



Consultation publique RTE SDDR 2024

Réponse de Global Chance

Bertrand Château

28-04-2024

Remarques introductives

Le projet de « Schéma Décennal de Développement du réseau (SDDR) 2024 » soumis à consultation publique par RTE s'inscrit dans la continuation des deux études prospectives du système électrique français menées par RTE depuis trois ans, « Futurs énergétiques 2050 » et « Bilan 2035 ». Il en reprend nombre d'éléments, tant dans les scénarios que dans les projections de consommation électrique et de mix de production d'électricité, qui s'avèrent largement prescriptifs quant au développement du réseau pour les dix prochaines années.

Les résultats de ces études prospectives ont été soumis également à consultation publique par RTE, consultations à laquelle Global Chance a été convié. Les réponses apportées par Global Chance à ces deux consultations publiques « Futurs énergétiques 2050 » et « Bilan 2035 » restent pleinement d'actualité et pleinement valides pour ce qui concerne les éléments de ces études repris dans le SDDR 2024.

La consultation publique « SDDR 2024 », tant dans ses éléments de contexte que dans sa structure, que dans les scénarios et variantes retenus et dans les questions posées, considère comme acquis la relance du programme nucléaire, l'accélération de l'électrification des usages et celle de la croissance de la consommation d'électricité. Or rien de tout cela ne peut être considéré comme acquis tant que l'EPR de Flamanville n'aura pas démarré et apporté la preuve de la faisabilité technique et industrielle de la filière EPR dans des conditions économiques et financières acceptables.

Le SDDR 2024 s'inscrit dans la démarche prospective mise en œuvre dans « Futurs énergétiques 2050 » et dans le « Bilan Prévisionnel 2035 ». Cette démarche n'est pas à proprement parler de type systémique, au sens où elle ne considère pas simultanément la demande et la production d'énergie en tenant compte de leurs interactions. Or c'est là une condition nécessaire pour déterminer des trajectoires d'offre et de demande d'énergie intrinsèquement cohérentes (et donc aptes à décrire un futur possible), cadre indispensable à une réflexion prospective pertinente sur les réseaux.

Le SDDR 2024 n'envisage pas explicitement le possible développement de systèmes électriques largement décentralisés articulés autour de ressources renouvelables locales (photovoltaïque, éolien terrestre notamment) et de l'essor de la mobilité électrique (batteries pour les besoins de flexibilité). Or il est clair qu'un tel développement aurait de profonds impacts sur l'architecture souhaitable du réseau de transport.

Cadrage technico-économique

Question B2

Le projet de Stratégie Française Energie-Climat (SFEC) auquel RTE se réfère a appelé les commentaires ci-dessous de la part de Bertrand Château, fondateur et ex-PDG d'Enerdata sas, lesquels concernent directement le SDDR 2024 et sont repris à son compte par Global Chance.

« Il n'existe pas de consensus scientifique sur l'opportunité de la stratégie proposée »

Ecrire que « l'élaboration de la nouvelle stratégie énergétique française repose sur des fondements scientifiques et techniques, en particulier le rapport « Futurs Energétiques 2050 » des experts de RTE... » prête à confusion et doit être nuancé. Les éléments-clé de cette stratégie ont été dévoilés lors du discours de Belfort du Président Macron le 10 février 2022, et reflètent avant tout une lecture politique du seul travail prospectif de RTE, sans considération de ceux menés par d'autres organismes tout aussi respectables sur le plan scientifique, comme Négawatt ou l'ADEME. De plus, cette lecture politique a consisté à ne retenir qu'un scénario particulier parmi les 6 étudiés, malgré les avis émanant d'une partie de la communauté scientifique quant à la robustesse et l'intérêt économique de ces différents scénarios, dont la prise en considération aurait probablement conduit à un choix différent. Ayant été impliqué à divers stades, à titre individuel ou en tant que représentant de Global Chance, dans les travaux préparatoires à l'élaboration de la SFEC, menés par RTE et la DGEC, notamment dans le cadre du processus de consultation publique, je ne peux que constater à quel point les arguments que j'ai portés sur ce sujet, largement explicités sur le plan scientifique dans les documents publics listés ci-après, sont totalement absents du document de présentation de la SFEC. Ce n'est pas le lieu de les redévelopper ici, mais il est important que tout un chacun sache que ces documents existent, et qu'il puisse s'y référer.

- Consultation publique Bilan 2050 RTE. Réponses de Global Chance. 4/03/2021
- Communiqué de presse : Futurs énergétiques 2050 : le grand écart entre la synthèse de RTE et la restitution médiatique immédiate, Global Chance, 17-11-2021
- Stratégie Française sur l'Energie et le Climat (SFEC) - GT1 Dynamiques sociales et modes de vie. Commentaires et retours de Global Chance. 15/11/2021
- Stratégie Française sur l'Energie et le Climat (SFEC) - Atelier Régionalisation de la PPE - Commentaires et retours de Global Chance (GC). 25/02/2022
- Stratégie Française sur l'Energie et le Climat (SFEC) GT2 Dynamiques sociales et modes de vie, Commentaires et retours de Global Chance (GC). 18/07/22
- Consultation publique RTE bilan prévisionnel 2035. Commentaires et retours de Global Chance. 14/03/2023

Si on ne peut que souscrire à l'objectif visant à « Faire de la France le premier grand pays industriel au monde à sortir de sa dépendance aux énergies fossiles », encore faut-il que la stratégie choisie repose sur un constat partagé de la situation dans laquelle nous sommes, de ce que nous apprennent les évolutions historiques, des opportunités et contraintes pour l'avenir, ce qui n'est manifestement pas le cas.

Des objectifs précis et chiffrés, mais des doutes sur la capacité à les atteindre

Baisse de la consommation d'énergie à l'horizon 2035

A défaut d'une déclinaison sectorielle de l'objectif d'une baisse de 30% par le jeu combiné de la sobriété et de l'efficacité, il est difficile de relier ce chiffre aux quelques mesures évoquées.

Par ailleurs, l'expérience passée montre l'existence d'effets-rebond à la mise en œuvre de programmes d'efficacité énergétique, suite à la baisse des charges énergétiques, assimilables à une effet-prix négatif allant à l'encontre de la sobriété. Rien dans le document de présentation de la SFEC ne permet de savoir si cet effet a

bien été pris en compte dans la baisse de 30% envisagée, et comment. Dans tous les cas, il importe d'explicitier la politique de prix qu'il faudra mettre en œuvre pour garantir l'atteinte de l'objectif.

D'une façon plus générale, compte-tenu du caractère hautement stratégique de la baisse de la consommation énergétique pour évincer les combustibles fossiles et atteindre la neutralité carbone en 2050, il manque dans l'exposé de la SFEC, la présentation des éléments-clé de politique énergétique, de type « control-command », à même de garantir cette baisse selon la trajectoire visée. Faute de tels éléments, on ne peut qu'avoir les plus grands doutes sur l'atteinte de l'objectif au vu de l'expérience passée.

Production d'électricité décarbonée d'ici 2035

La lecture du tableau p 19 déclinant les objectifs de production d'électricité décarbonée par filières est d'une lecture difficile, faute de savoir si l'on parle de production brute ou nette, et comment elle s'articule avec la consommation finale (il s'agit d'un tableau sur la consommation finale).

Dans la présentation de la SFEC, le développement des filières renouvelables de production d'électricité revêt un caractère hautement stratégique, et les trajectoires nécessaires de croissance des productions et de développement des capacités sont bien précisées, ainsi que les modalités de soutien. En revanche rien n'est dit sur les mesures à même de garantir que ces capacités seront bien au rendez-vous, et leur production à hauteur des projections. Au regard des investisseurs privés, deux dispositions complémentaires aux contrats de type CFD nous paraissent essentielles de ce point de vue dans l'exposé de la SFEC :

- *Garantir que l'appel des capacités de production électriques (y compris nucléaires) par le réseau restera déterminé par le « merit order » (coût marginal instantané), quelle que soit l'évolution future du marché de l'électricité.*
- *Garantir un développement des capacités de stockage de l'électricité et des règles de gestion de l'ensemble des capacités de stockage (incluant les STEP existantes) permettant l'exploitation de l'ensemble du productible des capacités renouvelables non pilotables. »*

Questions B3 à B9

Global Chance a déjà répondu aux questions relatives au cadrage technico-économique dans sa réponse à la Consultation Publique « Bilan 2035 ». Les arguments développés dans cette réponse qui s'appliquent intégralement au projet de SDDR 2024 sont réexposés ci-dessous.

Enjeux du Bilan 2035

De façon générale, les enjeux spécifiques à l'horizon 2035, au-delà des enseignements de « Futurs énergétiques 2050 », tiennent à deux questions majeures :

- Comment concilier les nouveaux enjeux de réduction des émissions de CO2 à l'horizon 2035 avec un contexte potentiellement défavorable quant à la disponibilité du nucléaire à cet horizon ?
- Comment concilier les nouveaux enjeux de réduction des émissions de CO2 à l'horizon 2035 avec un frein à l'investissement dans le solaire et l'éolien qui résultera inévitablement de la décision d'aller de l'avant avec le nouveau nucléaire.

Sortie des fossiles

La sortie des énergies fossiles et la lutte contre le changement climatique n'imposent pas nécessairement de plan massif d'électrification des usages. Elles exigent simplement le remplacement des combustibles fossiles par des énergies non émettrices nettes de CO2 au niveau

des usages. Il en existe de nombreuses sortes : solaire thermique, chaleur géothermique, chaleur de réseau, biomasse dans toutes ses composantes, hydrogène, biogaz, gaz de synthèse, etc...

En conséquence, il nous semble prématuré de prétendre (« Bilan 2035 ») que « *Pour autant, les perspectives d'évolution de la consommation d'électricité à moyen terme sont orientées à la hausse et ont même été significativement rehaussées au cours des dernières années, en lien avec l'accélération de la décarbonation.* ». Il s'agit là d'une assertion contraire aux évolutions historiques des deux dernières décennies, pourtant déjà marquées par la lutte contre le changement climatique (PNLCC, Facteur 4). Si de fait on assiste à un mouvement d'ensemble d'électrification de la mobilité et à la poursuite du basculement vers l'électricité dans certains usages industriels, rien ne permet de dire à ce stade que ces tendances haussières sur la consommation l'emporteront globalement sur les tendances baissières à l'œuvre depuis de nombreuses années et accentuées depuis trois ans. Il serait préférable de subordonner cette assertion à l'analyse prospective par usage, considérée plus loin.

Suggérer la nécessité d'une électrification massive des usages, qui n'est qu'une option parmi d'autres, introduit inévitablement un biais quant à la réflexion sur les mix de production.

Maîtrise de la demande d'énergie à long terme

Si l'on ne peut que souscrire à cet enjeu, il nous paraît nécessaire de le replacer dans le contexte plus large de l'objectif de réduire de 50% la consommation finale d'énergie d'ici 2050. Cet objectif est contraignant, il conduira à la mise en place d'un ensemble de mesures réglementaires, économiques, incitatives diverses visant à faire baisser la consommation dans la proportion requise, et par la mise en place des instruments de contrôle et de de renforcement à même de s'assurer que l'objectif sera atteint. On ne peut parler de réévaluation que dans ce cadre-là, c'est-à-dire tirer les leçons de ce qui vient de se passer pour établir la projection de consommation 2035, et affiner le calibrage des mesures et des instruments de contrôle pour respecter l'objectif 2050.

En conséquence, il nous paraît contraire au respect de l'objectif 2050 de dire que « *Par ailleurs, le développement d'une « sobriété structurelle » telle qu'envisagé dans le scénario « sobriété » des Futurs énergétiques 2050 (recohabitation, généralisation du télétravail et de l'économie circulaire, évolutions dans l'aménagement de la ville pour favoriser les modes doux, etc.) reste quant à lui incertain.* » (« Bilan 2035 »). Réduire de 50% la consommation d'énergie d'ici 2050 est un immense défi, et toutes les voies pour y parvenir, dont la « sobriété », devront nécessairement y contribuer. La « sobriété » n'est pas une option à la disposition des consommateurs, c'est une des conditions que doit prendre en compte la politique énergétique pour atteindre les objectifs 2050, tant pour ce qui est de la consommation, que pour les émissions de CO2.

Produire suffisamment d'électricité pour accompagner l'électrification rapide des usages énergétiques

L'assertion « *Les perspectives d'électrification augurent d'une consommation d'électricité en forte augmentation d'ici 2035* » (« Bilan 2035 ») ne nous paraît pas acceptable en l'état pour les raisons exposées plus haut. C'est effectivement une possibilité qu'il convient de considérer, mais une possibilité parmi d'autres, qui préempte les choix en matière de mix énergétique et qui va potentiellement à l'encontre des objectifs en matière de baisse des consommations.

Pour autant, on ne peut que souscrire à l'enjeu de produire suffisamment d'électricité pour accompagner une consommation d'électricité respectueuse des enjeux de maîtrise de la demande d'énergie et des possibilités d'utilisation d'autres énergies non émettrices nettes de carbone au

niveau des usages. Mais à ce stade, rien ne permet d'en conclure que cette consommation d'électricité sera nécessairement en forte augmentation d'ici 2035 !

Identifier les solutions permettant d'adapter les trajectoires de décarbonation à un contexte global de plus en plus adverse, de type « mondialisation contrariée »

Cet enjeu paraît crucial face à la montée des tensions au niveau international et l'émergence progressive de deux blocs ayant une approche fondamentalement opposée quant à la démocratie et à l'« ordre international ».

Comme le montre le conflit actuel en Ukraine, deux problèmes majeurs risquent d'en résulter qui doivent être pris en compte dans notre vision énergétique à long terme :

- (i) la viscosité croissante dans les échanges internationaux entre les deux blocs, susceptible d'affecter tant les quantités que les prix des transactions d'un certain nombre de commodités, de technologies et de biens dont les ressources et les productions sont inégalement réparties entre ces deux blocs.
- (ii) l'accroissement du risque de conflits de différentes natures et différentes intensités, dans lesquels les grandes infrastructures (énergie, eau, transport, industrie) constituent des cibles prioritaires à la fois dans leur matérialité et dans leur fonctionnement.

Pour nous, « identifier les solutions permettant d'adapter les trajectoires de décarbonation à un contexte global de plus en plus adverse, de type « mondialisation contrariée » consiste à identifier les réponses permettant de minimiser l'impact des deux problèmes soulevés ci-dessus sur la mise en œuvre et la gestion des grandes options de politique énergétique au sens large. Parmi ces réponses, celles permettant d'accroître la flexibilité des solutions techniques et de réduire l'irréversibilité des choix nous paraissent cruciales.

Construire les conditions permettant d'assurer la décarbonation effective de la France, tant sur le plan économique (maîtrise des prix de l'électricité pour les consommateurs), que sur les plans industriel et sociétal

RTE insiste sur la maîtrise des prix de l'électricité et le rapprochement des prix et des coûts de production afin de donner un signal-prix efficient aux consommateurs.

Il convient de rappeler que la maîtrise seule des prix de l'électricité ne garantira aucunement le succès de la décarbonation. Seule la maîtrise simultanée du niveau de consommation et de la facture énergétique d'ensemble (consommation x prix) est véritablement nécessaire pour réussir cette décarbonation. Or une division par deux de la consommation est compatible avec un doublement des prix à dépense annuelle constante. Et les prix (via les taxes notamment, mais pas seulement) constituent un des instruments stratégiques majeurs pour peser à long terme sur l'évolution de la consommation. Ce qui importe donc est plus la visibilité à long terme de l'évolution des prix de l'électricité pour les consommateurs plutôt que leur maintien au niveau le plus faible possible (ce que suggère le mot « maîtrise ») qui pourrait se révéler contraire à l'objectif de décarbonation.

Niveau de risque et dimensionnement du système

A l'horizon 2035, le système électrique sera confronté à deux aléas potentiels majeurs face aux objectifs de réduction des émissions de CO₂ et de respect des engagements européens : une moindre disponibilité des réacteurs nucléaires existants, un retard persistant dans la mobilisation des sources renouvelables d'électricité.

Trois contraintes principales menacent la disponibilité des réacteurs nucléaires. La première, déjà expérimentée, est liée au déroulé du programme d'arrêt pour maintenance et remise à niveau suite aux visites décennales. La seconde, également déjà expérimentée, est liée à la question de la corrosion sous contrainte, déjà découverte et traitée dans plusieurs réacteurs, mais susceptible d'en affecter d'autres, et plus généralement la possible découverte d'autres anomalies de caractère générique, obligeant à mettre à l'arrêt un certain nombre de réacteurs pour une période plus ou moins longue. La troisième contrainte est liée à l'évolution des conditions climatiques, et notamment des épisodes de canicule et de sécheresse limitant drastiquement les possibilités de refroidissement des réacteurs situés sur les fleuves et rivières.

Par ailleurs, on ne peut exclure que le signal envoyé par la relance d'un nouveau programme nucléaire vers les investisseurs dans les énergies renouvelables ne soit fortement contre-productif, surtout s'il est accompagné de nouvelles règles de fonctionnement du réseau concernant les priorités d'appel des moyens de production (comme l'a réclamé le CEREME lors du Débat Public). Cela pourrait conduire à une dynamique de déploiement de l'éolien (notamment en mer, plus coûteux et financièrement plus exposé) et du solaire au sol significativement inférieure à celle envisagée d'ici 2035.

Ces deux aléas sont largement indépendants l'un de l'autre, mais leur effet combiné pourrait avoir un impact considérable en termes de recours aux fossiles en 2035, incompatible avec les objectifs climatiques à cet horizon. Seule une forte maîtrise de la consommation d'électricité d'ici là permettrait de conjurer ce risque.

Cadrage des scénarios (B3)

Cadrage macroéconomique général

L'idée d'un « retour à la normale » au sens de la mondialisation d'avant COVID et guerre en Ukraine nous paraît de moins en moins probable, pour ne pas dire franchement utopique. En revanche, il serait peut-être opportun de considérer deux cadrage économiques liés à deux visions d'une « mondialisation contrariée »: d'un côté, un renforcement économique, industriel et technologique de l'Union Européenne (UE) face aux Etats-Unis et à la Chine, de l'autre un effritement de l'unité et de la cohérence européenne dans ces domaines, suite notamment à un succès de la stratégie chinoise des « nouvelles routes de la soie ».

PIB et inflation

Si l'on retenait l'idée de deux scénarios de « mondialisation contrariée » comme suggéré plus haut, il conviendrait de spécifier les hypothèses de croissance du PIB et de réindustrialisation pour chacun d'entre eux. Croissance plus forte et réindustrialisation plus rapide au niveau européen dans le cadre d'un renforcement de l'UE, croissance moins forte et réindustrialisation contrariée dans le cadre d'un délitement de l'UE.

Scénarios et variantes de mix production – consommation

Le lien entre les scénarios du « Bilan 2035 » et ceux étudiés dans « Futurs énergétiques 2050 » n'est, pour le moins, pas visible. Il importe donc, en premier lieu, de l'explicitier clairement pour les besoins du SDDR 2024 !

Les scénarios sont des outils pour traiter aussi objectivement et rationnellement que possible les incertitudes majeures affectant l'objet d'étude de ces scénarios, ici les mix production – consommation. Parmi ces incertitudes majeures affectant les mix production – consommation à

l'horizon 2035, on retiendra en priorité celles évoquées ci-dessus à propos du cadre macro-économique et celles mises en avant plus haut relatives au nucléaire : succès du nouveau programme nucléaire basé sur l'EPR-2 (scénarios N versus M de l'étude « Futurs énergétiques 2050 ») et disponibilité effective des réacteurs existants d'ici 2035. Pourquoi ? Parce que ce sont celles qui affecteront le plus fortement, et de façon conjointe, la dynamique de la consommation d'électricité et le rythme de déploiement des sources de production d'origine renouvelable, éolien et solaire au premier chef.

En croisant ces deux sources majeures d'incertitude, on pourrait considérer, par exemple, les trois scénarios centraux suivants à 2035 articulés sur les scénarios N et M à 2050 :

- N : Pas de nouveau problème majeur sur le nucléaire existant (avec variantes sur la programmation des fermetures), et mise en place du nouveau programme nucléaire avec l'objectif minimum de 3 paires d'EPR-2 d'ici 2050 (avec variantes sur les dates de mise en services, variantes sur le nombre de paires au-delà des 3 premières, et variantes sur l'effet induit sur la consommation et la dynamique des renouvelables), dans le cadre macro-économique favorable à l'UE.
- M' : Problèmes à répétition sur la disponibilité du nucléaire existant (avec variantes sur la programmation des fermetures), et abandon du nouveau programme nucléaire (avec variantes sur la dynamique et la composition des renouvelables), dans le cadre macro-économique favorable à l'UE.
- N' : Problèmes à répétition sur la disponibilité du nucléaire existant (avec variantes sur la programmation des fermetures), et mise en place du nouveau programme nucléaire avec l'objectif minimum de 3 paires d'EPR-2 d'ici 2050 (avec variantes sur les dates de mise en services, variantes sur le nombre de paires au-delà des 3 premières, et variantes sur l'effet induit sur la consommation et la dynamique des renouvelables), dans le cadre macro-économique défavorable à l'UE.

Perspectives de demande (B4 à B9)

Commentaires préalables

Avant toute chose, il faut rappeler que le travail entrepris par RTE dans « Futurs énergétiques 2050 » repose sur une projection de consommation d'électricité reprise de la SNBC, laquelle ne tient pas compte des effets induits des choix de mix de production sur l'évolution de la consommation via le niveau d'électrification et les comportements de sobriété. Nous rappelons pour mémoire que cette faiblesse de la projection de la SNBC avait été soulignée par plusieurs parties prenantes aux travaux en question, et avait conduit RTE à étudier la variante dite « sobriété » qui n'envisage qu'une évolution très modérée de la consommation d'électricité, invalidant ainsi le postulat (« Bilan 2035 ») que « *...l'un des principaux enseignements des Futurs énergétiques 2050 est que la trajectoire d'évolution de la consommation électrique nécessaire à l'atteinte de la neutralité carbone devrait être résolument orientée à la hausse, et ce quel que soit le scénario envisagé, ...* ».

Par ailleurs, on rappelle que la baisse des consommations énergétiques constitue un objectif de politique énergétique au même titre que le mix de production. En conséquence, parmi les facteurs d'évolution de la demande d'électricité, il importe d'explicitier ceux constitutifs de la politique énergétique dans ce domaine, concernant à la fois les objectifs visés et les moyens mis en œuvre à l'horizon 2035.

A fortiori, réévaluer à la hausse les trajectoires de consommation à l'horizon 2030-2035, par rapport aux « Futurs énergétiques 2050 », est pour le moins prématuré, puisque cela tient en partie à ce qui va se passer en matière de nucléaire et de renouvelables dans les toutes prochaines années (retour d'expérience de l'EPR de Flamanville, impact de la relance du nucléaire sur les investissements éoliens et photovoltaïques). Cela tient aussi à l'impact d'une éventuelle réindustrialisation sur la consommation future d'électricité, alors qu'on ignore de quelle réindustrialisation on parle, quelles industries sont spécifiquement concernées, dans quel espace géographique (France ? UE ?). On rappelle à ce propos que la prospective énergétique officielle française a été marquée depuis plusieurs décennies par un volontarisme affiché concernant la réindustrialisation jamais traduit dans les faits, et une surestimation systématique des prévisions énergétiques pour l'industrie par rapport à la réalité observée¹.

La baisse de consommation observée lors de l'hiver 2022/2023 traduit deux phénomènes de fond susceptibles d'avoir un caractère durable :

- un ajustement de la consommation à un contexte de hausse du prix de l'électricité probablement pérenne et qui risque de s'accroître du fait de la transition énergétique en cours dans l'espace européen ;
- une réponse aux incitations à la sobriété émanant des pouvoirs publics, incitations appelées à durer, et probablement à se renforcer en vue d'atteindre les objectifs en matière de réduction de la consommation d'énergie à l'horizon 2050, condition d'atteinte de la neutralité carbone.

Ces changements comportementaux et leur accentuation future constituent une des clés du succès de l'ensemble de la politique visant à la neutralité carbone. Ils doivent être impérativement intégrés dans les trajectoires à l'horizon 2035, de même que les conditions de leur pérennité évoquées ci-dessus : visibilité d'une trajectoire des prix de l'électricité orientée à la hausse dans tous les cas de figure, maintien et accentuation des incitations à la sobriété dans les comportements et à l'efficacité dans les équipements.

Evolution générale de la consommation nationale d'électricité

On rappelle pour mémoire que la politique d'électrification a plusieurs décennies d'âge en France (slogan « tout nucléaire, tout électrique » dès les années '80), qu'elle a déjà produit dans le passé une inflexion à la hausse de la consommation d'électricité en France et une croissance plus rapide de cette consommation par rapport aux autres pays européens (la part de l'électricité dans la consommation finale d'énergie est aujourd'hui la plus forte de l'UE).

Mais on rappelle également que malgré la poursuite de l'électrification des usages dans les secteurs résidentiel, tertiaire et industriel, cette inflexion à la hausse a été progressivement, et de plus en plus, contrariée par les progrès de l'efficacité dans de très nombreux usages, lesquels ont fini par l'emporter, ce qui explique la stagnation puis la baisse de la consommation électrique en France depuis une dizaine d'années.

Nous pensons que la nouvelle vague d'électrification en cours dans les transports, secteur encore très peu concerné par le phénomène d'électrification, pourrait, au mieux, enrayer la baisse de la consommation d'électricité d'ici 2035, certainement pas la pousser à la hausse (voir plus loin les détails sectoriels). Quant à une accélération de l'électrification des usages dans les secteurs

¹ Bertrand Château « Les prévisions officielles de demande d'énergie à 2020 pour la France Partie 2 : quels enseignements », Revue de l'Énergie N°663, Décembre 2021

résidentiel et tertiaire, il s'agit là d'une hypothèse très dépendante des choix en matière de mix énergétique comme on l'a dit plus haut, qui n'est certainement pas à mettre à l'ordre du jour de l'échéance 2035 où la disponibilité de l'électricité nucléaire existante est sujette à caution, et où l'éventuel nouveau nucléaire ne serait pas là en tout état de cause. Pour l'industrie, où l'électricité a déjà conquis de nombreux usages autrefois alimentés par des énergies fossiles, une accélération de l'électrification ne pourrait avoir d'impact additionnel significatif sur la consommation d'électricité que si elle concernait les usages thermiques intensifs des industries grosses consommatrices d'énergie, comme la sidérurgie basée sur le coke, le ciment gros consommateur de déchets et rebuts de l'industrie pétrolière à très bas coûts, la pétrochimie intrinsèquement basée sur le pétrole et le gaz naturel, etc. Compte-tenu des infrastructures en place, les échéances sont, là aussi, fort lointaines, certainement bien au-delà de 2035.

Pour les raisons évoquées ci-dessus, il est très improbable que les trajectoires « hautes » puissent jamais se matérialiser dans aucun scénario à l'horizon 2035, sauf à envisager un encadrement durable des prix de l'électricité et la disparition des incitations à la sobriété, ce qui serait évidemment contradictoire avec les objectifs climatiques, et qui poserait une question de fond quant à la pertinence de l'ensemble des conclusions de l'exercice « Bilan 2035 ».

La prise en compte d'autres trajectoires renvoie aux scénarios qui seront finalement adoptés. A titre d'exemple, voici comment se traduiraient les trois scénarios alternatifs suggérés plus haut.

Dans le premier scénario, où l'on considère un cadre économique européen favorable et pas de contrainte ni sur le nucléaire existant ni sur le lancement d'un nouveau programme nucléaire, la pression à l'électrification des usages serait la plus forte, et la trajectoire de consommation d'électricité serait à-priori la plus rapide à la hausse. Elle serait bornée toutefois à l'horizon 2035 par deux facteurs : le signal négatif sur le déploiement de l'éolien, notamment en mer, qui obligerait vraisemblablement les pouvoirs publics à accentuer les incitations à la sobriété, et le renchérissement du prix de l'électricité imposé par le financement simultané du nouveau nucléaire et de la prolongation de la durée de vie des réacteurs existants.

Dans le second scénario, où l'on considère également un cadre économique européen favorable mais l'abandon du nouveau programme nucléaire et un nucléaire existant face à des problèmes récurrents, l'électrification des usages serait inévitablement freinée hormis dans les transports. La décroissance de la consommation intérieure observée dans la période 2010 – 2019 pourrait se poursuivre, au moins jusqu'en 2030 pour laisser place ensuite à une sorte de plateau, les forces économiques poussant à la hausse s'équilibrant avec celles liées à l'efficacité et la sobriété. La borne haute en 2035 serait en tout état de cause déterminée par la disponibilité du nucléaire existant à cette date et les possibilités d'accélération du déploiement des renouvelables, notamment l'éolien en mer.

Dans le dernier scénario, où l'on considère cette fois un cadre économique européen défavorable et le lancement effectif du nouveau programme nucléaire malgré les problèmes récurrents du nucléaire existant et l'allongement des délais du mise en service des nouveaux EPR-2, les consommateurs et les pouvoirs publics seraient soumis d'ici 2035 à des signaux contradictoires : (i) la crainte de perte de rentabilité des grandes installations renouvelables (cf plus haut), susceptible de ralentir le déploiement de ces énergies et de créer de fortes tensions sur le système électrique autour de 2035 ; (ii) le renchérissement des prix de l'électricité, tirant la demande d'électricité à la baisse ; (iii) la nécessité de créer les conditions nécessaires à la rentabilité des futurs EPR-2, laquelle passe par une demande électrique forte. L'électrification accélérée des usages resterait à l'ordre du jour dans une perspective de très long terme, mais se heurterait inévitablement d'ici 2035 aux disponibilités

effectives amoindries tant du nucléaire existant (du fait des problèmes récurrents évoqués plus haut) que des renouvelables, du fait de leur dynamique contrariée. Il pourrait en résulter une consommation intérieure qui serait plus ou moins stable jusqu'en 2025 au niveau actuel, puis qui croîtrait progressivement dans les limites autorisées par les disponibilités du nucléaire existant et des renouvelables.

Secteurs résidentiel et tertiaire

Le scénario de référence de RTE à 2050, repris de la SNBC, considère un très large développement de l'électricité dans tous les usages dans les bâtiments, excepté le chauffage du fait du chauffage urbain. Dans un avenir énergétique faisant une large place aux EPR-2, cette hypothèse paraît globalement pertinente, avec toutefois une possible sous-estimation de la pénétration de l'électricité dans le chauffage. Dans un avenir sans EPR-2, l'exception mentionnée pour le chauffage devrait être au contraire élargie et étendue à l'ensemble des usages thermiques à basse température. Quel intérêt y aurait-il en effet à produire, transporter et distribuer de l'électricité ex-renouvelables pour la dégrader en chaleur à basse température alors que l'on pourrait utiliser directement les énergies renouvelables, disponibles in-situ, particulièrement adaptées à ce type d'usage (solaire direct, biomasse directe ou via les réseaux de chaleur, biogaz)? Pour les autres usages électriques, il est vraisemblable que les gains d'efficacité seront plus forts dans un scénario sans EPR-2, a fortiori s'il comporte une part importante de solaire décentralisé, thermique et photovoltaïque.

Les possibilités d'électrification et de recours à d'autres énergies alternatives aux combustibles doivent être examinées cas par cas : habitat individuel dispersé hors des zones urbaines et péri-urbaines, habitat individuel dans les zones urbaines et péri-urbaines, habitat collectif urbain et péri-urbain, et pour chaque cas, selon le niveau d'isolation actuel et atteignable.

L'habitat individuel dispersé hors des zones urbaines et péri-urbaines alimenté au fioul ou au GPL constitue d'abord une cible pour la biomasse (granulés de bois notamment), ensuite pour la pompe à chaleur seulement dans certains cas.

Trois cas se présentent pour l'habitat individuel des zones urbaines et péri-urbaines alimenté au fuel, au gaz ou au GPL : les maisons éligibles à un raccordement au chauffage urbain dans le cadre d'une expansion territoriale de celui-ci, celles éligibles à un raccordement au gaz dans le cadre du réseau actuel, toutes les autres. Dans les deux premiers cas, le chauffage urbain et le gaz n'ont pas nécessairement vocation à être remplacés par l'électricité, le chauffage urbain pouvant être rendu neutre vis-à-vis les émissions de CO₂ à une échéance proche, le réseau de gaz pouvant absorber des quantités croissantes de gaz décarbonés (biogaz, hydrogène, méthane de synthèse) et diminuer d'autant son empreinte carbone. Pour le reste, la pompe à chaleur et la biomasse (granulés) devraient constituer les deux alternatives majeures d'ici 2035. Dans tous les cas, l'installation de chauffe-eau solaires devrait être considérée en priorité.

Pour l'habitat collectif, quatre cas se présentent : les immeubles à chauffage collectif éligibles à un raccordement au chauffage urbain, ceux éligibles à un raccordement au gaz, les immeubles individuels au chauffage gaz, les autres immeubles. Dans les trois premiers cas au moins, l'électrification n'est jamais une nécessité, pour les raisons évoquées ci-dessus. Dans le dernier cas, très minoritaire, le remplacement du fioul par de la biomasse (granulés) reste certainement une option à considérer en priorité. L'installation de chauffe-eau solaires sur les immeubles à toit plat et dotés de systèmes collectifs devrait être également privilégiée.

En conclusion, il apparaît que l'électrification du chauffage et de l'eau chaude dans les logements existants qui recourent aujourd'hui à des combustibles fossiles n'est ni une nécessité, ni même souvent la meilleure solution, pour décarboner ces usages.

Par ailleurs, si l'on peut reconnaître que les normes de très forte isolation sur les logements neufs encouragent considérablement l'installation de chauffage électrique direct, on attire l'attention sur le risque que cela fait peser sur la courbe de charge électrique et sur le coût qui en résulte dans les équipements de production électrique. Il serait plus prudent de viser, partout où cela est possible, à construire les nouveaux immeubles collectifs dans des zones déjà desservies par les chauffages urbains ou susceptibles de l'être dans le cadre d'une politique de valorisation de cette énergie, et bien sûr de les raccorder. Pour l'habitat individuel neuf, l'installation systématique d'inserts (bois ou granulés) et de chauffe-eau solaires devrait faire baisser considérablement le besoin d'électricité pour ces usages.

Les hypothèses retenues sur la rénovation thermique paraissent cohérentes avec les objectifs affichés en matière de baisse des consommations. Celles sur les températures de chauffage sont à mettre en relation avec les mesures prises en matière de prix et d'incitation à la sobriété. Les changements structurels des modes de vie sont à apprécier d'abord par rapport au vieillissement de la population : surface par habitant, température de chauffage, besoin d'eau chaude. Cela dit, il est inévitable qu'atteindre l'objectif de neutralité carbone implique un bouleversement profond des mentalités et des comportements pour toutes les classes sociales.

Les mêmes commentaires faits plus haut sur l'habitat collectif s'applique aux bâtiments tertiaires existants et aux bâtiments à construire.

Secteur industriel

La consommation réelle d'énergie de l'industrie n'a cessé de décroître depuis une trentaine d'année : -5 Mtep de 1992 à 2019, -6 Mtep depuis 1997 et -10 Mtep depuis 2001. *Cette baisse n'a été anticipée dans quasiment aucun des scénarios officiels à caractère « tendanciel » étudiés depuis 30 ans (hormis DGEMP, 2001). Elle n'a pas été non plus anticipée - ou a été sous-estimée- dans tous les scénarios officiels à caractère « environnemental »².*

La raison principale de ce biais systématique des scénarios tient à une *mauvaise appréciation des changements structurels au sein du système productif, notamment du poids des industries grosses consommatrices d'énergie (IGCE)*. Or il se trouve que dans la plupart de ces exercices prospectifs (hormis le CGP), les hypothèses relatives aux changements structurels ont été largement imposées par l'administration en charge du développement industriel, indépendamment du contenu effectif des scénarios énergétiques. Ce même biais affecte l'électricité : on observe une stabilité ou une faible baisse de la consommation réelle d'électricité de l'industrie, quelle que soit la période de référence, *alors que tous les scénarios établis depuis une trentaine d'années envisageaient sans exception une hausse*.

La projection de référence de RTE à 2050, repris de la SNBC, qui envisage une croissance de plus de 50% de la consommation électrique de ce secteur d'ici 2050, se heurte à ces faits historiques. On y retrouve, ainsi que dans l'argumentation développée par RTE, les mêmes sources de biais dans la prévision : volontarisme politique et manque de précision quant aux hypothèses de réindustrialisation, sous-estimation chronique des baisses d'intensité énergétique dans l'industrie du

² B. Château, *Les prévisions officielles de demande d'énergie à 2020 pour la France*, Revue de l'Energie N°652, Septembre 2020

fait des effets de structure et des gains d'efficacité au sein des secteurs industriels. Il est très peu vraisemblable que la consommation directe d'électricité de l'industrie (hors production d'hydrogène) fasse plus que se stabiliser d'ici 2035 autour de 110 TWh, quel que soit le scénario.

A l'appui de ce pronostic, on observe que les industriels cherchent en permanence à optimiser leur consommation énergétique en fonction du prix des énergies, des solutions technologiques alternatives disponibles et de la vétusté de leurs installations. Quel que soit le scénario, il est hautement probable que la période d'ici 2035 soit marquée à la fois par un niveau élevé des prix, tant de l'électricité que du gaz et du pétrole (contexte international et taxe carbone), que par une offre abondante de solutions technologiques plus efficaces au regard des consommations d'énergie. Cela devrait logiquement conduire à une accentuation des gains d'efficacité technique et de sobriété dans la gestion des équipements, accélérant d'autant la baisse des intensités énergétiques dans tous les secteurs.

On pourrait certes envisager une certaine croissance après 2035 dans un avenir faisant une large place à l'EPR-2, pour les raisons évoquées par RTE, mais certainement pas à la hauteur de ce qui est suggéré par la SNBC. Dans un avenir sans EPR-2, la recherche d'une plus grande efficacité énergétique et le recours à des combustibles neutres sur le plan des émissions de GES limiteraient encore plus le recours à l'électricité à long terme.

Secteurs des transports

Depuis plus de trente ans, la hausse réelle de la consommation d'énergie des transports a été faible, *bien en-deçà de ce qui était projeté dans tous les scénarios officiels construits depuis les années '80 et '90.*

Pour l'essentiel, ce biais vient d'une *surestimation systématique de la progression des trafics*. Cette surestimation vient de ce que les hypothèses de croissance des trafics inscrites dans les politiques « transport » officielles ont été largement imposées dans les scénarios énergétiques, indépendamment du contenu de ces derniers.

Les recherches menées par Enerdata et le Laboratoire d'Economie des Transports (LET) sur la mobilité durable³ dans le cadre de la contrainte « facteur 4 » se sont affranchies de cette contrainte institutionnelle et ont fortement contribué à la réflexion prospective sur les interactions mobilité – énergie – CO₂ à l'horizon 2050, et leurs implications économiques, politiques et sociales. Les enseignements de cette recherche nous paraissent cruciaux pour aborder correctement la consommation d'électricité des transports à 2035 dans le cadre de la neutralité carbone en 2050, cadre encore plus contraignant que celui du « facteur 4 ». On y trouve en effet trois innovations majeures :

- Les projections de la mobilité des personnes et du partage modal tiennent compte explicitement de la grande inertie du temps moyen journalier de déplacement, de la relation entre le revenu et la vitesse moyenne de déplacement, de la structure démographique, de la spatialisation (habitat et lieux de travail) et des conséquences de tout cela sur le niveau de motorisation.
- Les projections de la mobilité des marchandises et du partage modal tiennent compte explicitement des spécificités des marchandises au regard des valeurs par tonne, des localisations des productions et des consommations, du commerce international et du coût de la vitesse.

³ Recherches financées par l'ADEME et la DRAST dans le cadre du PREDIT du Ministère des Transports, de 2001 à 2010

- Les projections à un niveau fin des dynamiques des parcs de véhicules et de leur distribution par technologies est établie à partir des dates d'introduction de technologies nouvelles, notamment hybrides et électriques, et des lois de survie des équipements, seule façon de lier de façon robuste l'état des parcs en 2035 et 2050 aux dates d'introduction des technologies dans les immatriculations neuves.

Un des scénarios « mobilité durable » étudiés est un scénario de rupture tant sur le plan des comportements de mobilité que sur celui des comportements de consommation. En partie subies, en partie voulues, ces ruptures ont en commun de placer la durabilité (sociale, environnementale) au cœur du développement, une fois les aspirations matérielles satisfaites. Ce scénario s'approche fortement de la logique d'ensemble de celui de la SNBC, tant pour ce qui est des comportements de mobilité et de consommation, que pour les hypothèses démographiques et économiques, et que pour la disparition des véhicules thermiques dans les nouvelles immatriculations de voitures et VUL en 2035.

Les chiffres proposés par RTE concernant les parcs de véhicules électrifiés sont globalement en phase avec ceux de ce scénario « mobilité durable » pour les voitures particulières et les utilitaires légers pris globalement. Ils paraissent en revanche sous-estimés pour les bus urbains, et surestimés pour les poids lourds : quasiment 100% des bus urbains et seulement 20% des poids lourds (essentiellement camions locaux) pour le scénario « mobilité durable » en 2035 (hybrides rechargeables et électriques purs).

Pour les passagers, la question essentielle, au-delà des parcs de véhicules électriques et hybrides, est celle du kilométrage de ces véhicules. Cette question doit être replacée dans un contexte d'ensemble dominé par deux tendances majeures :

- La diminution tendancielle du kilométrage moyen des voitures en circulation, du fait du phénomène de multi-motorisation des ménages, du vieillissement de la population et du recours accru à des modes de transport beaucoup plus rapides (TGV et avion) sur les longues distances ;
- L'électrification en priorité des véhicules destinés d'abord à des usages urbains (souvent la deuxième voiture du ménage), dont le kilométrage annuel moyen est significativement plus faible que la moyenne.

On rappelle à ce sujet les surestimations systématiques des projections de trafic des voitures dans les prévisions officielles des trente dernières années.

Dans le scénario « mobilité durable » évoqué ci-dessus, une fois pris en compte tous les facteurs qui déterminent l'évolution du kilométrage annuel moyen des voitures, celui-ci descendrait d'environ 12000 km/an en 2019 (source ODYSSEE) vers 11000 km/an dès 2035. Pour les véhicules électriques, utilisés en priorité pour les usages urbains, le kilométrage annuel serait inférieur, vraisemblablement autour de 9000 km/an, voire moins. On est loin de l'hypothèse de 14000 km/an pour les véhicules électriques proposée par RTE !