des études paysagères qui doivent être réalisées. Par exemple, des pylônes moins hauts et plus larges pourraient être utilisés pour réduire la co-visibilité, au détriment de l'emprise au sol. Ou bien au contraire, des pylônes plus hauts pourraient être utilisés afin de minimiser la largeur de la nappe de câbles conducteurs, et ainsi diminuer par exemple la largeur d'une tranchée forestière ou minimiser la gêne pour l'activité agricole.



↑ Comparaison des anciens et nouveaux pylônes



Des conducteurs en faisceau quadruple pour diminuer les pertes Joule*

A la différence de la ligne actuelle qui dispose de « faisceau double », la nouvelle ligne sera équipée de « faisceau quadruple ». Ce dispositif permet à la fois de répondre aux besoins de transit et de limiter les pertes en énergie.

En effet, la présence de quatre câbles pour chaque phase permet de limiter les « pertes Joule* » (énergie perdue par échauffement lors du transit de l'électricité dans un câble) d'environ 25 %.

Etant composée de deux circuits triphasés, la ligne comportera au final 24 câbles conducteurs, au lieu des 6 câbles conducteurs de la ligne actuelle.

UN COMPLÉMENT NÉCESSAIRE AU PROJET : PASSER À 400 KV LE SECOND CIRCUIT DE LA LIGNE 400 KV AVELIN-MASTAING « SUD »

Actuellement, l'un des quatre circuits de l'axe Mastaing-Avelin voit transiter du courant à 225 000 volts, alors même que la Déclaration d'Utilité Publique (DUP) donnait à RTE l'opportunité d'utiliser les deux circuits en 400 000 volts. RTE avait opté pour une tension de 225 000 volts, les besoins de transit sur le réseau 400 000 volts étant alors plus limités.

Afin de faire face aux mêmes contraintes sur le réseau, le passage du second circuit en 400 000 volts est donc envisagé en même temps que le renforcement de la ligne Avelin-Gavrelle.

Le passage à 400 000 volts du dernier circuit de l'axe Avelin-Mastaing n'aura aucun impact sur les territoires traversés et ne nécessitera aucune intervention sur la ligne et sur les ouvrages aériens. En revanche, des travaux d'adaptation des postes d'Avelin et de Mastaing seront menés. Sans impact sur l'emprise foncière des postes, ces adaptations conduiront peut-être à changer le premier pylône débouchant de chaque poste.

LES ENGAGEMENTS DE RTE EN MATIÈRE DE PROTECTION DES PAYSAGES, DES MILIEUX NATURELS ET URBANISÉS ET D'ACCOMPAGNEMENT DES PROJETS

Au-delà de la réglementation en matière de protection des paysages, des milieux naturels et urbanisés, le contrat de service public qui lie RTE à l'Etat prévoit des mesures visant à optimiser l'insertion environnementale du réseau public de transport.

Le contrat de Service public

Le contrat de service public signé le 24 octobre 2005 entre l'Etat, EDF et RTE, pris en application de l'article 1er de la loi n°2004-803 du 9 août 2004 relative au service public de l'électricité et du gaz, apporte des garanties sur le maintien d'un haut niveau de service public de l'électricité en France, dans les domaines dont RTE a la responsabilité.

Il reprend dans son titre 3 les engagements environnementaux de RTE en vue d'assurer la pérennité des missions de service public que le législateur lui a confiées (Cf. lois de février 2000, août 2004 et juillet 2005).

Ces engagements se déclinent dans deux domaines : la gestion du réseau public de transport et la sûreté du système électrique.

En matière d'insertion environnementale du réseau de transport, les engagements pris par RTE sont les suivants :

Renforcer et élargir la concertation :

- >> pour développer le réseau :
 - en établissant des volets régionaux du schéma de développement.
- >> pour définir et réaliser des projets :
 - en facilitant la participation des citoyens à la définition et à l'amélioration du projet ;
 - en améliorant l'information des populations concernées pour les projets qui entrent dans le champ du débat public ;
 - en définissant les meilleures dispositions d'insertion de l'ouvrage dans l'environnement ;
 - en mettant en place un Plan d'Accompagnement de Projet (PAP) pour toute création de ligne aérienne nouvelle.

Protéger les paysages, les milieux naturels et urbanisés

- >> en réalisant en technique souterraine au moins 30% des circuits haute tension à 63 000 volts ou 90 000 volts à créer ou à renouveler ;
- >> en recourant aux liaisons souterraines dans les conditions ci-après :
 - pour le 400 000 volts : son utilisation « est limitée aux situations exceptionnelles », du fait du coût de la mesure ;
 - pour le 225 000 volts : dans les « unités urbaines de plus de 50 000 habitants au sens de l'INSEE » pour les projets situés en dehors des couloirs de lignes existants ;
 - pour les 63 000 et 90 000 volts, il sera préférentiellement fait recours à la technique souterraine dans les zones urbaines de plus de 50 000 habitants (au sens de l'INSEE), dans les zones d'habitats regroupés, dans les zones considérées comme prioritaires (ZICO, ZNIEFF, ZPPAUP, PNR, zones d'adhésion des parcs nationaux) et aux abords des postes sources.
- >> en n'accroissant pas la longueur totale des ouvrages aériens grâce à la dépose d'ouvrages aériens existants sur une longueur équivalente à celle des ouvrages aériens nouveaux et reconstruits ;
- >> en évitant la création de nouveaux ouvrages par l'optimisation des ouvrages existants et par la prolongation de la durée de vie des ouvrages existants ;
- >> en maîtrisant les impacts des travaux ;
- >> en intervenant ponctuellement sur des ouvrages existants afin d'améliorer leur insertion environnementale (déviation, dissimulation, mise en souterrain ou suppression des tronçons) à l'occasion de projets de développement ou par convention associant les collectivités.

Quelques applications récentes des engagements de RTE dans le cadre du contrat de service public dans le territoire :

Le renforcement de l'alimentation du Cambrésis

RTE a construit une ligne à double circuit 90 000 volts entre Hordain, Cambrai et le poste de Prémy.

Sur les 20 km de nouvelle ligne, 10 km ont été construits en souterrain. La mise en service a eu lieu en décembre 2009.

Ce projet, de près de 18 millions d'euros, a permis d'améliorer la qualité de l'électricité et de favoriser le développement économique local par un accroissement des capacités du réseau. La mise en souterrain de 1,6 km de ligne entre Hénin et Carvin.

Afin de répondre au projet de création de la ZAC Sainte-Henriette, RTE a mis en souterrain 1,6 km de ligne 90 000 volts à la sortie du poste électrique d'Hénin-Beaumont.

Ce tronçon a été mis en service en août 2009.



↑ Travaux de mise en souterrain

UN PLAN D'ACCOMPAGNEMENT DE PROJET AU SERVICE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE LOCAL

RTE proposera un Plan d'Accompagnement de Projet, destiné à favoriser le développement durable du territoire dans lequel s'inscrira la nouvelle ligne. Ce plan d'accompagnement de projet pourra en particulier permettre de diminuer le kilométrage des lignes aériennes, par la mise en souterrain de lignes existantes à 20 000, 90 000 voire 225 000 volts, ce qui permettra de réduire le nombre total de pylônes implantés, de réduire l'impact paysager et de minimiser la gêne agricole.

Une mesure sous pilotage préfectoral : le Plan d'Accompagnement de Projet

Inscrit dans le Contrat de Service Public signé entre l'Etat et RTE, le Plan d'Accompagnement de Projet prévoit la mise à disposition d'un fonds alimenté par RTE d'un montant équivalent à 10% du coût de construction de toute nouvelle ligne aérienne 400 000 volts. Au moins la moitié du fonds est utilisée pour des actions concernant les communes directement traversées par l'ouvrage. D'autres collectivités peuvent bénéficier du solde sous réserve d'un apport équivalent à celui de RTE. Les projets doivent émaner des acteurs du territoire (collectivités, agriculteurs, associations, entrepreneurs...). Ils sont soumis préalablement à un

examen technique par les services compétents de l'Etat. Un comité de validation présidé par le Préfet décide ensuite de l'attribution définitive des aides.

Les actions pouvant bénéficier de ce fonds peuvent s'inscrire dans le domaine du développement durable et de la maîtrise de la demande en énergie, ainsi que la réalisation de mesures esthétiques complémentaires sur l'ouvrage en projet.

Quelques exemples concrets d'actions financées par le PAP

- » La participation à la maîtrise énergétique soit par la réduction de la consommation, soit par le développement d'énergies renouvelables (installation de chauffages aérothermiques ou solaires dans les bâtiments).
- » La réhabilitation, l'extension ou la création de crèches, d'écoles, de salles municipales, de médiathèques, de musées, de stades ou de terrains de jeux, de maisons de retraite ou de structures d'accueil favorisant le maintien de la population et permettant de réduire ses déplacements.
- » L'aménagement de zones piétonnes, de chemins piétons ou de randonnée.
- » La plantation d'arbres, la création de pépinières ou d'arboretum, les travaux d'embellissement de la forêt, la création de couloirs de protection contre les incendies, la récupération d'effluves viticoles.
- » La création de déchetteries, de chaufferies, de logements HQE chauffés par géothermie, d'assainissements collectifs et de lagunage.
- » La valorisation du patrimoine par la restauration de sites architecturaux, la pérennisation de l'activité économique ou culturelle.



↑ Intervention en nacelle

LE DÉROULEMENT DES TRAVAUX

Les travaux de la future ligne aérienne Avelin-Gavrelle

La construction d'une ligne à très haute tension nécessite tout d'abord de préparer des pistes pour accéder au chantier.

Des précautions sont alors prises pour que les tracés de ces pistes d'accès aux emplacements des pylônes ainsi que les aires de stockage du matériel soient les moins pénalisants pour l'environnement et les activités humaines.

Créées pour l'acheminement des engins de chantier, elles sont soit supprimées après les travaux, soit laissées en place à la demande des collectivités ou des propriétaires. Entre autres, dans les massifs forestiers, elles peuvent servir de moyen d'accès aux agents de l'ONF et aux propriétaires pour exploiter leurs parcelles.

Le deuxième temps du chantier consiste à réaliser les fondations des pylônes puis à assembler et monter les pylônes sur place. Ces travaux se déroulent la plupart du temps de jour et en semaine. Ils se font essentiellement sur le tracé de l'ouvrage, restant à l'écart des villages et ne nécessitant pas de couper la circulation sur les routes. Pour éviter tout risque de pollution, RTE impose sur ses chantiers de construction une gestion maîtrisée des déchets. Des dispositions particulières peuvent être prises lors de la mise en peinture des pylônes (les pylônes sont peints pour lutter contre la corrosion et pour l'amélioration de leur insertion paysagère).

La dernière opération consiste à accrocher les différents câbles sur les pylônes. Des dispositions adaptées aux milieux rencontrés pour le déroulage des conducteurs sont retenues pour éviter les dommages à l'environnement.



Travaux dans un poste électrique



Dépose d'un pylône 400 000 volts

Le démontage de la ligne actuelle

Le démontage de la ligne actuelle ne pourra être définitif qu'à l'issue des travaux de la nouvelle ligne. Cependant, les travaux touchant les postes ou l'installation des câbles de la nouvelle ligne pourraient nécessiter des mises hors tension ponctuelles de la ligne actuelle. Les périodes de mise hors tension seront spécifiquement choisies pour permettre au reste du réseau de grand transport régional d'assurer une bonne qualité d'alimentation.

Une fois la ligne mise définitivement hors tension, les câbles seront déposés mécaniquement pour éviter tout dommage. Les pylônes seront ensuite démontés.

Ces deux opérations seront réalisées avec d'importantes mesures de sécurité pour les constructions à proximité et à une période impactant le moins possible les cultures dans les zones agricoles.

Les composantes du projet :

- » **Les travaux** : il s'agit des travaux de construction ou démontage des ouvrages, ainsi que des travaux éventuellement nécessaires sur d'autres ouvrages du réseau de transport d'électricité. C'est la plus grosse partie du coût du projet. Le coût des travaux n'est connu avec précision qu'après les études de détail, lorsque le tracé de détail est élaboré. Au stade du débat public, une estimation est présentée.
- » **Les mesures de suppression ou de réduction d'impact** : Proposées par RTE, elles peuvent faire l'objet d'une concertation. Il s'agit par exemple d'adaptations locales du tracé, de choix de pylônes particuliers, d'équipement de la ligne avec des dispositifs de balisage pour l'avifaune, la création d'écrans végétaux entre des habitations et l'ouvrage... Ces mesures ont pour but de minimiser l'impact de l'ouvrage sur la biodiversité, le paysage, l'activité humaine et le cadre de vie.

Consistance des travaux	Variante Ouest, coût estimatif en 2011	Variante Est, coût estimatif en 2011
Travaux		
Construction de la ligne aérienne	36 M€	36 M€
Démontage de la ligne aérienne existante	4 M€	4 M€
Travaux au poste d'Avelin	13 M€	13 M€
Travaux au poste de Gavrelle	12 M€	12 M€
Travaux d'aménagements de réseaux RTE existants nécessaires pour construire la ligne 400 000 volts	20 M€	Néant
Plan d'accompagnement de projet (PAP) :	3,6 M€	3,6 M€
Mesures de réduction d'impact	Non chiffrées	Non chiffrées
Mesures de compensation des impacts	Non chiffrées	Non chiffrées
TOTAL (sans les mesures de réduction et de compensation)	89 M€	69 M€

Les pylônes et les câbles seront ensuite recyclés. Les fondations seront quant à elles arasées à une profondeur minimum de 1m50.

- » **Les mesures de compensation** : lorsqu'il reste des impacts, des mesures de compensation proposées par RTE sont retenues à l'issue d'une concertation. Ces mesures peuvent avoir pour but de réduire l'impact paysager d'autres ouvrages (par exemple par l'effacement de réseaux électriques aériens de niveaux de tension inférieurs), de recréer des habitats pour des espèces sensibles que l'ouvrage pourrait perturber, ou de reboiser des parcelles lorsqu'un défrichement a été nécessaire.
- » **Les mesures d'indemnisation** : à la différence des mesures précédentes, dont le bénéfice est collectif, ces mesures sont individuelles, RTE indemnise tous les préjudices causés par l'ouvrage, sur les activités économiques notamment agricoles, et la valeur des maisons d'habitation.
- » **Le plan d'accompagnement de projet** : c'est une démarche d'accompagnement inscrite dans une logique de développement durable. Le budget correspondant est fixé dans le Contrat de Service Public à 10 % du coût d'investissement pour une ligne aérienne 400 000 volts.

Les travaux dans les postes de Gavrelle et d'Avelin

Le poste de Gavrelle devra accueillir la seconde ligne 400 000 volts. Ainsi, des adaptations du poste seront nécessaires, plusieurs équipements (transformateurs, disjoncteurs, sectionneurs) devront être ajoutés et le cheminement des différents circuits au sein du poste sera également revu. Pour cela, la superficie du poste devra être étendue.

Des travaux similaires seront menés sur le poste d'Avelin, qui sera renforcé pour permettre l'augmentation de puissance.

COÛT ET FINANCEMENT

Pour financer ses investissements, RTE dispose de ses propres ressources, issues principalement du tarif payé par tous les utilisateurs du réseau.

RTE dimensionne donc ses projets au plus juste pour limiter l'impact financier pour les consommateurs, tout en leur garantissant sécurité et qualité d'alimentation.

3. APRÈS LE DÉBAT PUBLIC

Si RTE décidait, à l'issue du débat public, de poursuivre l'étude puis la réalisation de son projet, plusieurs étapes de dialogue et de concertation devraient être conduites jusqu'à la mise en service prévue à partir de 2017.

La concertation pendant les études d'avant-projet et l'étude d'impact

RTE s'engage dès à présent, si le projet devait être poursuivi, à continuer le dialogue établi au cours du débat public avec les collectivités, les acteurs socio-économiques comme les professionnels, le monde associatif, le grand public, et notamment les riverains. Une démarche de concertation serait donc engagée après le débat public, en parallèle des études d'avant-projet et de l'étude d'impact. Les modalités de cette concertation doivent faire l'objet d'échanges pendant le débat public. Elles seront définies en lien avec la Commission nationale du débat public.

La concertation est placée sous l'égide d'un préfet coordonnateur. Elle prend habituellement la forme de réunions avec des acteurs du territoire, pour valider une aire d'étude, puis y rechercher des fuseaux qui sont comparés. Elle se conclut par le choix du fuseau de moindre impact environnemental.

L'enquête publique

L'enquête publique a pour but d'informer le public et de recueillir ses observations, avis, propositions sur le projet qui lui est présenté. Elle est conduite par un Commissaire enquêteur (voire une Commission d'enquête si plusieurs membres sont nécessaires) désigné par le Président du Tribunal Administratif.

L'enquête publique dure en principe un mois pendant lequel le public peut consulter le dossier d'enquête publique et indiquer ses remarques. Dans le mois suivant la fin de l'enquête publique, le commissaire enquêteur rédige un rapport où il relate le déroulement de l'enquête et analyse les observations reçues. Il y fait part également de son avis et de ses éventuelles réserves.

La Déclaration d'Utilité Publique

La Déclaration d'Utilité Publique (DUP) a pour objet d'affirmer le caractère d'intérêt général d'un projet d'ouvrage électrique. Pour les lignes 400 000 et 225 000 volts, la demande de DUP d'un projet d'ouvrage électrique est adressée par RTE au ministre chargé de l'énergie. A l'issue de l'instruction, notamment de l'enquête publique, c'est le Ministre qui signe la déclaration d'utilité publique.

Les études de détail, l'occasion d'un nouveau dialogue

Après l'enquête publique, RTE élaborera le projet de détail de l'ouvrage, en liaison notamment avec les services de l'administration, les communes et communautés d'agglomération concernées et la chambre d'agriculture de région Nord Pas-de-Calais. Parallèlement, RTE engagera avec les propriétaires et les exploitants agricoles un dialogue visant à dégager, dans toute la mesure du possible, un consensus sur le tracé de détail de la ligne (emplacement des pylônes et emprise des postes).



↑ Un dialogue s'engagera entre RTE et les exploitants agricoles

Une information en continu pendant la phase de travaux

Pour limiter la gêne occasionnée, les accès au chantier seront examinés avec chacun des exploitants agricoles concernés et un état des lieux sera réalisé avant chaque intervention.

Durant la phase de travaux, RTE entretiendra un dialogue permanent avec les représentants élus des collectivités locales concernées par le projet, lors de rendez-vous et de réunions qu'elles pourraient elles-mêmes suggérer ou à la demande de RTE.

LE CALENDRIER DU PROJET

Si, à l'issue du débat public, RTE fait part de sa décision de poursuivre le projet initial ou modifié, la CNDP aura pour mission de veiller à la bonne information du public jusqu'à la fin des travaux. Quelles que soient les options retenues pour le projet, son instruction administrative reposera alors sur la législation applicable à la construction des ouvrages de transport d'électricité.

Au total, l'ensemble des étapes d'étude, d'enquête publique, de demandes d'autorisation et de travaux devrait durer de 6 à 7 ans, pour une mise en service possible à partir de 2017.



PARTIE 5

LES EFFETS DU PROJET

Le choix retenu par RTE améliorera le fonctionnement du réseau au meilleur coût pour la collectivité.

Mais la création d'une ligne aérienne de grand transport pourra avoir un impact sur le paysage, l'environnement, les activités agricoles ou le foncier. En cas de poursuite du projet après le débat public, ces impacts seront recensés, analysés et traités pour les éviter ou les réduire, et le cas échéant, les compenser.

1. LES EFFETS ÉCONOMIQUES DU PROJET

Le premier effet du projet sera la sécurité et l'efficacité accrue du réseau de transport d'électricité, et la possibilité d'accueillir de nouveaux moyens de production plus respectueux de l'environnement.

Ce renforcement permettra donc de garantir à long terme la fiabilité et la qualité de l'alimentation électrique des agglomérations et des clients industriels de la région Nord - Pas de Calais, tout particulièrement ceux alimentés par les postes d'Avelin, de Gavrelle et de Mastaing.

L'ensemble du réseau électrique régional bénéficiera de ce renforcement, permettant structurellement de soulager les lignes Warande-Avelin.

Le doublement de la ligne permettra d'éviter les situations où le réseau 225 000 volts sous-jacent est fragilisé par les flux d'électricité du réseau 400 000 volts, notamment lors de mises hors tension de la ligne Avelin-Gavrelle. La sûreté de l'alimentation des clients de la région sera donc améliorée.

Enfin, en permettant le passage de flux d'électricité plus importants, le renforcement de la liaison Avelin-Gavrelle rendra possible le renforcement des échanges avec la Belgique et permettra au Nord - Pas de Calais d'accueillir de nouveaux moyens de productions.

productions et à d'autres de démarrer des groupes de production d'appoint afin de rééquilibrer les flux sur la ligne. Ces deux opérations sont directement financées par RTE auprès de ces producteurs. Ces coûts ont une incidence sur l'ensemble des consommateurs qui financent RTE par le biais du Tarif d'Utilisation du Réseau Public d'Electricité (voir page 22).

LIMITER LES PERTES ÉLECTRIQUES

En créant une ligne à double circuit, le projet permettrait de diminuer les pertes électriques.

La ligne actuelle offrant une forte résistance au courant, les pertes « Joule* », c'est-à-dire les dégagements de chaleur générés par cette résistance, sont importantes. Sa forte sollicitation - en approchant des valeurs maximales d'intensité que la ligne peut supporter - multiplie encore ces pertes.

De plus, la résistance de la ligne et sa faible capacité orientent parfois - naturellement ou par le biais d'un changement de configuration du réseau - le courant électrique nord-sud vers la ligne Chevalet-Warande puis Warande-Weppes-Avelin allongeant ainsi considérablement le trajet parcouru et donc les pertes liées à tout transport d'électricité.

L'enjeu de diminution des pertes Joule* n'est pas simplement un enjeu financier ; c'est aussi un enjeu environnemental. En effet, les pertes électriques nécessitent d'être compensées par une production supplémentaire d'électricité.

ÉVITER LES COÛTS DES MESURES D'AJUSTEMENT

La mise en œuvre du projet de renforcement de la ligne Avelin-Gavrelle par la création d'une ligne à double circuit permettrait de répondre aux enjeux futurs des échanges électriques régionaux, nationaux et transfrontaliers qui transitent par cet axe.

Sans ce renforcement, la ligne actuelle ne pourra supporter les transits futurs lors de certaines situations d'échanges et de consommation (voir pages 42-43). RTE serait alors contraint d'avoir recours aux mesures d'ajustement appelées « redispatching » consistant à demander à certains producteurs de diminuer leurs



↑ Le redispatching représente des coûts importants qui se répercutent sur la facture d'électricité

2. LES EFFETS DU PROJET SUR LES MILIEUX HUMAINS

L'IMPACT PAYSAGER

La création d'une ligne électrique aérienne peut avoir une incidence sur la qualité paysagère d'un site. L'impact visuel d'une ligne électrique aérienne dépend des caractéristiques propres de la ligne (silhouette, hauteur, répartition spatiale des pylônes) et de celles des paysages traversés (structure de l'habitat - regroupé ou dispersé - organisation du relief et de la végétation arborée...).

L'utilisation des effets de masque créés par le relief quand il existe et la végétation, que l'on peut générer, permet souvent d'insérer au mieux la ligne dans le paysage par rapport à certains points de vue (habitat, monument historique, panorama).

Si le projet se poursuit, lors de la concertation qui suivra le débat public (voir page 77), RTE pourra recourir à des outils de simulation (vidéomontage, images 3D...) qui permettront de mieux appréhender l'intégration du futur ouvrage dans son environnement et pourront faciliter le choix d'un tracé.

Réutiliser le fuseau de la ligne actuelle offre l'opportunité pour le nouvel ouvrage électrique d'emprunter des espaces déjà occupés par une ligne électrique. Le tracé pourra même être ponctuellement amélioré par rapport à celui de la ligne actuelle, en s'appuyant davantage sur la présence d'écrans ou d'arrière plans boisés et en s'éloignant de l'habitat autant que possible. Le nouvel ouvrage sera cependant plus visible que l'actuelle ligne, par la taille des nouveaux pylônes et la densité du faisceau de câbles. Le démontage de la ligne actuelle devrait compenser en partie ce nouvel impact, ainsi



↑ Des écrans végétaux peuvent permettre de masquer en partie la ligne

que des mesures compensatoires qui seront définies au moment de la concertation, telles que par exemple la mise en souterrain de certaines lignes de moindre niveau de tension se situant à proximité.

La seconde variante de tracé longeant l'autoroute A1 et la LGV Nord présente quant à elle l'intérêt de permettre d'intégrer le nouvel ouvrage dans le paysage par le regroupement avec d'autres infrastructures préexistantes.

RTE s'engage par ailleurs à indemniser le préjudice visuel causé aux propriétaires d'habitations, principales ou secondaires, situées à proximité de nouvelles lignes aériennes de tension égale ou supérieure à 225 000 volts et construites ou achetées avant l'enquête publique préalable aux travaux ou à la DUP de l'ouvrage. RTE peut proposer aux propriétaires de maisons situées à proximité de ces lignes, lorsque cela est possible, de limiter cette gêne par des plantations arbustives ou d'autres mesures palliatives.

La procédure du préjudice visuel

Une commission départementale d'évaluation amiable du préjudice visuel, créée par arrêté préfectoral, a pour mission d'apprécier le préjudice subi par les propriétaires de maisons d'habitation ainsi que l'indemnité correspondante. Cette commission est composée d'experts indépendants. Elle transmet son avis à RTE qui soumet ensuite au propriétaire la proposition d'indemnisation fixée par la commission.

LES CHAMPS ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES

Nous nous trouvons exposés dans notre quotidien à de multiples champs électriques et magnétiques. Certains sont d'origine naturelle, d'autres sont créés par les activités humaines, et notamment par les appareils et les réseaux électriques.














Les champs électromagnétiques résultent de la combinaison des champs électriques et magnétiques.

Lorsqu'un appareil branché est éteint, il se produit un champ électrique (d'autant plus fort que la tension est élevée). Il s'exprime en volts par mètre (V/m). Dès lors que l'appareil est allumé, il se produit en plus un champ magnétique exprimé en microtesla (μT).

La question de l'éventuelle dangerosité de champs magnétiques de très basse fréquence (50 Hz) pour la santé humaine fait l'objet de débats anciens. Plus de trente années de recherches internationales nous donnent aujourd'hui un recul important. Ces recherches ont conduit la communauté scientifique internationale à affirmer que les champs électromagnétiques générés par les lignes à haute tension ne sont pas un problème de santé publique. En effet, aucune des études menées depuis une trentaine d'années n'a permis d'établir scientifiquement un lien de cause à effet entre la proximité d'installations électriques et une fréquence accrue de certaines pathologies. Et ce, même en prenant en compte des intensités de champs très supérieures à celles auxquelles sont soumis les habitants les plus proches des lignes. Seuls quelques cas d'exposition extrêmes en laboratoire ont généré des effets mesurables, qui ont cessé immédiatement après l'arrêt de l'expérience.

Les résultats de ces travaux scientifiques ont été repris par les plus grands organismes de santé publique comme l'Organisation mondiale de la santé, le Centre international de recherche sur le cancer ou encore le Conseil supérieur d'hygiène public de France. Tous confirment l'absence de risque en l'état actuel des connaissances, mais en vertu d'une approche de précaution ont défini des seuils d'exposition maximale. Ces seuils ont été repris dans une recommandation européenne. Les marges qu'ils présentent sont considérées par la Commission Européenne comme garantissant un niveau de sécurité très élevé pour la population et, notamment, les riverains de lignes à très haute tension. Les valeurs constatées à

Exemples de champs magnétiques émis par des objets quotidiens

Source	Valeur du champ magnétique en microTesla (μT) mesurée à 30 cm
 Rasoir électrique (utilisation rapprochée)	100 à 1000
 Poste de soudure à l'arc	300
 Sèche-cheveux	100
 Ligne aérienne à 400 000 volts (sous l'axe, valeur maximale)	30
 Aspirateur	20
 Ligne aérienne à 400 000 volts (à 30 mètres de l'axe, valeur maximale)	12
 Micro-onde	9
 Radio-réveil	0,2 à 4
 Télévision	2
 Ordinateur	1,4
 Lampe de chevet	1
 Ligne aérienne à 400 000 volts (à 100 mètres de l'axe, valeur maximale)	1
 Réfrigérateur	0,3

[2] Cette recommandation a fait l'objet de réexamens en 2002, 2007 et 2009 qui ont confirmé les limites adoptées en 1999.

[3] V/m : l'intensité du champ électrique se mesure en volts par mètre (V/m).

[4] μT : l'intensité du champ magnétique se mesure tesla (T) ou, plus usuellement, en microtesla (μT).

proximité des lignes à très haute tension sont très inférieures à ces seuils. Ces recommandations sont régulièrement révisées en tenant compte de l'état des connaissances scientifiques. Aucune de ces mises à jour n'a remis en cause l'innocuité des champs électromagnétiques basse fréquence.

La France applique cette recommandation européenne complétée, pour la distribution d'énergie électrique, par un arrêté technique : les seuils ainsi déterminés sont de 5 000 V/m pour le champ électrique et de 100 μT pour le champ magnétique. La France est un des rares pays d'Europe à avoir transcrit dans le domaine réglementaire cette recommandation européenne. L'ensemble des ouvrages de RTE respectent ces seuils. Ce sera bien sûr le cas du projet de nouvelle ligne Avelin-Gavrelle.

Un exemple

Une telle demande a, par exemple, été faite par le maire du village de Saint-Cirice (Tarn-et-Garonne), traversé par deux lignes très haute tension, l'une à 400 000 V, l'autre à 225 000 V. Le laboratoire indépendant APAVE a réalisé des relevés répondant aux interrogations des habitants : un quart de la population du village vit en effet à moins de 150 m de l'une des lignes très haute tension. Les mesures n'ont pas révélé la présence d'un champ supérieur à 5,8 μT , soit près de 20 fois moins que le seuil de 100 μT que fixe la réglementation. De plus, il décroît très rapidement avec la distance pour tomber à 1,6 μT à 30 mètres de la ligne, puis à 0,16 μT à 100 mètres. Ces valeurs sont donc faibles au regard de la réglementation, mais également inférieures à celles que génèrent de nombreux appareils domestiques. Si un téléviseur ne génère qu'un champ de 2 μT , celui que crée un rasoir électrique peut atteindre jusqu'à 500 μT .

Pour autant, conscient des interrogations persistantes de la population, RTE a décidé en 2010 de renforcer son dispositif d'information du public dans le cadre d'un accord avec l'Association des Maires de France. Sur demande du maire, RTE peut soit envoyer un de ses spécialistes sur le site afin de répondre aux interrogations soulevées par la présence des lignes haute et très haute tension et procéder à des relevés de champs magnétiques, soit confier à un laboratoire indépendant la réalisation de ces mesures. Celui-ci appliquera alors un protocole établi, conforme au cahier des charges prescrit au niveau international par l'UTE (Union Technique de l'Electricité). Afin de respecter une totale transparence et de garantir son indépendance, le laboratoire communique directement au maire le rapport établi à partir de ces mesures. RTE s'engage, à la lumière des résultats qu'il présente, à apporter toutes les informations complémentaires nécessaires.

LE BRUIT LIÉ À L'« EFFET COURONNE »

Le champ électrique présent à la surface des conducteurs de lignes aériennes à 225 000 et 400 000 volts provoque au voisinage immédiat des conducteurs des micro-décharges électriques, responsables de l'apparition d'un grésillement que l'on appelle «effet

couronne» (ionisation locale de l'air). Dans certaines conditions atmosphériques (temps humide) et de surface des conducteurs (pollution atmosphérique, graisse,...), ce grésillement (bruit d'abeilles) peut-être audible. Ce niveau sonore diminue rapidement lorsque l'on s'éloigne des câbles conducteurs.

L'intensité du bruit par effet couronne dépend de 2 facteurs principaux :

- >> L'état de surface des conducteurs (irrégularités)
- >> Les caractéristiques géométriques des conducteurs.

L'article 12 ter (arrêté du 26 janvier 2007) de l'Arrêté Technique de 2001 impose, tant au moment de leur conception que pendant leur exploitation, l'une des deux limites suivantes :

- >> soit, le niveau de bruit ambiant, correspondant à l'ensemble des bruits y compris celui de l'ouvrage électrique, est inférieur à 30 dB (A),
- >> soit, l'émergence du bruit, mesurée de façon continue, est inférieure à 5dB(A) le jour (7h-22h) et à 3dB(A) la nuit (22h-7h).

Le bruit doit être mesuré à l'intérieur des locaux d'habitation et conformément à la norme NFS 31 010 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits dans l'environnement.

Le passage d'un faisceau double (ligne existante) à un faisceau quadruple (ligne projetée) génère un gain de 6 dB sur le bruit lié à l'effet couronne.

L'IMPACT DU PROJET SUR LES PROPRIÉTAIRES ET LES EXPLOITANTS AGRICOLES

Afin de minimiser la gêne pour les activités agricoles, l'emplacement des pylônes est déterminé, après concertation, de préférence sur les limites des exploitations ou en bordure des chemins en fonction du type de culture.

Deux types de dommages sont indemnisés par RTE :

- >> les dommages dits permanents qui résultent de la présence de la ligne sur une propriété comme, par exemple, la perte de surface utilisable pour les récoltes ;
- >> les dommages dits instantanés, c'est-à-dire les dégâts du chantier, tels que les ornières créées par les engins.

Dans le cas d'un passage d'une ligne électrique sur un terrain agricole, les dommages sont indemnisés suivant les barèmes déterminés et actualisés chaque année conformément aux accords passés entre les organisations professionnelles agricoles et RTE. Le propriétaire et l'exploitant bénéficient d'un droit à indemnisation directe.

Les accords avec la profession agricole

Depuis 1970, plusieurs accords ont été signés par EDF, l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture (APCA), la Fédération Nationale des Syndicats d'Exploitants Agricoles (FNSEA) et le Syndicat des Entreprises de Génie Electrique (SERCE) pour évaluer les préjudices causés aux propriétaires et exploitants agricoles et fixer les barèmes d'indemnisation (actualisés chaque année). Les derniers protocoles en vigueur datent du 20 décembre 2005.



les dommages liés à la présence d'un pylône sur une propriété agricole font l'objet d'une indemnisation

3. LES EFFETS DU PROJET SUR LES MILIEUX NATURELS

LA QUALITÉ DES EAUX ET DES SOLS

RTE identifie les zones à éviter pour l'implantation de pylônes ou nécessitant des protections particulières. C'est le cas notamment des secteurs de « champs captants », c'est-à-dire les zones regroupant des captages d'eau potable d'une nappe phréatique. Le secteur du projet Avelin-Gavrelle possède deux importants champs captants au nord et au sud-est. Les risques de pollution sont liés aux matériaux utilisés pour les fondations des pylônes et aux peintures anticorrosion appliquées sur les pylônes.

Suivant la période des travaux, le chantier peut aussi avoir des impacts, notamment sur la qualité de l'eau dans les fossés qui jouxtent le chantier ou les pistes, ainsi que sur les propriétés physico-chimiques des terres remuées. RTE s'assure que les travaux n'auront pas d'impact sur l'environnement.



↑ Protections pour l'avifaune

LES EFFETS SUR LA FAUNE ET LA FLORE

Afin d'en identifier les enjeux et de prendre les mesures de prévention adéquates, la faune comme la flore font systématiquement l'objet d'une étude spécifique confiée à des spécialistes.

En phase de construction ou lors d'opérations de maintenance importantes, les effets sur la faune et la flore sont principalement dus aux nuisances sonores des engins de chantier, aux interventions dans ou à proximité de secteurs naturels sensibles et aux phases de déboisements en secteur forestier. Concernant l'avifaune (c'est-à-dire l'ensemble des espèces d'oiseaux), RTE peut programmer, dans certains cas, ses travaux hors des périodes de reproduction et de nidification d'espèces rares et menacées.

Les périodes de travaux peuvent également être adaptées en fonction de la faune identifiée au voisinage du projet.

Les secteurs sensibles en raison de leur flore sont identifiés au préalable. Au moment des travaux, des précautions peuvent être prises pour ne pas impacter les milieux : balisage par exemple d'espèces rares ou protégées, mise en place de plaques au sol pour protéger les milieux...

Une fois la ligne en place, celle-ci peut constituer un obstacle pour les oiseaux lors de leurs déplacements migratoires ou de simples vols locaux. Pour les secteurs où un risque de percussion est décelé pour une espèce sensible et protégée, des dispositions sont définies par des experts biologistes en liaison avec les associations locales et régionales.



↑ Orchidée sauvage

Lignes aériennes et corridors biologiques

En forêt, la création d'une tranchée favorise le plus souvent la diversité biologique du milieu. En effet, l'arrivée de lumière permet l'apparition de nombreuses variétés de fleurs et d'arbustes qui attireront divers insectes puis des oiseaux.

Dans les secteurs agricoles, une politique de recréation de surfaces de biodiversité est encouragée, visant en premier lieu les surfaces agricoles non exploitées (jachères, talus, bordures de chemins, limites de clôtures, etc.). Dans ce cadre, la zone proche des pylônes voire parfois le tracé même de la ligne aérienne pourront être identifiés comme des surfaces dédiées à la valorisation et au renforcement de la biodiversité. Ainsi tout ou partie de la ligne constituera à terme un corridor biologique connecté à des réservoirs de biodiversité existants.

LES EFFETS SUR LE MILIEU FORESTIER

Pour le passage d'une ligne électrique aérienne en forêt, la tranchée forestière est la solution la plus utilisée. Elle permet à la fois de faciliter la maintenance de la ligne et d'éviter tout contact entre les fils conducteurs et la végétation. Le surplomb de la forêt peut parfois être envisagé comme une alternative au passage en tranchée. Dans ce cas, les abattages se réduisent aux seuls endroits où doivent être implantés les pylônes. Cette possibilité n'est pas sans conséquence sur l'impact visuel, compte tenu de la taille des pylônes nécessaires (une centaine de mètres).



↑ Exemple de tranchée forestière

Pour la reconstruction de la nouvelle ligne Avelin-Gavrelle, la variante Ouest pourrait avoir un impact sur le Bois d'Épinoy. La variante Est pourrait avoir un impact sur le bois de l'Offlarde. Néanmoins, la tranchée forestière préexiste, celle-ci ayant été réalisée pour accueillir le passage de la ligne existante. L'impact est donc à relativiser en prenant en considération la situation actuelle.



PARTIE 6

LISTE DES ABRÉVIATIONS UTILISÉES

GLOSSAIRE

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES



GLOSSAIRE

Champs électriques et magnétiques :

Dans le domaine de l'électricité, il existe deux types de champs distincts : les champs électriques et les champs magnétiques.

Les champs électriques sont produits par l'accumulation de charges électriques, autrement dit la tension électrique (plus celle-ci est élevée, plus le champ qui en résulte est intense). Ils se mesurent en volts par mètre (V/m). Les champs magnétiques apparaissent lorsque le courant électrique circule (ils sont d'autant plus importants que l'intensité est élevée). Ils se mesurent en microtesla (μT).

Les champs électriques et magnétiques proviennent de tous les appareils qui fonctionnent à partir de l'élec-

tricité (électroménager, matériel de bureau ou industriel) ou qui servent à l'acheminer (lignes et câbles électriques).

Courant électrique, continu ou alternatif :

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 électrique le plus utilisé pour le transport et la distribution est le courant alternatif.

L'électricité est caractérisée par plusieurs grandeurs physiques : l'intensité, la tension, la puissance, la fréquence, les champs électriques et magnétiques. Par ailleurs, l'électricité a la particularité de ne pas se stocker à grande échelle.

Courant monophasé, biphasé ou triphasé : Le courant alternatif peut être composé d'une, deux ou trois tensions. On dit alors qu'il est monophasé, biphasé ou triphasé.

Pour la plupart des utilisations domestiques, le courant est monophasé.

Les centrales de production et les lignes de transport d'électricité privilégient le courant triphasé. Son transport se fait grâce à trois faisceaux de câbles (un faisceau de câble par phase).

Délestage : Coupure maîtrisée d'une partie de la consommation utilisée en dernier ressort afin de rétablir des paramètres de fonctionnement normal du réseau (fréquence, transit, niveau de tension) et ainsi sauvegarder la sûreté de fonctionnement du système électrique.

Fréquence : La fréquence correspond au nombre de cycles (va-et-vient du courant alternatif) que fait le courant en une seconde. Elle est exprimée en Hertz (Hz).

En France et dans tous les pays européens, il a été convenu de fixer la fréquence à 50 Hz.

Intensité : L'intensité est la mesure du courant électrique. C'est la quantité d'électricité qui traverse un conducteur pendant une seconde. Elle est exprimée en Ampères (A).

Si on compare l'électricité à l'eau, l'intensité correspond au débit d'un tuyau.

Joule (pertes Joule, effet Joule) : du nom du physicien anglais James Joule qui a mis ces phénomènes en évidence au milieu du XIX^{ème} siècle. Les pertes d'énergie électrique par effet Joule sont la conséquence de la résistance des matériaux conducteurs. Cette résistance les conduit à s'échauffer : c'est l'effet Joule. Les pertes Joule sont une perte d'énergie pendant le transport d'électricité, sous forme de chaleur dans les câbles. James Joule a établi que la perte par effet Joule varie proportionnellement à la résistance du conducteur et au carré du courant qui le traverse. Le volume des pertes Joule représente :

♦ pour tous les réseaux (transport et distribution), environ 6% de l'énergie électrique produite en France ;

LISTE DES ABRÉVIATIONS UTILISÉES

A	Ampère
ACCR	Aluminium Conductor Composite Reinforced
ACSS	Aluminium Conductor Steel Supported
CCCG	Centrale à cycle combiné gaz
Calorie	= 4,18 joules
CCI	Chambre de Commerce et d'Industrie
CIGRE	Conseil International des Grands Réseaux Electriques
CNDP	Commission Nationale du Débat Public
CPDP	Commission Particulière du Débat Public
CRE	Commission de Régulation de l'Energie
CSP	Contrat de Service Public
DUP	Déclaration d'Utilité Publique
EPR	European Pressurised water Reactor
GW	GigaWatt = 1 milliard de Watt
kWh	kilo Watt Heure = l'énergie consommée pendant une heure par un appareil de mille Watt
LGV	Ligne ferroviaire à Grande Vitesse
M€	Million d'euros
MDE	Maîtrise de la Demande d'Energie
V/m	Volt/mètre
MW	Méga Watt = 1 million de W
PAP	Plan d'Accompagnement de Projet
PIG	Projet d'Intérêt Général
PVC	Polychlorure de vynile : isolant pour les câbles souterrains
RD	Route Départementale
RPT	Réseau Public de Transport
RTE	Réseau de Transport d'Electricité
SCOT	Schéma de Cohérence Territoriale
SRADT	Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire
SRCAE	Schéma Régional Climat, Air, Energie
SRDE	Schéma Régional de Développement Economique
TCSP	Transport en Commun en Site Propre
TIC	Technologies de l'Information et de la Communication
TURPE	Tarif d'Utilisation des Réseaux Publics d'Electricité
TWh	Téra Watt heure = 1 milliard de kWh
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
μT	Micro-Tesla
V	Volt
ZAC	Zone d'Aménagement Concerté
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

- ♦ un peu moins de 2,5 % de l'énergie transitant sur le réseau de transport ;
- ♦ 1,2 % de l'énergie qui transite sur le réseau à 400 000 volts.

À ce titre, RTE figure parmi les tout premiers consommateurs d'électricité en France.

La réduction du niveau des pertes est un objectif important pour RTE, qui contribue de ce fait à la maîtrise de la demande d'électricité et à la lutte contre le réchauffement climatique.

La minimisation des pertes est un des critères importants dans les décisions liées au développement du réseau.

Puissance et énergie

La **puissance**, qui s'exprime en watts (W) ou en kilowatts (1 kW=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 wattheure [Wh] ou kilowattheure [kWh]. *Exemple : une ampoule de 15 watts (puissance) qui éclaire pendant 1 000 heures, consomme une énergie de 15 000 Wh, soit 15 kWh. L'unité officielle de puissance est le Joule (J), qui vaut 1 Watt x seconde. 1 Wh = 3600 J, et 1 kWh = 3 600 000 J.*

Puissance réactive : Exprimée en voltampère réactif (VAR), elle permet d'évaluer le niveau des éléments inductifs du réseau (moteur, transformateur, lampe fluorescente) et les éléments capacitifs (condensateurs). Un câble souterrain génère beaucoup de puissance réactive, à l'instar d'un condensateur selon l'intensité qui le parcourt.

Synchronisation : Action sur les groupes de production afin de rétablir une seule et même fréquence entre eux.

Stabilité : Etat du réseau dont les paramètres sont maîtrisés dans le temps (fréquence, tension, transits)

Tension : La tension est exprimée en volts [V] ou en kilovolts (1 kV = 1000 V). Elle représente la force fournie par 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.

BIBLIOGRAPHIE

SITES INTERNET

Site internet du débat public :

www.debatpublic-lillearrastht.org

Informations sur la région

Nord - Pas de Calais :

Etudes régionales mises en ligne par la DDTM :

www.nord.equipement-agriculture.gouv.fr/article.php3?id_article=1677

SCOT de Lens-Liévin Hénin-Carvin :

www.scot-llhc.fr/

SCOT de Lille Métropole :

www.scot-lille-metropole.org

SCOT du Grand Douaisis :

www.scot-douaisis.org

SCOT de la Région d'Arras :

www.scot-region-arras.org

SCOT Marquian-Osartis :

www.cc-osartis.com

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable, du transport et du logement :

www.developpement-durable.gouv.fr/

Les chiffres clés de l'énergie en France en 2010 :

www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rep-10-10.pdf

Réseau de Transport d'Electricité - RTE : www.rte-france.com

En particulier, la rubrique « **Actualités & Dossiers** » présente les sujets suivants :

- ♦ Les champs électromagnétiques
- ♦ Qu'est-ce que l'électricité ?
- ♦ Les chemins de l'électricité
- ♦ Un siècle de transport d'électricité

Et la **Médiathèque** (publications annuelles du bilan de la sûreté du système électrique, des statistiques de l'énergie électrique en France)

Le « **blog du transport d'électricité** » contient de nombreuses informations sur l'activité de RTE, à l'adresse audeladeslignes.com

Le site « **La Clé des Champs** » dédié aux champs électromagnétiques générés par les lignes à haute tension : www.clefdeschamps.info

Commission de Régulation de l'Énergie - CRE :

www.cre.fr

Europacable (la confédération européenne des associations nationales de fabricants de fils et câbles isolés) a publié un document rédigé avec ENT SOE (l'association européenne des gestionnaires de réseaux de transport d'électricité) sur la faisabilité et les aspects techniques de la mise en souterrain partielle de lignes de grand transport d'électricité :

www.europacable.com/files/Joint_ENTSOE_E_Europacable_FINAL.pdf

LIVRES

Histoire de l'électricité en France (3 tomes), ouvrage collectif sous la direction de François Caron, Fabienne Cardot, Maurice Mévy-Leboyer et Henri Morsel (Editions Fayard)

Electricité - Voyage au Cœur du Système, de Patrick Bastard, Daniel Fargue, Philippe Laurier, Bernard Mathieu, Muriel Nicolas et Philippe Roos (Editions Eyrolles)

PRÉVISIONS DE CONSOMMATION ET DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ

www.entsoe.eu/system-development/soaf-2011-2025/

CHAMPS MAGNÉTIQUES BASSE FRÉQUENCE ET SANTÉ HUMAINE

La page web de RTE : www.rte-france.com/fr/actualites-dossiers/comprendre/les-champs-electromagnetiques/les-cem-et-la-sante/quels-sont-les-effets-des-cem-sur-la-sante

L'avis de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) : www.who.int/peh-emf/fr/index.html

L'avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) : www.sante.gouv.fr/champs-magnetiques-d-extremement-basse-frequence.html

Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) : www.iarc.fr/

La recommandation européenne : eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31999H0519:FR:HTML

ANNEXE 1 LES POSSIBILITÉS ÉTUDIÉES PAR RTE NON RETENUES

Ainsi que l'indique la 3^{ème} partie du présent dossier, avant de proposer la reconstruction en technique aérienne de la ligne existante, RTE a examiné diverses options techniques. Cette annexe détaille les technologies étudiées, et donne des informations sur leurs performances techniques, leurs impacts sur l'environnement et leurs coûts.

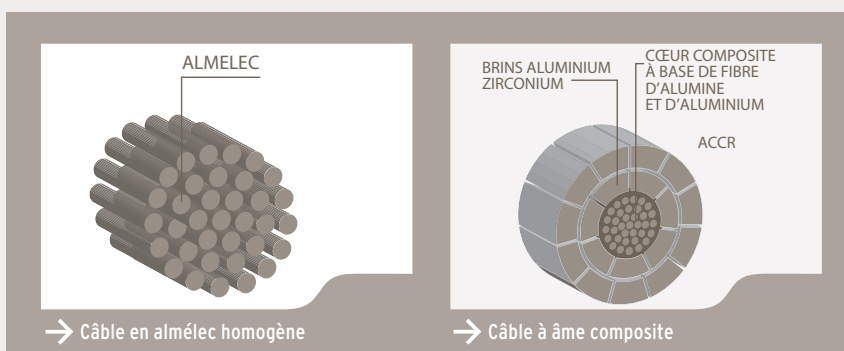
LE REMPLACEMENT DES CÂBLES CONDUCTEURS DE L'ACTUELLE LIGNE À 400 000 VOLTS AVELIN-GAVRELLE

Cette option consiste à remplacer les câbles conducteurs de la ligne existante Avelin-Gavrelle par des câbles conducteurs permettant un transit plus important, en conservant la plupart des pylônes existants.

Pour rappel, la puissance maximale qui peut circuler dans un câble conducteur de ligne aérienne est limitée par la dilatation de ce câble, sous l'effet de la chaleur produite par la circulation du courant. Réglementairement, les câbles conducteurs doivent rester au-dessus d'une hauteur minimale, dite « distance de garde », pour assurer la sécurité des personnes et des biens en évitant les phénomènes d'arcs électriques entre le câble conducteur et un obstacle ou un véhicule passant dessous.

Les câbles conducteurs de la ligne actuelle, en alliage d'aluminium-acier appelé almélec, équipent la plupart des lignes construites depuis les années 1970. Deux technologies de câbles conducteurs pour les lignes aériennes ont été développées par la suite, pour améliorer la capacité de transport des lignes aériennes :

- les câbles conducteurs ACSS (Aluminium Conductor Steel Supported), dont l'âme d'acier assure l'essentiel de la tenue mécanique, ce qui permet de monter



jusqu'à des températures de 250°C (alors que l'almélec est usuellement limité à 90 °C), donc augmenter significativement la capacité de transport de la ligne, -les câbles conducteurs ACCR (Aluminium Conductor Composite Reinforced), dont l'âme est en matériau composite à faible dilatation. Ce câble est plus récent et plus performant que l'ACSS. Il est aussi plus cher. Il est le seul à permettre d'envisager atteindre sur la ligne Avelin-Gavrelle la capacité de transport d'un des circuits de la ligne Argoeuvres-Chevalet-Gavrelle. Il ne permet pas d'aller au-delà : multiplier par 3 la capacité de transport d'une ligne aérienne en changeant ses câbles conducteurs est hors de portée des technologies disponibles, et même de celles qui sont au stade de la recherche.

C'est donc la plus performante des technologies disponibles, le câble ACCR dit « câble composite », qui a été considéré dans nos études. Il pourrait permettre une augmentation de l'ordre de 45% de la capacité de transport de la ligne actuelle, moyennant des travaux importants de renforcement des

pylônes existants, et le remplacement de 6 d'entre eux.

Au final, l'analyse de cette possibilité met en évidence deux défauts majeurs :

- >> une performance très insuffisante en matière de capacité de transport ;
- >> la ligne Avelin-Gavrelle resterait une ligne à simple circuit. En cas d'indisponibilité (panne, entretien), nous retrouverions la situation actuelle. Cette possibilité ne répond donc pas aux enjeux de sécurité d'alimentation.

De plus, cette possibilité génèrerait des pertes par effet Joule* importantes. Le coût de l'opération est estimé aujourd'hui à 40 millions d'euros, soit à peu près le coût de la construction d'une nouvelle ligne en double circuit.

C'est pourquoi RTE n'a pas retenu cette possibilité. Toutefois, la combinaison d'un renforcement de la ligne actuelle par des câbles composites et l'ajout d'une seconde liaison, aérienne ou souterraine, équivalente au 2^{ème} circuit à créer, a été étudiée.

LE RENFORCEMENT DU RÉSEAU PAR CONSTRUCTION D'UNE SECONDE LIAISON AÉRIENNE SIMPLE CIRCUIT ENTRE AVELIN ET GAVRELLE, AVEC MAINTIEN DE LA LIGNE EXISTANTE

RTE a étudié la création d'une seconde liaison aérienne simple circuit à 400 000 volts entre Avelin et Gavrelle, visuellement identique à la ligne actuelle, couplée à un renforcement de la ligne existante par un remplacement des conducteurs comme évoqué au paragraphe précédent.

Chacune des deux liaisons simple circuit transporterait 2300 MW, ce qui correspond au besoin en capacité de transport sur l'axe Avelin-Gavrelle.

La création d'une deuxième ligne aérienne créerait une nouvelle emprise foncière, dont l'impact environnemental serait fort compte tenu de la densité de la zone concernée. La reconstruction d'une ligne double circuit éviterait cet impact : c'est pourquoi la possibilité de création d'une deuxième liaison simple circuit a été écartée au profit de la reconstruction de la ligne existante en une liaison double circuit.

LE RENFORCEMENT DU RÉSEAU PAR CONSTRUCTION D'UNE TRIPLE LIAISON SOUTERRAINE ENTRE AVELIN ET GAVRELLE, AVEC MAINTIEN DE LA LIGNE EXISTANTE

RTE a étudié la création d'une liaison souterraine 400 000 volts, entre Avelin et Gavrelle, de 30 km de longueur, couplée à un renforcement de la ligne existante par des conducteurs composites ACCR. Cette possibilité permettrait d'éviter la reconstruction de la ligne Avelin-Gavrelle en double circuit.

Renforcement de l'axe Avelin-Gavrelle par la création d'une liaison souterraine supplémentaire

Pour répondre aux besoins de transit sur l'axe Avelin-Gavrelle, cette possibilité nécessiterait :

- >> trois liaisons souterraines, ce qui apporterait la capacité de transport équivalente à un circuit de la ligne aérienne proposée (pour un coût de 190 millions d'euros, auxquels il faudrait ajouter les ouvrages particuliers à réaliser pour franchir le canal de la Deûle, la ligne ferroviaire à grande vitesse du TGV Nord, l'autoroute A1 et les autres voiries).
- >> Le remplacement des conducteurs de la ligne aérienne existante, pour augmenter sa capacité de transport jusqu'au niveau d'un deuxième circuit de la ligne aérienne proposée (pour environ 40 millions d'euros).
- >> Il convient d'ajouter les travaux très conséquents qui seraient nécessaires dans les postes d'Avelin et de Gavrelle, pour l'installation des transformateurs-déphaseurs et des dispositifs de compensation de la puissance réactive*. Ces travaux nécessiteraient des extensions du poste et peut-être le déplacement de certaines des installations

existants dans les postes. Ils coûteraient au moins 60 millions d'euros.

Au final, le renforcement de réseau coûterait de l'ordre de 300 millions d'euros, pour un gain environnemental qui reste à démontrer : l'emprise foncière des trois liaisons souterraines serait très importante, et la ligne existante serait maintenue.

Historique des câbles souterrains de transport d'électricité en France

Le transport d'électricité a vu le jour au lendemain de la Première guerre mondiale.

Les premiers réseaux de transport d'électricité en technique souterraine ont été mis en service en 1922. C'étaient des réseaux à 63 000 volts, à Paris et en proche banlieue parisienne. Les câbles étaient isolés avec du papier imprégné d'huile dans une gaine de plomb. Plusieurs centaines de kilomètres de ces câbles ont été installés dans les années 1920 et 1930, dont certains sont encore en service aujourd'hui.

En 1936 a été mis en service le premier câble souterrain 225 000 volts du monde, entre Clichy-sous-Bois et Saint Denis, au nord de Paris. La technique utilisée est celle du « câble à huile fluide » : l'isolant est en papier imprégné d'huile, et une circulation d'huile au centre de l'âme conductrice du câble permet de la refroidir.

En 1957 a été mise au point la technique du câble oléostatique, utilisée en 63 000 volts et en 225 000 volts. Ce câble est isolé par du papier imprégné d'huile. Les trois phases sont placées dans un tuyau de métal contenant de l'huile sous pression. Ces câbles sont encore en service aujourd'hui. Cette technique est encore utilisée de nos jours, notamment aux Etats-Unis.

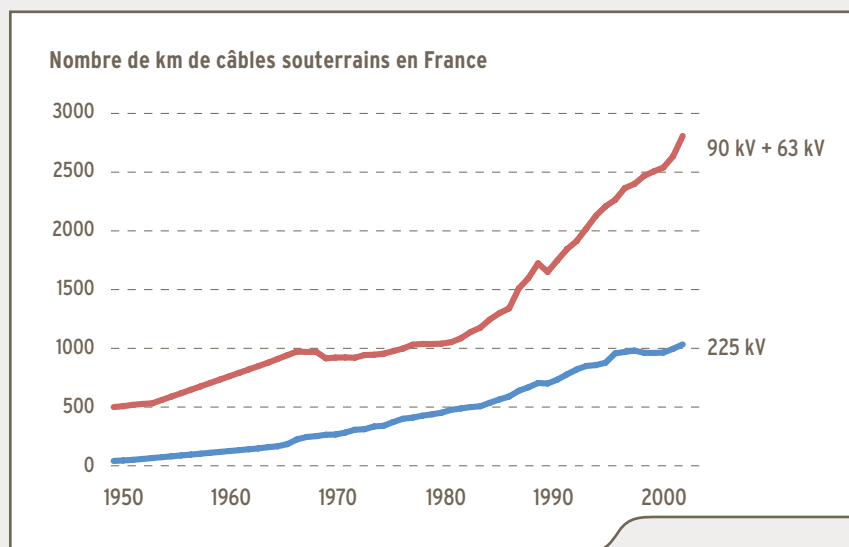
En 1962, le câble souterrain connaît la révolution du polyéthylène extrudé, en 63 000 volts. C'est le premier isolant dit « synthétique » à être utilisé pour les câbles de transport d'énergie. Cette technique sera mise au point pour le 225 000 volts en 1969.

Enfin, le polyéthylène réticulé fait son apparition en haute tension (63 000 volts et 90 000 volts) en 1989, puis 225 000 volts et enfin en 400 000 volts en 2000 (autre première mondiale réalisée en France).

Après la mise au point de cet isolant, la seule évolution notable de la technique de fabrication des câbles souterrains a été la généralisation de l'écran en aluminium en 2002, en remplacement de l'écran en plomb qui était utilisé jusqu'alors.

Les recherches se focalisent ensuite sur les modes de pose, où des réductions de coût significatives ont pu être réalisées, notamment en adaptant en 63 000 volts et 90 000 volts la technique de pose mécanisée des réseaux de distribution.

Le graphique suivant montre la progression de l'utilisation de la technique du câble souterrain dans le réseau de transport d'électricité en France depuis 60 ans.



La forte croissance des vingt dernières années pour les réseaux à 63 000 volts et 90 000 volts est le fruit de la démarche volontariste menée par EDF puis RTE dans le domaine de la construction des nouveaux ouvrages, notamment en zone urbaine. Aujourd'hui, RTE construit environ 70% des nouvelles lignes à 63 000 volts ou 90 000 volts en technique souterraine.

Les 970 km du réseau souterrain 225 000 volts de RTE font de notre pays le 1er en Europe pour la mise en souterrain des ouvrages à très haute tension (225 000 volts + 400 000 volts).

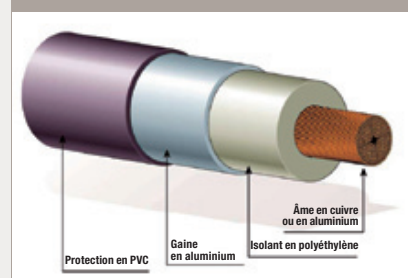
De fait les industriels français du câble souterrain ont toujours été à la pointe de l'innovation, avec le soutien d'EDF puis de RTE depuis 2000, et sont mondialement réputés pour leur savoir-faire.

Les perspectives de réduction des coûts et d'amélioration technique résident aujourd'hui dans le développement de jonctions de transitions, permettant d'adapter la section du câble à la profondeur à laquelle il est posé, l'optimisation permanente des méthodes de confinement des câbles, et la recherche du tracé le plus rectiligne possible pour en réduire la longueur.

Comme le câble représente plus de moitié du coût de la liaison en 400 000 volts, l'évolution des cours des matières premières telles que le cuivre et l'aluminium est déterminante pour l'évolution du coût des liaisons souterraines.

Les difficultés techniques de l'utilisation de la technique du câble souterrain en 400 000 volts

Si les progrès techniques permettent aujourd'hui d'envisager la construction de liaisons 63 000 volts, 90 000 volts et - dans une moindre mesure - 225 000 volts en technique souterraine, les difficultés sont plus importantes pour les ouvrages à 400 000 volts.



Nombre de câbles nécessaires

La première difficulté est la performance limitée du câble souterrain en matière de capacité à transporter une puissance électrique. Alors que la ligne aérienne projetée comporterait deux

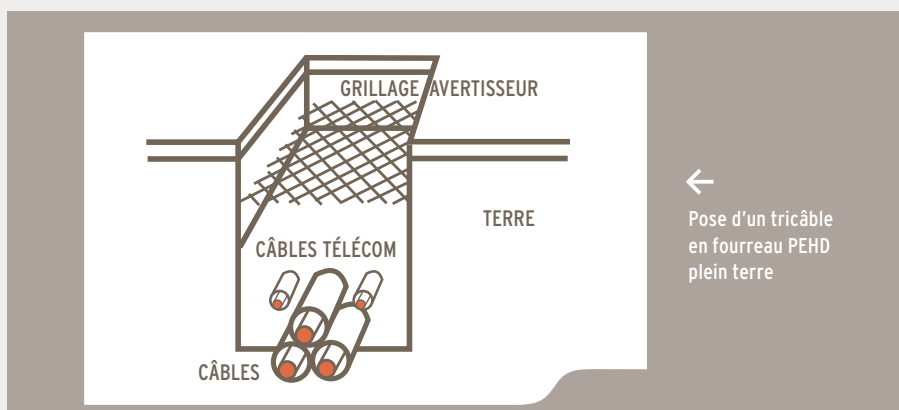
circuits transportant chacun 2300 MW, un circuit souterrain formé d'un tricâble (ensemble de trois câbles transportant un système triphasé*) de la plus forte section disponible aujourd'hui transporte moins de 1000 MW. Cela est dû au fait que les conducteurs électriques aériens sont refroidis par l'air, alors que la chaleur émise par les câbles souterrains a du mal à s'évacuer dans le sol.

Pour répondre au besoin d'un circuit de 2300 MW, il faudrait donc installer a minima trois tricâbles souterrains, qu'il conviendrait d'espacer pour éviter qu'ils se chauffent mutuellement. L'emprise au sol serait alors d'une dizaine de mètres. Pour une liaison de 30 km de long, il faudrait compter un coût de l'ordre de 190 millions d'euros, auxquels s'ajouteraient les coûts de travaux dans les postes d'extrémité pour résoudre les problèmes techniques évoqués ci-après. Le câble étant transporté sur des tourets d'une longueur maximale d'un kilomètre, il faudrait aussi réaliser 270 jonctions, qui seraient par la suite autant de points faibles pénalisant la fiabilité de la liaison.

La photographie ci-contre est une coupe d'un câble 400 000 volts. Au centre, l'âme en cuivre est entourée de l'isolant en polyéthylène. La protection est assurée par l'écran d'aluminium, le tout dans une gaine de protection en PVC.

Régulation du flux d'électricité à travers l'ouvrage souterrain

Un câble souterrain présente une résistance au passage de l'électricité beaucoup plus faible qu'une ligne aérienne. Insérer une liaison souterraine dans le réseau composé de lignes aériennes conduirait donc, si on ne prend pas de précaution, à bouleverser les flux dans les lignes environnantes. La quasi-totalité du transit s'engouffrerait dans le câble souterrain, et les lignes aériennes situées en parallèle ne se chargeraient pas. Il faut donc installer des dispositifs électroniques de régulation des flux en série avec les câbles souterrains, appelés transformateurs-déphaseurs.



Compensation de la puissance réactive* produite par le câble

Quelques centimètres d'isolant du câble souterrain ne sont pas aussi efficaces que plusieurs mètres d'air. A travers l'isolant du câble se produit un effet condensateur qui provoque un transit de puissance dite « réactive »* dans le câble, proportionnel à sa longueur. Si cette puissance n'est pas compensée, la tension augmente en extrémité de câble. Il faut donc compenser cette puissance réactive* au moyen de dispositifs appelés « inductances ».

La mise en place de ces équipements dans les deux postes nécessiterait une extension significative de la superficie de ces postes, donc de leur emprise foncière.

Par ailleurs, la mise en souterrain d'une liaison électrique à 400 000 volts comporte des contraintes non négligeables. En effet, l'accès aux câbles reste indispensable pour satisfaire les impératifs d'entretien et de réparations éventuelles. Aussi, il est nécessaire de réserver une emprise au sol libre de toute installation, pratiquement de toute végétation autre que superficielle et vierge de toute exploitation industrielle ; de plus aucune construction n'est autorisée.

Les impacts environnementaux des liaisons souterraines

Le principal impact d'une liaison souterraine est sur l'occupation du sol. Après la mise en service, le terrain au-dessus de l'ouvrage et à quelques mètres de part et d'autre doit être laissé vierge de toute plantation d'arbre et d'arbuste et de toute habitation. La culture ou le pâturage peuvent y être pratiqués.

Le second impact est celui du chantier. Selon le niveau de tension, les effets sur les milieux naturels peuvent être un peu plus importants en raison d'un chantier de plus grande ampleur, d'une désorganisation des structures du sous-sol, de la modification du drainage ou de l'écoulement des eaux notamment.

Les effets permanents d'une liaison souterraine peuvent être :

- >> un impact sur l'écoulement des eaux dans le sol ;
- >> un impact sur la végétation à proximité. Un tel impact a été évalué sur une liaison souterraine à 63 000 volts située dans l'ouest de la France. Cette étude a montré un impact de quelques % sur la maturité de la récolte à l'endroit du câble.
- >> impacts positifs et négatifs sur la biodiversité souterraine.

Les câbles souterrains à 400 000 volts en Europe aujourd'hui

Depuis 15 ans, en surmontant ces difficultés, plusieurs pays européens ont construit des liaisons à 400 000 volts totalement ou partiellement souterraines.

Le tableau suivant en donne la liste, qui totalise 140 km.

La plupart de ces ouvrages sont des câbles d'alimentation de zones urbaines.

En France, le choix technique depuis le début des années 1960 est d'alimenter les villes importantes en

225 000 volts, avec des câbles souterrains. On en trouve ainsi à Paris, Lyon, Marseille, Lille, Toulouse, Bordeaux. C'est pourquoi le réseau souterrain à 225 000 volts est aussi étendu en France.

Site	Projet	Type	Longueur des circuits	Nombre de tricâbles	Puissance (MVA)	Années du chantier	Mode de pose et de refroidissement
Copenhague	Elimination d'une ligne aérienne en zone urbaine	Alimentation urbaine	22 km + 12 km	1	995	1996 à 1999	Pose en pleine terre
Berlin	Connexion des réseaux de Berlin-Est et Berlin-Ouest	Alimentation urbaine	6,3 km + 5,4 km	2	2 x 1100	1998 à 2000	Galerie ventilée
York	Middlesbrough-York	Zone rurale, protection d'un paysage remarquable	5,7	4	4 X 1000	2003	Câble oléostatique, pose en pleine terre
Madrid	Extension de l'aéroport	Zone péri-urbaine	12,7	2	2 x 1720	2002 à 2004	Galerie ventilée
Jutland	Aalborg-Aarhus	Zone péri-urbaine et milieux aquatiques	2,5 km + 4,5 km + 7 km dans une ligne aérienne de 126 km	2	2 x 500, Temporairement 2 x 800	2002 à 2003	Pose en pleine terre et blocs fourreaux en béton
Londres	St Johns Wood-Elstree	Alimentation urbaine	20	1	1600	2002 à 2005	Galerie ventilée
Rotterdam	Traversée d'un fleuve		2,1	1	1470	2004 à 2005	Pose en pleine terre et en conduite
Vienne	Alimentation du centre-ville	Alimentation urbaine	5,5	2	2 x 1040	2004 à 2005	Pose en bloc fourreau béton et en tunnel
Milan	Turbigo-Rho	Alimentation urbaine	8,5 km d'une ligne comportant 32 km en aérien	2	2 x 1100	2005 à 2006	Pose en pleine terre et en caniveau
Londres	West Ham - Hackney	Alimentation urbaine	6,3 km	2	2 x 975	2007 à 2008	Galerie ventilée
Suisse-Italie	Mendrisio-Cagno	Interconnexion	8 km	1	560	2007 à 2008	Pose en pleine terre
Liverpool	Kirkby-Lister Drive	Alimentation urbaine	10	1	1500	2007 à 2010	Pose en plein terre et en caniveau



↑ Travaux de mise en souterrain

CONSTRUCTION D'UNE LIAISON SOUTERRAINE DE SIX TRICÂBLES ENTRE AVELIN ET GAVRELLE, AVEC DÉPÔSE DE LA LIGNE EXISTANTE

La suppression de la ligne existante couplée à la construction en technique souterraine des ouvrages équivalents à la ligne aérienne à double circuit a également été étudiée.

Aucun ouvrage de transport d'électricité n'a été envisagé dans le monde à ce jour avec de telles caractéristiques de puissance transportée et de longueur. La faisabilité technique de cet ouvrage et le fonctionnement du réseau en présence de cet ouvrage n'ont pas été étudiés en détail.

Pour répondre au besoin en capacité de transport, il faudrait construire six tricâbles souterrains. La nappe de câbles correspondante s'étalerait alors sur plus de 13 mètres de largeur, et il serait interdit de construire ou planter des arbres sur plus de 20 mètres de large. De fait, il faudrait plus raisonnablement répartir ces câbles souterrains sur plusieurs tracés.

On peut noter que l'emprise au sol de la ligne aérienne serait de 6000 m² (environ 60 pylônes d'une emprise de 100 m²), alors que pour la liaison souterraine cette emprise serait de 600 000 m² (une bande de 20 m de large sur 30 km de long), soit cent fois plus forte.

Le coût de construction des liaisons souterraines est estimé aujourd'hui à 365 millions, auxquels il faudrait ajouter :

- >> le coût des ouvrages particuliers de franchissement du canal de la Deûle et des voies de communication (voie ferrée, autoroutes etc.),
- >> le coût des travaux dans les postes : transformateurs-déphaseurs pour réguler les flux, inductances pour compenser la puissance réactive*.

Le montant d'un tel chantier dépasserait les 460 millions d'euros, et l'impact environnemental du chantier serait très important, comparable à la création d'une nouvelle route, avec certes le bénéfice paysager de la dépose de la ligne existante.

RTE n'a pas retenu cette possibilité compte tenu des problèmes techniques, du coût prohibitif et des impacts environnementaux qu'elle engendrerait.

UNE LIAISON À COURANT CONTINU ENTRE AVELIN ET GAVRELLE AVEC DÉPÔSE DE LA LIGNE EXISTANTE

La technique du câble souterrain à tension alternative, étudiée dans les deux précédents paragraphes, n'est pas adaptée au transport de grandes quantités d'énergie sur des distances de plusieurs dizaines de kilomètres. Une autre technique existe : la liaison souterraine à courant continu, utilisée par exemple pour l'interconnexion France-Angleterre.

La technique du courant continu dans les réseaux de grand transport d'électricité

Le courant alternatif est aujourd'hui la technologie la plus utilisée pour transporter l'électricité en haute et très haute tension. Toutefois il existe trois cas de figure, dans lesquels le courant continu peut être plus intéressant que le courant alternatif, voire incontournable.

1^{er} cas : les lignes aériennes sur de très longues distances

Lorsqu'une ligne aérienne à haute ou très haute tension atteint ou dépasse une distance de l'ordre de 1 500 km, le transport en courant continu s'impose pour des raisons techniques.

En effet, à partir d'une telle distance, si on utilise la technologie alternative, on rencontre des problèmes de synchronisation* et de stabilité* sur le réseau.

Des liaisons aériennes en courant continu ont ainsi été construites dans les pays, où les sites de production sont très éloignés des zones de consommation : au Canada, en Chine, en Inde, au Brésil...

La plus longue ligne électrique existant aujourd'hui dans le monde est la liaison Xiangjiaba - Shanghai en Chine. C'est une ligne aérienne qui relie, sur un peu plus de 2000 km, les centrales hydrauliques des régions montagneuses à la ville de Shanghai.

On peut aussi citer la ligne aérienne de transport d'électricité à courant continu, qui relie sur 1480 km la Baie-James (au Nord du Québec) à Sandy Pond près de Boston (Etats-Unis).



↑ Liaison Xiangjiaba - Shanghai



↑ Liaison NorNed

2^{ème} cas : les lignes d'interconnexion entre 2 réseaux asynchrones

Deux réseaux sont dits asynchrones lorsque leurs tensions ne sont pas identiques à chaque instant. Cela se produit lorsqu'ils sont à des fréquences différentes, par exemple le réseau du Brésil fonctionne à 60 Hz alors que le réseau du Paraguay fonctionne à 50 Hz. Ces réseaux ne peuvent pas être interconnectés en courant alternatif. La technologie en courant continu est alors techniquement nécessaire pour gérer la différence de fréquence entre les deux réseaux concernés, et pour assurer la liaison d'interconnexion en toute sécurité.

C'est le rôle joué par l'interconnexion Sakuma-ShinShinano, entre le Nord et le Sud du Japon, respectivement aux fréquences de 50 Hz et 60 Hz.

3^{ème} cas : les liaisons souterraines ou sous-marines au-delà de 50 km

Au-delà de 50 km sur une ligne souterraine ou sous-marine à très haute tension, on ne peut pas acheminer l'électricité en courant alternatif en raison de la puissance réactive* qui circule dans les câbles (dû à l'effet capacitif de l'isolant), qui nécessiterait une compensation (tous les 20 à 25 km environ). Les courants continus sont plus adaptés à des câbles immergés ou enterrés sur de longues distances.

C'est le cas de longues liaisons de transport d'électricité qui alimentent une île, raccordent une ferme éolienne off-shore au réseau terrestre, ou interconnectent deux réseaux séparés par la mer.

Par exemple, la liaison NorNed qui relie la Norvège et les Pays-Bas sous la mer du Nord, avec ses 580 km de longueur, représente le câble électrique sous-marin le plus long au monde.

L'interconnexion entre la France et la Grande-Bretagne est un autre exemple : une liaison à courant continu, sous la Manche, s'est imposée en 1986 comme le meilleur compromis technique et économique, compte tenu de la

distance totale de la liaison (environ 70 km) entre les deux stations de conversion des deux pays.

Enfin le projet d'interconnexion France-Espagne, dont le chantier pourrait commencer fin 2011, est également prévu en courant continu sur 65 km en souterrain, sous les montagnes des Pyrénées.

D'un point de vue économique

L'utilisation du courant continu suppose des coûts d'investissement importants (construction des « stations de conversion », systèmes électroniques connectés en 400 000 volts qui transforment le courant alternatif en courant continu et vice-versa). Au-delà d'une certaine distance, une ligne aérienne de transport en courant continu permet des gains significatifs (entre autres, parce que seuls 2 câbles sont nécessaires en courant continu, au lieu de 3 en courant alternatif). Ainsi, le transport d'électricité en courant continu peut être une solution économique lorsqu'une ligne aérienne à haute et très haute tension s'étend au-delà de 600 km.

Application au cas d'Avelin-Gavrelle

Le coût d'une liaison terrestre à courant continu de 30 km transportant 2000 MW peut-être estimé à 360 M€, à partir du coût de la liaison France-Espagne. Il s'agit de deux liaisons de 1000 MW (puissance maximale accessible dans l'état actuel de la technologie retenue pour ce projet).

Cette possibilité n'offrirait pas les performances de la liaison aérienne double circuit : la portion Avelin-Gavrelle serait toujours une limitation aux flux d'électricité dans l'axe Avelin-Gavrelle-Chevalet-Argoeuves. Compte tenu des coûts excessifs, une possibilité à courant continu de puissance supérieure, plus proche du besoin en capacité de transit, n'a pas été approfondie.

Cela montre que le renforcement de l'axe Avelin-Gavrelle n'entre pas dans le cadre de l'utilisation de la technique du courant continu. Le coût très élevé des stations de conversion (150 M€ pour les deux stations de chaque liaison de 1000 MW) pour une longueur relativement faible conduit à un coût une fois et demie supérieur à celui d'une liaison souterraine à courant alternatif, et plus de 10 fois supérieure au coût de la ligne aérienne.

UNE NOUVELLE LIAISON ÉLECTRIQUE ENTRE GAVRELLE ET MASTAING

Dans l'évaluation des contraintes qui pèseront demain sur le réseau 400 000 volts du Nord - Pas de Calais, une possibilité alternative est apparue consistant à créer une liaison électrique entre les postes de Gavrelle et de Mastaing.

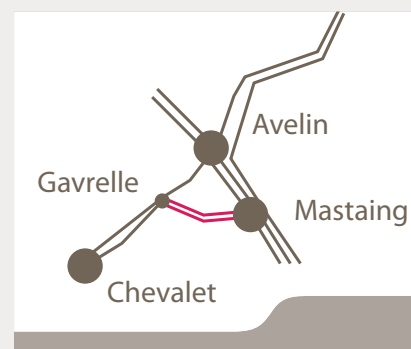
En répartissant les flux d'électricité provenant de Chevalet vers Avelin et vers Mastaing, la nouvelle configuration du réseau 400 000 volts en Nord - Pas de Calais serait

en mesure de répondre aux contraintes observées et de permettre l'accueil de nouveaux moyens de production à moyen terme.

Cependant, la réalisation de cette liaison électrique, d'une longueur de 34 km, se heurterait à d'importants enjeux environnementaux. En effet, un passage dans la partie nord du territoire compris entre Gavrelle et Mastaing n'est pas envisageable, à cause de la densité des noyaux d'habitat du Douaisis et de sites naturels sensibles. Il faut se rapprocher au Sud de la vallée de la Sensée.

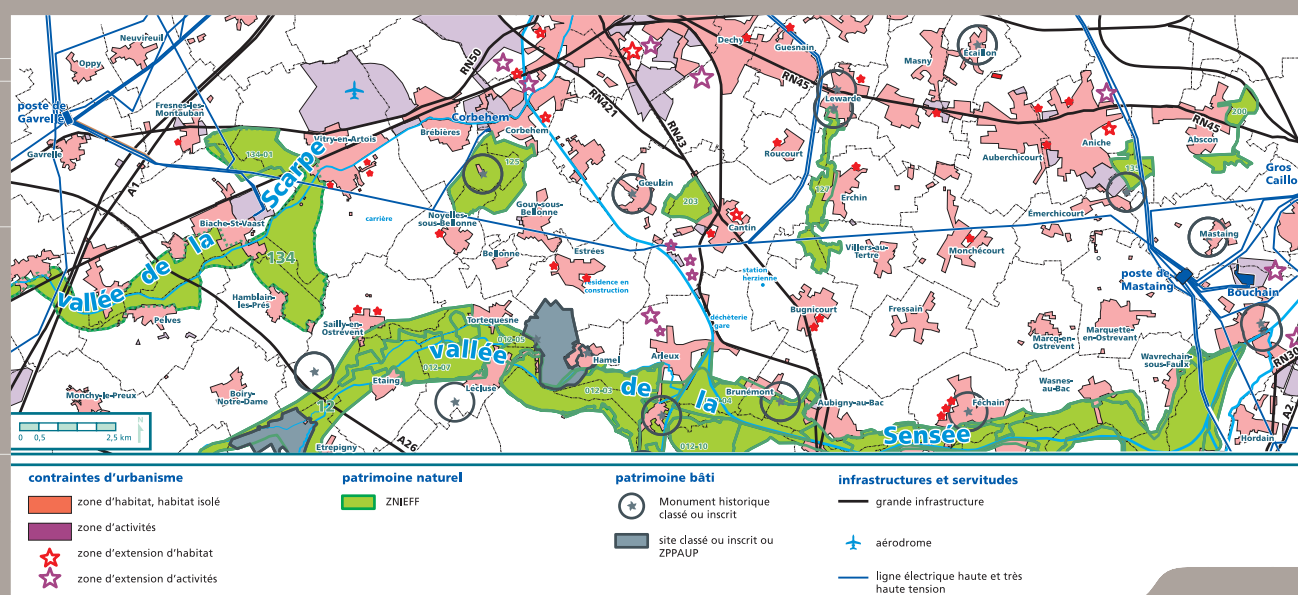
La ligne nouvelle s'inscrirait alors au cœur d'espaces marqués par la proximité du complexe écologique et paysager de cette vallée (nombreux bois ou marais classés en Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique, monuments protégés, sites touristiques et de loisirs, ...), qu'elle devrait longer sur une quinzaine de kilomètres. Il faudrait aussi franchir un autre axe naturel sensible, la vallée de la Scarpe.

La partie centrale de la ligne se trouverait à la limite entre les sites urbanisés du Douaisis et les sites à vocation touristique de la vallée de la Sensée.



Tout comme pour l'hypothèse de la liaison souterraine Avelin-Gavrelle, une liaison souterraine Gavrelle-Mastaing demanderait d'importants équipements supplémentaires (voir ci-avant) entraînant une augmentation de l'emprise des postes de Gavrelle et de Mastaing. L'hypothèse d'une ligne souterraine se heurterait aussi à d'autres contraintes liées à la présence de zones humides (les travaux en zone humide pouvant avoir des impacts notables sur le milieu aquatique, sa faune et sa flore).

RTE n'a donc pas retenu la possibilité d'une liaison électrique entre Gavrelle et Mastaing, qu'elle soit souterraine ou aérienne.



↑ Carte des enjeux entre les postes de Gavrelle et de Mastaing

ANNEXE 2 LE SYSTÈME ÉLECTRIQUE

LES CHEMINS DE L'ÉLECTRICITÉ

Le système électrique comprend des sites de production thermiques (nucléaire, fioul, charbon, gaz) et de production à base d'énergies renouvelables (hydraulique, éolien, photovoltaïque, biomasse, ...) et des lieux de consommation (communes, entreprises...), reliés par les réseaux électriques (transport et distribution).

La production d'électricité

On produit de l'électricité de différentes façons, mais pratiquement toujours selon le même principe : la transformation d'un mouvement tournant en énergie électrique.

En 2010, la production d'électricité en France a été de 550 TWh (soit 550 milliards de kWh), répartie comme suit :

ÉNERGIE ÉLECTRIQUE PRODUITE EN FRANCE EN 2010		
Nucléaire	74 %	408 TWh
Hydraulique, éolien, photovoltaïque	15 %	83* TWh
Thermique classique	11 %	59 TWh
Production Totale	100 %	550 TWh

La production industrielle

En France, l'électricité vient essentiellement de trois types de production :

- » des centrales thermiques à combustible nucléaire,
- » des centrales hydroélectriques (eau des lacs, des fleuves ou de la mer),
- » des centrales thermiques classiques à combustible fossile (charbon, fioul, gaz).

Les énergies renouvelables

Les énergies renouvelables sont issues de sources naturelles considérées comme 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 perspectives de développement :

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

- » puissance totale installée de 25 000 MW d'éolien répartis en 19 000 MW sur 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.

Le réseau public de transport et les réseaux de distribution d'électricité

Les réseaux électriques (transport et distribution) ont pour rôle 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 100 000 km de lignes. 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 pour l'interconnexion des 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.

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 (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

Les réseaux de distribution, gérés par ERDF ou des Entreprises Locales 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 (des flux locaux, la desserte des villages...).

Les 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.

La fourniture

La fourniture d'électricité est une activité relevant du secteur concurrentiel depuis l'ouverture du marché de l'électricité du 1er juillet 2007. Les prix de l'électricité sont donc soumis au marché, sauf le tarif « réglementé » dont le montant est déterminé par l'Etat après avis de la CRE. La fourniture d'électricité au tarif réglementé reste une mission de service public pour EDF.

COMMENT TRANSPORTE-T-ON L'ÉLECTRICITÉ ?

L'électricité est principalement transportée par des lignes aériennes, c'est-à-dire des câbles par lesquels transite le courant électrique, portés par des pylônes. Au travers du contrat de Service public signé avec l'Etat, RTE s'est engagé à ne pas augmenter le kilométrage des lignes aériennes.

Quels pylônes pour les lignes aériennes ?

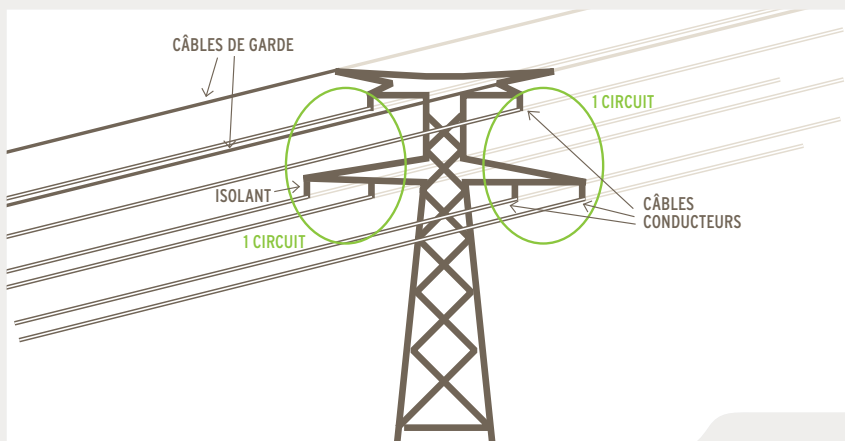
Supports des câbles aériens par lesquels transite le courant électrique, les pylônes du réseau de transport d'électricité sont le plus souvent constitués de treillis et de cornières métalliques. Ils peuvent également être tubulaires en métal ou en béton. Leur rôle est de maintenir les câbles électriques écartés entre eux à une certaine distance du sol et des obstacles rencontrés afin d'assurer la sécurité des personnes et des



↑ Les pylônes sont adaptés aux tensions et aux capacités transportées

installations situées au voisinage de la ligne. Outre leur fonction de support de ligne, certains pylônes dits « d'ancrage » présentent une résistance mécanique plus importante que les autres pylônes, dits de « suspension ». Ils s'utilisent lors d'un changement de direction de la ligne ou pour consolider un tronçon de ligne. Ils peuvent également servir de pylône « anti-cascade », c'est-à-dire éviter la propagation de la chute des pylônes par « effet domino » lors des tempêtes. Ils sont installés dans les ouvrages neufs et dans une partie du réseau existant dans le cadre du programme de sécurisation mécanique mis en place par RTE après les tempêtes de décembre 1999.

En fonction de la topographie des lieux, de l'environnement alentour et des conditions climatiques de la région, différentes familles de pylônes sont envisageables, permettant de disposer les câbles de différentes façons. Ainsi, certains pylônes permettent de diminuer la hauteur totale de la ligne (pour réduire l'impact visuel) ou sa largeur (pour les tranchées forestières par exemple). Dans certains sites, certains pylônes spéciaux dits « architecturés » peuvent être implantés.



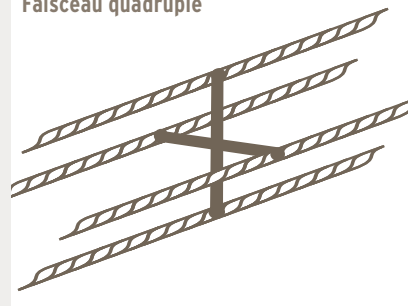
Les circuits et les faisceaux

Les lignes aériennes du réseau grand transport comprennent généralement un ou deux circuits (chaque circuit portant les trois phases). Ainsi, une ligne double circuit revient à porter par les mêmes pylônes deux lignes électriques distinctes. Cette possibilité, bien que nécessitant des pylônes particuliers, permet de limiter la présence des lignes aériennes sur un territoire. Chacune des trois phases du circuit peut utiliser un, deux, trois ou quatre câbles. On parle alors de simple, double, triple ou quadruple faisceau. Le nombre de câbles nécessaires est choisi en fonction des besoins de puissance électrique à transiter. L'augmentation du nombre

de conducteurs en faisceaux a pour effet de diminuer les pertes Joule et le bruit couronne.

Un câble supplémentaire, appelé « câble de garde » est disposé au-dessus de la ligne pour la protéger contre la foudre. Il peut être équipé de fibres optiques.

Faisceau quadruple



↑ Travaux dans un poste électrique

Les postes électriques

Aux extrémités de chaque ligne se trouvent des postes électriques. Ils permettent d'adapter la tension en fonction de sa vocation (grand transport, répartition régionale, distribution, etc.), mais aussi à aiguiller l'électricité et à la contrôler à distance. Ils répartissent ainsi le courant entre les lignes situées en amont et en aval du poste et peuvent ainsi répondre à un incident en coupant le courant sur une ligne et en l'orientant vers une autre destination.



↑ Le poste de Gavrelle

Les liaisons souterraines

Outre les lignes aériennes, l'électricité peut également être transportée via des liaisons souterraines. Différentes techniques de pose existent, selon l'environnement traversé (zones rurales, zones fortement urbanisées, franchissements de routes ou de rivières...).

La mise en souterrain des lignes est aujourd'hui majoritairement privilégiée pour les lignes du réseau de distribution et pour les lignes haute tension du réseau de transport (63 000 et 90 000 volts). Ainsi, en 2010, 66% des nouvelles lignes 63 000 et 90 000 volts ont été construites en souterrain.

Quant au réseau à 225 000 volts, plus de 30% des nouvelles lignes ont été réalisées en technologie souterraine. La mise en souterrain des lignes à 400 000 volts soulève de nombreuses difficultés techniques. En outre, les coûts d'investissement observés en Europe pendant les 10 dernières années sont généralement entre 5 et 10 fois plus élevés par rapport à une ligne aérienne.

UN MARCHÉ EUROPÉEN DE L'ÉLECTRICITÉ

Une ouverture progressive

La directive européenne 96/92/CE de 1996 visait à supprimer les monopoles nationaux de production et de vente de l'électricité et du gaz, et à développer un marché de l'électricité dans lequel, à terme, tout consommateur pourra choisir son fournisseur.

Cette directive demande la création, dans chaque pays, d'une autorité indépendante de régulation.

La seconde directive 2003/54/CE de juin 2003 programme l'ouverture du marché à la concurrence, le 1er juillet 2004 pour les clients professionnels et le 1er juillet 2007 pour les clients particuliers.

Elle précise également l'obligation de séparation des activités de transport et de distribution des activités de fourniture.

La directive 2009/72/CE du 13 juillet 2009 concernant les règles communes pour le marché intérieur de l'électricité renforce la séparation entre les activités de production et de fournitures d'une part et les activités de transport d'autre part.

Le rôle des gestionnaires de réseaux de transport d'électricité

Dans ce marché concurrentiel, les gestionnaires de réseau de transport doivent pouvoir offrir l'accès au réseau de transport à tous les opérateurs qui souhaitent en avoir l'usage.

L'indépendance du gestionnaire de réseau de transport conduit à garantir un accès non discriminatoire au réseau et ainsi l'égalité de tous les utilisateurs.

Afin que les mécanismes d'achat et de vente d'électricité ne soient pas perturbés par un manque de capacité du réseau de transport, les gestionnaires de réseau de transport dont RTE doivent mettre à la disposition des opérateurs un réseau

sûr, efficace et disposant des capacités suffisantes pour que l'énergie puisse circuler sans contrainte.

COMMENT FONCTIONNE LE RÉSEAU GRAND TRANSPORT ?

Tout comme les autoroutes pour les véhicules, les grandes lignes, pour le trafic ferroviaire, le réseau de grand transport à 400 000 volts constitue une infrastructure majeure pour l'électricité, il forme l'ossature principale du réseau électrique français.

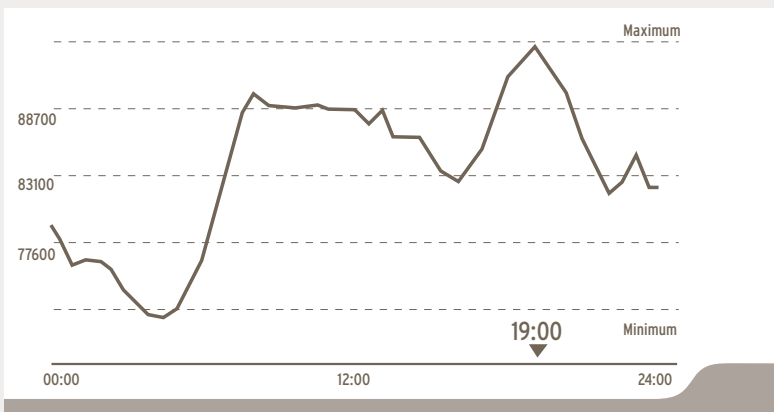
Sa fiabilité est vitale pour assurer la sécurité d'alimentation du pays en reliant les grands sites de production d'électricité aux grands pôles de consommation. Ainsi il assure la diffusion de l'électricité sur l'ensemble du territoire par des réseaux de tension inférieure, pour alimenter in fine les entreprises et les ménages. Relié aux réseaux étrangers via des interconnexions, le réseau 400 000 volts français participe à la sécurité d'approvisionnement de l'ensemble de l'Europe et à l'émergence de nouveaux moyens de production d'énergie renouvelable.

RELIER PRODUCTION ET CONSOMMATION

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. Lorsqu'il fait froid, la consommation d'électricité augmente fortement en raison d'une plus forte utilisation de l'électricité (chauffage électrique, par exemple). Ainsi en hiver, une baisse de température de 1°C représente un accroissement de consommation de 2100 MW. En été, une hausse de température de 1°C provoque une surconsommation pouvant aller jusqu'à 600 MW. L'énergie électrique produite ne se stockant pas, la

totalité de la puissance appelée par les consommateurs doit à chaque instant être disponible grâce à l'ensemble des moyens de production d'énergie électrique.

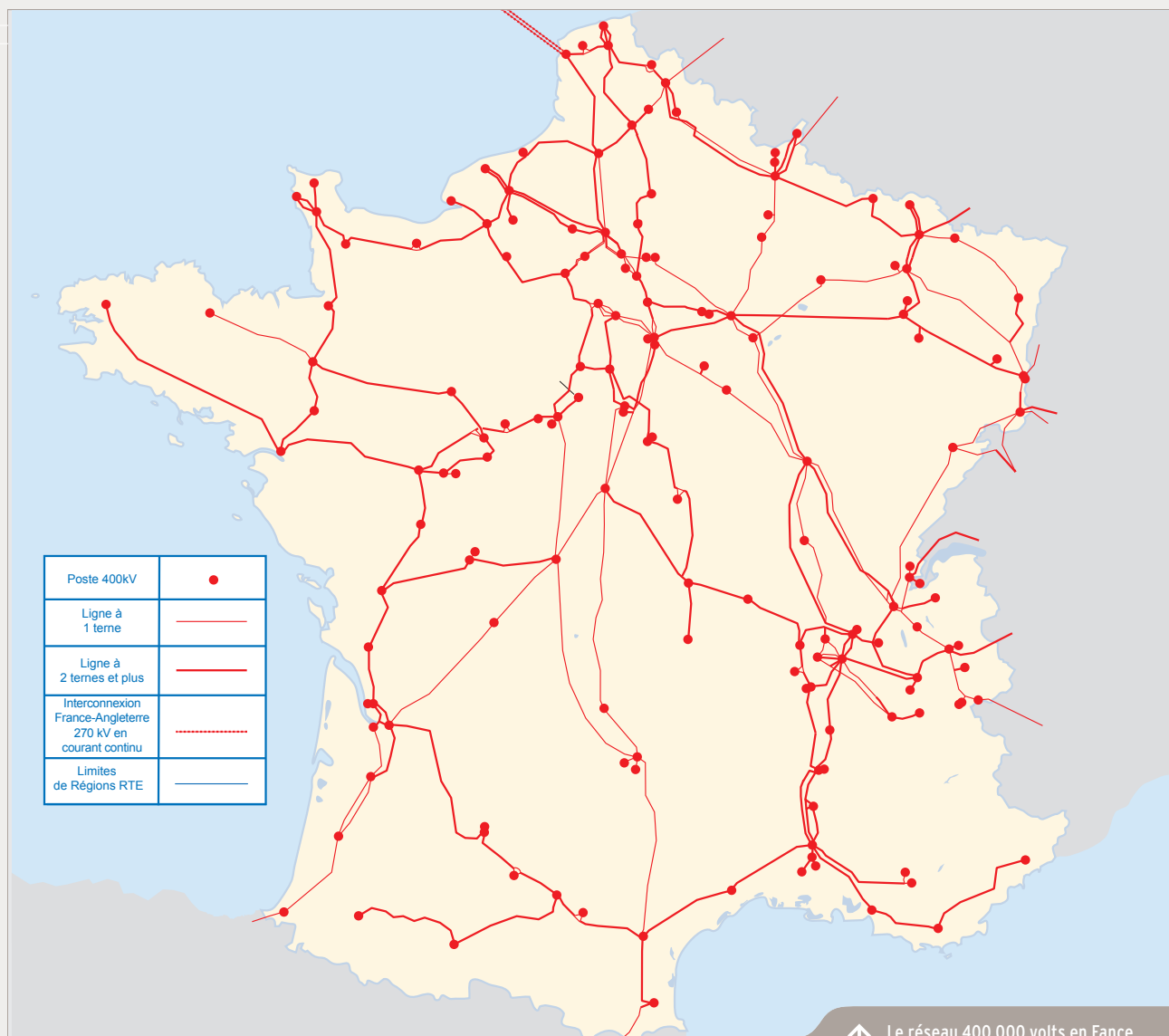
Les réseaux électriques ont donc ce rôle essentiel d'acheminer à chaque instant la quantité exacte d'énergie demandée par la consommation, depuis un parc de production subissant lui-même des fluctuations. La plupart des sites de production sont directement reliés au réseau grand transport 400 000 volts. Ce réseau irrigue les grandes zones de consommation, par l'intermédiaire des réseaux de répartition régionaux puis des



La courbe de charge, c'est-à-dire l'évolution de la consommation française pendant une journée (exemple d'une journée d'hiver

réseaux de distribution de moyenne et basse tension. A ce jour, la France compte environ 100 000 km de ligne dont près de

21 000 km à 400 000 volts. La distribution moyenne et basse tension comporte, pour sa part, environ 1 000 000 de km de liaisons.



↑ Le réseau 400 000 volts en France et les postes électriques

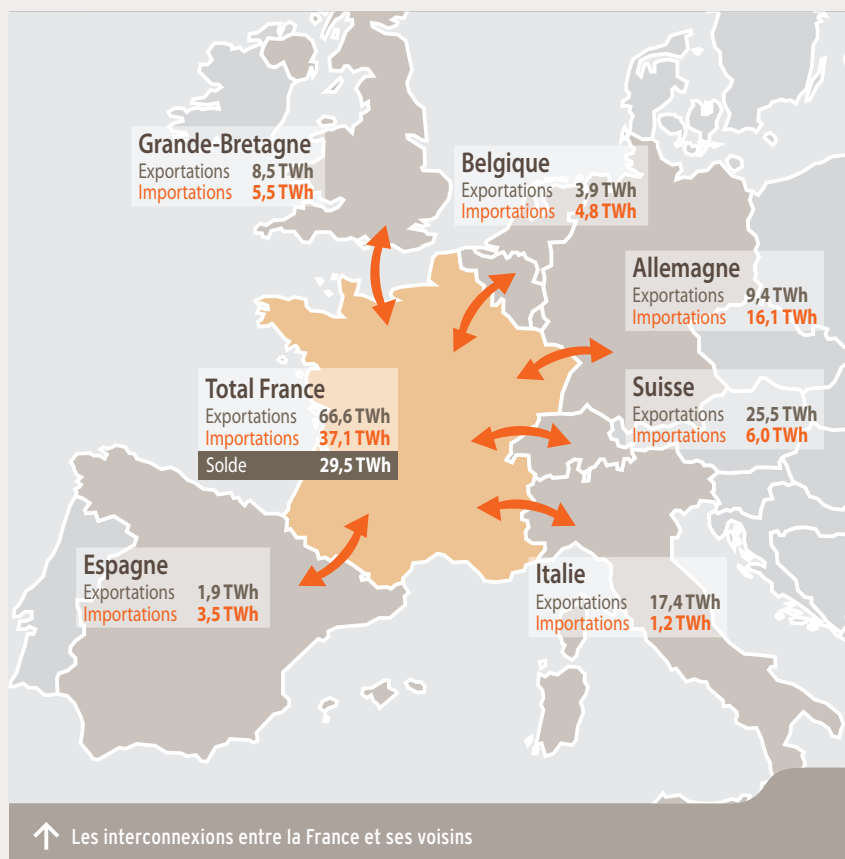
UN RÉSEAU INTERCONNECTÉ

L'objectif premier des interconnexions entre pays est d'accroître la sécurité de fonctionnement des systèmes électriques, en généralisant la notion de solidarité apportée par le réseau à celle de secours mutuel entre pays. En effet, le système électrique doit pouvoir faire face à une avarie soudaine d'une centrale de production ou des lignes qui la raccordent au réseau. Ainsi, quel que soit le lieu de l'incident, les unités de production de tous les pays réagissent de façon solidaire, indépendamment de leur localisation.

Mais une telle rationalisation de la gestion des ressources énergétiques peut aussi être un élément important de la politique énergétique européenne en faveur de la protection de l'environnement. En effet, les producteurs peuvent mieux gérer la production d'énergie renouvelable structurellement intermittente, et limiter ainsi le recours à des unités de production au gaz, au charbon et au fioul, qui produisent du dioxyde de carbone.

En 2010, les échanges transfrontaliers ont atteint 66,5 TWh pour les exportations et 37 TWh pour les importations. La carte suivante indique, pour l'année 2010, le solde de l'énergie électrique importée et exportée par la France vers chaque pays voisin (en TWh), ainsi que la capacité des interconnexions (en GW).

La capacité d'une interconnexion est limitée physiquement par la capacité des lignes assurant l'interconnexion, mais aussi par les caractéristiques du réseau et de l'équilibre production-consommation en amont de celles-ci. En effet, la présence d'importantes zones de consommation ou de production à proximité de l'interconnexion explique les différences qui peuvent exister entre les capacités d'importation et les capacités d'exportation (qui transitent pourtant par les mêmes lignes).



LA SÛRETÉ DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE

Afin de garantir la robustesse du système électrique vis-à-vis du risque d'une coupure électrique liée à une perte d'ouvrage, une règle de sécurité standard est mise en œuvre au travers de l'application de la règle dite du N-1.

Cela signifie qu'en cas de défaillance d'un élément du réseau de transport ou d'une unité de production, l'électricité sera acheminée par une autre partie du réseau ou fournie depuis une autre unité de production et donc sans conséquence pour l'ensemble des clients raccordés au réseau.

Ainsi, la sûreté du système électrique se définit comme l'aptitude à assurer le fonctionnement normal du système électrique, à limiter la probabilité et à 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.

Maîtriser les transits dans les ouvrages de réseau

Différents types de contraintes pèsent sur le réseau de transport d'électricité.

On distingue en premier lieu les contraintes liées aux limitations de capacités des ouvrages. 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 de RTE, par exemple lors de période de grand froid) dépasse sa capacité maximale admissible.

Les ouvrages doivent pourtant respecter les limites d'intensité admissible dans les câbles conducteurs. Ces limites sont fixées pour prévenir l'échauffement trop important des câbles.

En cas de dépassement de ces limitations, les ouvrages peuvent non seulement subir une détérioration des câbles conducteurs, mais également induire d'autres problèmes. En effet, lors de leur échauffement, les câbles s'allongent et peuvent se rapprocher du sol. La sécurité des personnes et des installations à proximité immédiate de l'ouvrage pourrait être mise en défaut.

Dans ce cas de figure, un dispositif de protection appelé « protection de surcharge » entre en action et met la ligne hors tension en actionnant les disjoncteurs situés à chaque extrémité.

Le transit supporté auparavant par cette ligne va alors se reporter sur d'autres lignes en modifiant son chemin, risquant de provoquer de nouvelles surcharges si ces lignes ne peuvent à leur tour supporter cette charge supplémentaire.

Il y a alors un risque de phénomène de cascade bien connu dans les incidents de grande ampleur communément appelés « black-out ».

L'une des missions confiées à RTE consiste justement à prévenir ces situations en dotant le réseau de capacités suffisantes au regard des prévisions de production et de consommation et en prenant en compte la défaillance possible d'une ligne du réseau.

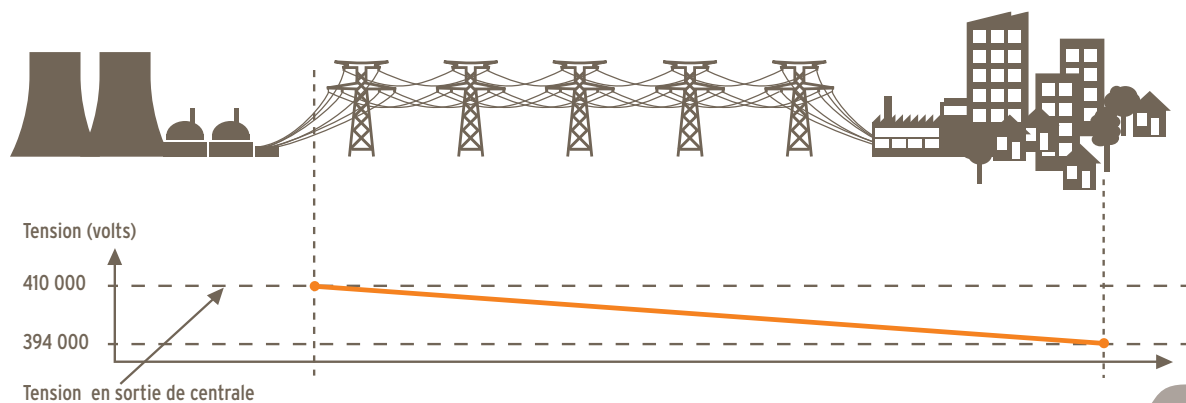
Maîtriser les niveaux de tension

Outre le risque de surcharge sur une ligne ou la panne d'un ouvrage, le réseau électrique doit tenir compte de plusieurs paramètres techniques comme le niveau de tension. En effet, lorsque la consommation varie au cours du temps, la tension évolue. Elle baisse lorsque la consommation augmente et remonte 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 carte ». 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 sauf à effectuer un délestage*, c'est-à-dire la coupure maîtrisée d'une partie de la consommation.

Les black-out dans le monde

Certains grands réseaux électriques de pays industrialisés ont connu des pannes importantes ces dernières années, également appelées black-out. En Italie, 57 millions de personnes ont été coupées pendant plusieurs heures en septembre 2003.

Aux Etats-Unis et au Canada, 50 millions de personnes ont été privées d'électricité pendant plusieurs heures en août 2003. Le coût de ce black-out a été estimé entre 4 et 10 milliards de dollars. En plus de 30 ans, la France a, pour sa part, connu deux black-out de grande ampleur : sur la majeure partie du pays en 1978, et sur le grand ouest (jusqu'à l'Ile-de-France) en 1987. Depuis, grâce aux politiques de sécurisation et de développement, le réseau de transport français n'a plus connu de coupure généralisée. Lors des deux tempêtes de décembre 1999, exceptionnelles par leur intensité et par leur étendue géographique, le fonctionnement général du système a été préservé, malgré des coupures ponctuelles et localisées.



↑ La tension diminue avec l'augmentation de la consommation

Maîtriser l'équilibre offre/demande

Lorsqu'un réseau est dans une situation tendue pour 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.

LE CENTRE DE CONTRÔLE DU RÉSEAU

Le réseau électrique est continuellement soumis à des aléas.

Le centre de contrôle du réseau (appelé aussi « dispatching ») est un lieu d'où l'on surveille et d'où l'on pilote le réseau électrique, à l'échelle régionale (sept dispatchings) ou nationale (un seul). Sur un synoptique mural et des écrans d'ordinateurs, figurent toutes les lignes électriques et les postes de transformation de la zone à surveiller. A partir de pupitres informatisés, les opérateurs commandent à distance des automates et des appareils à haute tension. Des équipes se relaient 24 heures sur 24 pour mener à bien leur mission.

Le réseau électrique est ainsi sous surveillance constante : des appareils de télémessure installés aux endroits stratégiques et connectés à des systèmes de communication transmettent automatiquement les informations vers les dispatchings. En cas de problème sur une ligne ou dans un poste, des alarmes signalent le lieu et le type de problème, ce qui permet aux personnels d'intervenir dans les meilleurs délais.

Dans le Nord, c'est le dispatching de Lomme qui couvre les régions du Nord - Pas de Calais, de la Picardie

et une partie de la Champagne-Ardenne (Ardennes et Marne).

Mais le réseau mis à la disposition des dispatchings se doit d'être adapté à l'évolution de la demande des consommateurs comme des producteurs au fil des années. La mission de RTE est d'adapter celui-ci aux nouvelles contraintes. Et celles-ci peuvent conduire à engager des projets de développement de réseau.



↑ Centre National d'Exploitation du Système



↑ Centre de contrôle de Lomme

ANNEXE 3

LA LÉGISLATION SPÉCIFIQUE APPLICABLE AUX OUVRAGES ÉLECTRIQUES DE TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ

1) LE RÉGIME JURIDIQUE DES OUVRAGES DE TRANSPORT.

» La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie aujourd'hui codifiée dans la partie législative du code de l'énergie : ordonnance n° 2011-504 du 9 mai 2011 (JO 10 mai 2011).

» La loi n° 2000-108 du 10 février 2000 modifiée relative à la modernisation et au développement du service public de l'électricité aujourd'hui codifiée dans la partie législative du code de l'énergie.

» Le décret n°2006-1731 du 23 décembre 2006 approuvant le cahier des charges type de concession du réseau public de transport d'électricité (RPT).

2) LA PROCÉDURE ADMINISTRATIVE PRÉALABLE À LA CONSTRUCTION DES OUVRAGES DE TRANSPORT.

2-1 : Le débat public défini par les articles L 121-1 et suivants du Code de l'environnement modifié par l'article 246 de la loi Grenelle 2 n° 2010-788 du 12 juillet 2010.

2-2 : le Contrat de Service Public signé entre l'Etat et RTE-EDF transport SA le 24 octobre 2005 relatif aux engagements de RTE en matière d'insertion environnementale des ouvrages de transport.

2-3 : La concertation issue de la circulaire Fontaine du 9 septembre 2002 à caractère contractuel et non réglementaire.

2-4 : Le décret n°70-492 du 11 juin 1970 définissant la procédure de déclaration d'utilité publique en vue de l'institution des servitudes électriques.

2-5 : Les articles L 122-1 et suivants du Code de l'environnement relatifs à l'étude d'impact des travaux modifiés par la Loi Grenelle 2.

2-6 : Les articles L123-1 et suivants du Code de l'environnement relatifs au champ d'application et à l'objet de l'enquête publique modifiés par la Loi Grenelle 2.

2-7 : Le décret du 29 juillet 1927 modifié relatif à la procédure d'approbation et d'autorisation d'exécution des travaux relatifs aux ouvrages de transport.

2-8 : La législation relative au permis de construire des ouvrages électriques définie par le Code de l'urbanisme.

CRÉDITS PHOTOS

DR RTE, FOLLET Etienne, HERBERT Stéphane, GUERRIN Olivier, BEUCARDET William, FAVIER Gilles, COULANGE Olivier, VAUTRIN Laurent, MERLIN Dominique, Fotolia, Parimage



PARIMAGE | Impression LCB
Imprimé sur papier recyclé 100% avec des encres végétales

RTE Système Electrique Nord Est
913 Avenue de Dunkerque
BP 427
59464 LOMME CEDEX
www.rte-france.com