

Par courrier électronique à : rte-concerte-bp@rte-france.com

5 mars 2021

Objet : Bilan prévisionnel à l'horizon 2050

Chère équipe RTE,

AQUIND vous remercie de l'opportunité de fournir ses commentaires sur le Bilan prévisionnel à long terme de RTE, intitulé « Futurs énergétiques 2050 » et publié le 27 janvier 2021.¹

Il est entendu que RTE a élaboré le rapport sur le futur énergétique à long terme en France afin d'améliorer sa compréhension des défis liés aux objectifs de neutralité carbone à l'horizon 2050, dans le cadre de la fermeture progressive du parc nucléaire français existant. RTE expose deux visions différentes pour parvenir à une telle neutralité : dans l'une d'entre elles, la fermeture des capacités nucléaires est progressivement remplacée par un mix de nouvelles sources d'énergie nucléaire et de sources d'énergie renouvelables (« SER »), tandis que dans l'autre vision, la fermeture des capacités nucléaires est entièrement remplacée par les SER. Ces deux visions conduisent à un changement fondamental dans le déploiement des énergies renouvelables, atteignant jusqu'à 85 à 90 % de la production totale d'ici 2050 et 100 % d'ici 2060. RTE, et l'étude afférente menée par l'AIE (Agence internationale de l'énergie) et RTE,² identifient un grand nombre de défis découlant d'une telle transformation pour le système électrique français, notamment dans les domaines de la stabilité du réseau, de la sécurité d'approvisionnement, des réserves d'exploitation et du rôle des réseaux, parmi lesquels se trouvent les interconnexions.

L'Interconnexion AQUIND (ci-après le « **Projet** ») est un projet d'interconnexion à courant direct à haute tension entre la Grande-Bretagne et la France, qui facilitera l'amélioration du raccordement du transport d'électricité entre la Grande-Bretagne et la France. Le câble sous-marin reliera la côte sud de l'Angleterre à la Normandie, et fournira 2 000 mégawatts

¹ <https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-01/Bilan%20Previsionnel%202050-consultation-synthese.pdf>

² https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-01/RTE-AIE_synthese%20ENR%20horizon%202050_FR.pdf

AQUIND Limited est une société créée conformément à la loi de l'Angleterre et du Pays de Galles, sous le numéro 06681477, et dont le siège social est sis OGN House, Hadrian Way, Wallsend, NE28 6HL

AQUIND SAS est une société créée conformément aux lois de la République française, immatriculée au R.C.S sous le numéro 808 503 940, et dont l'adresse du siège est sise 72 rue de Lessard 76100 Rouen

(« **MW** ») de capacité supplémentaire à partir de 2024.³ Le Projet devrait rendre les marchés européens de l'énergie plus efficaces, améliorer la sécurité de l'approvisionnement et contribuer à atteindre les objectifs nationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre, ce qui, à terme, garantira une plus grande fiabilité et des prix plus abordables pour les consommateurs britanniques.

Dans cette réponse, nous fournissons des commentaires sur plusieurs aspects du Bilan prévisionnel de RTE, du point de vue d'un concepteur d'interconnexion. Nous nous concentrons sur les points suivants :

- ▶ Les projections relatives à la demande en électricité (Question 4)
- ▶ Le cadrage des scénarios (Question 5)
- ▶ Les besoins en matière de flexibilité (Question 16)
- ▶ L'hydrogène (Question 17)
- ▶ Le mix technologique européen (Question 18)
- ▶ Le cadre d'analyse économique (Question 22)

Question 4 – trajectoires d'évolution de la consommation d'électricité

- Partagez-vous le cadrage présenté pour les projections d'évolution de la consommation ?
- Selon vous, quelles sont les tendances et orientations de la SNBC les plus structurantes à prendre en compte pour les projections de consommation d'électricité ?
- Selon vous, quelles sont les variantes à étudier dans le cadre du Bilan prévisionnel ?
- Avez-vous des données à communiquer à RTE pour préciser les trajectoires de consommation (scénario de référence et variantes) ?

AQUIND est d'accord avec les tendances générales que RTE décrit dans le Bilan prévisionnel, notamment en ce qui concerne la baisse à long terme de la consommation d'électricité domestique et commerciale (par ex. sous l'effet de l'efficacité énergétique), et l'augmentation à long terme de la demande en électricité dans le secteur des transports et l'industrie (par ex., portée par les tendances en matière d'électrification).

Toutefois, AQUIND s'étonne de la confiance exprimée par RTE eu égard à la croissance de la demande en électricité dans le secteur du « Power-to-Gas » (« P2G », ou conversion de l'électricité en gaz). Les estimations de RTE dans le Bilan prévisionnel prévoient qu'environ 50 TWh de la demande en électricité en 2050 (page 25) seront issus de la conversion de l'électricité en gaz. Toutefois, RTE n'a pas fourni une source formelle de preuves justifiant un objectif aussi ambitieux. Compte tenu de l'incertitude dans les développements technologiques de cette technologie, nous recommandons que RTE examine également des scénarios où la demande en électricité P2G prévue est moindre.

³ <http://aquind.co.uk/>

Question 5 – cadrage global des 8 scénarios d'étude

- Etes-vous d'accord avec le cadrage et les six scénarios d'étude principaux proposés ?
- Partagez-vous la définition des hypothèses communes aux six scénarios d'étude (M1, M2, M3, N1, N2, N3) et notamment la trajectoire de déclasserement nucléaire retenue ?
- Selon vous, quel doit être le dimensionnement des scénarios en matière de production d'électricité en France ?
- Confirmez-vous l'intérêt, exprimé lors de la concertation, d'étudier les deux scénarios alternatifs (« M0 » et « N0 ») proposés ci-dessus ?

AQUIND comprend comment RTE a élaboré l'ensemble des 8 scénarios évalués dans le rapport. Bien que nous ne considérons pas qu'il faille commenter la stratégie à long terme des systèmes énergétiques français, nous estimons que RTE pourrait souhaiter examiner certains points plus en détail.

Tout d'abord, RTE explique que les scénarios proposés sont ancrés dans les hypothèses de la stratégie nationale bas-carbone (SNBC) (p. ex. projections de la demande) et dans celles de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) (p. ex. le retrait du nucléaire) (Pages 8 et 9). Cela semble raisonnable, même si nous reconnaissons qu'il existe de multiples visions différentes pour l'élaboration de certains aspects du système énergétique français (p. ex. les scénarios du Schéma décennal de développement du réseau (TYNDP) élaborés par l'ENTSO-E, le Réseau européen des gestionnaires de réseau de transport - Électricité). Nous encourageons RTE à reconnaître systématiquement les cas où son analyse se rapporte à d'autres publications susceptibles d'influencer la stratégie énergétique de la France, et à continuer en outre à être cohérent avec les rapports de planification de la France au sens large.

RTE explique ensuite que les quatre angles qu'il s'efforce d'examiner dans son analyse sont techniques, économiques, environnementaux et sociétaux (Figure à la page 5). La façon dont des compromis seront établis entre eux n'est, en revanche, pas clairement énoncée. AQUIND encourage RTE à être plus explicite quant à la façon dont les compromis entre ces quatre facteurs peuvent être reflétés dans le processus réel d'élaboration des politiques.

Question 16 – flexibilité

- Partagez-vous l'approche et les hypothèses proposées par RTE pour évaluer les besoins de flexibilités ?
- Avez-vous des remarques sur les hypothèses technico-économiques (potentiel de flexibilité, contraintes de stock et d'activation, acceptabilité, coûts...) associées aux gisements de flexibilité de la demande ?

AQUIND reconnaît le constat de RTE, selon lequel la flexibilité du système électrique est un élément essentiel pour parvenir à un haut degré de réduction des gaz à effet de serre en France, quelle que soit la voie (avec ou sans nouvelle source nucléaire) que le pays choisit de suivre.

En effet, l'analyse récemment commandée par AQUIND (disponible en anglais [ici](#)) et dont la traduction en français est à venir) confirme qu'une pénétration croissante des énergies renouvelables nécessite un développement important, en contrepartie, de la production flexible. Bien qu'il existe de nombreuses sources différentes d'une telle flexibilité, les interconnexions sont susceptibles de jouer un rôle important aux côtés d'autres sources telles que la réponse à la demande, le stockage, l'hydroélectricité, etc.

AQUIND se félicite par conséquent du constat de RTE, selon lequel l'interconnexion joue un rôle essentiel dans la transition française (p. ex. page 58 : *"Un autre facteur fondamental pour l'analyse de flexibilité est le degré d'interconnexion des pays européens : des capacités d'échange plus élevées permettent d'une part le foisonnement des productions variables, en réduisant donc les besoins de flexibilité dans chaque pays, et d'autre part la mise en commun des gisements de flexibilité avec les pays voisins, en réduisant le volume de moyens nécessaires"*) et encourage RTE à continuer à reconnaître son importance à l'avenir.

Toutefois, AQUIND a le sentiment que les sources potentielles de flexibilité ne sont pas nécessairement présentées de manière équilibrée dans le Bilan prévisionnel. Bien que le rôle de l'interconnexion soit reconnu à la Section 6.3, les éléments suivants nous préoccupent :

- ▶ Les sources nationales de flexibilité (stockage, réponse du côté de la demande (RCD) et production) semblent se voir accorder une importance excessive par rapport aux investissements dans les réseaux (p. ex. point 3 à la page 57) ;
- ▶ Il existe une discussion approfondie sur les sources de RCD (Section 6.4), mais d'autres sources de flexibilité (y compris les interconnexions) ne sont pas abordées de manière aussi détaillée ;
- ▶ Il existe peu de discussions sur le rôle combiné que ces différentes sources de flexibilité devront jouer pendant la transition vers 2050.

AQUIND encourage par conséquent RTE à envisager plus explicitement la contribution des interconnexions dans la transition vers 2050. AQUIND encourage également RTE à expliquer plus clairement comment les différentes sources de flexibilité seront évaluées dans ses scénarios ; par exemple, nous estimons que RTE devrait reconnaître que bon nombre de ces sources de flexibilité devront coexister et qu'elles ne s'excluent pas nécessairement mutuellement.

Question 17 – hydrogène et interactions entre l'électricité et les autres vecteurs

- Partagez-vous le cadrage de l'analyse des interactions entre l'électricité et les autres vecteurs ?
- Selon vous, quelles sont les trajectoires de développement de l'hydrogène et des combustibles de synthèse qui doivent être étudiées dans le cadre du Bilan prévisionnel ?
- Avez-vous des hypothèses spécifiques à partager sur l'évolution des couplages entre l'électricité et les autres vecteurs à long terme (notamment l'hydrogène) et sur les infrastructures correspondantes (réseau, stockage, localisation des électrolyseurs...) ?

AQUIND comprend que RTE étudie activement l'interaction entre le développement de l'hydrogène et le système électrique français. Une technologie clé à cet égard est le P2G et le P2G2P. Nous avons quelques observations à faire à ce sujet :

- ▶ Nous avons été surpris de constater que RTE fait valoir que même une technologie comme le P2G2P, dont l'efficacité énergétique est très faible (25 % à 35 %, selon les propres estimations de RTE, page 63), pourrait présenter un intérêt à long terme en tant que source de stockage saisonnier.⁴ Nous estimons que cette option n'est pas crédible, compte tenu des coûts induits par une technologie aussi inefficace, et nous encourageons RTE à le reconnaître.
- ▶ Nous nous félicitons que RTE reconnaisse que d'autres sources de flexibilité peuvent être en concurrence avec la flexibilité que présente l'hydrogène (page 63). Toutefois, nous encourageons RTE à reconnaître que la flexibilité que représente l'hydrogène n'est peut-être pas réellement « en concurrence » avec des options telles que l'interconnexion, mais qu'il s'agit plutôt d'une alternative beaucoup moins efficace.
- ▶ Enfin, nous avons été surpris de voir les projections de RTE concernant l'utilisation de l'hydrogène dans un certain nombre de secteurs, notamment dans le transport aérien (Figure 16 à la page 64). Nous ne pensons pas que cela soit crédible du point de vue de la maturité technologique et nous encourageons RTE à examiner attentivement la façon dont ses scénarios à long terme sont élaborés.

Dans l'ensemble, nous reconnaissons qu'il existe en effet un certain nombre de trajectoires que la France peut suivre sur la voie de sa neutralité carbone. En revanche, nous encourageons vivement RTE à identifier les domaines où les scénarios reposent sur des technologies spéculatives/émergentes par rapport à des scénarios qui sont réalisables dans le cadre de l'enveloppe technique actuelle (ou crédible à l'avenir). La clé ici est que RTE devrait éviter de créer une (fausse) perception que tous les scénarios ont la même probabilité de se réaliser. Par exemple, une forte dépendance à l'égard du P2G2P, ou le déploiement de l'hydrogène dans le transport aérien, semble être une préoccupation importante en termes de crédibilité des scénarios.

⁴ "Cette solution est caractérisée par un rendement énergétique faible (25% à 35% selon les technologies actuelles) mais présente malgré tout un intérêt possible à long terme, en particulier pour le stockage saisonnier dans des mix électriques avec une part importante d'énergies renouvelables."

Question 18 – hypothèses sur le mix européen

- Partagez-vous les principes proposés par RTE pour la définition des scénarios européens ?
- Avez-vous des remarques sur la construction du scénario européen de référence utilisé dans les simulations du Bilan prévisionnel ?
- Avez-vous des données, hypothèses ou références à partager pour construire les scénarios de mix européens du Bilan prévisionnel ?

AQUIND se félicite que RTE reconnaisse que la capacité de la France à équilibrer l'offre et la demande, et à faire preuve de flexibilité, exige que les trajectoires à long terme soient modélisées pour l'Europe dans son ensemble (et non uniquement pour la France).⁵ Nous encourageons par conséquent RTE à poursuivre cette approche, voire à renforcer l'accent qu'il met sur l'importance des investissements transfrontaliers pour la France.

En ce qui concerne les hypothèses de base des scénarios spécifiques, nous comprenons que RTE prévoit utiliser le scénario « TYNDP 2020 Distributed Energy (« DE ») comme base des hypothèses transfrontalières (page 66). Bien que nous reconnaissons que les scénarios du TYNDP 2020 sont les plus récents (et donc susceptibles d'être les plus représentatifs) pour les investissements dans le transport transfrontalier européen, il nous paraît utile que RTE clarifie pourquoi il a fait le choix du scénario DE plutôt que, par exemple, les scénarios « Ambition mondiale » ou « Tendances nationales ». En tout état de cause, AQUIND croit fermement que le rôle de l'interconnexion en général, et d'AQUIND en particulier, est essentiel dans tous les scénarios du TYNDP 2020.

Enfin, nous sommes surpris de la brièveté de cette section de la consultation (2 pages uniquement), compte tenu de l'importance des liens transfrontaliers avec le système énergétique français à long terme. Nous encourageons RTE à développer peut-être son analyse du transport transfrontalier dans les futurs documents, et à souligner l'importance d'une vision paneuropéenne dans l'élaboration d'une vision de neutralité carbone en France, afin d'éviter de donner la fausse impression que le développement futur de l'interconnexion est une question relativement mineure.

Question 19 – cadrage et hypothèses pour l'analyse économique

- Partagez-vous les principes proposés pour l'analyse technique et notamment le cadrage en quatre blocs thématiques (adéquation, réserves opérationnelles, stabilité, réseau) ?
- Avez-vous des remarques ou contributions à partager permettant d'enrichir l'analyse technique des scénarios ?

Les Futurs énergétiques 2050 envisagent d'augmenter fortement la part d'énergie non synchrone sur le réseau français ce qui entraînera d'importants défis techniques pour le système électrique, comme indiqué dans les quatre thèmes de l'analyse AIE ; sécurité

⁵ Page 66: « L'analyse du fonctionnement du système dans les scénarios du Bilan prévisionnel nécessite donc de construire et caractériser les trajectoires d'évolution du mix dans les pays européens. »

d'approvisionnement, équilibrage en temps réel, stabilité du système et gestion du réseau. Les interconnexions peuvent répondre positivement à tous ces défis d'une manière efficace et économique.

Les interconnexions peuvent contribuer à assurer la sécurité de l'approvisionnement en apportant un soutien immédiat en cas de pénurie imprévue de l'offre ou d'une hausse soudaine de la demande. A long terme, les interconnexions, compte tenu de leur taille relativement importante (> 1 GW chacune), peuvent offrir une certaine flexibilité pendant la période de démantèlement des centrales nucléaires et à gaz ou si la mise en œuvre d'une nouvelle capacité d'hydrogène est plus lente que prévu.

Les interconnexions peuvent fournir une gamme de services auxiliaires à RTE, notamment une réponse pour stabiliser la fréquence et le maintien de la tension. Les interconnexions, contrairement à la plupart des producteurs et des consommateurs, sont capables d'injecter ou de retirer de gros volumes d'électricité dans un délai très court et à un taux de rampe que les autres acteurs du marché ne sont pas en mesure d'atteindre.

Les scénarios M0-M3 de la consultation définissent un mix de production électrique qui sera au moins de 75% non synchrone. La consultation note que cela nécessitera le développement *massif* de solutions de flexibilité afin d'assurer la stabilité du réseau. Ce besoin a été reconnu par le Groupe d'Experts de la CE dans leur rapport sur les objectifs de capacité d'interconnexion⁶ et il recommande un objectif de seuil d'au moins 30% de la capacité de production d'énergie renouvelable installée pour résoudre ces défis.

Nous considérons que le portefeuille d'interconnexions de RTE est un outil important pour faire face aux problèmes techniques actuels mais devra s'accroître matériellement pour faciliter et gérer la transition énergétique à l'horizon 2030 et au-delà.

Question 22 – cadrage et hypothèses pour l'analyse économique

- Partagez-vous les enjeux présentés et les principes proposés par RTE pour l'analyse économique des scénarios d'étude à l'horizon 2050 ?
- Etes-vous d'accord avec les hypothèses de coûts proposées et sinon, avez-vous d'autres références à proposer ?
- Avez-vous des propositions à formuler sur le taux d'actualisation à retenir pour l'analyse ?

RTE reconnaît que les parties prenantes exigent une quantification économique claire des différents scénarios et explique qu'il fournira une quantification complète des différents scénarios.⁷ AQUIND est entièrement d'accord avec ce principe : à notre avis, il est essentiel

⁶ https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/report_of_the_commission_expert_group_on_electricity_interconnection_targets.pdf

⁷ Page 78 : "La quantification économique des scénarios répond donc à une forte attente, exprimée par de nombreuses parties prenantes au cours de la concertation sur les études prospectives de RTE [et] l'analyse réalisée dans le cadre du prochain Bilan prévisionnel de long terme comprendra un chiffrage économique complet des scénarios."

que le Bilan prévisionnel ne devienne pas une étude « écologique naïve », qui ne tient pas compte des implications financières des recommandations formulées. Les coûts des différentes sources de flexibilité que la France devra déployer peuvent varier considérablement d'une technologie à l'autre (par exemple, une technologie mature telle que l'interconnexion peut être en mesure d'offrir une flexibilité à moindre coût par rapport à des technologies moins matures), et ces considérations devront être pleinement intégrées dans toutes les recommandations de la politique.

RTE discute également des différences de méthodologie entre une approche « LCOE » (Levelized Cost of Energy, ou coût actualisé de l'énergie) et une approche « à coût total », cette dernière approche reconnaissant les impacts plus larges des technologies individuelles (par ex. l'inertie, les réserves, etc.).⁸ AQUIND est d'accord avec RTE pour dire que la dernière approche est plus appropriée car elle tient compte de « l'impact complet du système » des différentes options.

RTE propose d'inclure un éventail des différents types de coûts et de bénéfices dans son évaluation coûts-bénéfices. AQUIND appuie pleinement l'intention de RTE qui vise à refléter l'ensemble des coûts et des bénéfices des projets individuels, et en particulier l'intention de prendre en compte le capex (dépenses d'investissement de capital), l'opex (dépenses d'exploitation), ainsi que les coûts de financement lors de l'évaluation des différents projets (page 80).

Enfin, nous comprenons que RTE prévoit d'utiliser les « coûts unitaires » types des différentes technologies pour évaluer différents scénarios (Section 12.3). Nous admettons qu'il s'agit peut-être d'un compromis raisonnable compte tenu de l'ampleur du défi de modélisation, mais nous tenons à souligner que les investissements à grande échelle dans des infrastructures, à l'image des interconnexions, ont des coûts très différents selon l'emplacement des projets, de sorte qu'il n'est généralement pas possible de représenter de façon crédible leur développement en utilisant un coût « standard » des interconnexions. En effet, comme le montre le tableau 6 (page 87), l'éventail des coûts d'un câble sous-marin CC de 320 kV varie de 0,8 à 2,8 M€/km. Nous encourageons par ailleurs RTE à préciser aux lecteurs du Bilan prévisionnel que cette étude ne devra pas servir de base à l'évaluation du bien-fondé de projets d'interconnexion spécifiques à l'avenir, précisément en raison des coûts très approximatifs impliqués dans l'approche de « coûts unitaires ».

⁸ Page 79 : "Pour l'étude des scénarios à l'horizon 2050-2060 du prochain Bilan prévisionnel de long terme, l'approche de chiffrage des scénarios en coûts complets sera reconduite. Cette méthode est en effet celle qui apparaît la plus adaptée pour éclairer les décisions publiques sur le mix. L'analyse économique ne sera donc pas basée sur des indicateurs de LCOE, qui contiennent un certain nombre de biais et ne sont pas pertinents pour évaluer les coûts des scénarios."

Nous vous remercions à nouveau d'avoir offert la possibilité à AQUIND de faire part de ses commentaires sur le Bilan prévisionnel RTE. Pour toute question relative à notre réponse, n'hésitez pas à me contacter à l'adresse suivante : kirill.glukhovskoy@aquind.co.uk.

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, mes sincères salutations.

Kirill Glukhovskoy

Directeur Général