

***Informations transmises par RTE à la  
Commission de Régulation de l'Energie  
dans le cadre de l'instruction de la demande  
de dérogation d'ELECLINK***

***Raccordement au poste de MANDARINS du projet de  
nouvelle interconnexion dérogatoire d'ELECLINK***

---

***24 octobre 2013***

## SOMMAIRE

---

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>A.</b> | <b><i>Synthèse :</i></b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>B.</b> | <b><i>Introduction :</i></b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>C.</b> | <b><i>Principes des études menées :</i></b> .....  | <b>6</b>  |
| <b>D.</b> | <b><i>Hypothèses :</i></b> .....   | <b>6</b>  |
| D. 1.     | <b>Horizons d'étude :</b> .....  | 6         |
| D. 2.     | <b>Zone de l'étude :</b> .....   | 7         |
| D. 3.     | <b>Points horaires retenus pour les études déterministes :</b> .....   | 7         |
| D. 4.     | <b>Hypothèses de production :</b> .....  | 7         |
| D. 5.     | <b>Hypothèses d'échanges :</b> .....   | 10        |
| D. 6.     | <b>Hypothèses de consommation :</b> .....  | 10        |
| D. 7.     | <b>Hypothèses de structure :</b> .....   | 10        |
| <b>E.</b> | <b><i>Résultats des études :</i></b> .....   | <b>14</b> |
| E. 1      | <b>Analyse déterministe : Synthèse des contraintes créées ou aggravées par Eleclink :</b> .....  | 14        |
| E. 2      | <b>Analyse probabiliste :</b> .....  | 22        |
| E. 3      | <b>Autres études de réseau :</b> .....   | 25        |
| <b>F.</b> | <b><i>Proposition de solutions pour résorber les contraintes à l'horizon 2021-2022 :</i></b> .....   | <b>27</b> |
| F. 1      | <b>Solution préconisée par RTE : Installation d'un dispositif d'effacement rapide d'Eleclink et renforcements limités à des travaux postes</b> .....   | 27        |
| F. 2      | <b>Solution de renforcement écartée : Renforcement de l'axe 400 kV Attaques-Warande-Mandarins</b> .....  | 29        |
| F. 3      | <b>Evaluation des contraintes résiduelles en termes de redispatching en cas de mise en place de l'une ou l'autre des solutions précédentes :</b> ..... | 30        |
| F. 4      | <b>Evaluation des coûts de fonctionnement du dispositif d'effacement rapide d'Eleclink</b> .....   | 30        |
| <b>G.</b> | <b><i>Conclusions :</i></b> .....  | <b>31</b> |

## A. SYNTHÈSE :

---

La société Eleclink souhaite réaliser une interconnexion à courant continu entre la France et la Grande Bretagne dans le cadre des dispositions prévues par l'article 17 du règlement 714/2009 du parlement européen et du conseil du 13 juillet 2009 sur les conditions d'accès au réseau pour les échanges transfrontaliers d'électricité.

Suite à la demande de dérogation d'Eleclink adressée à la Commission de régulation de l'énergie (CRE), cette dernière a demandé à RTE, le 26 septembre 2013 de lui fournir sous un mois un ensemble d'informations sur l'impact de cette nouvelle interconnexion sur le fonctionnement du réseau régulé. La présente étude a pour objet de répondre à cette demande et donne en synthèse les conclusions suivantes :

- le raccordement d'Eleclink au RPT implique l'apparition ou l'aggravation de contraintes sur le réseau 400 kV du nord de la France, pour certaines configurations de flux et d'échanges.
- les contraintes disparaissent en partie suite aux renforcements prévus et déjà décidés par RTE dans le nord de la France<sup>1</sup>. Néanmoins, des contraintes apparaissent sur l'axe 400 kV Attaques-Warande-Mandarins et restent significatives à l'horizon 2021/2022 selon les hypothèses retenues.
- RTE préconise une solution de renforcement qui vise le meilleur compromis technico-économique pour traiter les contraintes induites par la nouvelle interconnexion sur le RPT et pour minimiser les coûts supportés par la collectivité des utilisateurs du réseau soumis au TURPE. Cette solution consiste en la réalisation de renforcements dans les postes 400 kV de Mandarins, Warande et Attaques associée à l'installation d'un dispositif d'effacement rapide d'Eleclink permettant de rendre gérable de manière curative, en temps réel, une grande partie des contraintes qui n'apparaissent qu'en cas d'avarie l'une des lignes 400 kV de l'axe Attaques-Warande-Mandarins.
- Après réalisation des renforcements prévus par RTE dans le Nord de la France et mise en œuvre de la solution de renforcement complémentaire préconisée par RTE, le fonctionnement de l'interconnexion induira des contraintes résiduelles nécessitant des actions de redispatching pour un coût plafond évalué à environ 3 M€ par an. Le fonctionnement du dispositif rapide d'effacement pourra également générer des coûts pour la collectivité.

RTE précise que cette étude s'inscrit dans les orientations fixées par la Commission de régulation de l'énergie pour permettre l'accès au réseau d'Eleclink en tant qu'utilisateur, et ne prend pas en compte les conséquences d'une application à l'interconnexion d'Eleclink des dispositions des codes «Capacity Allocation and Congestion Management» et «Forward Capacity Allocation», telle que l'intégration d'Eleclink dans un processus d'allocation des capacités « Flow-Based » par exemple.

Sur la base des différentes délibérations de la CRE et des éléments de la présente étude, et dans l'hypothèse où la demande de dérogation d'Eleclink serait acceptée par la CRE (et l'OFGEM), l'insertion de la nouvelle interconnexion d'Eleclink s'inscrirait donc dans le cadre de régulation suivant :

- Les coûts de la solution de renforcement préconisée par RTE pour résorber au mieux les contraintes induites par le fonctionnement de l'interconnexion sur le RPT sont mutualisés à travers le TURPE conformément à la Délibération de la CRE du 9 mai 2012 ;
- Les coûts résiduels de redispatching, induits par Eleclink, après la mise en service de la solution de renforcement et des renforcements déjà décidés par RTE dans le Nord de la France sont mutualisés à travers

---

<sup>1</sup> Ces renforcements ont été présentés en 2010 à la CRE dans le programme d'investissement de RTE. Pour mémoire, ces décisions d'investissements, d'un montant cumulé de près de 350 M€, avaient été prises pour accueillir de la production dans une région propice sans entraver les échanges de la France avec le Bénélux et l'Allemagne.

le TURPE et comptabilisés dans le Compte Régulé des Charges et des Produits (CRCP) <sup>2</sup>en tant que coûts de congestion internationaux ;

- Les coûts induits par le fonctionnement du dispositif d'effacement rapide d'Eleclink, après la mise en service de la solution de renforcement et des renforcements décidés par RTE dans le Nord de la France, seraient mutualisées à travers le TURPE et comptabilisés dans le Compte Régulé des Charges et des Produits (CRCP) en tant que coûts de congestion internationaux.

Il appartient à la CRE de se prononcer sur la demande de dérogation, au regard notamment de la comparaison entre l'intérêt socio-économique d'une nouvelle interconnexion et les coûts pour la collectivité des utilisateurs soumis au TURPE exposés dans la présente étude. Le cas échéant, comme évoqué dans la Délibération du 29 mars 2012, la CRE pourrait également mettre en place un dispositif de régulation sur les revenus d'Eleclink, conduisant à restituer une partie de ces revenus à la collectivité.

---

<sup>2</sup> En toute rigueur, pour assurer une complète neutralité financière de la régulation d'Eleclink pour RTE, il conviendrait que les coûts ci-dessus soient répercutés dans le tarif d'utilisation du réseau, sans être soumis au mécanisme de plafonnement de l'apurement du CRCP prévu dans le cadre du TURPE 4.

## **B. INTRODUCTION :**

---

La société Eleclink souhaite réaliser une interconnexion à courant continu entre la France et la Grande Bretagne dans le cadre des dispositions prévues par l'article 17 du règlement 718/2009 du parlement européen et du conseil du 13 juillet 2009 sur les conditions d'accès au réseau pour les échanges transfrontaliers d'électricité.

La société ELECLINK a demandé à RTE le raccordement de son installation au Réseau Public de Transport (RPT) pour une puissance maximale d'injection de 1000 MW et une puissance maximale de soutirage de 1050 MW.

Dans sa délibération du 29 mars 2012 portant communication sur l'application de l'article 17 du règlement (CE) n°714/2009 du 13 juillet 2009, la Commission de Régulation de l'Energie (CRE) indique qu'elle « *pourra [...] être amenée à demander des informations complémentaires au gestionnaire du réseau public de transport, notamment des détails sur les études effectuées dans le cadre de la proposition technique et financière ainsi que des informations concernant l'impact de la nouvelle interconnexion sur le réseau public de transport français. Le cas échéant, la partie non confidentielle de ces études et analyses sera communiquée au demandeur de la dérogation et intégrée au dossier soumis à consultation publique* ».

Dans sa délibération du 9 mai 2012 portant décision sur les conditions de raccordement et d'accès au réseau public de transport des nouvelles interconnexions mentionnées à l'article 17 du règlement (CE) n°714/2009 du 13 juillet 2009, la CRE rappelle que : « *Toutefois, comme prévu dans la délibération de la CRE du 29 mars 2012 portant communication sur l'application de l'article 17 du règlement 714/2009, la CRE sera particulièrement attentive aux coûts de renforcement induits par la nouvelle interconnexion et, en application du paragraphe 1 de l'article 17 du règlement 714/2009, pourrait refuser une dérogation si elle estime que les coûts supportées par la collectivité des utilisateurs soumis au tarif d'utilisation des réseaux publics sont disproportionnées en regard des bénéfices attendus* ».

Dans ce cadre, la CRE a effectué une demande officielle le 26 septembre 2013 auprès de RTE pour fournir une étude des conséquences sur le Réseau Public de Transport (RPT) de l'insertion de la nouvelle interconnexion portée par le demandeur Eleclink.

Dans ce contexte, l'objet de cette note est de présenter les éléments demandés par la CRE et en particulier les contraintes générées ou aggravées par la nouvelle interconnexion et les solutions susceptibles de réduire ou de résorber ces contraintes avec une évaluation de leur coût.

## ***C. PRINCIPES DES ETUDES MENEES :***

---

Les études menées par RTE suivent le processus décrit ci-dessous :

- **Calage des données** : définition des horizons d'études, délimitation de la zone d'étude, détermination des points horaires les plus significatifs pour cette étude, construction du jeu d'hypothèses (structure réseau, hypothèses de consommation, de production et d'échanges transfrontaliers), détermination des différents scénarii à étudier (variantes),
- **Analyse déterministe statique en actif et en réactif** pour les différents points horaires et les variantes identifiés : analyse électrotechnique complète en transit et tension, caractérisation des contraintes thermiques,
- des études de stabilité et études dynamiques lentes, caractérisation des contraintes de stabilité dynamique et transitoires,
- Des études de tenue de courant de court-circuit,
- Elaboration à ce stade d'un premier jeu de solutions pour lever les contraintes identifiées,
- **Etude probabiliste** permettant de déterminer les surcoûts de redispatching préventif et de préciser l'occurrence d'apparition des contraintes de transit identifiées dans l'analyse déterministe statique en actif et réactif.

## ***D. HYPOTHESES :***

---

### **D. 1. Horizons d'étude :**

---

La CRE demande que les contraintes générées soient « étudiées sur un horizon correspondant aux 5 premières années d'opération commerciale de l'interconnexion, et concernent les réseaux de tension supérieure à 150 kV ».

Le délai prévu pour la mise en service du raccordement de l'interconnexion au RPT est fin 2016.

Les paramètres dimensionnant pour les contraintes sont les renforcements prévus par RTE dans le nord de la France, les moyens de production amenés à se raccorder dans la zone et les échanges internationaux. S'agissant pour l'essentiel d'une problématique de réseau 400 kV de grand transport très maillé, l'évolution prévue de la consommation de la zone n'a qu'un impact de second ordre sur les contraintes.

Ainsi, dans un souci de simplification du nombre de cas à traiter, deux horizons ont été choisis. Le premier avant les renforcements du réseau 400 kV déjà prévus et le second cinq années après cette date : c'est-à-dire les horizons 2016/2017 et 2021/2022.

Les études de contraintes à ces deux horizons permettent une évaluation raisonnable des impacts de l'insertion de la nouvelle interconnexion sur le RPT.

---

## D. 2. Zone de l'étude :

---

La zone d'étude considérée est limitée par la zone d'influence des flux sur la liaison d'interconnexion projetée par Eleclink.

RTE compare la situation actuelle du réseau et la situation du réseau après le raccordement de l'interconnexion. Les ouvrages du RPT qui affichent une variation de transit d'au moins 5% sont intégrés dans la zone d'étude.

C'est cette zone qui sera surveillée par les études présentées dans la suite du document et toutes les contraintes créées ou aggravées dans cette zone par Eleclink seront analysées.

---

## D. 3. Points horaires retenus pour les études déterministes<sup>3</sup> :

---

Quatre points horaires représentatifs sont étudiés :

- Janvier 9h : Pointe Hiver (PH),
- Janvier 4h : Creux Hiver (CH),
- Juin 10h : Pointe Eté (PE),
- Juin 4h : Creux Eté (CE).

---

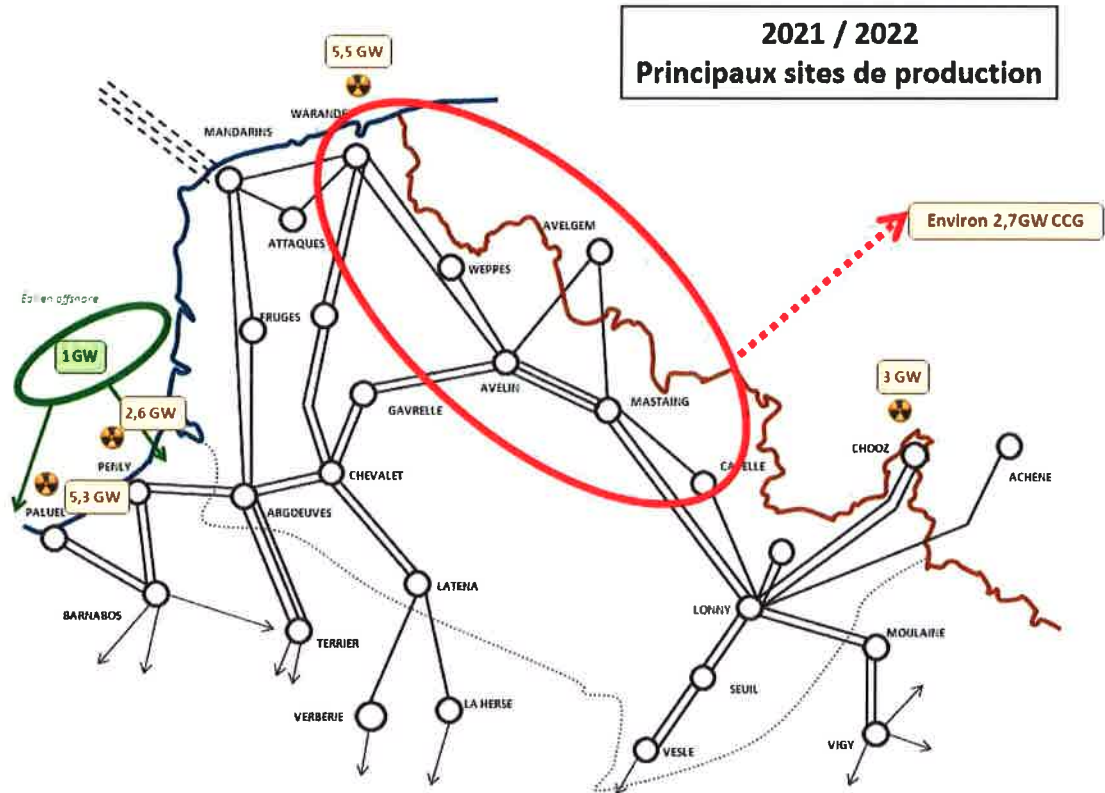
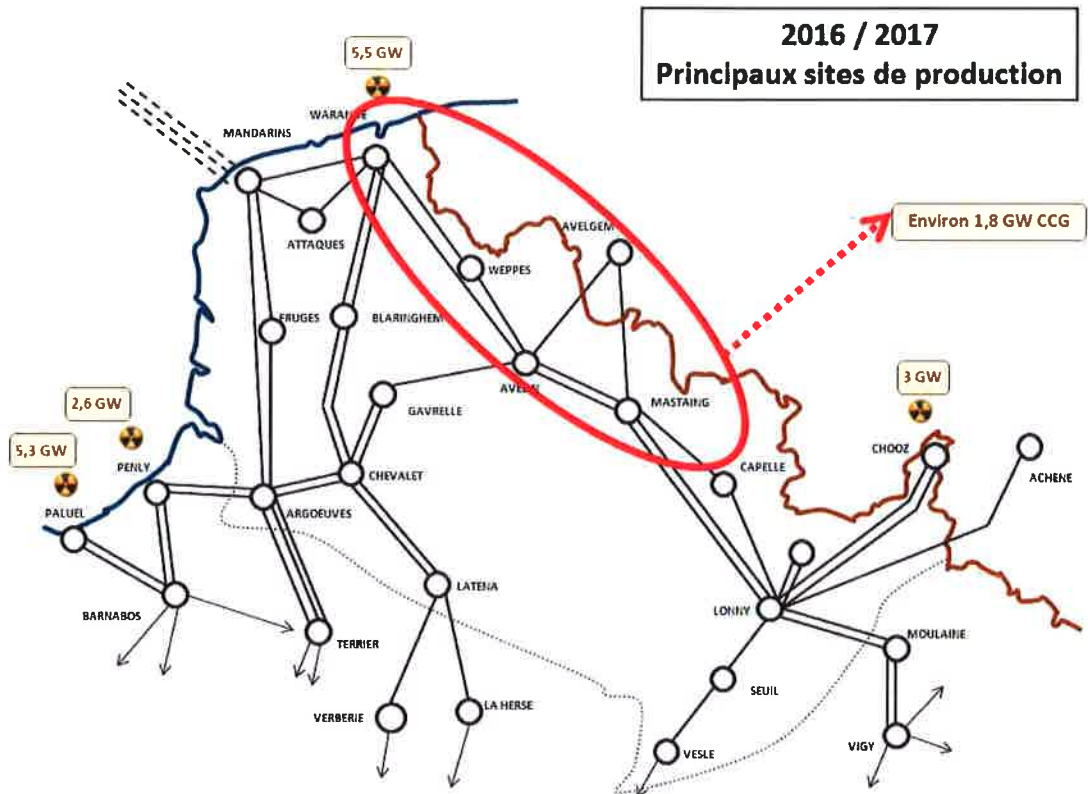
## D. 4. Hypothèses de production :

---

Les cartes suivantes donnent un aperçu des principaux moyens de production retenus dans la zone aux deux horizons d'études.

---

<sup>3</sup> NB : pour les études probabilistes l'ensemble des points de l'année sont pris en considération





Le tableau suivant fait la synthèse des hypothèses de production retenues par type de production :

|                   | Type                                     | études 2016/2017 | études 2021/2022 |
|-------------------|--|------------------|------------------|
| <b>Production</b> | Nucléaire<br>(zone d'étude)              | 16 GW            | 16 GW            |
|                   | Cycles<br>Combinés Gaz<br>(Zone d'étude) | 1,8 GW           | 2,7 GW           |
|                   | Eolien Offshore<br>(Zone d'étude)        | 0 GW             | 1 GW             |
|                   | Eolien terrestre<br>(Zone d'étude)       | Environ 4,5 GW   | Environ 7 GW     |
|                   | Photovoltaïque<br>(Zone d'étude)         | Environ 0,5 GW   | Environ 1 GW     |

Les hypothèses de production prennent en compte l'évolution des énergies renouvelables, conformément aux hypothèses ayant servi à établir les Schémas Régionaux de Raccordement au Réseau des Energies renouvelables (S3REnR). L'évolution de la production éolienne terrestre et photovoltaïque, dans la zone d'étude, est estimée à 3 GW entre l'horizon 2016/2017 et l'horizon 2021/2022.

Les études de réseau réalisées à l'horizon 2016-2017 prennent en compte tous les projets en file d'attente, tout en intégrant des hypothèses réalistes sur les dates prévisionnelles de mise en service de ces projets. Les hypothèses prises à l'horizon 2021-2022 sont, pour leur part, fondées à la fois sur les projets en file d'attente et sur des projections établies par RTE.

Ces projections sont naturellement entachées d'incertitudes. Les hypothèses relatives au volume des cycles combinés à gaz, par exemple, pourraient apparaître comme étant surévaluées, dans la mesure où RTE s'est vu récemment notifié l'abandon d'un projet de production (dont la mise en service était prévue au-delà de 2016/2017) ayant une influence sur les contraintes de réseau dans la zone d'étude. A l'inverse, l'éolien offshore pourrait être sous-évalué compte tenu des ambitions de la région Nord-Pas de Calais d'accueillir un parc dans le cadre d'un troisième appel d'offre.

**De manière générale, il convient de retenir que la présente étude est robuste face à une poursuite du développement de la production dans le Nord de France.**

## D. 5. Hypothèses d'échanges :

Les échanges sont construits à partir de distributions statistiques de bilans des pays européens issues des études de marché effectuées par RTE aux horizons d'études à partir desquels sont construites, pour les études déterministes, des variantes contrastées pour ce qui concerne les échanges avec l'Angleterre et le bloc nord (Allemagne et Benelux).

En effet, les flux sur le réseau 400 kV du nord de la France sont très influencés par les échanges avec les pays limitrophes. Ces distributions statistiques de bilans des pays européens sont également prises en compte dans les études probabilistes effectuées.

Il est à noter que l'étude réalisée en développement de réseau a pris comme donnée d'entrée la préservation de la capacité d'échange entre la France et la Belgique par rapport à la situation actuelle. Une telle approche a plutôt tendance à accroître le volume des contraintes identifiées, dans la mesure où, en situation réelle, un ajustement des capacités d'échanges peut permettre de traiter des congestions sur les branches dites « critiques » du réseau européen interconnecté. L'option d'adapter les capacités d'échanges n'est pas retenue dans les études réalisées par RTE.

## D. 6. Hypothèses de consommation :

|                                 | Point Horaire | études 2016/2017 | études 2021/2022 |
|---------------------------------|---------------|------------------|------------------|
| <b>Consommation France (GW)</b> | PH            | 84               | 87               |
|                                 | CH            | 66               | 68               |
|                                 | PE            | 56               | 58               |
|                                 | CE            | 41               | 42               |

*Puissances à température normale*

Les hypothèses sont celles prises en compte dans le Bilan Prévisionnel publié en 2012 par RTE. L'écart entre ces hypothèses et celles réactualisées de 2013 n'est pas significatif.

## D. 7. Hypothèses de structure :

### Renforcements décidés du réseau 400 kV

Quatre projets de renforcement du réseau 400 kV dans la zone d'étude sont de nature à influencer les flux de la zone d'étude.

Ces projets ont fait l'objet de décisions d'engagement de projet à RTE et ils l'ont été indépendamment du projet de raccordement de la nouvelle interconnexion Eleclink :

- le doublement de l'axe 400 kV Avelin-Gavrelle,
- le passage en 400 kV de la ligne à 225 kV Avelin-Mastaing,
- le doublement de l'axe 400 kV Lonny-Vesle-Seuil,
- la création d'une nouvelle liaison 400 kV entre les postes de Cergy et Persan.

Ces renforcements sont évoqués dans le Schéma Décennal de Développement de Réseau (SDDR) dans le volet à 10 ans.

On précise ci-après le coût prévisionnel de ces renforcements (aux conditions économiques de 2014), leur état d'avancement et la date prévisionnelle de mise en service.

| Ouvrage   | Coût estimé | Etat d'avancement du projet au 1 <sup>er</sup> octobre 2013   | Date prévisionnelle de mise en service |
|---|-------------|---|--|
| Doublement de l'axe 400 kV Lonny-Vesle-Seuil                                  | 134 M€      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- demande de DUP déposée,</li> <li>- enquête publique du 23/9/13 au 30/10/2013.</li> </ul> | Fin 2016                               |
| Doublement de l'axe 400 kV Avelin-Gavrelle                                    | 141 M€      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- suite au débat public, concertation en cours sous l'égide d'un garant.</li> </ul>        | Fin 2017                               |
| Passage en 400 kV de la ligne à 225 kV Avelin-Mastaing                        |             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- poursuite des études de détail</li> </ul>  | Fin 2017                               |
| Création d'une nouvelle liaison 400 kV entre les postes de Cergy et de Persan | 53 M€       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- poursuite des études de détail</li> </ul>  | 2018                                   |

Les études menées par la suite montrent un impact plutôt aggravant de l'insertion d'Eleclink sur les contraintes qui ont justifié les renforcements cités ci-dessus. La rentabilité des projets déjà décidés n'est donc pas remise en cause par le projet Eleclink.

L'instruction de ce type de projets est par ailleurs complexe et la mise en service de projets de telle importance pourrait être retardée, au-delà des échéances prévisionnelles annoncées ci-dessus, du fait d'aléas indépendants de la volonté de RTE.

### **Renforcements prévus dans le cadre des Schémas Régionaux de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables (S3REnR)**

Les S3REnR concernés par la zone d'étude retenue pour évaluer l'influence des flux d'Eleclink sont ceux des régions Nord Pas de Calais, Picardie et Champagne Ardenne.

Le processus de validation du projet de S3REnR pour la région Nord Pas de Calais, proposé par RTE en mai 2013, est en cours. La mise à disposition du public du projet de S3REnR, accompagné de son rapport environnemental en application des articles R122-22 et suivants du code de l'environnement, a eu lieu du 22 août au 22 septembre 2013

Les S3REnR des régions Picardie et Champagne Ardenne ont été approuvés par les Préfets de région. Pour ces deux S3REnR, les ouvrages créés ou renforcés en HTB sont listés ci-après :

**Pour Champagne Ardenne :**

- Ouvrage HTB créés et intégrés à la quote part :
  - Ajout TR 400/90 kV à Mery/Seine (part RTE 6250 k€)
  - Poste 90/20 kV équipé de 3 TR, raccordé via une LS 90 kV au poste de Mery/Seine (part RTE 13.250 k€)
- Ouvrage HTB renforcés hors quote part (à la charge de RTE)

| Ouvrages renforcés   | Coût à la charge de RTE (k€) |
|--|------------------------------|
| Travaux barres au poste de Froncles 63 kV  | 1000                         |
| Augmentation de la capacité de transit de la liaison 63 kV Bassigny-Chaumont           | 1300                         |
| Augmentation de la capacité de transit de la liaison 63 kV Bassigny-Montigny le Roi    | 1000                         |
| Augmentation de la capacité de transit de la liaison 63 kV Montigny le Roi - Rolampont | 1200                         |
| <b>Total</b>   | 4500                         |

**Pour Picardie :**

- Ouvrages HTB créés et intégrés à la quote-part :

| Ouvrages créés   | Coût (k€) |
|--|-----------|
| Création poste 225 kV de Thiérache   | 6950      |
| Création poste 90 kV de Thiérache  | 700       |
| Création poste 90 kV de Buire  | 2900      |
| Création liaison souterraine 90 kV Marle - Thiérache   | 6300      |
| Entrée en coupure du poste 225 kV de Thiérache   | 400       |
| Création disjoncteur de couplage 225 kV de Sétier  | 700       |
| Création du poste de Nord-Amiénois en piquage sur la liaison 225 kV Amiens – Avesne le Comte | 300       |

- Ouvrage HTB renforcés hors quote part ( à la charge de RTE) :

| Ouvrages renforcés                          | Coût à la charge de RTE (k€) |
|---|------------------------------|
| Travaux poste 225 kV de Thiérache           | 800                          |
| Travaux postes 63 et 90 kV de Marle         | 1600                         |
| Mutation poste de Lislet de 63 kV en 90 kV  | 900                          |
| Travaux postes 63 et 90 kV de Buire         | 1500                         |
| Passage liaison 63 kV Lislet-Marle en 90 kV | 700                          |
| Dépose liaison aérienne 63 kV Buire - Marle | 1300                         |
| <b>Total</b>                                | <b>6800</b>                  |

Ces différents projets de création ou de renforcement d'ouvrages du RPT permettent d'accueillir correctement les volumes de production pris dans les hypothèses mentionnées au paragraphe « Hypothèses de production ». En revanche, ils ne constituent pas des évolutions de la structure du réseau de nature à modifier le résultat des études liées à l'insertion d'Eleclink.

## ***E. RESULTATS DES ETUDES :***

### **E. 1 Analyse déterministe : Synthèse des contraintes créées ou aggravées par Eleclink :**

La première étape de ces études est une analyse déterministe pour les deux horizons d'études, pour les quatre points horaires retenus et chaque fois avec et sans Eleclink, toutes autres choses égales par ailleurs. Lors de ces analyses, de nombreuses variantes ont été effectuées avec différents scénarii d'échanges entre la France, la Belgique et l'Angleterre.

Lors de cette première analyse aux deux horizons, voici une synthèse des **principaux axes 400 kV détectés en contraintes créées ou aggravées par l'insertion de l'interconnexion Eleclink (en gras les plus limitants pour Eleclink)**:

**En 2016/2017 :**

| Configuration d'échanges vis-à-vis de l'Angleterre | Axes 400 kV les plus limitants pour Eleclink   | Remarques  |
|--|--|--|
| IMPORT   | <b>Lonny-Vesle-Seuil (LVS)</b><br><br><i>Et dans une moindre mesure :</i><br><br>Cergy-Terrier, Argoeuve-Terrier, Plessis Gassot-Terrier | <b><i>Eleclink surcharge cet axe dans le sens Import et principalement en Hiver.</i></b>                                   |
| EXPORT   | <b>Avelin-Mastaing</b><br><br><b>Attaques-Mandarins-Warande (AWM)</b>  | <b><i>Eleclink surcharge ces axes en export. Les contraintes sur l'axe AWM sont particulièrement présentes en été.</i></b> |

**En 2021/2022 :**

| Configuration d'échanges vis-à-vis de l'Angleterre | Axes 400 kV les plus limitants pour Eleclink | Remarques   |
|--|--|---|
| IMPORT   | Argoeuve-Terrier, Plessis Gassot-Terrier     | <i>Ces axes 400 kV, bien que relativement éloignés, sont influencés par Eleclink.</i> |
| EXPORT   | <b>Attaques-Mandarins-Warande (AWM)</b>      | <b><i>Eleclink surcharge ces axes particulièrement en export.</i></b>                 |

## Analyse déterministe : illustrations :

---

**Pour illustrer ces résultats**, parmi toutes les variantes étudiées, trois situations déterministes particulièrement représentatives des contraintes engendrées ont été choisies :

2016-2017 : Pointe Hiver (Export Angleterre et Import Belgique),

2016-2017 : Pointe Hiver (Import Angleterre et Import Belgique),

2021-2022 : Pointe Eté (Export Angleterre et Import Belgique).

### Légende :



transit > 1 GW

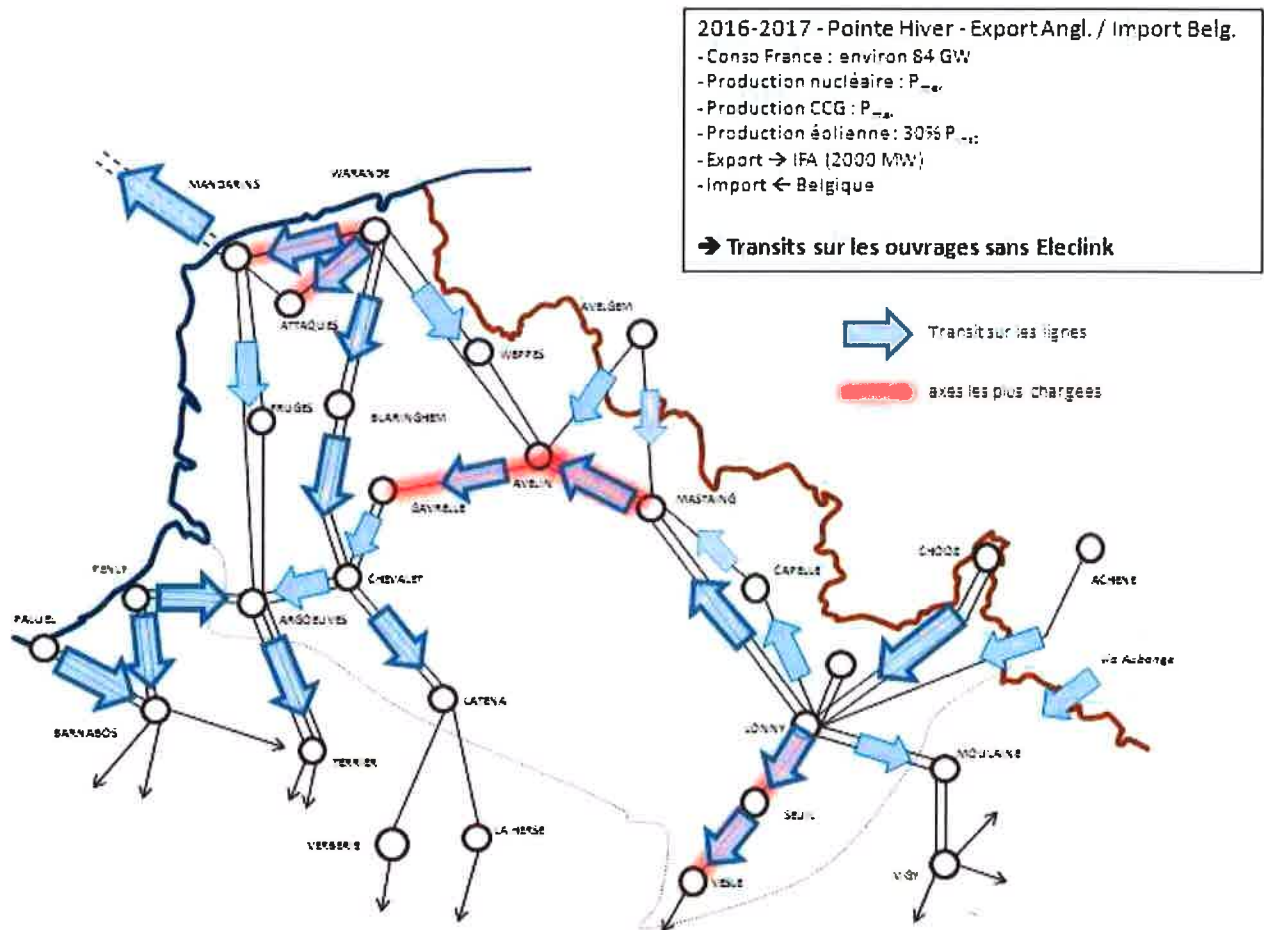


500 MW < transit < 1 GW



transit < 500 MW

### 2016-2017 : Pointe Hiver – Export Angleterre et Import Belgique

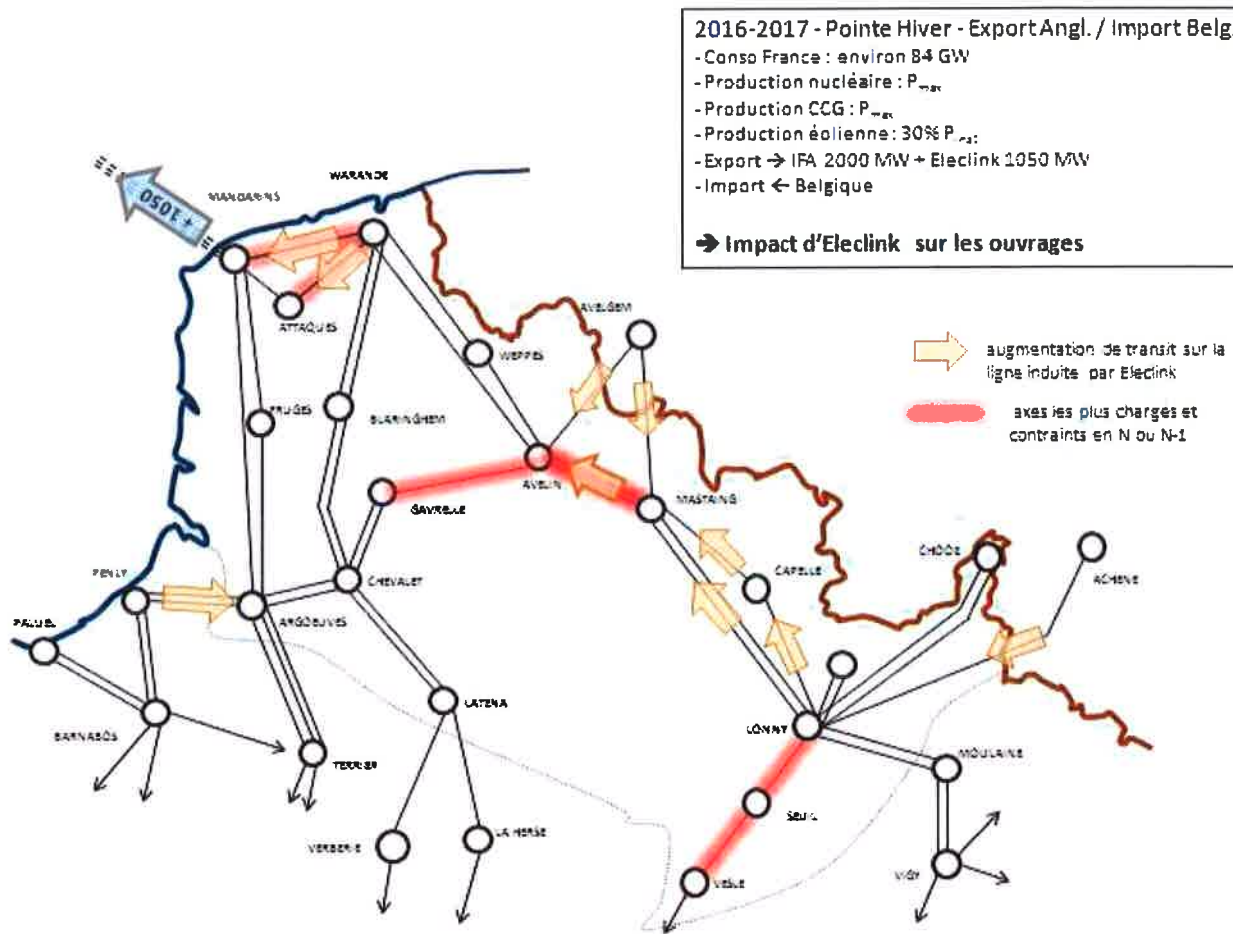


Dans cette situation, la consommation France est, à température normale, aux alentours de 84 GW. Les moyens de production thermiques (nucléaires et CCG) sont démarrés à puissance maximale et la production éolienne à 30% de la puissance installée dans la zone.

Les imports physiques depuis la Belgique sont importants (flux physiques d'environ 2 GW sur les liaisons d'interconnexion) et les exports vers l'Angleterre à 2 GW.

Les axes les plus chargés à réseau complet sont les axes 400 kV : Lonny-Vesle-Seuil, Avelin-Gavrelle, Avelin-Mastaing et l'axe 400 kV Attaques-Mandarins-Warande.



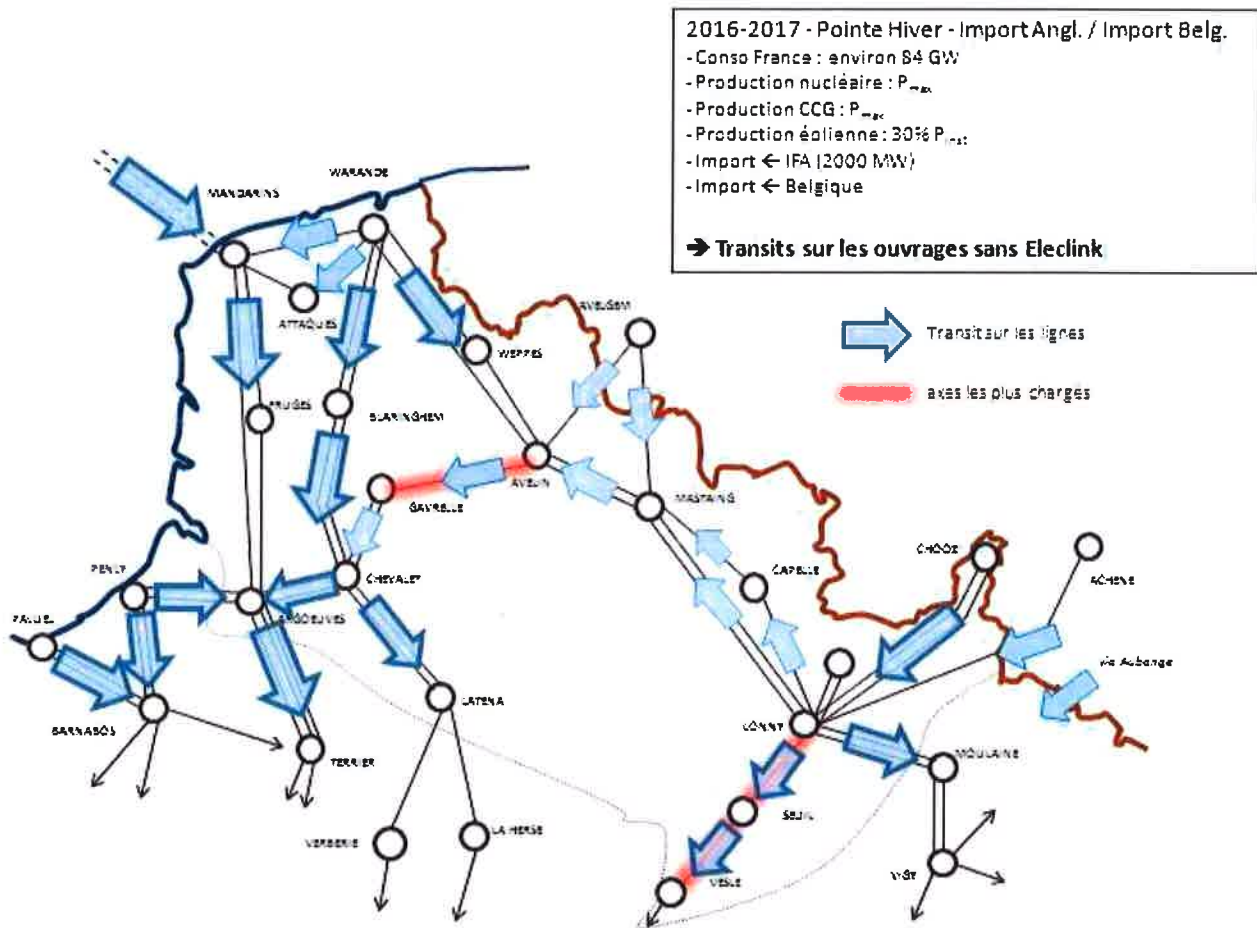


L'insertion d'Eleclink en export (1050 MW) vient augmenter les transits sur l'axe 400 kV Avelin-Mastaing dont l'une des lignes peut se retrouver en contraintes sur perte de la seconde.

Eleclink aggrave également une situation contrainte sur l'axe 400 kV Attiques-Mandarin-Warande. Les lignes Attiques-Warande et Mandarins-Warande sont en contrainte sur perte de l'une sur l'autre.

Enfin, l'augmentation des imports depuis la Belgique vient augmenter les flux sur l'axe 400 kV Avelin-Mastaing et c'est cet axe qui le premier entre en contrainte sur perte d'une ligne sur la seconde. Le fait qu'Eleclink a le même effet sur cet axe montre qu'Eleclink en export pourrait être un facteur limitant de la capacité d'import depuis la Belgique si aucune mesure n'était prise.

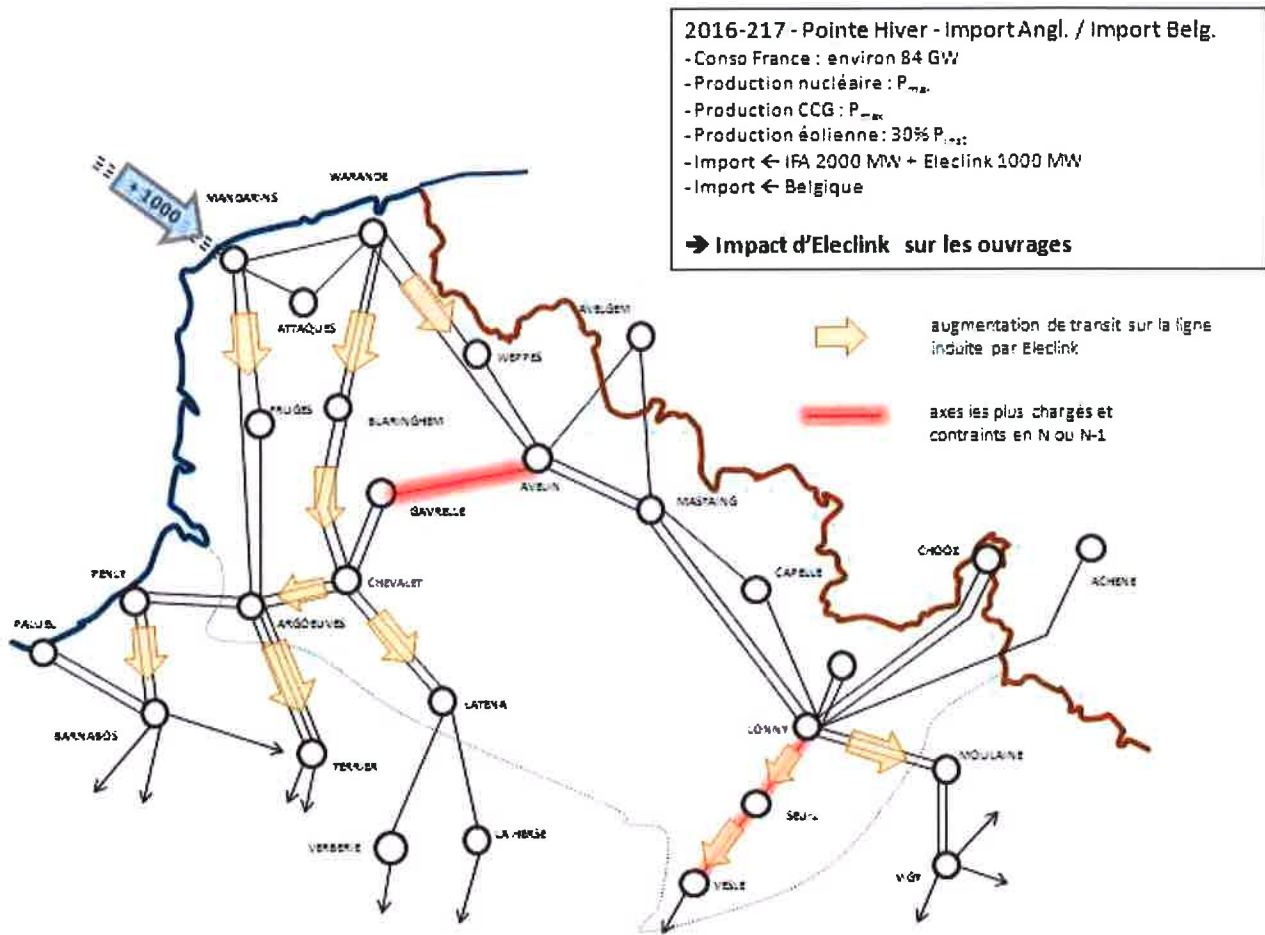
**2016-2017 : Pointe Hiver – Import Angleterre et Import Belgique :**



Dans cette situation, identique à la précédente pour ce qui concerne les conditions de consommation et de production, les imports depuis la Belgique sont d'1 GW environ (flux physiques sur les liaisons d'interconnexion) et les imports depuis l'Angleterre de 2 GW.

On voit clairement que les flux dans ces conditions sont orientés 'Nord → Sud' pour alimenter la consommation de la région parisienne.

Dans ces conditions, les axes 400kV Avelin-Gavrelle et Lonny-Vesle-Seuil sont déjà très chargés.



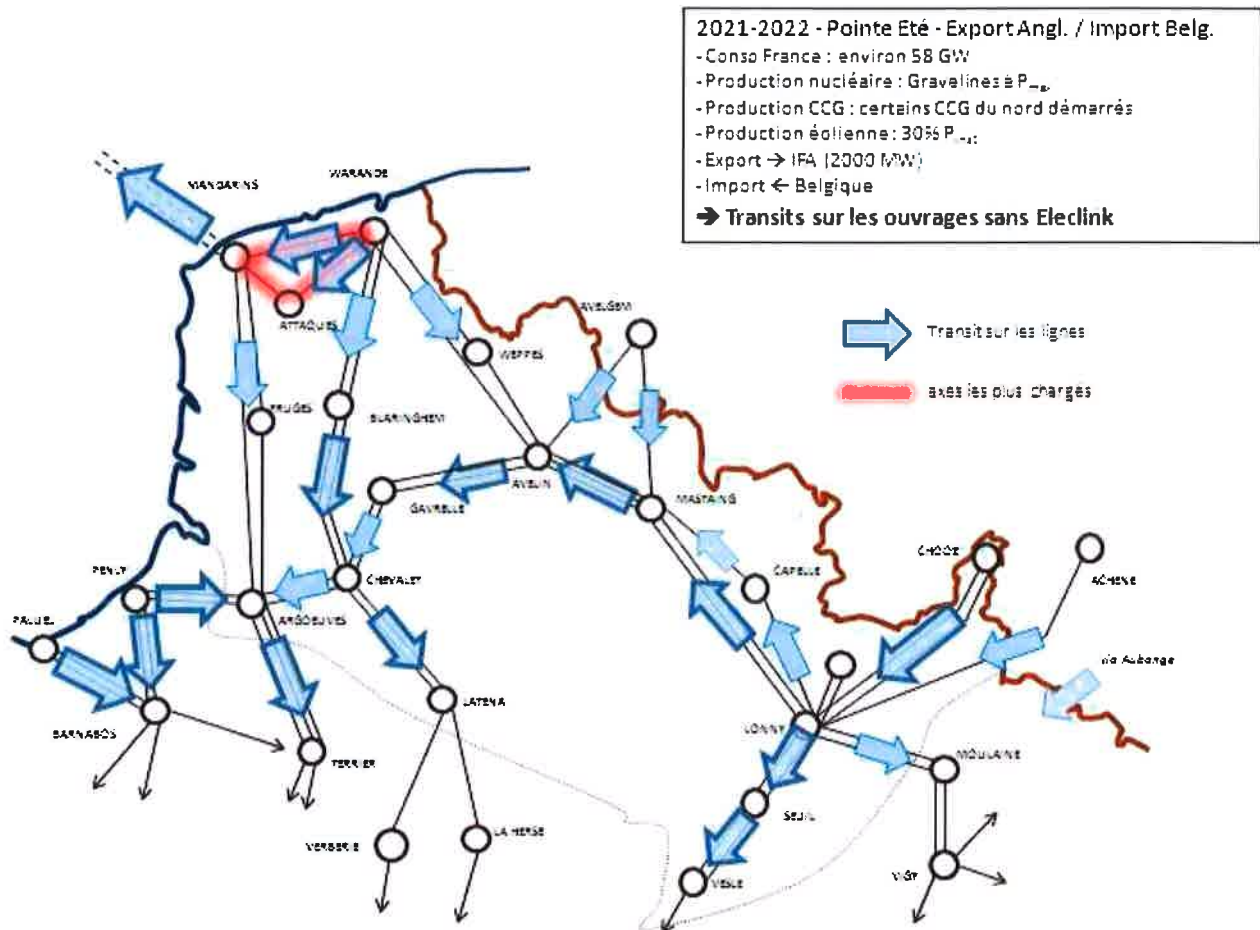
On note un réel impact d'Eleclink sur des axes 400kV déjà bien chargés. Ainsi, les 1000 MW d'import supplémentaires viennent augmenter les transits sur l'axe 400kV Lonny-Vesle-Seuil.

Dans cette nouvelle configuration, cet axe entre en contrainte sur défaut d'Avelin-Gavrelle.

Si on augmente les imports depuis la Belgique, l'axe 400kV Lonny-Vesle-Seuil est le premier à entrer en contrainte sur perte d'Avelin-Gavrelle limitant ainsi les échanges depuis la Belgique.

Eleclink, augmentant les flux sur l'axe limitant les échanges depuis la Belgique, réduirait ainsi les échanges maximaux possibles depuis le bloc nord si aucune mesure n'était prise.

### 2021-2022 : Pointe été – export Angleterre et Import Belgique



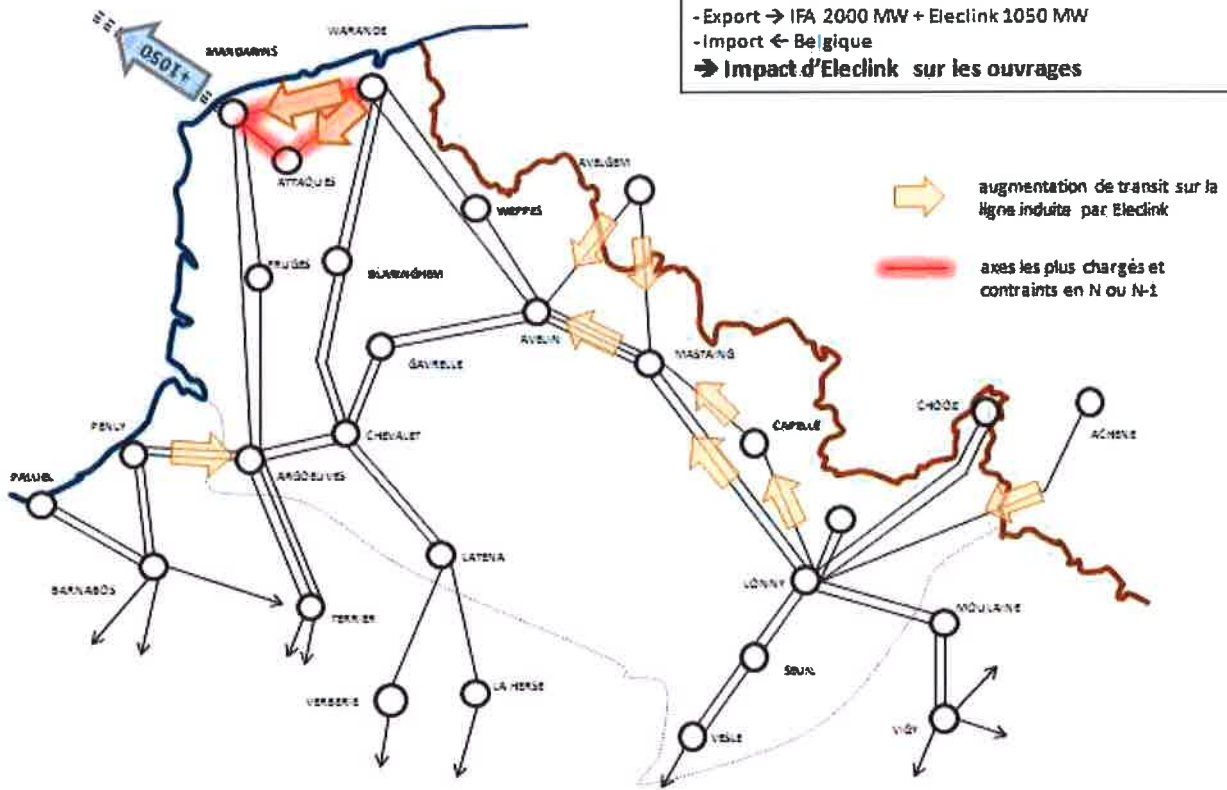
A l'horizon 2021/2022, l'étude considère que les renforcements de réseau décidés auront été réalisés :

- Doublement de l'axe 400 kV Avelin-Gavrelle,
- Passage en 400 kV de la ligne 225 kV Avelin-Mastaing,
- Doublement de l'axe 400 kV Lonny-Vesle-Seuil,
- Création d'une nouvelle liaison entre les poste 400 kV de Cergy et Persan.

Dans les mêmes conditions que dans le premier cas présenté (cf. supra), avec une consommation légèrement supérieure en 2021/2022, les axes alors chargés dans cette même configuration en 2016/2017 le sont moins et c'est là l'effet des renforcements réalisés.

L'axe 400 kV Attaques-Mandarins-Warande est en revanche très chargé **et ces contraintes sont aggravées par l'arrivée d'Eleclink** comme le montre la figure ci-après.

**2021-2022 - Pointe Eté - Export Angl. / Import Belg.**  
 - Conso France : environ 58 GW  
 - Production nucléaire : Gravelines à Pmax  
 - Production CCG : certains CCG du nord démarrés  
 - Production éolienne : 30% P<sub>est</sub>  
 - Export → IFA 2000 MW + Eleclink 1050 MW  
 - Import ← Belgique  
 → **Impact d'Eleclink sur les ouvrages**



## E. 2 Analyse probabiliste :

---

L'étude probabiliste a pour objectif d'évaluer quantitativement les contraintes créées ou aggravées par les importations et exportations d'Eleclink.

Jusqu'à la réalisation des renforcements du réseau jugés nécessaires, y compris les renforcements proposés au titre de la présente étude et qui résulteraient d'une décision favorable de la CRE sur la demande de dérogation d'Eleclink, RTE est fondé à mettre le traitement de ces contraintes à la charge d'Eleclink, via des limitations. Au-delà, les délibérations de la CRE spécifient que RTE n'est plus fondé à imposer des limitations à Eleclink au titre des contraintes précitées. Si des coûts de congestion subsistent, ils seront comptabilisés en tant que « congestions internationales » et intégrés à ce titre au CRCP.

Les limitations à la charge d'Eleclink peuvent être de nature préventive ou curative :

- des limitations de type préventif : ces limitations interviennent en situation normale d'exploitation lorsque RTE prévoit un risque de contrainte (contrainte en N, ou contrainte non tolérée dans le cadre des règles du N-K) sur le RPT si l'installation importe ou exporte. RTE s'est engagé vis-à-vis d'Eleclink sur la durée maximale annuelle de ces réductions et sur le volume maximal de réduction à travers sa « proposition technique et financière ».
- des limitations de type curatif : ces limitations n'interviennent qu'en cas de défaillance effective d'un ouvrage du RPT induisant des contraintes qui peuvent être maîtrisées par une réduction des importations ou des exportations de l'installation dans un délai imparti. RTE s'est engagé vis-à-vis d'Eleclink sur un nombre limité de défaillances justifiant des réductions de type curatif et a évalué, en moyenne, la durée annuelle de risque que ces situations apparaissent et le volume de réduction.

L'étude probabiliste modélise le comportement du réseau sur l'ensemble de l'année et reprend globalement les hypothèses de l'étude déterministe. Pour des questions de lisibilité les présentations des résultats sont segmentées sur quatre périodes de l'année.

L'outil utilisé permet de faire varier les paramètres influents sur les contraintes détectées lors de l'étude déterministe et de confirmer ainsi ses résultats.

Ainsi, ces milliers de calculs varient par des tirages aléatoires (selon des lois probabilistes paramétrées) :

- de consommation,
- de disponibilité et coûts des moyens de production,
- des bilans des pays étrangers,
- du volume d'énergie renouvelable.

L'outil de simulation permet d'évaluer les situations où les imports ou exports d'Eleclink créent ou aggravent une contrainte qui ne saurait être résolue par un panel d'actions curatives admissibles à réseau complet et sur perte d'un ouvrage 400kV de la zone.

De manière générale, l'analyse probabiliste vient confirmer les contraintes créées ou aggravées par Eleclink détectées lors de l'analyse déterministe (cf. supra) :

- En effet, on retrouve contraintes à l'horizon 2016/2017 les axes 400 kV Avelin-Mastaing et Lony-Vesle-Seuil mais également l'axe 400 kV Attaques-Mandarins-Warande. Dans une moindre mesure, l'analyse permet de détecter, dans des configurations particulières de certains tirages, des contraintes sur les axes 400 kV Cergy-Terrier, Plessis Gassot-Terrier et Argoeuves-Terrier mais dans des occurrences faibles.

- A l'horizon 2021/2022, il subsiste des contraintes sur l'axe 400 kV Attaques-Mandarins-Warande sont confirmées.

L'outil permet également d'évaluer pour ces situations contraintes le « redispatching » de production nécessaire pour lever les contraintes : ce redispatching consiste à baisser la production sur les groupes qui ont une influence sur la diminution des transits sur les ouvrages détectés en contrainte et à mobiliser une production équivalente sur d'autres groupes de production afin de garantir l'équilibre offre demande. Ainsi, pour chacune de ces variantes, le modèle optimise les consignes des groupes de production pour résorber les contraintes détectées à réseau complet ou sur perte d'un ouvrage. Ces optimisations se font à la hausse et à la baisse pour lever les congestions du réseau tout en assurant l'équilibre offre-demande France. Par différence pour chaque variante des volumes redispatchés avec et sans Eleclink, on obtient les volumes redispatchés supplémentaires dus à l'insertion d'Eleclink.

Une autre approche possible pour caractériser de manière quantitative les contraintes mises en évidence par les études probabilistes est d'évaluer le volume des limitations qui devraient être appliquées à Eleclink pour que le niveau et la fréquence d'apparition des contraintes ne soient pas accrus par le fonctionnement de l'installation.

Il faut noter que ces calculs visent à éclairer d'éventuelles décisions d'investissements de renforcements du RPT sur la base d'hypothèses entachées d'incertitudes d'autant plus grandes que l'échéance de mise en service de ces renforcements est lointaine. L'outil de simulation permet d'une certaine manière d'évaluer de manière conservatrice les actions à mener (redispatching ou limitations) pour résorber les contraintes. Il ne prend pas en compte l'ensemble des moyens qui pourraient être mis en œuvre par les opérateurs en temps réel pour traiter les contraintes dans la mesure où la disponibilité de ces moyens n'est pas acquise lorsque l'on se situe très en amont du temps réel.

L'outil ne procède par ailleurs à du redispatching que sur des moyens de production en France et ne fait pas appel à des parades topologiques.

Les évaluations ci-dessous sont donc théoriques, en ce qu'elles cherchent à mesurer la profondeur des contraintes en considérant qu'elles sont traitées exclusivement par du redispatching, ou exclusivement par des limitations. En outre, les capacités actuelles d'échange avec les pays frontaliers sont systématiquement préservées dans les calculs de l'outil de simulation.

---

### **Approche des contraintes par un recours exclusif au redispatching**

---

Les simulations effectuées dans le cadre de l'étude probabiliste décrite ci-dessus permettent de calculer une évaluation des volumes de l'énergie « redispatchée » qui serait nécessaire pour résorber les contraintes créées ou aggravées par le fonctionnement d'Eleclink. Ces simulations ont été effectuées pour les deux horizons de temps 2016-2017 et 2021-2022.

Confidentiel

Les volumes issus de l'outil doivent être considérés comme des estimations hautes et conduisent à une évaluation du redispatching lié à Eleclink de l'ordre de [REDACTED] à l'horizon 2016-2017.

Au-delà de cet horizon, après la mise en service des renforcements prévus par RTE dans le Nord de la France, les simulations montrent que le volume des contraintes sur le RPT, imputables à Eleclink, augmenterait significativement si l'on conservait les hypothèses d'augmentation de la production définies au § D4. En effet, l'impact de ces renforcements ne serait pas suffisant pour résorber les contraintes induites par l'augmentation de la production dans la zone. Cette situation est cependant très peu probable si l'on retient la solution de renforcement préconisée par RTE au §F car la mise en service de cette solution devrait intervenir dans la même période que celle des renforcements prévus par RTE.

## Approche des contraintes par un recours exclusif aux limitations d'Eleclink

Dans cette approche, on limite uniquement la capacité d'Eleclink et il n'y a pas d'action de redispatching imputable à Eleclink.

RTE a évalué les volumes de limitations sur les deux périodes temporelles suivantes ;

- une première période entre la date de mise en service d'Eleclink (prévue fin 2016) jusqu'à la date de mise en service des principaux projets de renforcements prévus par RTE dans le Nord de la France. Cette date est prévue fin 2017 à ce jour mais pourrait être décalée en fonction d'aléas indépendants de la volonté de RTE qui pourraient retarder la réalisation de ces renforcements.
- une deuxième période, au-delà de la date de mise en service des renforcements prévus par RTE dans le Nord de la France et sans les renforcements complémentaires envisagés dans les solutions présentées ci-après pour résorber les contraintes induites par Eleclink sur le RPT.

Les volumes de limitation résultant de cette évaluation sont les suivants :

**CONFIDENTIEL**

### Réductions en Première Période

#### Capacité d'importation

| Période | Durée maximale de réduction (en nb d'heures) | Volume maximal de réduction (en MW) |
|---------|--|-------------------------------------|
| Hiver   | [REDACTED]                                   | [REDACTED]                          |
| Eté     | [REDACTED]                                   | [REDACTED]                          |

#### Capacité d'exportation

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

| Période | Durée maximale de réduction (en nb d'heures) |            | Volume maximal de réduction (en MW) |
|---------|--|------------|-------------------------------------|
| Hiver   | [REDACTED]                                   | [REDACTED] | [REDACTED]                          |
|         | [REDACTED]                                   | [REDACTED] | [REDACTED]                          |
| Eté     | [REDACTED]                                   | [REDACTED] | [REDACTED]                          |
|         | [REDACTED]                                   | [REDACTED] | [REDACTED]                          |



**Réductions en Deuxième Période**

**Capacité d'importation**

| Période | Durée maximale de réduction (en nb d'heures) | Volume maximal de réduction (en MW) |
|---------|--|-------------------------------------|
| Hiver   | [REDACTED]                                   | [REDACTED]                          |
| Eté     | [REDACTED]                                   | [REDACTED]                          |

**Capacité d'exportation**

[REDACTED]

| Période | Durée maximale de réduction (en nb d'heures) |            | Volume maximal de réduction (en MW) |
|---------|--|------------|-------------------------------------|
| Hiver   | [REDACTED]                                   | [REDACTED] | [REDACTED]                          |
|         | [REDACTED]                                   | [REDACTED] | [REDACTED]                          |
| Eté     | [REDACTED]                                   | [REDACTED] | [REDACTED]                          |
|         | [REDACTED]                                   | [REDACTED] | [REDACTED]                          |

[REDACTED]

- [REDACTED]
- [REDACTED]

[REDACTED]

**E. 3 Autres études de réseau :**

**Tenue de courant de court-circuit :**

Pour les deux horizons d'études, une étude de tenue aux courants de court-circuit a été menée.

Aucune contrainte particulière créée ou aggravée par l'insertion d'Eleclink au RPT n'a été détectée. Ainsi, les limites de tenue de courant de court-circuit sont respectées au poste Mandarins, après le raccordement de l'installation d'Eleclink.

Il faut noter que faute de donnée de la part d'Eleclink sur le niveau d'apport de courant de court-circuit de la liaison Eleclink, il a été considéré un apport d'une fois l'intensité nominale pour ce type de liaison.

---

### **Tenue en tension et stabilité dynamique :**

---

L'impact de l'insertion d'Eleclink a été étudié du point de vue des contraintes de tension et de la stabilité dynamique. Ces études ne montrent pas de contraintes particulières si l'installation d'Eleclink est conforme aux spécifications définies par RTE à l'Article 1.4<sup>4</sup> de sa Documentation Technique de Référence (DTR).

---

<sup>4</sup> Article 1.4 de la DTR « Règles techniques transitoires de conception et de fonctionnement pour le raccordement au RPT d'une Nouvelle Interconnexion Dérogatoire à courant continu (article 17 du règlement CE-714-2009) »

## ***F. PROPOSITION DE SOLUTIONS POUR RESORBER LES CONTRAINTES A L'HORIZON 2021-2022 :***

---

Pour rappel, à l'horizon 2021/2022, l'insertion de la nouvelle interconnexion d'Eleclink induit des contraintes sur le RPT, principalement sur l'axe 400 kV Attaques-Warande-Mandarins. Pour résorber ces contraintes, RTE doit procéder à des actions de redispatching ou limiter le fonctionnement de l'interconnexion.

RTE a analysé les solutions de renforcement du RPT qui pourraient permettre de limiter l'impact de la nouvelle interconnexion sur le fonctionnement global du RPT et réduire l'ampleur des actions de gestion de ces contraintes à mettre en œuvre.

Cette analyse a été menée en recherchant le meilleur compromis technico-économique : RTE a recherché la solution de renforcement optimale pour augmenter les capacités de transit du RPT afin d'éviter l'apparition de la majeure partie des contraintes induites par Eleclink tout en visant à minimiser le coût global supporté par la collectivité des utilisateurs du réseau soumis au TURPE.

La solution préconisée par RTE est définie ci-après.

### **F. 1 Solution préconisée par RTE : Installation d'un dispositif d'effacement rapide d'Eleclink et renforcements limités à des travaux postes**

---

**La solution préconisée par RTE combine l'installation d'un dispositif d'effacement rapide d'Eleclink permettant de gérer les contraintes « en curatif » et des travaux de renforcement dans les postes d'Attaques, Warande et Mandarins.**

#### **Mise en place d'un dispositif d'effacement rapide d'Eleclink**

---

La durée des limitations préventives relatives à la capacité d'exportation peut être très significativement réduite si RTE peut résoudre en temps réel les contraintes de transit induites sur le RPT par le fonctionnement de l'installation.

Les études montrent qu'en cas d'incident sur l'une des lignes de l'axe Attaques-Warande-Mandarins générant des contraintes, une réduction des flux sur l'interconnexion, en moins de 10 mn, est particulièrement efficace pour résoudre ces contraintes.

Il est proposé d'installer un dispositif d'effacement rapide, qui permettra de réduire les flux sur l'interconnexion en cas de contraintes détectées sur l'axe Attaques-Warande-Mandarins. Dans ces conditions, en cas de contrainte sur pertes réciproques d'une ligne 400 kV sur la seconde (par exemple, Attaques-Warande et Mandarins-Warande), l'interruption en moins de dix minutes des flux (en particulier en export) sur l'interconnexion permet de convertir une part très importante du redispatching et/ou des limitations en préventif en limitations curatives.

Le fait d'agir en curatif – i.e. uniquement en cas d'incident avéré – réduit très fortement le volume d'énergie à mobiliser pour lever les contraintes.

Les principes de fonctionnement du dispositif d'effacement rapide d'Eleclink seront spécifiés par RTE dans le cadre de la Convention d'Engagement de Performances. Les conditions d'utilisation de ce dispositif devront également être précisées en coordination avec National Grid.

Il a été prévu dans la PTF signée avec Eleclink de mettre en place ce dispositif d'effacement rapide dès la mise en service de l'interconnexion ce qui permet également de diminuer de manière significative le niveau des limitations applicables à Eleclink.

### **Nouvelle estimation des limitations avec le dispositif d'effacement rapide d'Eleclink**

Les limitations « préventives » résiduelles sont évaluées ci-dessous pour la période antérieure à la réalisation des renforcements. Les limitations « curatives » induites par le fonctionnement du dispositif d'effacement rapide sont évaluées ultérieurement dans l'étude. Comme évoqué supra, ces limitations, pour la période considérée, sont à la charge d'Eleclink et ont été contractualisées dans la PTF.

#### **Limitations évaluées en 2016-2017 avec installation d'un dispositif d'effacement rapide d'Eleclink dès la mise en service d'Eleclink**

##### Capacité d'importation

| Période | Durée maximale de réduction (en nb d'heures) |
|---------|--|
| Hiver   | [REDACTED]                                   |
| Eté     | [REDACTED]                                   |

CONFIDENTIEL

##### Capacité d'exportation

| Période | Durée maximale de réduction (en nb d'heures) |
|---------|--|
| Hiver   | [REDACTED]                                   |
| Eté     | [REDACTED]                                   |

---

## **Renforcement dans les postes Attaques, Warande et Mandarins :**

---

La capacité de transit des lignes 400 kV de l'axe Attaques-Warande-Mandarins est actuellement limitée du fait de matériels de connexion dans les postes 400 kV d'Attaques, Warande et Mandarins.

Les travaux envisagés consistent dans cette solution à remplacer certains matériels de connexion en les redimensionnant pour qu'ils ne limitent plus les capacités de transit des lignes.

Ces travaux sont estimés à environ 3 M€ (coût d'ordre).

Le délai indicatif pour réaliser ces renforcements est de 4 ans à compter de l'octroi de la dérogation à Eleclink.

Avec le raccordement d'Eleclink, le poste de Mandarins comportera 3 liaisons d'interconnexion (2 x 1000 MW pour IFA et 1050 MW pour Eleclink) et 4 départs lignes 400 kV. La structure du poste doit permettre à RTE de respecter les règles d'exploitation (en particulier, ne pas perdre plus de 1500 MW sur défaut barres) y compris en période d'entretien programmé et sans être obligé de limiter les capacités d'IFA ou d'Eleclink. Il s'agit donc, sauf dans des situations rares, de pouvoir répartir les deux bipôles d'IFA et l'interconnexion d'Eleclink sur des sommets électriques différents. Dans ces conditions et en cohérence avec la doctrine de structuration des postes 400 kV, la structure du poste de Mandarins doit être adaptée : RTE prévoit ainsi de remplacer les sectionneurs de sectionnement des jeux de barres par des disjoncteurs de tronçonnements pour que le poste comporte 4 sommets électriques.

Ces travaux, estimés à 5 M€, viennent compléter les renforcements exposés ci-dessus. Ils pourraient être réalisés dans un délai de 3 ans à compter de l'octroi de la dérogation à Eleclink.

---

## **F. 2 Solution de renforcement écartée : Renforcement de l'axe 400 kV Attaques-Warande-Mandarins**

---

Pour éviter l'apparition de contraintes sur l'axe Attaques-Warande-Mandarins dans le cas de déclenchement sur défaut de l'une des lignes 400 kV de cet axe, il serait envisageable d'augmenter de manière très significative les capacités de transit en puissance de ces lignes, ce qui rendrait le réseau robuste à toutes les situations rendues plus contraignantes du fait du raccordement d'Eleclink. Il faudrait procéder au remplacement des conducteurs équipant actuellement les lignes 400 kV de l'axe 400 kV Attaques-Warande-Mandarins (lignes à deux circuits d'une longueur totale de 29 km) par des câbles à faible dilatation (CFD) de type ACSS (Aluminium Conductor Steel Supported) de section supérieure à l'existant. Cette solution permettrait d'augmenter la capacité de transit de 30% environ et d'éviter de devoir recourir à un dispositif d'effacement rapide.

Pour permettre un tel transit entre les postes de Warande et Mandarins, des travaux très conséquents seraient à effectuer afin de renforcer les installations dans les postes électriques 400 kV suivants :

- Attaques 400 kV : remplacement de cellules PSEM (Poste Sous Enveloppe Métallique),
- Warande 400 kV : réhabilitation lourde du poste PSEM à 2 jeux de barres,
- Mandarins 400 kV : remplacement cellules postes.

**On peut estimer à environ 120 M€ le coût des renforcements de l'axe 400 kV Attaques-Warande-Mandarins et des renforcements réalisés dans les postes 400 KV.**

Cette estimation se base sur des coûts d'ordre pour l'achat des matériels, les travaux et l'ingénierie. Pour une évaluation plus précise, il serait nécessaire d'effectuer une étude précise de faisabilité.

Cette estimation ne prend pas en compte les coûts de consignation de l'axe 400 kV pour effectuer les travaux cités ci-dessus. **Le caractère stratégique de cet axe (proximité du site nucléaire de Gravelines et de l'interconnexion IFA 2000) augure d'une consignation onéreuse (pouvant atteindre plusieurs dizaines de millions d'euros) et difficile à planifier (consignations longues pouvant s'étaler sur plusieurs années).**

Les nouvelles capacités de transit de l'axe 400 kV Attaques-Warande-Mandarins ainsi obtenues permettraient ainsi de ne plus rencontrer de contraintes N-1 sur cet axe, quels que soient les flux transités par la liaison Eleclink.

**Le délai indicatif pour réaliser ces renforcements serait de 8 ans à compter de l'octroi de la dérogation à Eleclink.**

Comme dans la solution préconisée plus haut et pour les mêmes raisons, il faudrait également revoir la structure du poste de Mandarins : ces travaux de restructuration des jeux de barres, estimés à 5 M€, viennent compléter les renforcements exposés ci-dessus.

**RTE propose de ne pas retenir cette solution car elle paraît disproportionnée, sur un plan technico-économique, pour traiter des situations de contraintes dont l'occurrence reste faible et que RTE peut résoudre à moindre coût en temps réel par le dispositif d'effacement rapide couplé à des actions de redispatching.**

### **F. 3 Evaluation des contraintes résiduelles en termes de redispatching en cas de mise en place de l'une ou l'autre des solutions précédentes :**

Une nouvelle étude probabiliste a été menée pour prendre en compte les solutions proposées supra.

Confidentiel

Les deux solutions étudiées ne permettent pas de neutraliser complètement les impacts d'Eleclink sur le fonctionnement global du RPT en 2022 : dans les deux solutions, l'estimation du volume de redispatching pour traiter les contraintes résiduelles induites par Eleclink est à l'horizon 2021 - 2022 d'environ [REDACTED]

On peut prendre un montant maximum de 3 M€/an comme valeur majorante des coûts résiduels de redispatching qui resteront à financer, après mise en œuvre de la solution retenue. Ce montant est estimé sous les hypothèses suivantes :

- accroissement de la production régionale à hauteur des hypothèses mentionnées au début de cette étude ;
- maintien des capacités d'échange avec la Belgique à son niveau actuel ;
- Prise en compte des renforcements du réseau, au-delà de ceux qui sont déjà décidés ;
- Prise en compte du dispositif d'effacement rapide d'Eleclink.

### **F. 4 Evaluation des coûts de fonctionnement du dispositif d'effacement rapide d'Eleclink**

Pour la solution préconisée par RTE, à l'horizon 2021 – 2022, le dispositif d'effacement rapide d'Eleclink fonctionnera essentiellement lorsque les conditions suivantes sont réunies :

- Indisponibilité fortuite de l'une des liaisons 400 kV de l'axe Attaques-Warande-Mandarins ;
- Existence sur le réseau de flux tels que cette indisponibilité fortuite se traduit par des contraintes.

Confidentiel

Les études probabilistes permettent d'évaluer une durée annuelle de risque que des contraintes apparaissent en cas de défaut sur l'une des liaisons 400 kV de l'axe Attaques-Warande-Mandarins : cette durée est estimée à [REDACTED]

Par ailleurs, les probabilités estimées d'indisponibilité fortuite des liaisons 400 kV de l'axe Attaques-Warande-Mandarins, et leur durée moyenne d'indisponibilité, sont données par le tableau ci-dessous :

| Ouvrages 400 kV      | taux de défaillance | durées moyennes d'indisponibilité, en cas de défaillance de l'ouvrage |
|----------------------|---------------------|---|
| Mandarins - Attaques | 0,173 /an           | 31 heures   |
| Attaques - Warande   | 0,182 /an           | 32,4 heures   |
| Mandarins - Warande  | 0,194/an            | 33,9 heures   |

Compte tenu des éléments ci-dessus, on peut évaluer que le dispositif d'effacement rapide d'Eleclink pourrait être sollicité une fois tous les 5 ans. Le dispositif d'effacement rapide permettra de traiter l'urgence immédiate liée à l'indisponibilité fortuite de l'un des trois ouvrages 400 kV ci-dessus. Si l'indisponibilité de l'ouvrage perdure, RTE prendra des mesures de limitation de la capacité d'échange entre la France et l'Angleterre jusqu'à ce que la situation du réseau permette de revenir à la capacité maximale d'échange sans risque pour la sûreté. Dans une telle situation, RTE et NGET devront compenser l'énergie non échangée. Il est hasardeux de définir a priori le volume de l'énergie non échangée et qui devrait être compensé. Toutefois, on peut retenir 20 à 30 GWh comme ordre de grandeur.

Une manière d'évaluer le coût de cette énergie non échangée est de considérer que, à défaut de pouvoir être exportée d'un pays à l'autre, l'électricité est vendue dans un pays et rachetée dans l'autre. Il convient donc de se référer au différentiel de prix de marché entre la France et l'Angleterre. En analysant les écarts de prix horaires (spread) entre les bourses en France et au Royaume Uni, depuis janvier 2011, on constate que le spread est inférieur à 31.3 €/MWh dans 90 % des cas et à 60 €/MWh dans 99% des cas.

Cette analyse historique ne saurait bien évidemment refléter le marché futur. On peut toutefois souligner qu'il n'y a pas de raison de penser que les incidents affectant les liaisons à 400 kV soient particulièrement corrélés avec les situations de fort écart de prix entre la France et l'Angleterre.

## ***G. CONCLUSIONS :***

---

RTE a mené les études d'insertion d'Eleclink en tenant compte de l'ensemble des projets de production en file d'attente avant Eleclink et en visant à ne pas obérer les capacités d'échange avec la Belgique et l'Allemagne.

Ces études ont montré que l'insertion d'Eleclink implique l'apparition ou l'aggravation de contraintes sur le réseau 400 kV du nord de la France.

Les contraintes disparaissent en partie suite aux renforcements prévus et déjà décidés par RTE dans la zone d'étude.

Néanmoins, des contraintes apparaissent sur l'axe 400 kV Attaques-Warande-Mandarins et restent importantes à l'horizon 2021/2022.

RTE a évalué dans la Proposition Technique et Financière (PTF) de raccordement de l'interconnexion les limitations du fonctionnement de l'interconnexion qui permettent de résorber les contraintes dans l'attente de la mise en œuvre de renforcements du RPT. RTE a recherché la solution de renforcement optimale pour augmenter les capacités de transit du RPT afin d'éviter l'apparition de la majeure partie des contraintes induites par Eleclink

tout en visant à minimiser le coût de la solution de renforcement supporté par la collectivité des utilisateurs du réseau soumis au TURPE.

La solution préconisée intègre la mise en place d'un dispositif d'effacement rapide d'Eleclink associée à des travaux dans certains postes à 400 kV, permettant de résorber les contraintes sur l'axe Attaques-Warande-Mandarins.

Après réalisation des renforcements prévus par RTE dans le Nord de la France et mise en œuvre de la solution de renforcement complémentaire préconisée par RTE, le fonctionnement de l'interconnexion induira des contraintes résiduelles nécessitant des actions de redispatching pour un coût maximum évalué à environ 3 M€/an. Le fonctionnement du dispositif rapide d'effacement pourra également générer des coûts pour la collectivité.

Ces coûts sont très dépendants de l'évolution des hypothèses locales et pourraient varier de manière importante sur la durée de la dérogation accordée à Eleclink.

RTE précise par ailleurs que la présente étude ne prend pas en compte les conséquences d'une application à l'interconnexion d'Eleclink des dispositions des codes «Capacity Allocation and Congestion Management» et «Forward Capacity Allocation».

En synthèse, les coûts liés à l'insertion d'Eleclink dans le système électrique et leurs modalités de prise en charge sont résumées ci-dessous :

| Nature des coûts   | Evaluation sommaire   | Modalité de prise en charge   |
|--|---|---|
| Conséquences financières des limitations du fonctionnement de l'interconnexion, avant réalisation des renforcements  | Cf. tableaux ci-dessus  | Prise en charge par Eleclink, dans la limite des volumes précisés dans la PTF. Au-delà, comptabilisés dans le Compte Régulé des Charges et des Produits (CRCP) en tant que coûts de congestion internationaux |
| Investissements de renforcement  | 8 M€<br><i>(Pour mémoire, une solution alternative sans dispositif d'effacement est évaluée à 125 M€)</i> | Mutualisés à travers le TURPE conformément à la Délibération de la CRE du 9 mai 2012  |
| Coûts résiduels de congestion après réalisation des renforcements dans le Nord de la France et réalisation de la solution de renforcement complémentaire   | ~3 M€ /an   | Mutualisés à travers le TURPE et comptabilisés dans le Compte Régulé des Charges et des Produits (CRCP) en tant que coûts de congestion internationaux  |
| Conséquences financières liées au fonctionnement du dispositif d'effacement rapide d'Eleclink après réalisation des renforcements dans le Nord de la France et réalisation de la solution de renforcement complémentaire | Cf. Eléments d'évaluation supra   | Mutualisés à travers le TURPE et comptabilisés dans le Compte Régulé des Charges et des Produits (CRCP) en tant que coûts de congestion internationaux.   |