

NOTE DE SYNTHÈSE

# Interconnexion AQUIND:

## Contribution à la transition écologique vers la neutralité carbone à moindre coût

Alors que la France n'est pas encore sortie de la pandémie de Covid-19, il semble y avoir un consensus croissant parmi les décideurs politiques et l'industrie selon lesquels une « reprise verte » serait nécessaire pour atteindre l'objectif de neutralité carbone en France d'ici 2050. Cependant, la situation économique difficile et la pression financière sur les consommateurs renforcent la nécessité de réaliser une transition écologique à moindre coût.

L'interconnexion AQUIND, un projet d'interconnexion de 2 GW entre la Grande-Bretagne et la France, peut aider la France à atteindre son objectif de neutralité carbone tout en stimulant l'industrie française. En supposant une mise en service en 2024, notre modélisation montre que l'interconnexion AQUIND devrait générer un surplus socio-économique de plus de 600 millions d'euros tout en contribuant à la sécurité d'approvisionnement, dans un contexte où de nouveaux risques sur l'approvisionnement électrique apparaissent.

**5.5 Mds €**

De surplus des producteurs français entre 2025 et 2050.

**0.6 Mds €**

De surplus socio-économique (intrinsèque) net en France entre 2025 et 2050.

**1.4 Mds €**

D'investissements privés d'ici 2024 (dont 750 nouveaux emplois) entre la France et la Grande-Bretagne.

### La France accélère ses objectifs de décarbonation...

En Juin 2019, les législateurs français ont fixé un objectif ambitieux de réduction d'émissions de gaz à effet de serre (« GES »), mettant ainsi la France sur la voie d'une neutralité carbone d'ici 2050, conformément à l'accord de Paris sur le climat de 2015. Cette décision représente une accélération significative des ambitions françaises en termes de lutte contre le changement climatique et remplace l'objectif de 2015 visant une réduction des émissions de GES de 75% d'ici 2050 (par rapport aux niveaux de 1990).

Ces ambitions devraient également stimuler la croissance économique. Dans une déclaration conjointe avec le Gouvernement allemand, le Gouvernement français a souligné que le Green Deal européen (la feuille de route pour la réalisation de l'accord de Paris sur le climat de 2015) « représente le point de départ d'une stratégie moderne de croissance ».<sup>1</sup>

Néanmoins, l'approche à suivre pour réussir cette transition reste à préciser. L'économie décarbonée devra être mise en place à moindre coût pour les consommateurs, tout en assurant la sécurité d'approvisionnement en électricité.

<sup>1</sup> Gouvernements français et allemand (2020), *Common Statement on the European Green Deal and a European Recovery Plan*.

### ...mais la pandémie de Covid-19 ayant engendré une récession, la gestion des coûts et de la soutenabilité économique et sociale de la transition sera essentielle pour atteindre la neutralité carbone.

Alors que la France s'engage dans la transition écologique, l'économie et l'industrie sont confrontées à une pression et une incertitude financières sans précédent.

Une étude de McKinsey montre qu'au mois de juin 2020, de 83 % des consommateurs français ont exprimé une certaine inquiétude quant à l'avenir de l'économie.

Environ un tiers des consommateurs ont également fait état d'une perte de revenus ainsi que d'une réduction des dépenses, ce qui n'est pas surprenant compte tenu de la récente augmentation du chômage.<sup>2</sup>

Alors que la France cherche à se remettre des effets de la pandémie et de ses conséquences économiques, les acteurs de toute l'UE ont exprimé leur vif intérêt pour une « reprise verte ». Par exemple, le directeur de la BCE a récemment annoncé la possibilité d'utiliser son programme d'achat d'actifs de 2,8 milliards d'euros pour atteindre les objectifs environnementaux.<sup>3</sup> Par ailleurs, le dernier budget du programme InvestEU prévoit d'investir 20Mds€ dans des infrastructures durables.<sup>4</sup> En août, le Gouvernement français a annoncé que 30 milliards d'euros sur les 100 milliards d'euros du plan de relance seront consacrés au financement de la transition écologique tout en précisant que « chaque axe du plan de relance doit apporter une contribution à la transition écologique ».<sup>5</sup>

Toutefois, il pourrait s'avérer plus difficile d'être en mesure de tenir les engagements pris pour atteindre la neutralité carbone en raison de la volatilité des prix mais aussi du regain de compétitivité des sources d'énergie traditionnelles lié à la chute des prix des combustibles fossiles par rapport aux technologies bas carbone.

En raison des préoccupations liées à une pression croissante sur l'économie et au coût important de la décarbonation, il est aujourd'hui plus que jamais essentiel que la transition écologique soit faite à moindre coût, autant pour l'industrie que pour les consommateurs.

### Introduction sur les bénéfices des interconnexions

Les interconnexions électriques sont des infrastructures de transport d'électricité entre deux régions et sont depuis longtemps reconnues pour leurs multiples bénéfices. Dans cette note, nous présentons comment les interconnexions et le projet AQUIND en particulier contribuent à accroître le surplus socio-économique, à soutenir la transition vers un système décarboné, à contribuer à la sécurité d'approvisionnement et à offrir d'autres bénéfices macroéconomiques.

### Contribution au surplus socio-économique

Les interconnexions électriques sont des infrastructures de transport d'électricité entre deux régions, reconnues depuis longtemps pour leur multiples bénéfices. Dans cette note, nous présentons comment les interconnexions, et le projet AQUIND en particulier, contribuent au surplus socio-économique, à la transition vers un système décarboné et à la sécurité d'approvisionnement, et offrent des bénéfices macroéconomiques additionnels.

Les prix de gros de l'électricité en France sont souvent moins élevés que ceux des pays interconnectés (à l'exception de l'Allemagne). En effet, en 2018, les prix français étaient inférieurs d'environ 15 €/MWh par rapport aux prix britanniques.<sup>6</sup> Cet écart s'explique par un mix de production fondamentalement différent entre les deux pays, la France s'appuyant sur un socle de nucléaire, d'hydraulique et d'énergies renouvelables, tandis que la Grande-Bretagne utilise un mix de gaz, de charbon, de nucléaire et d'énergies renouvelables. Cette différence structurelle dans le mix de production devrait persister à long terme et est à l'origine de ce que l'on appelle la « **valeur intrinsèque** » des interconnexions.

Ainsi, plus d'interconnexions signifie que les producteurs français d'électricité peuvent accéder à une demande d'électricité additionnelle dans les pays interconnectés, en particulier lorsqu'il y a un excédent de production en période creuse. Il en résulte une augmentation globale du surplus socio-économique.

### Contribution à la transition vers un système énergétique bas carbone

Les interconnexions favorisent l'intégration des énergies renouvelables dans le système énergétique européen, permettant d'importer ou d'exporter plus facilement de l'électricité bas carbone, notamment parce que la variabilité de la production d'énergie renouvelable n'est pas entièrement corrélée entre les pays. Par exemple,

2 CE (2020), Résultats de l'enquête de juin 2020 auprès de consommateurs et entreprise (link); et l'étude McKinsey (2020): *French consumer sentiment during the coronavirus crisis*.

3 Financial Times (2020), *Lagarde puts green policy top of agenda in ECB bond buying*.

4 CE (2020), *InvestEU Factsheet*.

5 Site du gouvernement français (2020), *Présentation du plan de relance*.

6 ACER Market Monitoring Report (2018), *Electricity Wholesale Markets Volume*.

les conditions de vent peuvent varier considérablement d'un endroit à l'autre. Cela signifie que l'excédent de production d'énergie renouvelable dans un pays peut souvent être exportée au profit de ses voisins.

À mesure que la France et les pays européens progressent vers un système énergétique bas carbone, la volatilité de la production d'énergie renouvelable et par conséquent des prix de gros de l'électricité, augmentera nécessairement. Cela augmentera la valeur fournie par les interconnexions car l'augmentation des flux sur ces dernières réduira la volatilité des prix de l'énergie, diminuant alors les risques et les coûts pour les producteurs, les fournisseurs et les consommateurs. Ceci apporte une valeur supplémentaire au système, appelée "**valeur extrinsèque**".

### Contribution à la sécurité d'approvisionnement

L'un des principaux défis de la transition écologique vers un système électrique décarboné est la nécessité de maintenir la sécurité d'approvisionnement, c'est-à-dire l'accès à des sources d'électricité suffisantes permettant de répondre à la demande des consommateurs à tout moment. En effet, avec une pénétration croissante de la production variable en France (éolien et solaire) sur le chemin de la transition écologique, le système électrique doit être capable de gérer un équilibre de plus en plus variable entre l'offre et la demande. La Programmation pluriannuelle de l'énergie ("PPE") française prévoit ainsi une augmentation de la capacité de production renouvelable de plus de 70 % d'ici 2023, par rapport aux niveaux de 2014.<sup>7</sup>

Les interconnexions contribuent à relever ce défi en diversifiant les sources d'énergie du système électrique français. Cela signifie que les interconnexions permettent à la France d'avoir un accès plus large à d'autres ressources énergétiques, en particulier pendant les périodes durant lesquelles le système électrique français est sous tension.

De plus, les interconnexions peuvent également contribuer à la sécurité d'approvisionnement en fournissant des services d'équilibrage aux gestionnaires de réseau afin de maintenir la stabilité du système électrique. Ces services sont connus sous le nom de "services systèmes" et deviendront de plus en plus importants à mesure que la production renouvelable variable augmentera.

### Bénéfices macroéconomiques additionnels

Les investissements dans les interconnexions sont des projets d'infrastructure à grande échelle contribuant

à stimuler l'économie et à créer de nouveaux emplois pendant les phases de planification, de développement, de construction et d'exploitation.

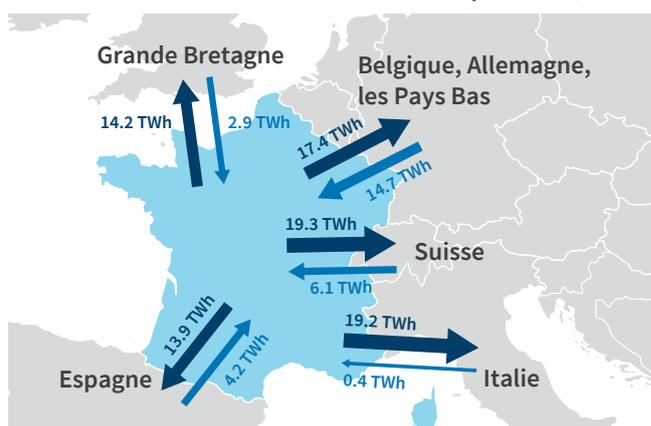
Ces investissements peuvent, à leur tour, avoir des effets positifs entraînant une activité économique supplémentaire dans les autres maillons de la chaîne, appelés "**effets multiplicateurs**".

Des études académiques ont estimé que ces effets multiplicateurs sont "considérablement plus importants en période de récession",<sup>8</sup> suggérant qu'en période de difficultés économiques, chaque euro d'investissement et chaque euro de recettes d'exportation stimulerait une activité économique supplémentaire encore plus importante dans les autres secteurs de l'économie.

### Contribution d'AQUIND à l'augmentation de la capacité d'interconnexion française

Historiquement, la France a toujours été bien interconnectée à ses voisins. En 1986, la première interconnexion avec la Grande-Bretagne ("GB") via un câble sous-marin à courant continu ("DC") est mise en service. La capacité d'interconnexion entre la France et les pays voisins a rapidement été renforcée, de sorte qu'à la fin de 2015, elle représentait plus de 10 % de la capacité nationale, dépassant déjà l'objectif européen d'atteindre 10% d'interconnexion électrique en 2020.<sup>9</sup>

FIGURE 1: FLUX À TRAVERS LES INTERCONNEXIONS FRANÇAISES (2019)



Source: Recréé à partir de CRE (2019), Penser L'Énergie de Demain

L'économie française a largement bénéficié des interconnexions, les producteurs français ayant atteint un solde net d'exportation de plus de 55TWh en 2019.<sup>10</sup> Plus généralement, ces flux transfrontaliers élevés indiquent la présence de différences de prix persistantes entre la France et les pays voisins, ce qui laisse supposer

7 Gouvernement français (2020), Programmation pluriannuelle de l'Énergie (PPE).

8 NBER (2015), How powerful are fiscal multipliers in recessions?

9 CRE (2016), Electricity and gas interconnections in France; et CE (2014), Communication from the Commission to the European Parliament and the Council.

10 CRE (2019), Penser L'Énergie de Demain.

qu’il est possible de réaliser des gains d’efficacité économique supplémentaires.

Deux interconnexions entre la France et la Grande-Bretagne sont déjà en cours de construction (ElecLink et IFA 2), chacune d’elles fournissant une capacité supplémentaire de 1 GW.

Plusieurs autres projets sont également en cours de développement dont l’interconnexion AQUIND, un projet d’une capacité nette de 2 GW pour relier la côte sud de l’Angleterre à la Normandie, qui devrait être opérationnel en 2024.

Dans ce contexte, l’équipe énergie de FTI Consulting et Compass Lexecon (“FTI-CL Energy”) a été chargée par AQUIND d’estimer la valeur que devrait générer l’interconnexion AQUIND du début de son exploitation jusqu’en 2050.

La suite de cette note présente les bénéfices que l’interconnexion AQUIND devrait générer pour l’économie française dans la transition écologique vers la neutralité carbone, sa contribution à la sécurité d’approvisionnement et les autres bénéfices macroéconomiques notamment dans le contexte économique difficile lié à la pandémie de Covid-19.

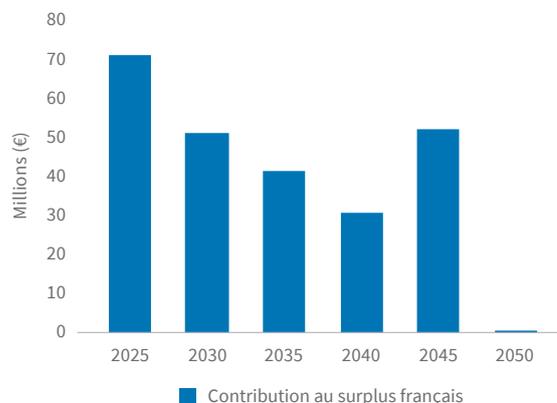
Nous supposons par ailleurs que nous supposons par ailleurs que le retrait du Royaume-Uni de l’UE n’a pas d’incidence sur le besoin sous-jacent d’une plus grande capacité d’interconnexion.<sup>11</sup> Cet impact n’a pas été modélisé en tant que tel.

### Contribution d’AQUIND à l’économie française à travers l’augmentation du surplus socio-économique

A l’aide de notre outil de modélisation, nous avons analysé l’évolution des marchés français, britannique et européens de l’énergie de 2025 à 2050, en modélisant les prix de gros de l’électricité horaires ainsi que les volumes, avec et sans l’interconnexion AQUIND, afin de quantifier les bénéfices du projet.

En supposant que le projet soit opérationnel en 2024 notre analyse montre que l’interconnexion AQUIND pourrait accroître le surplus socio-économique de la France de plus de 600 millions d’euros en Valeur Actuelle Nette (“VAN”) entre 2020 et 2050.

FIGURE 2: CONTRIBUTION D’AQUIND AU SURPLUS SOCIO-ÉCONOMIQUE FRANÇAIS



Source : Analyse FTI-CL Energy

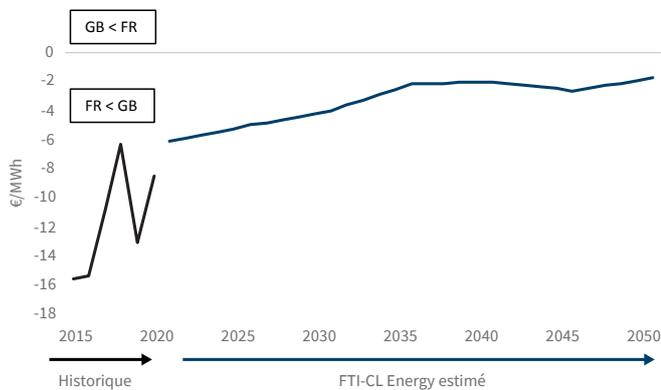
Ces résultats sont liés à la valeur intrinsèque de l’interconnexion venant de la différence structurelle des prix de gros de l’électricité entre la Grande-Bretagne qui la France (et sera probablement significativement plus importante dans la réalité en prenant en compte la valeur extrinsèque de l’interconnexion).

Les prix de gros de l’électricité en France et en Grande-Bretagne s’expliquent par les éléments suivants :

- Le prix des commodités (charbon, gaz et CO2) qui affectent le coût marginal de production des centrales, et par conséquent, leur offre sur le marché.
- L’offre et la demande d’électricité : une demande plus forte entraîne des coûts de production plus importants. De même, le développement des technologies à faible coût marginal de production (telle que l’éolien) tend à réduire les prix de l’électricité.
- Les politiques et réglementations, qui peuvent influencer sur l’offre et la demande. Par exemple, des politiques de soutien visant spécialement certaines technologies telles que l’éolien en mer auront un impact sur le mix électrique, et ainsi, sur les prix de gros de l’électricité. Entre aujourd’hui et 2050, l’analyse montre que les prix moyens en Grande-Bretagne resteraient supérieurs aux prix moyens français. Cependant, d’ici à 2050, l’écart de prix moyen devrait diminuer en raison des niveaux élevés de pénétration des énergies renouvelables en France et en Grande-Bretagne, du retrait d’une partie des capacités nucléaires à faible coût marginal en France, ainsi que de l’augmentation des capacités d’interconnexions.

11 Nous supposons que, dans le pire des cas, des désaccords pourraient survenir sur la libre circulation des électrons à travers du couplage de marché. Ceci impacterait les prix et les volumes d’échanges, mais l’impact final sur les résultats serait probablement limité.

**FIGURE 3: ECART MOYEN DE PRIX DE GROS DE L'ÉLECTRICITÉ ENTRE LE FRANCE ET LA GRANDE BRETAGNE / ARROWS HISTORIQUE ; PROJECTION FTI-CL ENERGY**



Source : Analyse FTI-CL Energy

L'interconnexion AQUIND permettrait aux producteurs français d'avoir un accès plus large au marché de l'électricité en Grande-Bretagne où les prix sont plus élevés. Avec plus d'électricité exportée à des prix plus hauts, nous estimons que les bénéfices des producteurs français seraient de 5,5 Md€ de VAN environ entre 2025 et 2050. Cependant, cela signifie à l'inverse que les consommateurs français seraient confrontés à des coûts d'approvisionnement en électricité plus élevés. Par ailleurs, la convergence résultante des prix de gros entre la France et la Grande-Bretagne réduirait une partie des rentes de congestion des autres interconnexions françaises.

Dans l'ensemble, du point de vue du surplus socio-économique, les bénéfices de l'interconnexion AQUIND sont matériels. Le surplus pour les producteurs dépasserait considérablement le coût pour les consommateurs, générant un surplus de 1,8 Md€ de VAN environ. En prenant en compte la baisse des revenus générés par les autres interconnexions françaises, la VAN du surplus socio-économique net réduirait de 1,2 Mds€. Ainsi en considérant l'ensemble des acteurs économiques français, l'interconnexion AQUIND contribuerait à un surplus socio-économique net positif de 0,6 Mds€ en VAN.

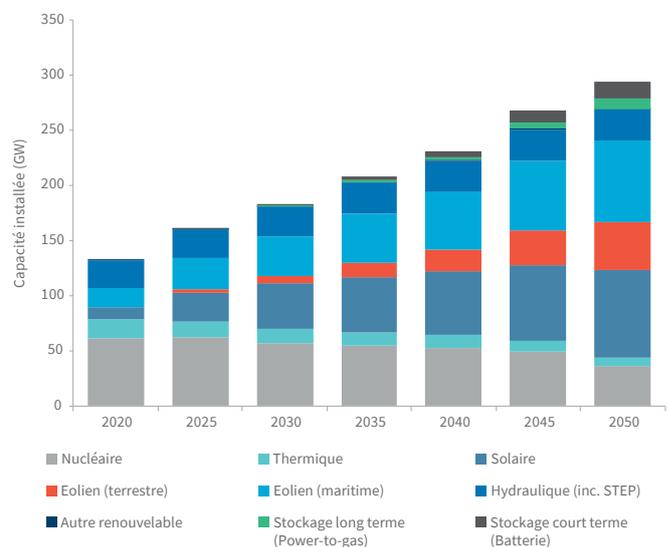
### Contribution d'AQUIND à la transition écologique vers la neutralité carbone d'ici 2050

Les bénéfices pour les producteurs français générés par l'interconnexion AQUIND sont le résultat de l'augmentation des flux transfrontaliers, la Grande-Bretagne et la France étant en mesure de partager la production de leurs capacités croissantes en ressources renouvelables.

Selon notre analyse, la production à partir d'énergies renouvelables est supposée passer à 43% de la consommation brute d'électricité en France et à 62% en Grande-Bretagne en 2030. Elle est supposée passer à 77% en France et à 75% en Grande-Bretagne en 2050, à mesure que les deux pays progresseront vers leurs objectifs respectifs de neutralité carbone.

En France, l'énergie nucléaire est supposée rester une source importante d'électricité bas carbone, mais sa part dans la production totale diminue. L'analyse suppose que des investissements importants dans les capacités éoliennes et solaires se poursuivront entre 2030 et 2050.

**FIGURE 4: CAPACITÉ DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ PAR TECHNOLOGIE (FRANCE)**

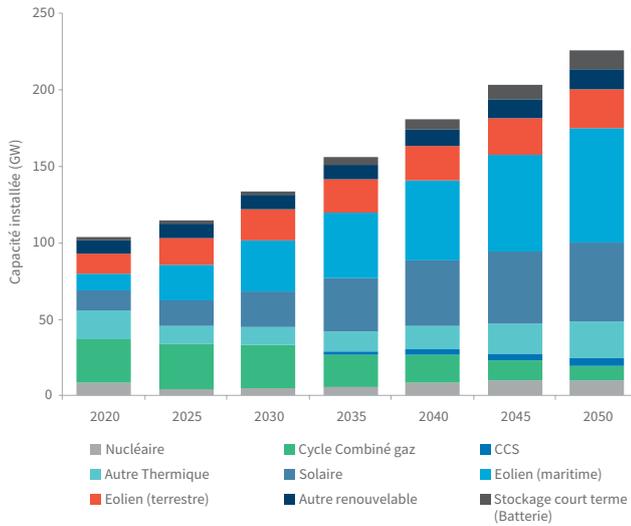


Source : Analyse FTI-CL Energy

En Grande-Bretagne, l'analyse suppose que la capacité installée renouvelable excède 50% de la capacité totale installée à partir de 2030. Le mécanisme actuel de prix plancher du carbone est supposé être maintenu au niveau actuel (40€/tCO<sub>2</sub>) jusqu'à ce que le prix du carbone implicite indexé sur l'EU ETS augmente au-delà de ce niveau. Cela conduirait alors à une convergence des prix du carbone (en accord avec la déclaration du Royaume-Uni mentionnant que tout futur système post-Brexit « sera au moins aussi ambitieux que l'EU ETS »).<sup>12</sup>

12 GOV.UK (2020), Meeting climate change requirements from 1 January 2021.

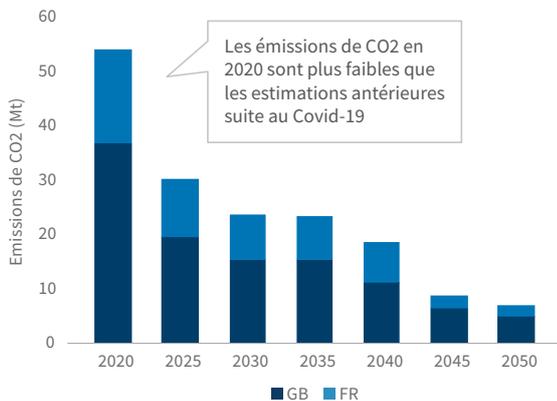
FIGURE 5 : CAPACITÉ DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ PAR TECHNOLOGIE (GB)



Source : Analyse FTI-CL Energy

Les scénarios développés dans notre analyse montrent que les émissions de CO2 déclineraient progressivement entre 2020 et 2050, en phase avec la sortie du charbon et l'augmentation du déploiement des énergies renouvelables. D'ici 2050, certaines émissions résiduelles de CO2 devraient néanmoins être présentes en raison d'une trajectoire d'augmentation du prix du carbone insuffisante pour arriver à une décarbonation totale.

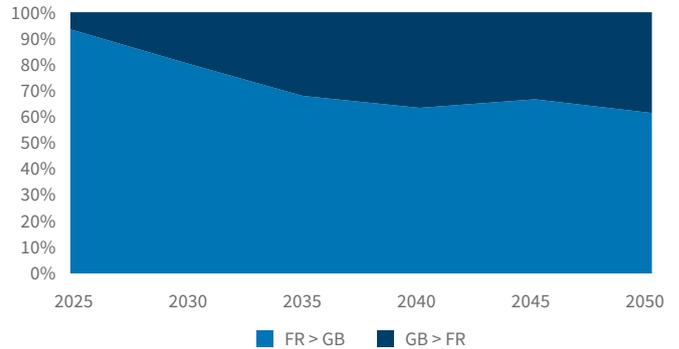
FIGURE 6 : ÉMISSIONS DE CO2 DU SECTEUR ÉLECTRIQUE FRANÇAIS ET ANGLAIS



Source : Analyse FTI-CL Energy

L'interconnexion AQUIND permettrait à la future augmentation de capacité renouvelable en Grande-Bretagne et en France de se traduire par un plus grand flux d'électricité entre les deux pays. En effet, sur le chemin de la transition écologique, la France bénéficierait d'une augmentation de capacité d'import et d'export pour optimiser l'utilisation des énergies renouvelables variables en période d'excès ou de déficit.

FIGURE 7 : DIRECTION DES FLUX TRANSFRONTALIERS SUR L'INTERCONNEXION AQUIND (%)



FTI-CL Energy analysis

### Contribution d'AQUIND à la sécurité d'approvisionnement

Les interconnexions comme le projet AQUIND contribuent à la sécurité d'approvisionnement de la France en permettant l'importation d'une plus grande quantité d'énergie dans le système. Cela est particulièrement essentiel pendant les périodes de tension du système, lorsque la France pourrait ne pas disposer d'une production suffisante pour répondre aux besoins du pays. En effet, RTE a récemment prévu une augmentation du risque pour la sécurité d'approvisionnement pour l'hiver 2021-22. Une augmentation de la capacité d'interconnexion contribue à atténuer ces risques.<sup>13</sup>

Par exemple, l'hiver relativement froid en 2016/2017, combiné à de nombreux arrêts planifiés de longue durée de centrales nucléaires (qui ont conduit à la plus faible disponibilité de l'énergie nucléaire en 10 ans), ont créé des tensions sur le système électrique suite à une demande d'électricité hivernale élevée combinée à une réduction de l'offre nucléaire. Grâce aux fortes interconnexions avec ses voisins, la France a pu importer l'électricité nécessaire pour satisfaire sa demande intérieure, évitant ainsi tout problème d'approvisionnement et l'inflation des prix de l'électricité. Cet hiver-là, la France est ainsi devenue importatrice nette d'électricité pour la première fois depuis février 2012.<sup>14</sup>

De plus, la Grande-Bretagne et la France progressant toutes deux vers la neutralité carbone, une plus grande pénétration d'énergies renouvelables est susceptible d'augmenter la pression sur le réseau électrique, en provoquant par exemple des perturbations plus fréquentes ou plus importantes de la fréquence, ou en réduisant l'inertie. Ceci tend à accroître le besoin de flexibilité afin que le système fonctionne de manière stable et sûre.

<sup>13</sup> RTE (2020), Bilan Prévisionnel 2020.

<sup>14</sup> European Network of Transmission System Operators for gas (2017), Winter Review 2016/2017.

Les interconnexions peuvent jouer un rôle dans l'équilibrage du système pour fournir cette flexibilité. Elles contribuent à faciliter une meilleure coordination des flux, en dissipant l'impact de la production variable sur une zone plus étendue. Ceci permet ensuite de réduire le coût global que les consommateurs doivent payer pour les services d'équilibrage afin de maintenir la stabilité du système. Le bénéfice supplémentaire de l'équilibrage du système n'a toutefois pas été quantifié dans cette note.

### Contribution d'AQUIND à la reprise économique post Covid-19

La pandémie de Covid-19 a entraîné une récession économique. Dans le cadre des efforts en cours pour stimuler l'économie, le Gouvernement français s'est engagé à poursuivre les investissements, en particulier dans le domaine des infrastructures. Bien qu'une proportion importante des investissements prévus soit publics ou subventionnés, le besoin d'investissements du secteur privé pour contribuer à la relance de l'économie est matériel, afin de créer des emplois et de la valeur économique sans accroître la pression sur les finances publiques.

Parallèlement, les appels à se concentrer sur les investissements qui permettront une "reprise verte" se multiplient. Au niveau européen, le "Green Deal" de la Commission Européenne ("CE") demeure ainsi au premier rang des priorités. Les gouvernements français et allemand ont déclaré conjointement qu'il "fournit un cadre global pour un plan de relance visant à stimuler l'économie de manière durable et innovante".<sup>15</sup>

De plus, ils soulignent que la reprise économique "doit être compatible avec la lutte contre le réchauffement climatique et la préservation de l'environnement".<sup>16</sup>

Par conséquent, les projets d'entreprises privées, tels qu'AQUIND, visant à investir dans de grands projets d'infrastructure contribuant à la transition écologique sont des éléments importants de la relance économique des prochaines années. L'interconnexion AQUIND soutiendrait la reprise économique de trois manières différentes :

- Premièrement, l'interconnexion AQUIND stimulerait l'économie et les entreprises françaises, en les aidant à rebondir après la crise de Covid-19. L'interconnexion elle-même contribuerait à un investissement initial de 1,4 milliard d'euros au Royaume-Uni et en France et créerait jusqu'à 750 emplois entre 2021 et sa mise en

service en 2024. De plus, l'impact de l'interconnexion sur le marché de gros de l'électricité générerait des bénéfices de 5,5 milliards d'euros en valeur actuelle nette pour les producteurs d'électricité français. Cela permettrait à ces producteurs d'augmenter leurs investissements et de développer leurs activités, ce qui entraînerait une nouvelle augmentation de la production nationale et la création d'emplois grâce aux "effets multiplicateurs" dans les autres maillons de la chaîne.

- Deuxièmement, l'interconnexion AQUIND fournirait ce stimulus sans aucune dépense publique directe. Il est également probable qu'il augmenterait les bénéfices des entreprises et fournirait des recettes fiscales supplémentaires à un moment où la dette publique française pourrait largement dépasser 100% du PIB d'ici la fin de l'année.
- Troisièmement, l'interconnexion AQUIND apporterait ces bénéfices tout en faisant partie intégrante du programme de « relance verte » vers la neutralité carbone en aidant le pays à respecter ses obligations et ses responsabilités envers les générations futures.

### Annexe : Résumé de la méthodologie et des hypothèses de modélisation

L'interconnexion AQUIND crée des bénéfices en termes de surplus socio-économique en permettant le transport de l'électricité entre la Grande-Bretagne et la France et en optimisant ainsi l'utilisation des ressources sur une plus grande zone géographique. En particulier, l'évolution des flux transfrontaliers a un impact sur les prix de gros de l'électricité dans les deux pays, réduisant notamment contribue les prix de gros de l'électricité en Grande-Bretagne.

Cette annexe présente les principales hypothèses qui sous-tendent les résultats de la modélisation présentés dans cette note. **Une méthodologie détaillée se trouve dans une annexe technique séparée.**

#### Approche de modélisation et cadre d'analyse

Pour estimer l'impact de l'interconnexion AQUIND, nous avons utilisé le modèle d'optimisation du marché européen de l'électricité de FTI-CL, exécuté sur la plate-forme de modélisation commerciale Plexos®, et utilisant les données et les hypothèses construites par FTI-CL Energy. Le modèle couvre l'ensemble des marchés européens de l'électricité et construit la courbe d'offre dans chaque zone de prix à partir des centrales

15 *Gouvernements français et allemande (2020)* and italicise: "Common Statement on the European Green Deal and a European Recovery Plan."

16 *Gouvernements français et allemande (2020)* and italicise: "Common Statement on the European Green Deal and a European Recovery Plan."

individuelles et de leurs caractéristiques. Les prix par zone sont estimés à partir de la valeur marginale de l'énergie, compte tenu des stratégies d'offres des producteurs. L'analyse tient également compte des contraintes liées au transport et aux interconnexions transfrontalières ainsi qu'aux contraintes de fonctionnement des centrales de production.

Dans cette analyse, nous avons modélisé 6 années de prix spot (tous les cinq ans de 2025 à 2050), pour estimer l'impact sur les prix de gros à travers l'Europe avec et sans l'Interconnexion AQUIND. La valeur actuelle nette (VAN) des surplus socio-économiques a été calculée en utilisant un taux d'actualisation de 3,5%.<sup>17</sup>

Notre analyse ne se focalise pas sur l'impact spécifique sur les émissions de gaz à effet de serre. Nous nous concentrons plutôt sur les bénéfices économiques d'une capacité d'interconnexion supplémentaire à la frontière franco-britannique, en supposant que ces politiques et engagements soient respectés.

### Définition du scénario : Europe

Trois catégories d'hypothèses clés sous-tendent notre modélisation : les prix des commodités, la demande d'électricité et les politiques et réglementations des marchés de l'énergie. Chacune de ces hypothèses est présentée ci-dessous.

#### 1. Prix des Commodités

Les **prix du charbon et du gaz**, à court terme, sont supposés rester à des niveaux bas (en raison de la pandémie de Covid-19) jusqu'au rééquilibrage des marchés du gaz. À plus long terme, les prix convergent vers le scénario New/Stated Policies du World Energy Outlook (WEO) 2019 de l'IEA, qui reflète le marché mondial du gaz de référence à long terme, atteignant environ 25 €/MWh d'ici 2050.

Les **prix du CO2** sont supposés augmenter régulièrement au cours de la période de modélisation, à la suite d'une réforme de l'EU ETS visant à l'aligner sur l'ambition accrue de l'UE en matière de décarbonation, pour atteindre 28 €/tCO2 en 2030 et environ 90 €/tCO2 d'ici 2050.

#### 2. Demande d'électricité

La **croissance de la demande**, au-delà d'une reprise suite à la baisse consécutive à la pandémie de Covid-19, est supposée rester modérée à moyen terme, l'électrification des usages étant compensée par des mesures d'efficacité énergétique. Le taux de croissance est supposé augmenter sur le long terme avec la poursuite de l'électrification des

transports, du chauffage et de l'industrie.

La **flexibilité de la demande** est supposée progresser davantage avec le développement de l'effacement et du stockage, à court terme (batteries ou décalage temporel de demande) jusqu'au stockage à long terme (production d'hydrogène).

La **capacité installée d'énergies renouvelables ("EnR")** pour 2030 est **alignée** sur les objectifs nationaux pour 2030 figurant dans les Plans Nationaux intégrés Energie-Climat (PNEC).

La sortie progressive du **charbon de certaines centrales nucléaires** se poursuit selon les orientations européennes et nationales actuelles, avec également de nouveaux projets nucléaires développés dans certains pays.

La **capture et le stockage du carbone ("CSC")** sont pris en compte dans notre modélisation et se développent lentement car nous supposons l'absence de soutien spécifique.

### 3. Politiques, réglementations et structure du marché de l'électricité

Les investissements dans les énergies renouvelables continuent d'être encouragés par le biais d'appels d'offres nationaux pour atteindre les objectifs des PNEC.

Les mécanismes de capacité sont supposés continuer à garantir la sécurité de l'approvisionnement dans un contexte d'augmentation des RES en incitant la construction de nouvelles capacités si nécessaire.

#### Définition du scénario : France

La France est supposée rééquilibrer son mix de production avec une diminution relative de la capacité nucléaire et une augmentation significative de la capacité RES tout en atteignant les objectifs du PNEC. Nos hypothèses sur le futur mix de production prennent en compte les orientations politiques suivantes :

- Diminution progressive de **l'énergie nucléaire** en ligne avec la PPE : Programmation Pluriannuelle de l'Energie avec à terme la construction de 12 à 35 GW de nouvelles unités ;
- Augmentation de **l'éolien terrestre** à plus de 35 GW d'ici 2030 et entre 50 à 80 GW d'ici 2050 ;
- Augmentation **de l'éolien en mer** entre 30 à 80 GW d'ici 2050 ;
- Augmentation du **solaire** à 44 GW d'ici 2030 et entre 40 à 250 GW d'ici 2050.

17 Ceci est cohérent avec le taux utilisé pour les investissements publics.

## Définition du scénario : Grande-Bretagne

La Grande-Bretagne est supposée augmenter l'utilisation des énergies renouvelables pour décarboner les secteurs de l'électricité, de la chaleur et des transports. Nos hypothèses sur le futur mix de production prennent en compte les orientations politiques suivantes :

- Soutien au **nouveau nucléaire** Hinkley Point C et deux sites supplémentaires d'ici 2050 ;
- Augmentation du **solaire** à 15-30 GW d'ici 2030 et entre 25-55 GW d'ici 2050 ;
- Augmentation **de l'éolien terrestre** à 17-25 GW d'ici 2030 et entre 20-40 GW d'ici 2050 ; et
- Augmentation de **l'éolien en mer** à 30-55 GW d'ici 2030 et entre 40-85 GW d'ici 2050 (fournissant un tiers de l'électricité d'ici 2030).

Le prix plancher du carbone devrait également être maintenu à 40€/t jusqu'à ce que le prix du carbone implicite indexé sur l'EU ETS augmente au-delà de ce niveau.

## Définition du scénario : investissements dans les interconnexions

Le développement d'autres interconnexions en Europe est susceptible d'interagir étroitement avec la valeur de l'interconnexion AQUIND. Dans cette modélisation, nous avons aligné nos hypothèses sur le développement des interconnexions avec les informations publiées sur les dates de mise en service prévues, les orientations publiées par les autorités compétentes (par exemple le SDDR de RTE), ainsi qu'une compréhension des défis auxquels sont confrontés certaines interconnexions dans leur développement. Comme nous avons modélisé par pas de 5 ans, nos hypothèses se concentrent sur le fait que les autres interconnexions soient opérationnelles ou non avant chacune des années modélisées.

- Entre la France et la Grande-Bretagne, outre ElecLink et IFA2, une nouvelle interconnexion (autre qu'AQUIND) de 1,4 GW est supposée être opérationnelle avant 2030, et une autre de 1,4 GW avant 2040.
- Greenlink, NSL et Viking Link sont supposées être opérationnelles avant 2025.
- NeuConnect est supposée être opérationnelle avant 2030.
- NorthConnect et Nautilus sont supposées être opérationnelles entre 2030 et 2035.

### FABIEN ROQUES

Executive Vice President  
froques@compasslexecon.com

### JASON MANN

Senior Managing Director  
Jason.Mann@fticonsulting.com

### MARTINA LINDOVSKA

Senior Director  
Martina.Lindovska@fticonsulting.com

### YVES LE THIEIS

Senior Economist  
ylethieis@compasslexecon.com

## INFORMATIONS IMPORTANTES

Ce rapport a été préparé par la société FTI Consulting LLP (« FTI ») à l'attention de AQUIND Limited dans le cadre de l'analyse de la contribution de l'Interconnexion AQUIND au surplus socio-économique en France, conformément à la lettre d'engagement conclue avec AQUIND Limited en date du 11 Avril 2018 (le « Contrat »).

Ce rapport a été préparé au bénéfice exclusif de AQUIND Limited dans le contexte de l'analyse de la contribution de l'Interconnexion AQUIND au surplus socio-économique en France. Aucune autre partie ne pourra se fonder sur ce rapport, et ce à quelque fin que ce soit.

Ce rapport ne pourra être ni mentionné ni cité, en tout ou partie, dans une quelconque déclaration d'enregistrement (« registration statement »), prospectus, document public, contrat de prêt, ni dans aucun autre document, et ne pourra être utilisé dans le cadre d'une procédure, qu'elle soit en justice, d'arbitrage ou règlementaire, sans l'accord préalable et écrit de FTI. FTI décline toute responsabilité et rejette toute obligation de diligence envers quiconque (à l'exception de AQUIND Limited aux termes du Contrat) pour le contenu du rapport. En conséquence, FTI rejette toute responsabilité pour toutes conséquences résultant du fait qu'une personne (autre que AQUIND Limited sur la base ci-dessus) aurait agi, ou se serait abstenue d'agir, en se fondant sur ce rapport, ou de décisions prises ou non prises au titre de ce rapport.

Ce rapport contient des informations obtenues ou provenant de diverses sources. FTI n'accepte aucune responsabilité concernant la vérification ou l'établissement de la fiabilité de ces sources, ni concernant la vérification des informations ainsi fournies.

Rien dans ce document ne saurait constituer des conseils en matière juridique, comptable, fiscale ou d'investissement, ni une déclaration selon laquelle un investissement ou une stratégie est adapté(e) ou approprié(e) au vu de la situation individuelle du destinataire. Rien dans ce document ne saurait constituer de quelque autre manière que ce soit une recommandation personnelle.

FTI ne fait aucune déclaration, ni ne donne aucune garantie, expresse ou tacite, d'aucune sorte à quiconque (à l'exception de AQUIND Limited aux termes du Contrat) quant à l'exactitude ou l'exhaustivité du rapport.

Ce rapport est rédigé sur la base des informations dont FTI dispose à la date de sa rédaction. Il ne tient pas compte des informations nouvelles éventuelles qui auraient pu être portées à notre connaissance après la date du rapport. Nous ne sommes aucunement tenus de mettre à jour le rapport, ni d'informer un destinataire dudit rapport de ces nouvelles informations.

Tous droits d'auteur et autres droits de propriété intellectuelle sur le rapport demeurent la propriété de FTI.  
Tous droits sont réservés.

### Avis relatif aux Droits d'Auteur

© 2020 FTI Consulting LLP. Tous droits réservés.