

Réponse à la consultation publique
sur le cadrage et les hypothèses du Bilan prévisionnel
du système électrique à l'horizon 2050

L'hypothèse faite sur la consommation d'électricité en 2050 suppose de très grosses dépenses d'économies d'énergie qui, pourtant, pourraient être évitées sans effet sensible sur les émissions de CO₂. Les scénarios présentés dans cette consultation devraient donc être complétés avec une consommation finale d'électricité de 700 TWh au lieu de 580 TWh. Et il faudrait ajouter un autre scénario où la capacité nucléaire en 2050 est de 70 GW (30 GW de réacteurs existant aujourd'hui comme dans le scénarios N0, et 40 GW de réacteurs nouveaux comme dans le scénarios N3). S'il faut, dans ce nouveau scénario N03, produire quelques dizaines de TWh à partir de gaz fossile, les émissions de CO₂ pourront être compensées en évitant des émissions dans des pays africains dans le cadre de programme de coopération.

Principales observations

La consommation d'électricité et les dépenses d'isolation thermique

Pour ce qui est de la consommation d'électricité, RTE s'est senti tenu de retenir l'objectif de la SNBC alors que la loi dit que celle-ci sera revue tous les cinq ans. Selon cet objectif, alors que la consommation d'énergie fossile, qui est aujourd'hui de 1100 TWh/an serait ramenée à zéro, la consommation finale d'électricité augmenterait seulement de 110 TWh par an. Il est supposé que tous les logements existants seront aussi bien isolés que des logements neufs. Or il est possible d'éviter les émissions de CO₂ en dépensant beaucoup moins avec des isolations moins poussées et des pompes à chaleur éventuellement complétées par des chaudières au biogaz ou au biofioul (chauffage hybride). Alors, la consommation d'électricité pour la chaleur serait sans doute supérieure de 80 TWh/an à ce que suppose RTE.

De même, dans les secteurs du transport et de l'industrie, RTE devrait étudier des hypothèses de consommation supérieures à celles qui figurent dans son document en consultation.

Au total RTE devrait étudier des scénarios où la consommation finale n'est pas, comme dans son document, de 580 TWh par an mais de 700 TWh par an à quoi s'ajoutera une consommation pour produire de l'hydrogène qui ne sera pas utilisé pour produire de l'électricité introduite sur le réseau.

La capacité nucléaire en 2050 – un nouveau scénario

Il serait possible de répondre sans émissions de CO₂ à une demande de 700 TWh par an avec 90 GW nucléaire et une capacité modérée d'éoliennes et de photovoltaïque. Une vigoureuse relance du potentiel industriel permettrait d'atteindre en 2050 non pas 90 GW mais 70 GW : 40 GW de réacteurs nouveaux (comme dans le scénario N3) s'ajoutant à 30 GW de réacteurs existant aujourd'hui (comme dans le scénario N0). Il serait donc intéressant d'étudier un scénario pour une consommation de 700 TWh avec 70 GW.

Dans ce nouveau scénario, on évitera d'installer des capacités éoliennes et photovoltaïque qui seraient excessives après que la capacité nucléaire aura dépassé 70 GW. Pour répondre à la demande en 2050, il faudra alors une production à partir d'énergie fossile. Pour respecter un objectif de « neutralité carbone » en tenant compte du fait que le CO₂ ignore les frontières, les émissions de CO₂ depuis le territoire français seront compensées par les émissions évitées dans quelques pays africains grâce à des investissements réalisés dans le cadre de programmes de coopération.

Une proposition détaillée est présentée plus loin.

Les hypothèses de baisse de coût de l'éolien, du photovoltaïque et de la rénovation thermique

Les hypothèses de baisse des coûts par rapport à aujourd'hui paraissent très excessives. C'est particulièrement vrai des dépenses à réaliser pour transformer les logements existants en bâtiments basse consommation ; les hypothèses présentées en fin de document sont très mal fondées.

L'analyse sociétale

Elle devra être menée sans idée préconçue sur ce que « devrait » être l'évolution des mentalités et des comportements. Elle devrait porter, peut-être en priorité, sur la façon dont l'information est donnée, transmise et reçue.

Autres observations

La sécurité des réseaux : si la capacité nucléaire est basse, la production et le stockage d'électricité seront répartis entre un très grand nombre de points reliés par un système de contrôle commande numérique ; il importe d'analyser les vulnérabilités de ce système de communication numérique.

L'efficacité des batteries : Les puissances garanties par l'ensemble des batteries et Steps est inférieure à la somme des puissances garanties par chaque moyen de stockage. La puissance garantie par une nouvelle capacité de stockage s'ajoutant aux précédentes diminue très vite.

Le coût de production de l'hydrogène par électrolyse : il serait utile d'analyser la formation du prix de l'électricité payé par l'électrolyse et de dire comment éviter que le consommateur d'électricité finance la production d'hydrogène. Il serait utile également d'analyser plus avant la concurrence entre la production d'hydrogène et la production de chaleur par effet Joule.

Le mésusage de la notion de « valeur tutélaire du carbone » de la commission Quinet : une action dont le coût du CO₂ évité est supérieur à la valeur tutélaire du carbone est certainement trop coûteuse ; mais cela ne veut pas dire que toute action dont le coût du CO₂ évité est inférieur est socialement justifiée. Le rapport Quinet dit qu'il faut commencer par les actions les moins coûteuses. Constaté *sans commentaire* que le coût de l'isolation thermique est inférieur à la valeur tutélaire du CO₂ est donc trompeur s'il est possible d'atteindre le même résultat en dépensant moins.

La responsabilité de chaque Etat national en cas de crise : la coopération technique entre les gestionnaires de réseau des pays d'Europe est très bonne et permet d'employer au mieux les moyens de production et de stockage existants. Mais en cas de crise sérieuse, l'approvisionnement en électricité, qui est une condition de la sécurité publique, relève de la responsabilité de chaque Etat national.

Réponses au questionnaire

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 ?

- NON :

Le premier élément de cadrage est ainsi rédigé : « Les scénarios doivent s'inscrire en cohérence avec l'objectif de neutralité carbone et le cadre décrit dans la SNBC, dont la version finale a été publiée le 21 avril 2020. Ceci signifie qu'un certain nombre d'orientations de la SNBC, notamment celles portant sur les consommations énergétiques, seront reprises en hypothèses des scénarios de référence. »

Il n'est pas cohérent de lier une étude prospective à une SNBC (stratégie nationale bas carbone) approuvée par une loi qui prévoit elle-même que la SNBC peut être revue et modifiée tous les cinq ans. C'est là un choix qui ne résiste pas à l'analyse.

Cette erreur a un impact très fort sur les hypothèses de consommation et sur le niveau de capacité nucléaire en 2035 – voir plus loin.

Question 1 - suite

Partagez-vous les grandes questions auxquelles les scénarios et analyses doivent apporter des éléments de réponse ?

OUI

mais il en manque une : la recherche de la plus grande efficacité en tenant compte du fait que le CO₂ ignore les frontières

S'il faut dépenser plusieurs centaines d'euros pour éviter l'émission d'une tonne de CO₂, il faudrait se demander s'il n'est pas préférable d'aider d'autres pays à éviter des émissions de CO₂ en dépensant beaucoup moins, dans le cadre de coopérations – notamment avec des pays d'Afrique

Question 2

Cadrage démographique et macro-économique

Pas d'observations

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 ?

OUI et NON

En réalité il ne s'agit pas de deux variantes car la réindustrialisation répondra aux deux objectifs, compétitivité nationale et lutte contre les émissions de CO₂. La réindustrialisation ne sera possible que si notre appareil industriel se renforce. Il lui faut pour cela des perspectives. Si la France décide de renouveler son parc nucléaire, cela redonnera de la vigueur à de nombreux secteurs industriels – chaudronnerie, électricité, électronique, numérique, génie civil.

Question 4

Trajectoires d'évolution de la consommation d'électricité

Partagez-vous le cadrage présenté pour les projections d'évolution de la consommation ?

NON

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 ?

Le niveau de consommation d'énergie et celui de la consommation d'électricité retenus par la SNBC dans son état actuel sont invraisemblablement bas.

L'étude publiée conjointement par RTE et l'ADEME en décembre 2020 sur *le chauffage des bâtiments* et son impact sur le système électrique démontre que l'hypothèse retenue par la SNBC est beaucoup trop basse. Cette étude est menée « à l'horizon 2035 ». En supposant que les travaux de rénovation thermique concernent d'abord les « passoires thermiques », elle calcule que le coût du CO₂ évité sera voisin de 300 € par tonne de CO₂. Elle compare cette valeur à la « valeur tutélaire du carbone » calculée par la commission Quinet du Plan pour 2035, une comparaison qui, sans autres commentaires, laisse entendre *faussement* que

ce coût de 300 € par tonne de CO₂ n'est pas excessif. Le coût de la tonne évitée pour atteindre la neutralité carbone en 2050 sera très largement supérieur ; il pourrait évidemment dépasser 1000 € par tonne de CO₂ évité si l'électricité est produite avec très peu d'émissions de CO₂.

De plus, un avertissement intitulé « Périmètre de validité des résultats » (p. 18) prévient le lecteur que « son scénario de référence est celui de la PPE (programmation pluriannuelle de l'énergie) et de son cadrage 2035. Elle ne porte pas au-delà ». Puis : « S'agissant des impacts environnementaux, l'étude porte sur les émissions de gaz à effet de serre (en France et dans les pays voisins) et ne s'étend pas au-delà ». Et encore « l'étude n'apporte pas d'éléments sur les conditions techniques permettant la rénovation des bâtiments à ces niveaux de performance tout en assurant confort et santé des occupants (hiver comme été) et qualité du bâti ». Ce n'est pas tout : « Enfin, l'étude n'évalue pas (,,) l'impact sur la facture énergétique des ménages ».

Or plusieurs études montrent comment réduire à zéro la consommation d'énergie fossile de la France sans faire de dépenses excessives, en augmentant la consommation d'électricité pour le chauffage.

Pour ma part, je calcule qu'il serait possible de réduire à zéro les émissions de CO₂ du chauffage en mettant en classe D du DPE les bâtiments qui sont aujourd'hui en classe E, F ou G ; ces bâtiments seraient raccordés à un réseau de chaleur non émetteur de CO₂ ou équipés de pompes à chaleur éventuellement couplées à une chaudière à biogaz ou biofioul (chauffage hybride). Comparée aux hypothèses retenues par RTE, la consommation d'électricité de chauffage est supérieure d'environ 80 TWh par an. Les dépenses annuelles – énergie et annuités correspondant aux dépenses d'investissement – sont inférieures de 20 milliards d'euros par an. Les émissions de CO₂ ne sont pas supérieures à celles que suppose RTE.

Cette étude et ses résultats ont été publiés dans *La Revue de l'énergie* (numéro de mai-juin 2019) et le détail des calculs est publié sur Internet

De même, les hypothèses de consommation d'électricité dans le domaine des transports supposent une diminution des distances parcourues par personne en véhicule individuel. La consommation d'électricité par l'industrie ne tient pas compte des effets de la réindustrialisation voulue par le gouvernement.

Il ne suffit donc pas d'étudier des « variantes » de consommation mais une hypothèse où la consommation annuelle d'électricité est supérieure de 120 TWh à l'hypothèse de RTE : 700 TWh par an au lieu de 580.

Question 5

Cadrage global des 8 scénarios d'étude

Etes-vous d'accord avec le cadrage et les six scénarios d'étude principaux proposés ?

OUI et NON

Il est difficile de répondre car on peut être d'accord pour étudier un scénario et considérer néanmoins qu'il ne serait pas dans l'intérêt de la nation de retenir ses hypothèses.

Comme dit plus haut, l'hypothèse de consommation d'électricité *ne peut pas être la seule qui soit retenue*.

Partagez-vous la définition des hypothèses communes aux six scénarios d'étude (M1, M2, M3, N1, N2, N3) et notamment la trajectoire de déclassement nucléaire retenue ?

NON

Le maintien en fonctionnement des réacteurs existants est ce qui permet de produire de l'électricité au moindre coût. On ne peut donc pas écarter l'hypothèse selon laquelle la durée de vie de ces réacteurs serait prolongée aussi longtemps qu'ils seront autorisés par l'Autorité de sûreté nucléaire. On se bornera ici à relever que des réacteurs identiques ont reçu aux Etats Unis l'autorisation de fonctionner jusqu'à 80 ans.

Par ailleurs, dans une démarche prospective ouverte, il n'y a pas de raison de vouloir limiter à 50 % la part du nucléaire en 2035.

Selon vous, quel doit être le dimensionnement des scénarios en matière de production d'électricité en France ?

Le service de l'électricité est une condition économique de la sécurité du pays. En cas de défaillance, la responsabilité repose sur le pouvoir politique national. La gestion courante du réseau électrique aura pour but de répondre à la demande au moindre coût en tenant compte des besoins et des possibilités du système électrique des pays voisins mais le dimensionnement des scénarios doit être calculé pour que l'approvisionnement des consommateurs soit assuré en toute circonstance.

Comme dit plus haut, les scénarios devraient être calibrés pour répondre à une demande finale de 700 TWh – sans compter la consommation pour produire de l'hydrogène utilisé hors du système électrique.

Confirmez-vous l'intérêt, exprimé lors de la concertation, d'étudier les deux scénarios alternatifs (« M0 » et « N0 ») proposés ci-dessus ?

OUI – en ajoutant un autre scénario

Le scénario M0 montre à quel point seraient aggravées les difficultés soulevées par une très faible capacité nucléaire, qui seront encore plus lourdes avec une consommation supérieure à ce que suppose RTE.

Le scénario N0 suppose que la capacité des réacteurs existant aujourd'hui serait de 30 GW ce qui correspond à une durée de vie des réacteurs de 60 ans.

Le scénario N3 suppose que la capacité des réacteurs nouveaux sera en 2050 de 40 GW.

Ces deux hypothèses, n'étant pas incompatibles, invitent à étudier un scénario où la capacité nucléaire serait en 2050 de 70 GW. Scénario N03 – voir *infra*

Questions de 6 à 11

Tous ces scénarios reposent sur des hypothèses de consommation d'électricité trop basses. Ils devraient être recalibrés pour répondre à une demande annuelle de 700 TWh soit 120 TWh de plus.

Quel que soit le scénario, comme les ressources en hydraulique et biomasse sont limitées, pour une même capacité nucléaire il faudra beaucoup plus d'éolien et de photovoltaïque,

Pour une électricité sans nucléaire ni énergie fossile, à supposer que les problèmes de stabilité du réseau soient surmontés, selon mon estimation il faudrait par exemple 190 GW d'éoliennes au lieu de 155 GW et 150 GW de photovoltaïque au lieu de 130 et, pour produire du gaz de synthèse, 10 GW d'électrolyse de plus.

Les scénarios où la capacité nucléaire diminue parfois jusqu'à s'annuler supposent un très grand nombre d'éoliennes et de très grandes étendues consacrées au photovoltaïque. Ils créent des dépendances à l'égard de l'étranger pour ce qui est des matières rares ou stratégiques. L'intermittence de la production crée des difficultés nouvelles que les scénarios de RTE entendent pallier en faisant appel aux batteries de millions de véhicules électriques.

La baisse de la capacité nucléaire conduirait à la dégradation et à la perte d'un savoir-faire français dont le monde a besoin.

Si la capacité nucléaire est très basse, l'étude récente faite par l'AIE et RTE démontre que la stabilité du réseau ne pourrait être préservée que si quatre conditions, chacune étant difficile à concrétiser, sont toutes réunies en permanence.

La multiplication, par centaines de milliers, des points de production et de réglage du réseau électrique sera accompagnée d'un réseau numérique de contrôle et de commande à créer de toutes pièces, générant de nouvelles vulnérabilités.

Questions 12 et 13 : les scénarios N3 et N0

Ces deux scénarios supposent que la capacité nucléaire en 2050 sera de 55 GW.

Un nouveau scénario : N03 avec 70 GW nucléaire en 2050

Si la production nucléaire n'est pas exclue, il n'y a aucune raison de ne pas l'exploiter complètement pour éviter les inconvénients des éoliennes, du photovoltaïque et de l'utilisation de biomasse ou de biogaz pour produire de l'électricité. Avec une capacité nucléaire de 90 GW, il serait possible de répondre à une consommation de 700 GW sans énergie fossile et en limitant à quelques dizaines de GW la capacité totale des éoliennes et du photovoltaïque

En 2050, avec cette capacité éolienne et photovoltaïque et 70 GW de nucléaire, il y aura un peu d'électricité produits partir de gaz fossile ou de biogaz. Comme dit plus haut, le CO2 ignorant les frontières, les émissions de CO2 pourront être compensées par des émissions évitées dans d'autres pays.

Voici donc un autre scénario à étudier pour le proposer à la décision politique au même titre que les autres scénarios:

Un autre scénario à étudier pour le proposer à la décision politique : proposition

Consommation finale : 700 TWh ; au lieu de 580 TWh dans les scénarios de RTE

Capacité des réacteurs nucléaires existants : 30 GW ; capacité de nouveaux réacteurs : 40 GW.

Capacité éolienne : 30 GW sur terre et 10 GW en mer ; photovoltaïque : 40 GW

Production à partir d'hydraulique (sans les Steps), biomasse et biogaz : en tout 63 TWh

La production à partir de gaz fossile dépend du profil de la consommation. Le modèle de simulation utilisé par RTE la calculera. Selon le modèle simplifié et publié que j'utilise, elle serait probablement de quelques dizaines de térawattheures par an.

Pour produire de l'hydrogène qui ne servira pas à produire de l'électricité mise sur le réseau, la capacité est de 15 GW. La quantité d'électricité consommée est probablement de 40 TWh.

Les variations de la production éolienne et photovoltaïque et celles de la demande seront absorbées par les steps et par quelques GWh de batteries, par la flexibilité de la production nucléaire et par une capacité de production à partir de gaz d'une quarantaine de GW. Celle-ci pourrait être réduite de 10 GW par une capacité effaçable (définitivement) de 10 GW, les quantités effacées étant alors de quelques TWh par an.

Le pourcentage de la production nucléaire dans la consommation française serait de 62 %.

Les émissions dues à la production d'électricité seraient de 20 Mt CO₂ par an.

Comparé aux scénarios présentés à cette consultation, celui-ci évite de grosses dépenses d'isolation thermique, de l'ordre de 20 milliards d'euros par an - c'est à dire 1000 euros par tonne de CO₂. Il sera très facile d'éviter dans d'autres pays une quantité égale d'émissions pour dix fois moins cher.

Ajouter une question 13 bis - Comme pour les autres scénarios

scénario N03 : 60 % de nucléaire en 2050 pour une consommation de 700 TWh (au lieu de 580 TWh dans les scénarios présentés par RTE à la consultation)

La configuration proposée dans le cadre de ce scénario N03 vous semble-t-elle pertinente ?

OUI : elle minimise le total des dépenses de production et d'économie d'électricité

Quelles sont les conditions (technologiques, économiques, sociétales, industrielles...) de réussite d'un tel scénario ?

Une relance industrielle vigoureuse parfaitement cohérente avec la volonté politique de réindustrialisation du pays. En effet, la relance de l'industrie nucléaire française concerne de nombreux secteurs de l'industrie : chaudronnerie, construction électrique, électronique, numérique, génie civil, etc.

Quels sont les points d'attention principaux ?

Une bonne information du public. Il est inadmissible que 60 % des Français (encore plus parmi les jeunes) pensent que le nucléaire émet du CO₂ ; c'est le résultat d'une défaillance collective à tous les niveaux : formation, enseignement, presse générale, académies, etc.

Formation professionnelle massive dans ce secteur dont on fera un secteur en croissance.

Montrer aux jeunes l'avenir de ce secteur industriel pour la France et le monde de façon à y attirer les talents.

Quelles hypothèses considérez-vous opportunes de considérer en matière de répartition géographique des nouveaux réacteurs ?

Cette capacité de 70 GW montera progressivement à 90 GW ce qui correspond au remplacement nombre pour nombre des réacteurs actuels. Le plus simple sera donc de construire des réacteurs aux emplacements qu'EDF a réservés pour remplacer les réacteurs existants.

Question 14

Répartition géographique des moyens de production

Pour l'éolien : à plus de 1500 mètres des lieux habités.

Pour le nucléaire : dans les zones réservées à cet effet par EDF pour le remplacement des réacteurs existants en privilégiant les emplacements situés près de la côte.

Question 15

Analyse des effets du climat sur le système

Pas d'observations.

Question 16

Flexibilité

Partagez-vous l'approche et les hypothèses proposées par RTE pour évaluer les besoins de flexibilités ?

Remarques

Attention : un graphique peut induire en erreur : page 60 : gisements de flexibilité

Les batteries, les steps et les déplacements de consommation offrent deux services différents : d'une part ils permettent de mieux utiliser le potentiel de production éolien et photovoltaïque et, d'autre part, ils permettent de diminuer la puissance des moyens de production flexibles. Le premier type de service a peu d'effet. Le second se mesure par la puissance exprimée en GW que peut garantir une capacité de stockage exprimée en GWh. Pour les premiers GWh de stockage, le rapport entre la puissance garantie et la capacité est supérieur à 1. Puis il diminue très vite. Si l'on ajoute une nouvelle capacité de stockage à une capacité déjà installée de quelques dizaines de GWh l'efficacité de cette nouvelle capacité est très faible.

On ne peut pas ajouter les GW apportés par tel ou tel moyen de stockage comme cela semble ressortir du graphique de la page 60 ; un graphique qui, en définitive, est trompeur.

Le chauffage hybride – un moyen pratiquement ignoré du document soumis à consultation

Les chaudières au fioul existantes, toutes accompagnées de cuves de fioul, fournissent à la fois de la puissance et un moyen de stockage gratuits. Il en est de même des chaudières au gaz. Au lieu de les démolir pour les remplacer par des pompes à chaleur (PAC), il serait beaucoup plus efficace de leur ajouter chaque fois que possible une PAC de moindre puissance située en amont de la chaudière au fioul ou au gaz. Ce dispositif présente plusieurs avantages.

La PAC en relève de chaudière, moins puissante qu'une PAC seule, est moins onéreuse. La PAC peut être mise hors tension par le fournisseur d'électricité sans avoir à donner de préavis, et cela pour quelques minutes, quelques jours ou quelques mois. La capacité du réseau de distribution n'a pas à être accrue autant que la puissance de la PAC puisque, dans les périodes de pointe de demande, celle-ci peut être mise hors tension. Pour éviter toute émissions de CO2 le fioul peut être du biofioul, le gaz du biogaz.

RTE devrait étudier ce moyen de flexibilité qui est probablement parmi les plus simples et les moins coûteux. Les consommateurs y trouveront avantage si le prix de cette électricité effaçable sans préavis reflète les services rendus à la gestion du réseau, encore plus utiles que ceux qu'apportent une électricité effaçable au tarif Tempo.

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 ?

L'étude de RTE sur le couplage entre électricité et hydrogène est approfondie et réaliste et appelle peu de commentaires.

Remarques

Eviter que les consommateurs d'électricité ne subventionnent la production d'hydrogène

L'étude de RTE montre bien que **1-** dans certaines situations l'électricité consommée par l'électrolyse peut être considérée comme un *sous-produit* de la production d'électricité par un parc de production conçu pour répondre au moindre coût à la demande finale d'électricité, c'est-à-dire un parc « adapté à la demande », et que, **2-** dans d'autres situations, il s'agit d'électricité spécialement produite pour l'électrolyse. Et **3-** il y a des situations intermédiaires où la capacité de production d'électricité est supérieure à ce que serait celle d'un parc adapté à la demande finale.

Dans ces situations intermédiaires, le coût de production de l'électricité est supérieur à ce qu'il serait si le parc était adapté à la demande finale. Il serait injuste que cela se traduise par une augmentation de la facture à la charge du consommateur final d'électricité.

RTE devrait donc étudier les moyens à mettre en œuvre pour éviter que, par ce biais, les consommateurs d'électricité ne « subventionnent » la production d'hydrogène.

La chaleur par effet Joule donnera une valeur plancher à une électricité excédentaire

Un parc adapté à la demande a des possibilités de production qui ne sont pas utilisées par la consommation finale. Le coût de ces possibilités excédentaires est le coût marginal de production à quoi s'ajoutent les dépenses d'acheminement. Cette électricité est intermittente, incertaine. Le facteur de charge d'un équipement pouvant la consommer peut être très bas. La valeur d'usage de l'électricité dépend donc beaucoup du coût de l'équipement qui la consomme.

L'équipement le moins coûteux est la résistance électrique. Les réseaux de chaleur pourraient donc valoriser une électricité excédentaire même si le facteur de charge n'est que de quelques centaines d'heures par an. Cette possible utilisation donne à l'électricité un prix minimum qui doit être pris en considération lorsque l'on calcule le coût de production de l'hydrogène.

Question 18

Hypothèses sur le mix européen

RTE prend certainement en considération le fait que plusieurs pays européens prévoient de beaucoup diminuer leurs capacités de production pilotables.

Comme dit plus haut, il convient de distinguer les coopérations entre gestionnaires de réseaux, qui ont montré à plusieurs reprises récemment leur efficacité, et la responsabilité en cas de gros incident, qui relève de chaque autorité politique nationale.

Question 19

Cadrage des analyses techniques

Au sujet de **la stabilité du réseau**, ce serait une lourde responsabilité de se priver de la sécurité qu'apporte l'inertie des machines tournantes, un moyen parfait d'amortir les micro-variations inévitables tant au niveau de la production que de la consommation et, en cas de perturbation, de donner aux moyens d'équilibrage du réseau le temps d'entrer en action.

Il appartient aux spécialistes et à ceux qui ont l'expérience pratique de la gestion des réseaux de faire des commentaires.

Question 20

Cadrage de l'analyse sociétale

Une remarque préalable :

On lit dans le rapport : « il existe aujourd'hui un consensus sur le fait que certaines évolutions de comportements et de modes de vie conduisent à une réduction des usages de l'énergie, par exemple : baisse de la température de chauffage (,,) ». On a plutôt l'impression du contraire. Une population plus âgée ressent le besoin d'une température plus élevée. Avec l'expérience du confinement et le télétravail, les ménages apprécieront une pièce de plus et un jardin, même pzzrit. De plus, lorsque l'on parle avec des personnes dont les revenus sont modestes, on n'a vraiment pas l'impression qu'elles ont renoncé à l'espoir de pouvoir davantage se déplacer et voyager.

Il ne faudrait pas que les résultats de ces travaux d'« analyse sociétale » soient déjà dictés à leurs auteurs.

Un sujet d'analyse sans doute prioritaire

Voici un sujet d'analyse qui n'est pas mentionné par dans le rapport de RTE : analyser comment il se fait que 60 % de la population croie que la production d'énergie nucléaire est la cause d'émission de CO₂. Cette analyse peut conduire assez loin.

Voici une explication possible : *au rebours* de ce qui se dit généralement, le grand public *fait confiance* et *est rationnel*. Si les notions de nucléaire et d'émissions de CO₂ sont systématiquement rapprochées (sous le chapeau de « écologie »), le grand public, parce qu'il est rationnel et qu'il fait confiance, pense que ce qu'il lit ou entend vient de personnes rationnelles et, en conséquence, fait un lien rationnel entre nucléaire et émissions de CO₂. Dans ce processus, personne n'a dit de choses fausses et le grand public est trompé.

Autre exemple : les 150 membres de la « consultation citoyenne » sur le climat sont déçus car leur proposition sur le logement (mettre tous les logements existants à la norme BBC) n'est pas retenue. Ont-ils été informés du coût marginal de la tonne de CO₂ évitée ? Autre question triviale : a-t-on attiré leur attention sur le fait que le CO₂ ignore les frontières et que, en conséquence, il est plus efficace, dans la mesure du possible, de financer des actions là où elles sont le plus efficaces même si ce n'est pas en France ?

En un mot les évolutions sociétales dépendent de la façon dont les informations sont données et de la capacité des personnes à évaluer les informations qu'elles reçoivent. Cela mérite d'être analysé .

Question 21

Cadrage de l'analyse environnementale

Les conditions sociales et environnementales dans lesquelles sont élaborés les produits consommés ou utilisés par les différents moyens de production d'électricité devront être décrites et évaluées soigneusement.

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 ?

OUI

Quelques remarques

Il est écrit : « La prise en compte des dépenses passées n'est pas nécessaire pour apporter un éclairage économique sur les choix possibles de transition énergétique : par définition, les dépenses passées ne sont plus « réversibles », mais communes à tous les avenir possibles »

Il vaudrait mieux écrire : « la prise en compte des dépenses *générées par des* décisions passées n'est pas nécessaire » etc.

RTE a raison d'incorporer dans l'analyse les dépenses nécessaires pour limiter la consommation d'électricité. Il les introduit en comparant les dépenses selon quelques « variantes ». Comme dit plus haut, pour minimiser les dépenses totales, la consommation d'électricité pour le chauffage devrait être *très supérieure* à l'hypothèse retenue dans ces scénarios.

Etes-vous d'accord avec les hypothèses de coûts proposées et sinon, avez-vous d'autres références à proposer ?

NON sur l'éolien et les dépenses d'économie d'énergie

Remarques:

Les hypothèses de coût de l'éolien, du photovoltaïque et de l'isolation thermique sont pour certaines incroyablement basses. Elles demandent à être davantage expliquées.

L'éolien en mer flottant

Selon les hypothèses proposées par RTE, l'investissement serait compris entre 1300 et 2500 €/kW. Le rapport ne donne pas d'indications sur le facteur de charge mais plusieurs études le voient proche de 50 %. Avec un taux d'actualisation de 4,5 %, et en supposant un facteur de charge légèrement inférieur à 50 %, le coût LCOE (Levelised Cost Of Electricity) de l'éolien en mer flottant serait dans une fourchette de 26 €/MWh à 48 €/MWh. Or selon un rapport récent de la Commission européenne, l'ADEME mettait le coût de l'éolien flottant dans une fourchette de 165 à 364 €/MWh.

En décembre 2018, la France a notifié à la Commission de l'Union européenne une aide individuelle en faveur de la construction d'une ferme d'éoliennes flottantes, appelée EolMed. La commission a rédigé et publié un rapport le 25 février 2019. Le coût de l'électricité produite sera de 340 €/MWh (valeur mentionnée au point 90 du rapport). C'est le coût de production d'une installation pilote. En phase industrielle, le coût sera moindre. La Commission écrit dans son rapport, au point 29 « il est difficile de fournir des chiffres pertinents sur les coûts de l'éolien flottant car cette filière est encore à un stade de démonstration » et au point 30 : « Toutefois (,,) les évaluations de l'ADEME pour la France montrent des coûts d'investissement entre 6 et 9 millions d'€ par MW (,,) et des coûts LCOE (Levelised Cost Of Electricity, coût moyen de production de l'électricité)

variant entre 165 et 364 €/MWh selon les hypothèses envisagées (coûts d'investissement, du site, du productible, du taux d'actualisation,...)».

Il serait intéressant que RTE montre comment expliquer l'écart considérable entre cette évaluation de l'ADEME (165 à 364 €/MWh) et les hypothèses qu'il propose de retenir (entre 26 et 48 €/MWh).

L'éolien sur terre

Selon les hypothèses de RTE, le coût de l'éolien sur terre serait de 41 €/MWh. Or cette filière est arrivée à maturité. La baisse de coût suppose que les éoliennes seront beaucoup plus hautes que aujourd'hui, soulevant la question de savoir si elles seront acceptées.

Le photovoltaïque

On comprend que le coût du photovoltaïque, un secteur qui touche à l'électronique, puisse continuer à baisser. Néanmoins, ces coûts ignorent les pollutions générées sur le lieu de production des panneaux. De plus, une part croissante du coût provient de dépenses de génie civil et de construction électrique qui ne peuvent pas baisser comme en électronique.

Les dépenses de rénovation thermique

P. 90 du rapport présenté à la consultation on lit : « Pour la rénovation du bâti, du fait de la complexité et de la diversité des opérations considérées, les coûts constatés dans la littérature couvrent une fourchette large. Ils dépendent en grande partie de la performance visée des opérations de rénovation. Pour simuler l'influence d'une possible industrialisation des procédés, une variante conduisant à une baisse de 30% des coûts de rénovation est envisagée » Dans un tableau on lit : « Rénovation à haute performance : 160 €/m² »

Cela signifie qu'une rénovation thermique totale, y compris une ventilation mécanique contrôlée double flux coûterait aujourd'hui 230 € par mètre carré soit, pour une maison individuelle de 130 mètres carré, 30 000 euros, et ne coûterait plus, en 2050, que 20 000 €.

Pour justifier ces valeurs, le RTE se réfère à deux études menées pour l'ADEME. Ces études indiquent les prix unitaires de chaque « geste » à faire pour réduire la consommation. Lorsque l'on ajoute tous les prix, le total pour un pavillon de 130 mètres carré est supérieur à 45000 euros, soit 350 €/m².

L'incertitude sur les coûts est grande et son effet sur les dépenses totales est considérable. Si, en 2050, la valeur moyenne de l'investissement est, non pas 160 €/m², mais 230 €/m², pour les 2,6 milliards de m² de logements, cela fait une différence de 180 milliards.

Dans son évaluation économique, RTE ne devrait donc pas manquer de faire une étude de sensibilité avec une large fourchette d'incertitude.