

Débat public sur le projet de reconstruction de la ligne de grand transport d'électricité entre Avelin et Gavrelle

Compléments sur la raison d'être du projet Avelin-Gavrelle

Résumé

A la demande de la Commission Particulière de Débat Public, RTE a rédigé le présent complément au Dossier du Maître d'Ouvrage, portant sur la raison d'être du projet et ses principales caractéristiques. Nous détaillons en particulier le processus sur lequel se fonde la décision d'engager un tel projet avec notamment son cadre juridique, et les raisons du choix de la puissance de la ligne, du nombre de fils électriques et de l'échéance de mise en service nécessaire.

Ce document répond ainsi aux questions posées sur ce thème lors de réunions publiques ou sur le site internet, telles que :

- Sur quels critères RTE a-t-il décidé de lancer le projet de reconstruction de la ligne Avelin-Gavrelle ?
- Pourquoi transporter une puissance de 4600 MW ?
- Pourquoi 4 fils électriques par phase (le « faisceau quadruple ») ?
- Pourquoi mettre en service en 2017 ?

Sommaire

Résumé.....	1
1. Le processus de décision de RTE.....	2
Les missions et les investissements de RTE sont fortement encadrés par la Loi et la Commission de régulation de l'énergie (CRE).....	2
Le financement de RTE et la rémunération de ses investissements.....	3
Comment RTE évalue-t-il l'opportunité de la construction d'une ligne de transport d'électricité ?..	4
2. Pourquoi transporter une puissance de 4600 MW ?	6
3. Pourquoi 4 fils électriques par phase (le « faisceau quadruple ») ?	7
4. Pourquoi faut-il mettre en service en 2017 ?.....	9

1. Le processus de décision de RTE

Les missions et les investissements de RTE sont fortement encadrés par la Loi et la Commission de régulation de l'énergie (CRE)

RTE, entreprise publique, dont les missions sont encadrées précisément par la loi, a pour obligation d'assurer sur le réseau haute et très haute tension, la qualité et la sécurité de l'alimentation électrique du territoire.

Concernant les investissements, RTE a l'obligation de développer et de renouveler le réseau public de transport (RPT), afin d'assurer la sécurité, la qualité, la sûreté et l'efficacité de ce réseau¹.

La réglementation qui s'applique à RTE est issue pour partie de la transposition en droit français des directives européennes électricité qui se sont succédé de 1996 à 2009. Les textes qui s'appliquent à RTE sont désormais codifiés dans le code de l'énergie créé en mai 2011.

Par ailleurs, l'État et RTE ont signé un contrat de Service public (CSP) prévu par la loi du 9 août 2004 et repris par le code de l'énergie. Ce CSP précise les engagements de RTE à l'égard de la collectivité notamment en termes de qualité d'électricité délivrée. Il fixe aussi les engagements de RTE en matière d'environnement, notamment les conditions du recours à la technique souterraine.

Enfin, la construction des ouvrages fait l'objet d'un grand nombre d'autorisations administratives parmi lesquelles figurent notamment :

- Une déclaration d'utilité publique (DUP) prononcée par l'Administration. Pour le niveau de tension 400 000 volts, c'est le ministre en charge de l'énergie qui signe la DUP.
- Une autorisation d'exécution, délivrée par la DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) avant l'ouverture du chantier.

Le développement du réseau de transport d'électricité fait donc l'objet d'un cadre fortement régulé et contractuel s'appuyant sur une double tutelle assurée par les pouvoirs publics et le régulateur : la Commission de régulation de l'énergie (CRE) qui a vu le jour en 2000. Les pouvoirs publics et la CRE veillent chacun dans leur domaine de responsabilités, à ce que les projets d'ouvrage de RTE s'inscrivent dans la réponse aux besoins de la collectivité et dans la politique énergétique définie par le Parlement.

¹ Art. L.321-10 du code de l'énergie : le gestionnaire du réseau public de transport assure à tout instant l'équilibre des flux d'électricité sur le réseau ainsi que la sécurité, la sûreté et l'efficacité de ce réseau, en tenant compte des contraintes techniques pesant sur celui-ci.

Le financement de RTE et la rémunération de ses investissements

RTE assure à ses frais le financement des ouvrages du réseau public de transport, à l'exception des ouvrages de raccordement qui sont en tout ou partie financés par le demandeur (un industriel par exemple), suivant les modalités définies par la loi. RTE peut aussi recevoir des contributions financières notamment pour les travaux destinés à améliorer l'insertion environnementale des ouvrages du réseau public de transport.

Pour assurer le financement de ces investissements, RTE est rémunéré par les utilisateurs du réseau de transport sur la base de tarifs établis par la CRE appelés TURPE (Tarif d'Utilisation des Réseaux Publics d'Electricité). Ceux-ci sont calculés de manière transparente et non discriminatoire, de façon à couvrir l'ensemble des coûts supportés par RTE (Article L. 341-2 du code de l'énergie).

Ainsi, à l'issue des travaux, l'ouvrage construit est intégré aux actifs de l'entreprise sur une base définie par la CRE.

La CRE établit le tarif en se fondant sur trois principes :

1. la tarification « timbre poste », c'est-à-dire indépendante de la distance (vous payez la même somme pour transporter de l'énergie électrique de Lille à Arras que de Lille à Brest) ;
2. la péréquation tarifaire (tous les consommateurs payent le même tarif de transport d'électricité, qu'ils habitent près d'une centrale, dans une ville, ou dans une zone éloignée des centres de production et de consommation) ;
3. la couverture de l'ensemble des coûts en poursuivant deux objectifs :
 - Donner aux gestionnaires de réseaux les moyens d'accomplir au mieux leurs missions de service public ;
 - S'assurer d'une maîtrise raisonnable des coûts pour ne pas alourdir excessivement les charges pesant sur les consommateurs.

Le financement de RTE est assuré par le Tarif d'Utilisation des Réseaux Publics d'Electricité, calculé par la Commission de régulation de l'énergie pour que RTE assure ses missions de service public. Ce tarif représente près de 11% des factures des ménages et bien plus pour les industriels raccordés directement sur le réseau de transport. Il est défini tous les 4 ans. Tout excédant de recettes est « rendu » aux utilisateurs du réseau sous forme d'une baisse du tarif pour la période suivante.

Comment RTE évalue-t-il l'opportunité de la construction d'une ligne de transport d'électricité ?

Afin de remplir les objectifs assignés par les pouvoirs publics, RTE propose à ceux-ci les projets de construction d'ouvrage jugés nécessaires au bon fonctionnement du réseau.

Ceux-ci consistent tout d'abord à :

- donner une vision prospective de l'évolution du système électrique (consommation, production, flux européens éventuels),
- identifier les zones dans lesquelles la sécurité, la sûreté, ou l'efficacité du réseau risquent de se dégrader,
- et à en déduire des solutions les plus adaptées.

Ces études sont menées avec 10 ans d'anticipation.

1) La définition des hypothèses :

Les hypothèses issues du « bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande », rédigé tous les deux ans par RTE, sont déclinées à un niveau le plus fin possible afin de servir de base à la construction des cas d'étude tenant compte des aléas locaux.

2) La recherche des fragilités du réseau :

Le comportement du réseau dans ces situations est alors simulé par des logiciels, en calculant les conséquences de la perte de chaque élément du système électrique (groupe de production, ligne, transformateur ou autres éléments de poste).

Le comportement du système électrique est analysé dans plusieurs centaines voire plusieurs milliers de situations. Ainsi, le régime « normal » (dit N, où tous les éléments du réseau sont disponibles), mais également les régimes dégradés (dits N-1, avec perte d'un des éléments du système sur incident) sont analysés. En cas de défaillance d'un élément du réseau de transport ou d'une unité de production, l'électricité doit pouvoir être acheminée par une autre partie du réseau, ou fournie depuis une autre unité de production. C'est la « règle du N-1 ».

Lorsque dans certaines situations des lignes ou transformateurs sont susceptibles d'être traversés par des flux d'énergie supérieurs à leur dimensionnement, on dit que l'ouvrage en question est « en contrainte ». La zone où se situe cet ouvrage est dite « zone de fragilité ».

3) La recherche des solutions :

Lorsque l'étude de réseau fait apparaître une zone de fragilité du réseau, plusieurs stratégies d'évolution du système sont étudiées. Conformément au Contrat de Service Public (CSP), RTE cherche à éviter la création d'ouvrages nouveaux en utilisant au mieux le réseau existant.

Après avoir identifié une contrainte, les solutions possibles sont examinées. Ces solutions sont comparées suivant différents critères :

- La nature de la contrainte. Certaines contraintes très rares, qui ne sont pas susceptibles de provoquer des incidents généralisés, ne peuvent justifier un renforcement du réseau.

- Leur coût d'investissement. Les solutions de moindre coût sont privilégiées, à service rendu équivalent.
- La durée d'efficacité. On préférera une solution qui renforce le réseau sur le long terme.
- L'impact environnemental.
- L'ensemble des services rendus par la solution considérée : par exemple la possibilité d'accueillir un développement économique ou démographique supplémentaire dans la zone d'étude, ou la meilleure utilisation des énergies renouvelables (dont la priorité sur les autres formes de production a été décidée par la Commission Européenne).

L'évaluation de l'opportunité de mettre en œuvre ou non la solution est **le fruit d'une décision collégiale de la direction de RTE après mobilisation des experts, au vu des avantages et inconvénients de la solution**. Cette décision doit être **confirmée par la Commission de Régulation de l'Énergie** lorsqu'elle approuve le programme d'investissement de RTE, et **par le Ministère de l'énergie** lors des différentes décisions administratives qui émaillent le parcours de la concertation et de la réalisation d'une ligne à 400 000 volts.

Plus précisément pour la ligne Avelin-Gavrelle, rappelons que les flux d'énergie électrique ont été modifiés en profondeur depuis 5 ans dans le nord de la France. La dynamique de l'évolution en cours est sans précédent depuis le développement du parc nucléaire français, il y a 30 ans environ. La production d'électricité vit une profonde mutation, au niveau européen, avec le recours plus important aux énergies renouvelables dont les plus massivement installées ont été la production éolienne et la production photovoltaïque. Ces énergies étant intermittentes (la production éolienne dépend du vent et la production photovoltaïque de l'ensoleillement), elles concourent à l'accroissement des flux électriques entre les pays européens. La situation est devenue tendue dès l'année 2009 avec, en toutes saisons, l'apparition de flux d'électricité atteignant la capacité maximale de la ligne Avelin-Gavrelle actuelle. Le besoin de renforcement de cet axe est donc avéré dès aujourd'hui. La situation va s'aggraver dans les prochaines années, avec le développement des nouveaux moyens de production d'électricité. En particulier en 2015, nous nous attendons à une modification importante de la physionomie du parc de production régional avec l'arrêt des centrales charbon de Bouchain et Hornaing, probablement remplacées par des centrales à cycle combiné gaz de puissances plus importantes.

Dans le cas de la ligne Avelin-Gavrelle, les études de réseau menées avec les hypothèses décrites dans le chapitre 2 du Dossier du Maître d'Ouvrage font émerger des contraintes dans certaines situations courantes de production locale associées à des transits internationaux. Cette situation limite l'émergence de nouvelles productions, en particulier les projets de centrales à cycle combiné gaz et les projets de production d'énergie renouvelable attendus et identifiés dans les schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE), tant sur la zone que dans des régions adjacentes. Afin de tenir les objectifs définis par les lois Grenelle (2007 et 2010) et la politique définie par l'Union Européenne, RTE doit proposer une adaptation du réseau le plus tôt possible, en respectant le temps de la concertation et des procédures administratives.

2. Pourquoi transporter une puissance de 4600 MW ?

La ligne Avelin-Gavrelle est insérée dans un réseau électrique qui est interconnecté sur toute l'Europe occidentale. Elle est un élément d'un trajet électrique en forte croissance, entre le nord de l'Europe (Allemagne, Bénélux) et la région parisienne.

Toutefois, si l'augmentation de capacité de transport d'électricité est essentielle pour améliorer les flux interrégionaux et internationaux, il n'est pas nécessaire de transporter une puissance supérieure à 4600 MW entre Lille et Arras.

En effet, le chemin emprunté par les flux d'électricité à 400 000 volts passe par Lille, Arras et se poursuit jusqu'à Amiens. Actuellement, la portion entre Lille et Arras constitue le maillon faible de ce chemin électrique. Cette partie de la ligne est limitée à 1500 MW contrairement à celle qui relie Arras et Amiens qui offre une capacité de 4600 MW.

Le besoin du réseau électrique étant de disposer entre Lille et Amiens d'une capacité de transport homogène, il n'est pas utile de transporter entre Lille et Arras une puissance supérieure à celle qui peut être transportée entre Arras et Amiens.

Nos calculs indiquent qu'en 2020, c'est-à-dire peu de temps après la mise en service de la future ligne, elle serait utilisée à 85% dans les situations de plus forts flux nord-est – sud-ouest. Ce dimensionnement à 4600 MW est donc utile pour couvrir des évolutions ultérieures des flux interrégionaux et internationaux.

Compte tenu des incertitudes qui pèsent sur la nature de la production d'électricité et sa localisation, à horizon de 20 ans et plus, le choix de transporter 4600 MW, soit la valeur la plus élevée qui soit utile dans le contexte du réseau existant, est de nature à préserver l'avenir et améliorer sur le long terme le fonctionnement du réseau électrique de notre territoire.

La puissance de 4600 MW est égale à la puissance du reste du chemin électrique en Lille et Amiens. Elle correspond à l'évolution des besoins en transport d'électricité entre Lille et Arras. En dimensionnant la future ligne pour cette puissance, RTE prépare l'avenir tout en restant cohérent avec le reste du réseau.

3. Pourquoi 4 fils électriques par phase (le « faisceau quadruple ») ?

Le choix de la technique constructive de la future ligne Avelin-Gavrelle a été proposé par RTE dans la logique du développement durable.

Il faut savoir que le passage d'un courant électrique dans un matériau, par exemple un fil électrique, produit un échauffement qui correspond à de l'énergie « perdue ». En France, le réseau de transport d'électricité perd environ 2,3% de l'énergie qu'il transporte. Cela représente 11 milliards de kWh par an soit à peu près la consommation de la métropole lilloise, pour toute la France. Réduire ces pertes est un enjeu économique important pour tous les utilisateurs du réseau. C'est aussi un enjeu écologique : cela permet de réduire la production d'électricité et les pollutions associées. Dans le cadre des démarches engagées au niveau national et européen en vue de la réduction de la consommation d'énergie, RTE met en œuvre des moyens de réduction des pertes par effet Joule.

L'effet Joule est le nom donné au fait que plus la quantité de courant transportée est importante, plus le câble chauffe et plus les pertes d'énergie sont élevées. **Selon les lois de la physique, si l'on divise par 2 la quantité de courant transportée dans un câble, les pertes d'énergie par effet Joule seront divisées par 4.**

Comment concevoir une ligne électrique qui perde moins d'énergie, pour une puissance donnée à transporter ? Il y a trois moyens :

1. Augmenter la tension de la ligne. A puissance équivalente, augmenter la tension permet de diminuer le courant transporté par un câble et donc de diminuer encore plus les pertes Joule. C'est pour cela que les réseaux à haute tension, puis à très haute tension, ont été construits au cours de l'Histoire. La ligne Avelin-Gavrelle étant à 400 000 volts, qui est le niveau de tension le plus élevé utilisé en Europe Occidentale, il n'aurait pas été raisonnable de reconstruire la ligne avec un niveau de tension plus élevé. Cela aurait nécessité de construire des postes électriques adaptés à ce niveau de tension plus élevé, à Avelin et Gavrelle, et d'y installer des transformateurs pour relier la future ligne au réseau à 400 000 volts. Les coûts correspondants auraient été prohibitifs.
2. Diminuer la résistance des fils électriques. C'est la deuxième voie étudiée par RTE. Pour diminuer la résistance, soit on diminue la résistivité (en changeant de matériau), soit on augmente la section. Le matériau actuellement utilisé est un alliage optimisé d'aluminium et d'acier. Des matériaux de meilleure résistivité existent, mais à des coûts extrêmement élevés et moins solides (le cuivre, ou au-delà les métaux précieux comme l'argent et l'or). Cette piste n'a donc pas été poursuivie.

RTE a donc cherché à augmenter la section des fils électriques. Pour augmenter la section d'un faisceau de câbles (c'est-à-dire d'un groupe de câbles), il y a deux solutions : soit on augmente la section des fils soit on ajoute un fil supplémentaire. L'augmentation de section de chacun des trois fils du faisceau triple est moins performante que l'augmentation du nombre de conducteurs du faisceau. Cela est dû à l'« effet de peau », qui fait que le courant électrique préfère se propager à la circonférence d'un fil électrique plutôt qu'en son milieu.

Le choix du quadruple faisceau est donc le moyen le plus efficace d'augmenter la section des fils électriques, donc de diminuer les pertes Joule. Dans le cas de la ligne Avelin – Gavrelle, l'ajout d'un 4^{ème} fil permettra de réduire la quantité d'électricité transportée dans chaque câble, et donc les pertes par effet Joule qui diminueront d'un quart.

De fait, une ligne électrique conçue pour diminuer les pertes Joule a la même physionomie qu'une ligne électrique conçue pour transporter plus de puissance. Une ligne à double circuit et quadruple faisceau pourrait transporter 6000 MW. Mais, dans le cas de la ligne Avelin-Gavrelle, le 4^{ème} fil ne servirait pas à augmenter la puissance de la ligne, ce qui serait inutile au-delà de 4600 MW. Il servirait principalement à diminuer les pertes par « effet Joule ».

Ce n'est pas le seul avantage à construire une ligne en faisceau quadruple. En effet, ce 4^{ème} fil diminuerait également le bruit. Le bruit produit par les lignes électriques à très haute tension est dû à l'« effet couronne ». Cet effet couronne provient de petites décharges électriques dans l'air autour du fil électrique sous tension comparable aux décharges électrostatiques. Ces petites décharges sont liées à la différence de champ électrique entre la surface du câble et celui de l'air. Elles sont d'autant plus intenses que le diamètre du câble est petit, car la variation du champ électrique à la surface du câble est plus importante. Pour la même puissance, ajouter un 4^{ème} fil revient à augmenter la surface de câble ce qui est l'équivalent d'une augmentation du diamètre du fil. La variation du champ électrique diminue donc, et l'effet couronne est moins important. D'où la réduction de bruit.

Enfin, ce 4^{ème} fil diminue le champ magnétique au sol. A puissance égale, ce 4^{ème} fil diminue le courant qui passe dans chaque fil du faisceau, la dilatation c'est-à-dire l'augmentation de la longueur des fils électriques, est donc moindre sous l'effet de l'échauffement dû au passage du courant. Ainsi le fil descend moins bas. Restant plus éloigné du sol, le champ magnétique est moins fort sous la ligne. C'est donc un simple effet géométrique d'éloignement du fil électrique par rapport au sol.

La limitation du transit dans une ligne 400 000 volts se fait par le réglage des protections qui surveillent le courant circulant dans la ligne. Dès que le courant dépasse la valeur du réglage, les disjoncteurs situés dans les postes d'Avelin et Gavrelle s'ouvrent simultanément et mettent la ligne hors tension.

Si la ligne Avelin-Gavrelle est reconstruite comme proposé par RTE, ses protections seront réglées sur le seuil de courant correspondant au transit de 4600 MW. De plus, cette valeur de 4600 MW sera inscrite dans les bases de données qui sont utilisés pour les calculs de réseau, afin de garantir que cette valeur de transit ne soit pas dépassée lors de l'exploitation quotidienne du réseau.

Le choix du faisceau quadruple permet de réduire de 25% les pertes en énergie dites pertes Joule, tout en limitant le bruit et le champ magnétique générés par la future ligne.

4. Pourquoi faut-il mettre en service en 2017 ?

Au vu de la situation critique des forts flux d'électricité qui sont apparus sur la ligne Avelin-Gavrelle depuis quelques années et qui deviennent des contraintes en situation normale avant 2020, RTE considère qu'il faut mettre en service la nouvelle ligne Avelin-Gavrelle dès que possible. La date de 2017 est la date la plus proche que nous pouvons envisager pour la mise en service de la future ligne, compte tenu de la durée de l'ensemble des phases de concertation et des procédures administratives pour la construction d'une liaison à 400 000 volts en France : débat public, concertation, réalisation de l'étude d'impact, enquête publique, déclaration d'utilité publique, concertation de proximité, autorisation d'exécution délivrée par la DREAL et permis de construire.

La date de 2017 correspond également à quelques années près à la mise en service de nouvelles productions d'énergie électrique aujourd'hui à l'étude : éoliennes offshore en Manche, centrales à cycle combiné gaz en Nord-Pas de Calais, éoliennes terrestres dans le nord de la France.

Attendre plus longtemps serait prolonger et aggraver une situation à risque pour l'alimentation de la France et de la région, obliger à l'arrêt récurrent de moyens de production régionaux (centrales à gaz ou nucléaires), et moins bien utiliser les énergies renouvelables à l'échelle européenne.