

Réponse à la consultation lancée par RTE sur le Bilan prévisionnel – édition 2023

Perspectives pour le système électrique à l'horizon 2035

Question 1-2

Parmi les aléas, ne pas sous-évaluer le risque que l'importation d'électricité en cas de crise soit très difficile voire impossible car chaque pays donnera la priorité à sa consommation nationale - sauf, naturellement, un traité entre Etats.

Question 2-2

Il est prudent de prévoir un scénario défavorable. En effet les dispositions à prendre pour en atténuer les conséquences sont beaucoup moins coûteuses que les effets d'une crise à laquelle nous ne serions pas préparés. L'expérience doit nous éclairer : il aurait été préférable de ne pas diminuer de plus de 10 GW la capacité française de production d'électricité pilotable.

Question 2-3

D'ici 2035, la France peut faire en sorte qu'elle ne manquera pas d'électricité en augmentant la capacité de moyens de production pilotables (cf. questions 5, 12, 13 et 14). Le choix des techniques de production et de consommation d'électricité doit prendre en compte le risque d'une forte hausse des prix des métaux et autres matériaux.

La relation entre les décisions à prendre en France et les hypothèses démographiques ne saute pas aux yeux.

Question 3

Le besoin d'électricité devrait être présenté au sein du système de production et de consommation d'énergie, par exemple, pour en faciliter la lecture et la compréhension sous la forme d'un tableau 21*27 élaboré par un moteur excel qui permet de s'assurer de la cohérence des hypothèses.

Voici une variante à étudier en priorité :

- Forte consommation d'électricité par l'industrie
- Consommation pour le chauffage calculée de façon à minimiser la somme des dépenses d'économie d'énergie et de consommation d'énergie.

Cela reviendrait à mettre en classe D du DPE les bâtiments moins bien classés.

- Report à 2070 de l'échéance de neutralité carbone en mentionnant que cela serait accompagné d'une coopération avec d'autres pays pour éviter des émissions depuis leur territoire.

Question 4.1

« Quelle borne haute de la consommation vous semble réaliste à intégrer dans les études ».

La question pourrait être posée différemment par exemple : quelle prévisions de consommation d'électricité ? Est-il réaliste de penser que le système français pourra y répondre ?

Un tableau croisé de consommation d'énergie par type d'énergie et secteur de consommation (publié sur www.hprevot.fr) montre pourquoi il convient de retenir le haut de la fourchette présentée dans le document mis en consultation (p. 21), soit 610 TWh .

Est-il réaliste de penser que le système de production d'électricité pourra répondre à une telle demande ? La réponse est assurément positive comme on le montrera plus loin.

« Pensez-vous qu'une atteinte partielle des objectifs climatiques et d'un cadre macroéconomique de mondialisation contrariée serait de nature à ralentir la hausse de la consommation d'électricité ?

Certes non ! Le besoin d'électricité touche à l'avenir de notre pays, à son autonomie, à sa liberté de décision. *Plus la situation mondiale sera complexe, plus notre besoin d'électricité sera impérieux* puisque nous disposons de la possibilité d'en produire sans dépendre de telle ou telle puissance ou groupes de puissances extérieurs.

Question 4.2

Facteurs de baisse de la consommation nationale d'électricité

Le besoin d'électricité ne peut s'évaluer que dans le contexte des besoins et des ressources en énergie. La consommation d'énergie diminuera. Pour, à la fois, renforcer notre sécurité d'approvisionnement et aller vers la neutralité carbone, l'énergie fossile sera remplacée par de la biomasse et de l'électricité. Un tableau de la consommation par type d'énergie et par secteur d'utilisation montre que la consommation d'électricité augmentera.

La baisse de consommation d'électricité observée actuellement tient à la forte augmentation des prix *et aussi à l'éventualité d'un manque physique de capacité de production*. La consommation est guidée par les prix et la réglementation. Il est possible de limiter la hausse des coûts de production, donc des prix (sous réserve que la façon dont s'établissent les prix conduise à une cohérence entre prix et coûts). Et il n'y a pas de raison de réglementer la consommation car il est très possible de faire en sorte que nous ne manquerons pas de capacité de production d'électricité pour répondre à la demande telle qu'elle se manifesterait – sauf le cas particulier des logements mis en location, vu que la relation entre le bailleur et le locataire est parfois déséquilibrée.

Question 4.3

Comme dit plus haut, après avoir inscrit la consommation d'électricité dans le tableau général de l'énergie, retenir la partie haute et de la fourchette proposée dans la consultation, soit 610 TWh.

Dans une réflexion géostratégique, un contexte mondial difficile conduit à renforcer ces perspectives de consommation.

Question 4.4

Sortie des énergies fossiles dans le logement

La disparition programmée des chaudières au fioul est-elle souhaitable ?

Un chaudière au fioul couplée à une PAC permet de diminuer la puissance de la PAC et d'éviter de consommer de l'électricité pendant les périodes froides où non seulement le COP est mauvais mais aussi la forte demande d'électricité oblige à faire fonctionner des installations de production au gaz voire au fioul – de sorte que la PAC, pendant les périodes les plus froides chauffe l'eau du chauffage central par effet Joule. Mieux vaudrait alors une chaudière au fioul ou au biofioul.

Question 4.5

Sobriété et efficacité énergétique dans les logements individuels existants

En matière de travaux d'efficacité énergétique, on attend des pouvoirs publics une évaluation *du total des dépenses* d'économie et de consommation d'énergie selon la diminution des pertes thermiques d'une

part, la diminution des émissions de CO2 d'autre part. Aujourd'hui il se confirme que les objectifs de la SNBC, retenues jusqu'ici comme une bonne base par RTE, sont irréalistes.

Ici on peut s'interroger sur l'objectif de neutralité carbone *dès 2050*. Comme le CO2 ignore les frontières, ne serai-il pas utile de chercher une plus grande efficacité en reportant en 2070 cette neutralité carbone et en participant au financement d'actions menées en Afrique pour éviter en 2050 autant d'émissions que nous émettrons alors.

Si l'échéance de neutralité carbone est reportée à 2070, il suffit de mettre les logements en classe D du DPE pour pouvoir tous les chauffer avec des pompes à chaleur (donc des émissions de CO2 nulles ou très faibles), car à cette date la capacité de production d'électricité sans émissions de CO2 sera suffisante.

Au sujet du « genre de vie » : il appartient à l'Etat de faire en sorte que le coût de production d'électricité soit aussi bas que possible et que les prix les reflètent. Cela fait, que l'Etat laisse chacun choisir son mode de vie !

Question 4.11

Les véhicules hybrides : aujourd'hui les modèles mis en vente sont très coûteux et les utilisateurs n'utilisent que très peu la propulsion électrique. En conséquence ils n'ont pas la faveur des pouvoirs publics. Pourtant ils présentent un double avantage. Premièrement ils répondent au besoin d'autonomie sans nécessiter de grosses capacités de batteries qui ne seraient que très partiellement utilisées. Deuxièmement ils peuvent éviter une consommation d'électricité dans les périodes tendues (un effacement définitif). Consommation de matériaux, « passage de la pointe » : ce sont deux sujets majeurs. Il faudrait donc inciter les constructeurs à mettre au point et à commercialiser des véhicules à alimentation hybrides qui ne soient pas trop chers.

Question 4.13 –

Production d'hydrogène

Ne conviendrait-il pas de mentionner la possibilité de produire de l'hydrogène à partir de biomasse ?

Question 4.14 .

Effacements de la consommation

Question 4.15

Pilotage de la recharge des véhicules électriques

Ces questions appellent **une réflexion sur l'ensemble des moyens de flexibilité.**

Dans ce document soumis à consultation le mot « effacement » est ainsi défini : « baisser temporairement la consommation, sur sollicitation ponctuelle envoyée aux consommateurs ». Puis le document évoque seulement la puissance effacée, exprimée en GW. Cette définition n'indique pas si cette baisse temporaire est compensée ou non par un surcroît de consommation ; si elle est compensée, mieux vaut parler de « déplacement » de la consommation. Et le document ne donne aucune indication sur la durée de cette baisse de consommation « temporaire ». Or ces précisions sont nécessaires pour évaluer le bénéfice d'un « effacement » : diminution des quantités (exprimée en GWh) produites par les moyens dont le coût marginal est le plus élevé et diminution de la capacité de production (exprimée en GW) de ces moyens.

Reporter le fonctionnement d'un lave-linge est un déplacement de consommation. Quant au chauffage, le couper pendant quelques dizaines de minutes est partiellement un effacement définitif et partiellement un simple déplacement ; si une pompe à chaleur hybride remplace l'électricité par du gaz ou du fioul, l'effacement est définitif. Suspendre la recharge d'un véhicule électrique est un déplacement ; si le véhicule est hybride, l'effacement peut être définitif. Lorsque une usine diminue sa production certaines heures pour la

reporter la nuit ou en fin de semaine, il s'agit d'un déplacement de consommation ; si elle est contrainte par la hausse des prix d'abandonner une certaine production (éventuellement de la reporter dans un autre pays), il s'agit d'un effacement définitif.

Une diminution temporaire de consommation de 5 GW qui n'est pas compensée par une augmentation ultérieure de la consommation diminue le besoin de capacités de production pilotable de 5 GW. Si cette diminution temporaire de consommation est compensée, l'effet d'un effacement sur le besoin de capacité pilotable ne dépend pas seulement de la durée de cet « effacement », qui n'est qu'un déplacement de consommation ; il dépend aussi de l'existence et de l'importance d'autres moyens tels que la capacité des batteries et des Steps (exprimée en GWh) et de la flexibilité de la production des lacs et des fleuves (exprimée elle aussi en GWh).

Les différents moyens de flexibilité que sont les possibilités de déplacement de consommation, les batteries, les Steps et la flexibilité de la production hydraulique sont tous caractérisés par une limite de puissance de charge ou de décharge (en kW) et par un « contenance », une quantité maximale d'électricité (en kWh).

La « contenance » de la flexibilité de la consommation est la quantité de consommation reportée (le produit de la puissance évitée et de la durée). La flexibilité de la production hydraulique peut se définir comme la différence entre la production horaire et la moyenne horaire glissante des productions horaires sur quelques semaines.

La diminution du besoin de capacité pilotable (en GW) que ces moyens de flexibilité rendent possible dépend de la somme des « contenances » (en GWh) de tous ces moyens. Elle dépend aussi du profil horaire de la consommation et de celui de la production éolienne ou photovoltaïque. Elle est très inférieure à la somme des puissances effaçables (en GW) et des puissances de décharge des différents moyens de stockage.

Tout cela pour dire que le document de RTE, en ne distinguant pas déplacement de consommation et effacement définitif, en ne disant rien de la durée du déplacement de consommation, en ne montrant pas que, pour évaluer la diminution du besoin de capacité pilotable, tous les différents moyens de flexibilité doivent être considérés ensemble, en ne disant pas que leur efficacité diminue très vite lorsque leur contenance (en GWh) augmente et en ne citant que la puissance (en GW) pouvant être « effacée » (par la consommation domestique ou industrielle, par la recharge des batteries de voitures, etc.) invite le lecteur à ajouter ces puissances pour évaluer leur effet global – ce qui serait une lourde erreur.

Question 4.16

Modes de fonctionnement des électrolyseurs

Le besoin de flexibilité de l'électrolyse et de capacités de stockage d'hydrogène ne peut s'apprécier qu'au vu des parcs de production (avec plus ou moins d'éolien et de photovoltaïque) et des chroniques horaires de consommation et d'activité éolienne.

Il serait très souhaitable que RTE publie quelques chroniques horaires de consommation en 2035 pouvant servir de références.

Question 5.1 –

Cadrage général sur les énergies renouvelables

Pour définir ce cadrage, plutôt que de se référer à une loi qui par nature est révoquée, il est plus utile d'évaluer dans quelle mesure on aura besoin d'éoliennes et de photovoltaïque.

Or, on le verra plus loin, en 2035, avec 55 ou 60 GW nucléaire, on n'aura pas besoin de plus d'éoliennes sur terre qu'aujourd'hui et une capacité de 5 GW d'éolien en mer et d'une quarantaine de gigawatts photovoltaïque sera suffisante.

Question 5.4

Eolien terrestre

Parmi les inconvénients de l'éolien sur terre – consommation de métaux, notamment le cuivre, détérioration des paysages avec les conséquences sur l'activité touristique, déséquilibre du réseau électrique, besoins de stockage d'électricité - le plus grave, trop souvent passé sous silence est que l'éolien est la cause de désordres, de querelles et de ressentiment dans les villages, où l'on en voit quelques-uns s'enrichir en étant la cause de nuisances qui pèsent sur les autres.

Question 5.7

Production du parc nucléaire à moyen terme

« RTE propose d'ajouter aux stress-tests pré-existants un stress-test de type 'défaut générique sur les tranches nucléaires' »

Ce serait seulement répondre aux recommandations réitérées de l'Autorité de sûreté nucléaire qui avait demandé que soit anticipé l'arrêt d'une dizaine de réacteurs nucléaires.

Question 5.9

Parc nucléaire de deuxième génération

RTE envisage de prendre comme hypothèses des capacités du parc nucléaire en 2035 comprises entre 48 et 61 GW.

Cela paraît pertinent.

Question 5.11

Flexibilité du parc nucléaire

En France, la production nucléaire, qui s'efface devant la production éolienne et photovoltaïque, est variable alors qu'aux Etats Unis elle est à peu près constante ; d'autre part la disponibilité des réacteurs est en France beaucoup plus basse qu'aux Etats Unis. Faute de savoir s'il existe ou non une relation de cause à effet, il serait prudent de reconsidérer les règles de gestion du parc de production d'électricité de façon à diminuer les fluctuations de la production nucléaire. L'effet sur le coût de l'électricité serait imperceptible.

Avec un moyen de simulation personnel (qui est publié), on peut comparer deux situations où la capacité nucléaire est au bas de la fourchette proposée par RTE, soit 50 GW, et où la capacité éolienne et photovoltaïque est telle que la production à partir de gaz est 30 TWh/an. Dans une situation la production nucléaire peut varier jusqu'à 10 % en une heure ; dans l'autre elle ne peut varier que de 1 %. Avec cette faible flexibilité la production nucléaire pour la consommation française (directement ou en passant par les moyens de stockage) est supérieure de 17 TWh (sur 300 TWh) à ce qu'elle serait avec une forte flexibilité. Les dépenses de production d'électricité sont supérieures de 160 M€ sur un total de 45000 M€, soit 0,3 %. Ce serait beaucoup moins avec une capacité nucléaire de 60 GW. La stabilité du fonctionnement du parc nucléaire présente sans doute un avantage dont la valeur est largement supérieure

Questions 5.12 Avenir des sites contenant des centrales au charbon

Question 5.13 Turbines à combustion au fioul

Question 5.14 Centrales au gaz

Ces trois questions portent sur la capacité de production pilotable.

Dans le texte qui présente ces trois questions on lit : « les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre devraient conduire à une réduction de la capacité installée » - p. 66.

Pour pouvoir écrire une telle phrase, le rédacteur de ce document a été victime d'un moment d'inattention, de même que le lecteur. Pour des installations « de pointe » qui ne fonctionnent que

quelques dizaines d'heures par an, il n'y a aucun rapport entre la capacité de production dont on a besoin et les émissions de CO2. C'est pour avoir méconnu cette évidence que l'on a mis à l'arrêt les centrales au charbon sans tenir compte de leur apport à la sécurité, une sérieuse erreur dont la crise actuelle montre les effets.

La phrase citée plus haut se poursuit ainsi : « (...) la capacité installée qui dépendra toutefois du niveau de sécurité d'approvisionnement et de l'existence de mécanismes de capacité aux différents horizons » - expressions qu'on a du mal à comprendre

Cette question essentielle de la capacité des moyens de production pilotables doit être abordée différemment

1 évaluer le besoin de puissance des moyens pilotables autres que le nucléaire ;

2 évaluer dans quelle mesure la flexibilité de la demande et de la production hydraulique, les batteries et les Steps diminuent le besoin de capacité de production pilotable ;

3 faire une hypothèse sur la marge de puissance à préserver pour faire face aux aléas climatiques et techniques.

Le document de RTE rappelle que la capacité des moyens thermiques est aujourd'hui de 14,7 GW (6,7 GW de CCG, 2 GW de TAC, 5 GW de cogénération et 1 GW de groupes de faible puissance) et propose une diminution de 2,2 GW (0,2 GW de TAC, 0,6 GW de cogénération au gaz, 1 GW de moyens de production de petite taille et aussi la cogénération au fioul dont ce document n'indique pas la capacité, estimée à 0,4 GW).

La capacité de production pilotable autre que le nucléaire serait donc réduite à 12,5 GW.

Cela me paraît très largement insuffisant.

Une évaluation du besoin de capacité de production à partir de gaz

Seulement pour donner un ordre de grandeur, voici une évaluation du besoin en capacité de production pilotable sans importation : consommation, sans compter l'utilisation des excédents, de 570 TWh ayant le profil horaire de l'année 2013 (une année moyenne), 55 GW nucléaire, 85 GW d'éolien et de photovoltaïque. L'ensemble formé par les flexibilités de la consommation et de la production hydraulique, les batteries et les Steps (au total 120 GWh) diminue le besoin de capacité pilotable de 13 GW. Celui-ci, sans marge de capacité, s'élève à 20 GW. Si le profil horaire de consommation de d'activité éolienne est celui de l'année 2012 (une année qui a connu une période de très grand froid qui dura plusieurs jours), le besoin de capacité pilotable est de 30 GW. Si, au moment de la pointe de consommation, il n'y a pas de vent, le besoin de capacité de pointe est de 39 GW. Et cela sans compter les aléas techniques.

Avec 55 GW nucléaire, sans tenir compte des éventuelles possibilités d'importation, il est prudent de prévoir près de 40 GW de capacité pilotable.

L'écart entre un besoin de 40 GW, clairement explicité, et les 12,5 GW proposés par RTE sans explication demande à être justifié.

Question 5.15

Stockage par batteries

« Estimez-vous nécessaire d'étudier spécifiquement la possibilité d'un développement combiné du solaire et des batteries ? »

Rien n'interdit de l'étudier mais ce n'est pas le principal sujet d'intérêt au sujet des batteries.

Il serait plus intéressant d'étudier dans quelle mesure des batteries qui seraient utilisées « en pointe de la pointe » de la puissance demandée aux moyens pilotables permettraient de mieux tirer parti du potentiel des Steps et de la flexibilité de production hydraulique. En effet, le développement des énergies intermittentes a rendu cette « pointe » plus étroite de sorte que les quantités d'électricité délivrées par les steps et les lacs pendant une « pointe » dans la limite de leur puissance de décharge sont inférieures à ce qu'ils pourraient délivrer. En deux mots, la limite des GW de décharge empêche d'employer tous les GWh de contenance des steps et de la flexibilité hydraulique (en tout sans doute 200 GWh), un défaut qui serait corrigé si des batteries répondaient à « la pointe de la pointe ».

Question 6.1

Interconnexions interfrontalières

Il serait souhaitable que RTE nous dise comment est évaluée l'utilité marginale des interconnexions.

Le grand risque des interconnexions serait de laisser penser qu'il serait possible de disposer en cas de besoin d'une puissance égale à leur capacité.

Question 6.2 Stratégie énergétique des pays européens

Question 6.3 ; prise en compte de l'interconnexion européenne dans l'analyse de sécurité d'approvisionnement

Question 6.4 : principales variantes sur les hypothèses européennes

On lit dans le rapport : « dans un système de plus en plus interconnecté, la projection de trajectoires crédibles pour les pays voisins est un point central de l'analyse ».

Il convient de distinguer deux types de situation : la gestion en temps normal et la gestion en cas de crise.

En cas de crise, la prudence est de ne pas compter sur les pays voisins sauf traité en bonne et due forme entre les pays concernés.

En gestion normale, les interconnexions nous permettront d'une part de produire l'électricité de la façon la plus efficace ce qui se traduira sur les coûts, et d'autre part de mieux employer notre potentiel nucléaire. La comparaison entre des scénarios de production en France montre que nous avons intérêt à maintenir la capacité nucléaire aussi haut que possible, une grande partie des excédents pouvant être exportée.

Par ailleurs, augmenter la capacité des interconnexions rapprochera le prix de vente de l'électricité en France de ce qu'il sera dans les pays voisins ; or ce prix, sans nucléaire ou avec peu de nucléaire sera supérieur à ce qu'il serait sur un marché français peu connecté où la capacité nucléaire serait de 55 à 60 GW. Déterminer la capacité des interconnexions relève donc d'une décision politique.

Quoi qu'il en soit, il n'y a pas de raison pour que la politique française de l'électricité dépende de l'idée que l'on se fait de ce que pourrait être la politique de l'électricité dans d'autres pays européens.

Question 7.1

Méthodologie d'évaluation des coûts

La méthodologie de chiffrage économique des scénarios des Futurs énergétiques 2050 ne soulève pas de question.

Néanmoins, elle pourrait être ainsi complétée. L'électricité sert à produire de l'hydrogène ; cette consommation permet de valoriser des possibilités de production d'électricité qui dépassent les besoins de la consommation finale. Lorsque l'alimentation de l'électrolyse se fait à puissance constante, elle peut s'effacer pendant les périodes de tension. En conséquence la production et le stockage d'électricité et d'hydrogène forment un système dont il serait utile de connaître le fonctionnement et les dépenses globales.

Plusieurs des questions abordées ici ont fait l'objet d'études publiées sur www.hprevot.fr ; on y trouve aussi un logiciel pour dresser un tableau croisé de consommation d'énergie et un simulateur du système de production et de consommation d'électricité et d'hydrogène.