

► Interconnexion AQUIND : Coûts du réseau français

PRIVÉ ET CONFIDENTIEL

© AQUIND LIMITED, 2020

1 L'impact d'AQUIND en France

L'Interconnexion AQUIND sera une nouvelle interconnexion électrique à courant continu à haute tension (« CCHT ») de 2 GW entre la France et la Grande-Bretagne. Le projet, mis en service en 2024, profitera à la France et à la Grande-Bretagne en facilitant les flux transfrontaliers d'électricité entre les marchés de gros de l'électricité. Ces flux d'électricité auront un impact sur les réseaux électriques français et britannique sous la forme d'éventuelles contraintes du réseau et de pertes sur le réseau. Ces coûts du réseau ne sont pas propres à AQUIND et existent pour toutes les nouveaux raccordements au réseau, notamment les nouvelles centrales à énergie renouvelable, thermiques ou nucléaires, les nouveaux raccordements sur demande (par exemple, les centres de données) ou autres raccordements transfrontaliers.

Cette note présente un résumé de l'impact que l'Interconnexion AQUIND pourrait avoir sur les coûts du réseau en France. Le réseau électrique français appartient et est exploité par RTE, le gestionnaire de réseau de transport (GRT) français. Cette note ne fournit aucune nouvelle analyse, mais résume les quatre études réalisées à ce jour :

- ▶ L'analyse réalisée par RTE, et soumise à la CRE, dans le cadre de la demande d'exemption de l'Interconnexion AQUIND 2017, en juillet 2017¹
- ▶ La réponse de RTE donnée à AQUIND dans le cadre de la consultation d'AQUIND [REDACTED] en mai 2019²
- ▶ L'analyse coûts-bénéfices (ACB) de l'Interconnexion AQUIND réalisée par AQUIND et ses conseillers en 2018 et 2019
- ▶ Une étude technique indépendante réalisée en 2020 par les conseillers techniques d'AQUIND, Consentec, sur l'impact d'AQUIND sur le réseau de transport français

1.1 Les contraintes

Dans le cadre de l'avis 2017 donné à la CRE, RTE a réalisé une étude de modélisation afin d'identifier quand et où AQUIND pourrait causer des contraintes sur le réseau électrique français. L'étude de RTE était axée sur le réseau de transport haute tension de 400 kV en France et a envisagé les années spot 2022 et 2027.³ L'étude a considéré l'impact d'AQUIND sur les contraintes de transport, ainsi que les contraintes de stabilité, les contraintes liées à la tension, aux consignations, aux courts-circuits et les pertes sur le réseau.

1.1.1 Les contraintes de transport

RTE n'a pas identifié de contraintes sur le réseau en 2022. Pour 2027, RTE a découvert que les flux prévus dans l'Interconnexion AQUIND pouvaient entraîner des contraintes dans les éléments suivants du réseau de transport français de 400 kV :

- ▶ Dambron-Verger

¹ « Informations transmises par RTE à la Commission de Régulation de l'Énergie dans le cadre de l'examen de la demande d'exemption d'AQUIND » – juillet 2017

² [REDACTED]

³ Au moment de la demande d'exemption 2017, AQUIND prévoyait une mise en service en 2022.

- ▶ Plessis-Gassot – Sausset
- ▶ Plessis-Gassot – Villevaudé
- ▶ Mézerolles-Villejust

Dans son analyse destinée à la CRE, RTE a remarqué que ces contraintes existent sans AQUIND, mais qu'elle pourraient devenir plus fréquentes, et plus coûteuses à gérer, une fois AQUIND connectée au réseau.

Pour atténuer ces contraintes et continuer à exploiter le réseau électrique dans les limites de sécurité, RTE a identifié trois types de mesure possibles :

1. **Redistribution** : payer pour augmenter ou réduire la production ou la demande sur le réseau à certaines périodes, ce qui atténuerait les contraintes sur le réseau pendant ces périodes
2. **Réduction des importations/exportations sur AQUIND** : payer pour augmenter ou réduire les importations ou les exportations dans l'Interconnexion AQUIND à certaines périodes, ce qui atténuerait la contrainte pendant ces périodes
3. **Renforcement du réseau** : investir dans une nouvelle capacité du réseau, c.-à-d. augmenter la capacité sur les parties du réseau soumises aux contraintes, afin d'atténuer somme toute la contrainte.

Tous les coûts de RTE seraient récupérés, sous réserve de l'approbation réglementaire de la CRE, auprès des utilisateurs du réseau français via les tarifs du réseau. Il s'agit de la même voie de récupération des coûts du réseau que celle utilisée pour le renforcement de n'importe quel réseau sur le réseau de transport français.

1.1.2 Les autres contraintes

En plus des contraintes de transport identifiées ci-dessus, RTE a également identifié plusieurs autres contraintes possibles qu'AQUIND pourrait causer sur le réseau français.

- ▶ **Contraintes de stabilité** : RTE a mené une étude dans le cadre de la demande de raccordement d'AQUIND (Proposition Technique et Financière ou PTF) afin d'envisager l'impact potentiel d'AQUIND sur la stabilité des autres centrales dans le Nord de la France en cas de panne de réseau. RTE a conclu que bien qu'AQUIND puisse avoir un impact négatif faible sur la stabilité de certaines centrales, les marges de stabilité resteront acceptables et aucune autre mesure ne sera donc requise. RTE remarque que certaines exigences techniques (concernant la gestion réactive) seront incluses dans la convention de raccordement d'AQUIND ; toutefois aucun coût supplémentaire ne peut être imputable à AQUIND.
- ▶ **Contraintes liées à la tension** : Les études de RTE montrent qu'il existe des situations particulières où AQUIND pourrait entraîner un événement de tension dans le Nord de la France. À titre d'exemple, il pourrait se produire avec l'impact combiné d'une importation ou d'une exportation maximale de la France vers la Grande-Bretagne associé aux limites de la production nucléaire ou à un pic de demande à Paris. Au moment de la

rédaction en 2017, RTE n'a pas pu confirmer l'impact d'AQUIND sur le risque de basse tension (RTE a confirmé qu'AQUIND n'aura pas d'impact sur le risque de haute tension).⁴

- ▶ **Consignations (maintenance) :** Afin de réaliser la maintenance technique nécessaire sur le réseau de transport français, il se peut que RTE doive isoler certaines parties du réseau. Pour couper le réseau ainsi, RTE doit arrêter la production et/ou la demande ou, dans le cas d'AQUIND, l'interconnexion. Cela entraîne des dépenses pour RTE qui doit payer les propriétaires d'actifs pour la coupure. Pour AQUIND, RTE calcule ce coût en fonction des recettes perdues attendues pour AQUIND (calculé approximativement par la différence entre les prix de l'électricité en France et en Grande-Bretagne).⁵
- ▶ **Contraintes liées aux courts-circuits :** Ces contraintes concernent le dispositif de mise à la terre et les disjoncteurs qui font partie du raccordement au réseau d'AQUIND. RTE remarque que le coût des équipements qui atténuent les contraintes liées aux courts-circuits est déjà inclus dans les coûts de raccordement d'AQUIND (et donc déjà inclus dans l'ACB d'AQUIND).
- ▶ **Pertes sur le réseau :** Puisqu'AQUIND facilitera les flux entre la France et la Grande-Bretagne, elle modifiera le modèle des flux d'électricité à travers le réseau français. Tous les flux d'électricité entraîneront une perte d'énergie, via la résistance, ce qui peut être imputable à AQUIND. RTE évalue les pertes d'après le prix marginal de l'électricité au cours de cette période (c.-à-d. le coût approximatif du remplacement de l'électricité perdue).

1.2 Les contraintes de coûts

RTE fournit des estimations du coût de la gestion des contraintes de transport, et des autres contraintes, causées par AQUIND sur le réseau de transport français. Elle remarque qu'il n'y a aucune contrainte prévue en 2022, mais que certaines contraintes pourraient apparaître à l'horizon 2027.

Le **Tableau 1** montre les estimations des coûts de RTE ventilées selon les options de gestion des contraintes possibles (redistribution, réduction des importations/exportations ou renforcement du réseau). Ces coûts ne peuvent se cumuler. RTE devrait plutôt choisir l'option la moins onéreuse pour chaque ligne (dans la mesure où la contrainte de cette ligne est pertinente). Par exemple, le coût estimatif de la gestion de la contrainte à Plessis-Gassot – Sausset – Villevaudé s'élève à 30 M€/an avec l'option 1, 11 M€/an avec l'option 2 ou à un coût ponctuel de 15 M€ avec l'option 3.

Il est inévitable qu'AQUIND, ou toute autre interconnexion, entraîne des coûts du réseau en France. Inversement, la présence d'AQUIND atténuera la contrainte implicite sur les flux entre la France et la Grande-Bretagne (et effectivement, il s'agit d'un facteur important de la nécessité de l'interconnexion). Les modifications globales des contraintes sur le réseau constituent donc deux facettes différentes de l'impact de l'interconnexion. Le **Tableau 1** montre que le coût réel causé par AQUIND dépend fortement de la façon dont RTE choisit de gérer ou d'atténuer la contrainte. Les options de redistribution, qu'elles impliquent la redistribution de la production ou de la demande française ou la redistribution d'AQUIND, entraînent un coût annuel pour RTE (colonnes 1 et 2 **Tableau 1**). Ces coûts sont liés aux coûts réels que RTE supporterait en limitant les unités sur le réseau ou en

⁴ RTE remarque que les risques de haute tension sont engendrés par la production locale élevée des énergies renouvelables à terre et des faibles flux d'énergie avec les pays voisins.

⁵ RTE remarque que la convention de raccordement d'AQUIND comprend un nombre de jours pendant lesquels RTE peut demander à une interconnexion CCHT de s'arrêter sans compensation. Les coûts indiqués dans ce paragraphe concernent ceux qui s'ajoutent à ce temps d'arrêt obligatoire.

dehors via le mécanisme d'équilibrage français, par exemple. Ces coûts demeureraient jusqu'à ce qu'une décision soit prise d'investir dans le réseau pour atténuer la contrainte. Il incombe à RTE de gérer le réseau de transport français de manière efficace. Par conséquent, nous nous attendons à ce que RTE choisisse l'option la plus rentable parmi celle énumérées ci-dessous : par exemple, en ce qui concerne la première ligne, il est hautement improbable que RTE choisisse de résoudre une contrainte via des coûts de redistribution de 30 M€/an si l'alternative est un renforcement du réseau estimé à 15 M€ (en tant que coût ponctuel).

Il est important de noter que les estimations des coûts fournies par RTE sont le résultat de plusieurs hypothèses dans la modélisation de RTE. Par exemple, les hypothèses de RTE concernant les autres moyens de production et la demande, ainsi que les flux dans l'Interconnexion AQUIND, auront un impact significatif sur les contraintes sur le réseau. Les différentes hypothèses pourraient entraîner différents coûts dans la modélisation. En particulier, la configuration du réseau devrait évoluer entre aujourd'hui et 2027, en réponse aux autres modifications sur le réseau, telles que les nouveaux raccordements des installations de production d'énergie renouvelable et les modèles de demande en pleine évolution. Dans la mesure où le réseau de transport français est susceptible de nécessiter des renforcements pour prendre en compte ces modifications, il est plausible que le réseau plus solide puisse mieux s'adapter à l'interconnexion supplémentaire.

Lorsque RTE fait face à des coûts importants dans le cadre de l'exploitation du réseau, il peut être utile d'investir dans le renforcement du réseau afin d'atténuer toute la contrainte. La décision d'investir dans le réseau de cette manière est généralement soumise à l'approbation réglementaire de la CRE (par exemple, dans le cadre du contrôle tarifaire réglementaire fixé par RTE).

La colonne 3 du **Tableau 1** montre le coût potentiel du renforcement du réseau que RTE pourrait prendre en charge pour atténuer les coûts imputables à AQUIND (tous les coûts prévus par RTE). L'investissement indiqué dans la colonne 3 montre un coût en capital ponctuel pour RTE – par exemple, la construction d'une nouvelle ligne aérienne de 400 kV. Ces estimations des coûts ont été fournies par RTE.

Tableau 1 Coûts des contraintes potentielles en 2027⁶

Contrainte	Option de coût – imputable à l’Interconnexion AQUIND		
	Redistribution sur le réseau (1)	Redistribution sur AQUIND (2)	Renforcement du réseau (3)
Contraintes de transport (400 kW)			
Plessis-Gassot – Sausset – Villevaudé	30 M€/an	11 M€/an	Coût ponctuel de 15 M€/an (n’entraînant aucun autre coût du fait d’AQUIND)
Mézerolles-Villejust	3 M€/an (négligeable sans AQUIND)	1 M€/an	Coût ponctuel de 22 M€/an (n’entraînant aucun autre coût du fait d’AQUIND)
Dambron-Verger	6 M€/an	Pas possible	Coût ponctuel de 50 M€/an (n’entraînant aucun autre coût du fait d’AQUIND) <i>À noter que RTE indique que 13 % (< 7 M€) de ce coût pourraient être imputables à AQUIND</i>
Les autres contraintes			
Contraintes de stabilité	Aucun coût	Aucun coût	Aucun coût
Impact sur la tension		Peut être géré par une réduction temporaire des exportations vers la GB (vraisemblablement rarement) – aucun coût fourni.	Peut être atténué grâce à 2 condensateurs situés en région parisienne pour un coût d’environ 3 M€
Impact sur les consignations	Pas possible	3,5 M€/an Évaluation basée sur les écarts de prix entre la FR et la GB estimés à 7€/MWh	Pas possible
Contraintes liées aux courts-circuits	Aucun coût	Aucun coût	Aucun coût

Les coûts des contraintes présentés dans le **Tableau 1** sont basés sur l’analyse 2017 de RTE. Dans sa toute dernière réponse à la consultation [REDACTED] d’AQUIND (mai 2019), RTE a fourni peu de détails sur son approche de l’évaluation. La fourchette de coûts que RTE a attribué à AQUIND était cohérente avec les totaux présentés dans le **Tableau 1** – « *Il semble donc que les coûts nécessaires pour réduire ces congestions spécifiquement induites par le projet Aquind pourraient atteindre, en moyenne pour les trois scénarios du TYNDP, environ 50 M€/an d’ici 2030* ».

1.3 Les coûts d’AQUIND pour le réseau

Les GRT doivent décider s’il est plus efficace de gérer une contrainte via une mesure d’exploitation, telle que la redistribution, ou via les renforcements du réseau. Les GRT font face à des incitations dans le cadre de leur contrôle des prix réglementaire visant à envisager le compromis entre ces options de

⁶ Dans sa propre analyse, RTE montre habituellement les coûts totaux des contraintes avec et sans AQUIND. Aux fins de ce tableau, nous avons uniquement pris en compte le coût imputable à AQUIND.

gestion des contraintes et à une incitation globale visant à garantir des coûts efficaces pour les consommateurs.

1.3.1 Coûts des contraintes de transport et autres coûts des contraintes

La comparaison des coûts dans le **Tableau 1** montre que les choix que fait RTE, et les incitations auxquelles elle fait face, seront un facteur déterminant dans les coûts imputables à AQUIND et l'analyse des bénéfices d'AQUIND en France.

L'évaluation des colonnes 1 et 2 du **Tableau 1** indique que le coût de la gestion des contraintes causées par AQUIND pourrait avoisiner 20 à 40 M€/an. En supposant que RTE n'a pas traité la cause de la contrainte et donc que la contrainte n'a jamais été résolue, ces coûts annuels pourraient être attribués à AQUIND tous les ans, pendant toute la durée de vie du projet. Il s'agit d'un scénario extrême et il est fort peu probable qu'il se produise car il ne représenterait pas un résultat efficace pour les consommateurs français. Nous sommes convaincus que RTE prendrait les mesures nécessaires pour résoudre ces contraintes éventuelles dans un délai approprié.

Les dépenses d'investissement sur le réseau, présentées dans la colonne 3 du **Tableau 1** indiquent que l'option alternative, où RTE investit dans l'infrastructure du réseau pour atténuer les contraintes, pourrait être bien plus rentable. La colonne 3 montre que le coût d'atténuation de toutes les contraintes pourrait s'élever pour RTE à environ 47 M€⁷. Il s'agit d'un coût ponctuel pour RTE, qui n'entraînerait pas d'autres coûts pour gérer l'impact d'AQUIND sur le réseau.

1.3.2 Pertes sur le réseau

RTE calcule l'impact d'AQUIND sur les pertes sur le réseau en France en comparant un modèle de réseau avec et sans AQUIND. Puisqu'AQUIND modifiera le flux d'électricité à travers le réseau de transport français, elle aura inévitablement un impact sur les pertes sur le réseau.

Dans cette analyse, RTE conclut qu'AQUIND réduira les pertes totales sur le réseau de transport français. RTE a en particulier calculé une réduction du volume des pertes en 2022 et 2027, de 128 GWh et 2 GWh respectivement.

Pour estimer ces pertes sur le réseau, RTE calcule le coût des pertes avec et sans AQUIND à l'aide d'une méthodologie qui semble cohérente avec la méthodologie proposée par l'ENTSO-E dans sa méthodologie 2.0 de l'analyse coûts-bénéfices.⁸ L'estimation de RTE montre que le coût des pertes augmentera avec AQUIND (d'environ 4 M€ par an en 2022 et avec un coût de zéro en 2027), alors que le volume des pertes diminuera effectivement. Nous remarquons que depuis l'évaluation de RTE, l'ENTSO-E a corrigé sa méthodologie afin d'éviter tout double comptage dans l'évaluation des pertes et, à ce titre, la valeur monétaire des pertes devrait être inférieure avec l'utilisation de la nouvelle méthodologie (corrigée).

Bien que nous n'ayons pas de données permettant d'actualiser le calcul de RTE avec la nouvelle méthodologie, nous prévoyons que la correction du calcul montrera que le coût des pertes en France dues à AQUIND serait négligeable.

⁷ 15 M€ + 22 M€ + 6,5 M€ + 3 M€

⁸ La 2ème directive de l'ENTSO-E relative à l'analyse coûts-bénéfices est disponible ici : <https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/clean-documents/tyndp-documents/Cost%20Benefit%20Analysis/2018-10-11-tyndp-cba-20.pdf>

1.3.3 Évaluation indépendante

Dans le cadre de l'engagement continu d'AQUIND auprès de la CRE et de l'Ofgem, l'équipe de projet a demandé un avis indépendant sur l'impact potentiel d'AQUIND sur les contraintes de stabilité, les contraintes thermiques et les contraintes liées à la tension en France. AQUIND a chargé Consentec GmbH de réaliser cette étude en 2020.

Bien que Consentec n'ait pas eu accès à la modélisation mise à la disposition du GRT, RTE, son étude détaillée a conclu que *« la réalisation de la nouvelle interconnexion CC prévue entre la France et la Grande-Bretagne n'a pas d'impact négatif grave sur le réseau de transport d'Europe continentale en ce qui concerne les aspects envisagés dans cette étude. Tous les problèmes susceptibles de survenir pourraient être gérés par la conception d'Aquind et des stations de conversion respectives elles-mêmes. En particulier, la mise en place d'Aquind ne nécessite pas d'investissements supplémentaires dans le réseau de transport (par exemple, afin de rétablir le respect des exigences de sécurité du réseau). »*⁹

Cette étude valide l'avis selon lequel l'impact d'AQUIND sur les contraintes en France ne devrait pas être important.

1.4 L'impact sur l'ACB d'AQUIND

Bien que le coût pour le réseau français semble important, ces coûts sont très faibles si l'on considère parallèlement les bénéfices en termes de surplus social d'AQUIND.

L'ACB d'AQUIND, présentée à la CRE dans le cadre de la Demande d'exemption d'AQUIND (soumise en mai 2020) montre qu'AQUIND pourrait amener un bénéfice total en termes de surplus à la France qui excéderait presque 1 Md€ dans le scénario central. La prise en compte des coûts ponctuels potentiels de RTE qui s'élèvent à environ 47 M€ (dans la colonne 3 du **Tableau 1**) représenterait toujours un bénéfice pour la France qui excéderait 950 M€.

⁹ Extrait de l'étude de Consentec pour AQUIND d'avril 2020 : *Impact d'une nouvelle interconnexion entre la France et la Grande-Bretagne sur le réseau de transport d'Europe continentale*