

A titre liminaire, Total souhaite remercier RTE pour l'organisation de cette consultation publique. Total soutient le développement des énergies renouvelables, dans le cadre d'un mix électrique diversifié, faisant appel à toutes les sources de production décarbonée, afin de répondre aux enjeux de transition énergétique, en veillant aux impacts en termes de coûts pour le consommateur et la collectivité, ainsi qu'à la sécurité d'approvisionnement.

**Points clés de la réponse de Total à la consultation :**

- L'exercice de RTE a vocation à explorer les pistes d'évolution du mix électrique à 2050. Dans ce contexte, Total estime indispensable que les scénarios reposent sur des hypothèses robustes afin de pouvoir comparer **sur un pied d'égalité** des scénarios à dominante EnR avec des scénarios reposant sur un poids important du nouveau nucléaire.
- Total considère que l'analyse menée dans les scénarios ne doit pas conduire à rejeter des opportunités futures, sous prétexte que celles-ci n'ont pas été intégrées à ce stade dans les exercices de la stratégie nationale bas carbone (SNBC) et de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). En effet, à date, ces exercices de planification ferment la voie au développement de nouveaux outils thermiques décarbonés, et ne prévoient pas la possibilité de recourir à certaines solutions de décarbonation type CCS et CCU. Total considère ainsi indispensable que l'élaboration des scénarios puisse permettre l'examen des différentes options, sans en interdire au préalable.
- Si le développement des énergies renouvelables est aujourd'hui confronté à des problématiques d'acceptabilité et à des freins réglementaires et administratifs, Total souligne que cela ne saurait amener à avoir **une vision trop restrictive et pessimiste du développement de ces énergies sur le temps long**.
- Quel que soit le scénario retenu, les **solutions de flexibilité seront absolument nécessaires** pour conserver un haut niveau de sécurité d'approvisionnement en France. Il est ainsi primordial que RTE précise rapidement les besoins de flexibilité associés aux différents scénarios, aux différentes échéances (saisonnière, hebdomadaire, journalière, horaire), en prenant en compte l'ensemble des moyens disponibles : batteries, effacements, CCG décarbonés, etc.
- A ce stade, les hypothèses de développement des effacements de consommation considérées par RTE sont particulièrement faibles pour le chauffage électrique, alors que cet usage représente une part significative dans la consommation de pointe, et qu'il est amené à se développer dans les années à venir.
- S'agissant de l'analyse des coûts, celle-ci devra prendre en compte l'ensemble des vecteurs de coûts (production, réseaux, interconnexions, flexibilités), et sur la base d'hypothèses robustes et cohérentes. A titre d'exemple, les hypothèses de coûts envisagées par RTE reposent, pour certaines d'entre elles, sur des **hypothèses conservatrices concernant le PV résidentiel, l'éolien terrestre et les CCG décarbonés**, et plutôt volontaristes s'agissant du nouveau nucléaire.
- Total considère qu'une discrimination des **WACC pour chaque technologie** serait pertinente, compte tenu des différences de risques associés à chacune : en particulier, un WACC de 9% (vs 7% dans les hypothèses RTE) serait cohérent pour le nouveau nucléaire (en cohérence avec Hinkley Point).



**TOTAL**

RTE fait l'hypothèse d'une consommation électrique à plus de 630 TWh en 2050 dans l'ensemble de ses scénarios, contre 473 TWh en 2019. **Une telle hausse semble ambitieuse** et nécessite d'être plus finement développée, notamment par secteurs (industrie, filière hydrogène...), et en lien avec les hypothèses de trajectoire du PIB post-crise sanitaire qui devront être discutées.

#### **Question 1 – cadrage général de l'étude des « futurs énergétiques 2050 » du Bilan prévisionnel**

Etes-vous d'accord avec le cadrage global de l'étude ? Partagez-vous les grandes questions auxquelles les scénarios et analyses doivent apporter des éléments de réponse ?

Total approuve le cadrage global proposé par RTE.

Total souhaiterait toutefois que la place de certaines filières ne soient restreintes dans l'élaboration des scénarios de mix électrique par pur souci de cohérence avec la version à date de la SNBC et de la PPE. En effet, l'horizon de temps d'étude des scénarios étant lointain (2050), il apparaît judicieux de laisser des options ouvertes, s'agissant notamment des filières telles que les centrales thermiques décarbonées (CCG) et les technologies de décarbonation afférentes (CCS, biométhane, hydrogène).

Par ailleurs, RTE fait l'hypothèse d'une consommation à plus de 630 TWh en 2050 dans l'ensemble de ses scénarios, contre 473 TWh en 2019. Une telle hausse semble ambitieuse et nécessite d'être plus finement développée, notamment dans le secteur de l'industrie (+70 TWh liés à une électrification des procédés, en s'appuyant sur des technologies qui sont toujours à l'état de recherche et développement). Bien que les pistes générales de réflexions aient été apportées pour justifier de telles évolutions, Total s'interroge sur la robustesse de telles explications.

#### **Question 2 – cadrage démographique et macro-économique**

Partagez-vous le cadrage démographique et macro-économique proposé pour l'élaboration des scénarios du Bilan prévisionnel ? Si non, quelles hypothèses alternatives proposez-vous ?

Selon vous, quelles variantes sur le cadrage macro-économique devraient être étudiées en priorité et sur quelles hypothèses celles-ci devraient-elles être fondées ?

Total souhaite nuancer certains points concernant les hypothèses d'évolution du contexte macro-économique.

Les hypothèses de croissance lors de l'élaboration du SNBC sont antérieures à l'apparition de la pandémie du COVID-19, et nécessitent certainement d'être revues à la baisse étant donné les nombreux secteurs impactés (commerces, industrie, tourisme, services de restauration ...). Si l'épisode de crise sanitaire peut paraître « conjoncturel » au regard de l'horizon lointain considéré (2050), il convient de noter qu'il a occasionné une hausse considérable des dettes publiques, qui produira des effets sur les décennies à venir (à l'instar de la croissance atone constatée depuis la crise de 2008).

Une alternative faisant appel à une croissance plus faible du PIB devrait donc être envisagée en tant que variante, illustrant le fait que de nombreux secteurs pourraient être impactés durablement.

#### **Question 3 – analyses sur les perspectives de relocalisation de l'industrie**

Confirmez-vous l'intérêt de disposer d'une analyse de scénarios de relocalisation de l'industrie en France ? Partagez-vous le cadrage des deux variantes de relocalisation proposées par RTE ?



**TOTAL**

Souhaitez-vous partager avec RTE des données ou analyses permettant d'affiner la construction des trajectoires (ex. : études chiffrées sur les secteurs d'activités ou sur l'impact énergétique et climatique de certaines activités délocalisées, etc.) ?

La question de la relocalisation industrielle est centrale pour Total, couplée à l'atteinte de la neutralité carbone sur les émissions de l'inventaire national.

Les prévisions de la part du PIB représenté par le secteur industriel doivent cependant rester réalistes.

Tout d'abord, Total suggère que la construction d'une variante de relocalisation soit cohérente avec les analyses et données fournies dans le rapport publié par France Stratégie en novembre 2020 sur les politiques industrielles<sup>1</sup>. En effet, ce rapport répertorie les nombreux facteurs responsables de la désindustrialisation française, et souligne les points faibles de la politique industrielle française, appelant à une relocalisation modérée du secteur industrielle.

Pour son scénario alternatif de réindustrialisation, RTE propose une variante destinée à relocaliser certains secteurs spécifiques (compétitifs, stratégiques ou créateur d'emplois) puis une seconde consistant à relocaliser les industries les plus émettrices de CO<sub>2</sub>. Ainsi, il serait souhaitable d'étayer les bénéfices liés à la relocalisation de certains secteurs industriels ainsi que leur faisabilité technico-économique :

- a) Le scénario privilégiant la relocalisation de certains secteurs spécifiques doit être modéré par le fait que la France est un pays très tertiairisé. En France, seuls les secteurs de l'aéronautique, de la chimie et de l'agroalimentaire se montrent particulièrement compétitifs à l'international<sup>2</sup>.

De plus, le rapport de France Stratégie démontre que la présence de mesures correctives mises en œuvre depuis plusieurs années (CICE, CIR, allègement des cotisations sociales ...) ne permet pas de freiner efficacement la désindustrialisation en cours.

Dans un second temps, une nuance supplémentaire pourrait être ajoutée concernant l'impact sur la consommation de la relocalisation des secteurs industriels spécifiques avec pour objectif de favoriser la compétitivité nationale, l'emploi ou de cibler des secteurs stratégiques. Un cadre plus précis devrait alors être défini par RTE concernant ces secteurs « spécifiques » au vu de la variabilité de consommation d'un secteur à l'autre (aéronautique, automobile, chimie lourde ...). Selon les secteurs, les gains de productivité et les innovations technologiques réalisés permettront éventuellement une réindustrialisation qui pourrait être moins consommatrice d'énergie.

- b) Compte tenu de la dynamique de désindustrialisation ayant eu lieu ces dernières décennies (-6% de part du PIB en 30 ans), les hypothèses concernant une relocalisation importante de certains secteurs fortement émissifs en CO<sub>2</sub> qui ont partiellement, ou totalement, disparu en France devront être discutées. Le cadre de la variante basée sur une relocalisation des industries fortement émissives en CO<sub>2</sub> occasionnerait des coûts difficilement mesurables pour redynamiser l'industrie de la sidérurgie ou du textile en France, par exemple.

---

<sup>1</sup> France Stratégie – Politiques Industrielles en France

[https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2020-rapport-politique\\_industrielle-novembre.pdf](https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2020-rapport-politique_industrielle-novembre.pdf)

<sup>2</sup> Chiffres clés de l'industrie : [https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions\\_services/etudes-et-statistiques/Chiffres\\_cles/Industrie/2015-11-Chiffres-cles-industrie.pdf](https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/etudes-et-statistiques/Chiffres_cles/Industrie/2015-11-Chiffres-cles-industrie.pdf)



**TOTAL**

#### **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) ?

Une analyse à la maille des usages, telle que proposée par RTE, sera grandement appréciée pour appuyer les projections d'évolution de la consommation.

Total note les points suivants sur quelques secteurs :

- *Transports :*

L'hypothèse de consommation retenue par RTE concernant le secteur du transport semble optimiste au vu des barrières technologiques à lever, notamment concernant l'électrification du transport lourd au dépend des carburants de synthèse.

- *Bâtiments, usages et efficacité énergétique :*

Total n'a pas de remarques particulières concernant les hypothèses prises par RTE. Une analyse de l'évolution des usages à l'instar du BP 2017 sera également utile afin de mieux pouvoir cerner les principales évolutions des usages (PAC, climatisation ...).

- *Electrification des procédés industriels :*

Comme indiqué plus haut, Total s'interroge sur la faisabilité de substituer les différents procédés à base de gaz naturel vers des procédés électriques, et donc sur la hausse associée de la consommation de 70 TWh des consommations industrielles.,.

L'autoconsommation/autoproduction résidentielle et collective semble également ne pas avoir été suffisamment mentionnée à travers cette section. Il s'agit pourtant d'un aspect essentiel à considérer pour l'élaboration du système électrique.

#### **Question 5 – cadrage global des 8 scénarios d'étude + réponses aux questions 6 à 13.**

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 ?



**TOTAL**

Total propose ici de fournir une réponse générale aux différents scénarios présentés dans les questions 6 à 13.

Total soutient le développement accru et diversifié des énergies renouvelables, afin de constituer un mix électrique le plus efficace possible et permettant de répondre aux impératifs de sécurité d’approvisionnement. Avec un mix qui allie tous les types d’ENR, les problématiques d’acceptabilité et d’intermittence se poseront immédiatement ce qui amène également à considérer les moyens de flexibilité indispensables à l’élaboration d’un système électrique efficient.

Quel que soit le scénario retenu, Total rappelle que des solutions complémentaires aux énergies renouvelables variables et au nucléaire, dont la flexibilité est limitée, seront nécessaires. Concernant ce point, RTE mentionne bien les capacités renouvelables envisagées dans chaque scénario, cependant une zone d’ombre subsiste quant à l’élaboration du mix de capacité thermique et de flexibilité pour répondre à la faisabilité de chaque scénario. Afin de respecter l’équilibre offre-demande et la sécurité d’approvisionnement, la présence de CCGT ou TAC (reposant sur du biogaz, du CCS ou de l’hydrogène) est indispensable, en complément des moyens de stockages (batteries/STEP). Dès lors, on peut s’interroger sur la méthodologie utilisée par RTE pour définir les capacités thermiques et de flexibilités propre à chaque scénario.

#### **Scénarios M (sans construction de nouvelles capacités nucléaires) :**

Les hypothèses retenues par RTE dans le cadre des scénarios M peuvent apparaître élevées, mais les chiffres de ENSPRESO<sup>3</sup> confirment l’existence de gisements en cohérence avec ces estimations.

Si le développement des énergies renouvelables poussée par ces différents scénarios est aujourd’hui confronté à des problématiques d’acceptabilité et à des freins réglementaires et administratifs, Total souligne que ces difficultés auront vocation à recevoir des réponses dans les années à venir et que cela ne saurait limiter les ambitions des scénarios à dominante EnR sur la base d’arguments laissant penser que ces scénarios seront par principe inatteignables, compte tenu de cette situation existante.

#### **Scénarios N (avec construction de nouvelles capacités nucléaires) :**

Ces scénarios comportant 50% d’énergie nucléaire amènent à questionner RTE sur la faisabilité d’ajouter un réacteur tous les 2 ans, hypothèse qui paraît optimiste au vu des normes en vigueur et du savoir-faire actuel sur la gestion de ce type de projet (construction d’EPR).

De plus, ces scénarios comportent des capacités installées d’éolien et de solaire qui semblent insuffisantes au regard de la trajectoire définie par la PPE : les capacités installées en 2050 (40 GW de photovoltaïque et 40 GW d’éolien terrestre) de ce scénario sont en ligne avec les capacités prévues par la PPE en 2028 (35-44 GW de photovoltaïque et 34-38 GW d’éolien terrestre), ce qui semble peu cohérent et peu ambitieux.

#### **Question 14 – répartition géographique des moyens de production**

Partagez-vous les principes retenus pour alimenter les trajectoires de localisation des moyens de production nucléaires et renouvelables ?

Avez-vous d’autres pistes de réflexion complémentaires ou d’autres hypothèses à proposer pour définir la répartition des principaux moyens de production ?

<sup>3</sup> ENSPRESO : <https://data.jrc.ec.europa.eu/collection/id-00138>



**TOTAL**

Total n'a pas de remarques à apporter.

#### **Question 15 – analyse des effets du climat sur le système**

Partagez-vous l'approche et les hypothèses proposées par RTE pour intégrer les effets du changement climatique et tester la résilience du système électrique aux événements extrêmes ?

Partagez-vous l'approche et les hypothèses proposées par RTE pour modéliser les différentes productions ?

Avez-vous des données permettant de consolider les modèles de conversion climat/énergie, pour les projections de long terme sur la disponibilité des différentes productions (éolien, photovoltaïque, hydraulique, nucléaire, thermique...) ?

Total n'a pas de remarques à apporter.

#### **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 ?

Total partage l'analyse de RTE concernant l'augmentation du besoin de flexibilité du système dans un cadre de déploiement accru des énergies renouvelables variables.

Quel que soit le scénario retenu in fine, la flexibilité aura un rôle essentiel à jouer pour garantir la sécurité d'approvisionnement aux différents horizons temporels (annuel, hebdomadaire ou encore journalier ou horaire)

Toutes les technologies doivent donc être considérées :

- Les CCG décarbonées auront notamment un rôle clé car elles permettent l'accès à une flexibilité activable sur les différentes temporalités précitées. A l'horizon 2050, différentes solutions de décarbonation existent pour les CCG, permettant de limiter les émissions de CO2 de ces outils. Total considère donc essentiel de prendre en considération le rôle de ces outils dans le mix électrique à 2050.
- Le stockage (batteries, hydraulique...), le couplage sectoriel (power-to-gas-to-power), la production des centrales thermiques pilotables, etc.
- Le pilotage de la demande d'électricité, avec notamment les effacements de consommation, devra également être considéré dans le scénario retenu.

Total relève que, dans les hypothèses considérées par RTE, les volumes d'effacement liés au chauffage électrique paraissent particulièrement sous-évalués : moins de 2 GW sur tous les horizons de temps, alors que cet usage représente aujourd'hui une consommation d'environ 15 GW sur l'hiver, et même plus de 30 GW au sens du mécanisme de capacité (i.e. à température extrême), comme illustré par le graphique suivant issu du rapport RTE/ADEME sur le chauffage électrique. Retenir une valeur aussi basse ne correspond pas

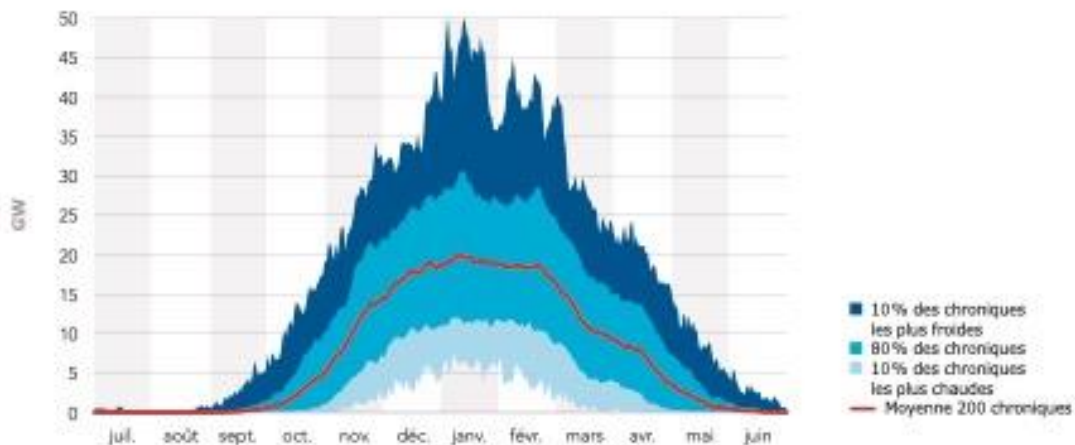
- à la dynamique initiée par les différents dispositifs de soutien à la filière des effacements,
- au développement facilité dans les logements neufs des dispositifs d'effacement (installation par défaut de dispositifs pilotables)



**TOTAL**

Total demande donc à RTE de réévaluer l'hypothèse de gisement d'effacements liés au chauffage électrique.

**Figure 4.15** Distribution de probabilité de la puissance journalière moyenne thermosensible



#### 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...) ?

Total encourage le développement de l'hydrogène, en particulier couplé avec les énergies renouvelables. Dans le cadre d'un mix à forte composante renouvelable, les électrolyseurs pourront permettre de compenser les éventuels surplus de production variable, et donc stabiliser le fonctionnement des marchés.

#### 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 ?





**TOTAL**

Avez-vous des données, hypothèses ou références à partager pour construire les scénarios de mix européens du Bilan prévisionnel ?

Le développement des scénarios européens à l'aide du TYNDP 2020 semble pertinent. Total n'a pas de remarques additionnelles.

**Question 19 - cadrage des analyses techniques :**

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 ?

Total est favorable à la structure d'analyse proposée.

Concernant les capacités, il est nécessaire d'établir un mix de capacités et d'effacements suffisant pour répondre à la contrainte de demande ; ce mix doit aussi permettre l'accès à une énergie bon marché en évitant les surcoûts.

Une dimension technique est donc à prendre en compte (afin de garantir la sécurité d'approvisionnement) combinée à une approche économique, où le parc doit être correctement établi afin de minimiser les coûts du système.

Total n'a pas de remarques sur la structure d'analyse du réseau.

**Question 20 – cadrage de l'analyse sociétale**

Partagez-vous les principes proposés pour l'analyse sociétale des scénarios d'étude à l'horizon 2050 ?

Partagez-vous les principaux axes d'étude proposés pour l'analyse sociétale (acceptabilité des infrastructures énergétiques, sobriété, flexibilité) ?

Avez-vous des éléments ou des références à partager pour enrichir ces analyses ?

Total est en accord avec le cadre proposé par RTE.

Total considère qu'un chiffrage de l'évolution de l'acceptabilité des infrastructures énergétiques en France serait pertinent, afin de compléter utilement les analyses prévues : ce chiffrage pourrait inclure le nombre de projets atteints de ralentissement, ou d'arrêts malgré leur faisabilité.

**Question 21 – cadrage de l'analyse environnementale**

La grille d'analyse proposée par RTE, visant à présenter pour chaque scénario une analyse environnementale quantitative sur quatre dimensions (émissions de gaz à effet de serre et empreinte carbone, consommation de ressources minérales, emprise territoriale et changement d'affectation des terres, déchets nucléaires) vous semble-t-elle adaptée aux enjeux de caractérisation environnementale des scénarios ?





**TOTAL**

Disposez-vous de données ou éléments à partager pour affiner la modélisation et la quantification des analyses selon la méthodologie présentée au sein du groupe de travail, en particulier sur les plans de la biodiversité, des ressources naturelles, et de la santé humaine ?

Total n'a pas d'éléments supplémentaires à apporter.

#### **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 ?

En premier lieu, Total rappelle que l'analyse de coûts des scénarios repose sur des hypothèses correspondant à une analyse prospective, à un horizon de temps lointain où des incertitudes subsistent sur l'évolution des coûts de production et la baisse des coûts des énergies émergentes. L'analyse des coûts est absolument nécessaire mais elle ne saurait conduire, en l'état, à rejeter un scénario reposant sur des technologies encore émergentes, compte tenu des incertitudes.

Total est favorable au choix de RTE de s'appuyer sur l'indicateur des coûts du système plutôt que celui du LCOE comme indicateur économique. Concernant le taux d'actualisation, Total suggère une discrimination des taux d'actualisation selon les technologies, notamment concernant le nouveau nucléaire qui devrait être soumis à un taux plus élevé au vu des risques et incertitudes propres à la filière (démantèlement, gestion des déchets, nouveaux EPR ...). Total considère qu'une différenciation des WACC par technologie doit être prise en compte : un WACC de 9% serait cohérent pour le nouveau nucléaire (WACC déterminé pour le projet Hinkley Point).

Total souhaite également rappeler la nécessité de la prise en compte, dans l'analyse, de l'ensemble des coûts (coûts de production, de raccordement et renforcement réseaux, de développement des interconnexions, de développement des flexibilités).

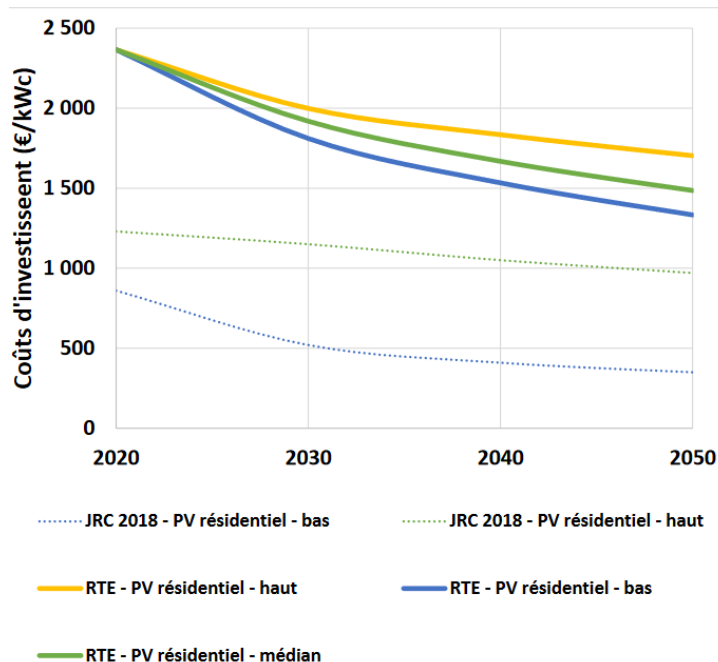
Revue des coûts par technologie :

- *Solaire :*

Les hypothèses de RTE sont cohérentes dans l'ensemble concernant les coûts d'installation aujourd'hui constatés, hormis pour le résidentiel.

RTE s'est basé pour ses hypothèses sur les trajectoires de coûts de l'ADEME pour le secteur résidentiel (2370 €/kW), trajectoire bien supérieure à celle proposée par le Joint Research Center (JRC). Total s'interroge donc sur les raisons de l'hypothèse de coût d'installation du photovoltaïque du secteur résidentiel par RTE.

De même, concernant les coûts fixes de fonctionnement résidentiel (70 €/kW), Total relève un facteur 7 par rapport au photovoltaïque au sol (11 €/kW), qui interroge fortement.



- *Eolien :*

Les hypothèses faites par RTE semblent cohérentes avec l'évolution des valeurs historiques pour l'éolien onshore et offshore, coûts d'installation. Cependant, les coûts de l'éolien terrestre pris à horizon 2030 semblent élevés (-10% en 10 ans sur le scénario RTE), à comparer à la baisse réalisée de 10%/an sur les 10 dernières années.

Les coûts fixes de fonctionnement pris par RTE sont légèrement plus élevés que ceux sur l'historique : 37€/kW/an en 2017 (IRENA) contre 40€/kW/an en hypothèse pour l'année 2020.

- *Nucléaire :*

- Coûts de rénovation :

Le coût de rénovation des réacteurs à 650 €/kW pris par RTE paraît peu élevé. En effet, en appliquant ce coût à l'ensemble des 58 réacteurs, un montant de 37,7 milliards est obtenu, alors que les coûts d'investissement du grand carénage ont été évalués à 50 milliards par EDF, courant 2020. Des coûts de rénovation aux alentours de 1500 €/kW semblent certainement plus cohérents.

- Coûts de construction EPR :

Les coûts fixes de 4500 €/kW semblent faibles, notamment au vu des coûts constatés sur les premiers EPR construits (Flamanville > 12 000€/kW). Total suggère des hypothèses de coûts plus élevés qui auraient l'avantage de rester cohérent avec les coûts constatés des EPR en cours de construction.

- *CCGT :*

Des coûts fixes opérationnels à 30 €/kW/an semblent plus cohérents avec les coûts observés ces dernières années que ceux considérés par RTE. De même, les coûts de construction pour ce type d'installation est aujourd'hui d'environ 600 à 650 k€/MW (et non 900 k€/MW). Total note également que les rendements électriques pris par RTE sont les rendement PCI, alors qu'il est plus courant de raisonner en rendement PCS (valeur utilisée sur le marché du Gaz).

- *Turbine à combustion :*



**TOTAL**

L'hypothèse des coûts fixes du coûts d'installation d'une TAC (600 €/kW) a été relevée par rapport au BP de 2017 (450 €/kW). Total se demande s'il existe une raison particulière à cette réévaluation.

- *Prix des commodités :*

Le prix du CO2 Dec-2025 s'échange actuellement aux alentours de 40 €/tonne. Les hypothèses de prix post-2030 du CO2 semblent peut-être élevées compte tenu du fait que le CO2 est davantage un signal prix pour l'électrolyse verte et les batteries, que pour la pénétration d'énergies renouvelables.