



6 mars 2023

Contribution de la Sfen aux travaux de la Commission d'enquête visant à établir les raisons de la perte de souveraineté et d'indépendance énergétique de la France (Assemblée nationale)

Défaut de prise en compte de la parole des experts dans le débat énergétique : retour d'expérience de la période 2012-2015

Une commission d'enquête parlementaire a engagé des travaux fin 2022 afin de s'attacher aux causes de la « perte de souveraineté » causée notamment par les problèmes de production et d'approvisionnement électrique en France, consécutives aux alertes du gestionnaire du réseau de transport d'électricité (RTE) en 2022 et 2023.

La Sfen a proposé de faire un travail d'analyse complémentaire aux riches auditions, focalisé sur **la prise en compte de la parole des experts par les responsables politiques**. Cet angle est en résonance avec une des missions de la Sfen qui est, en tant que société savante, d'éclairer les décideurs dans le cadre des débats de politique énergétique. L'objectif de cette analyse est de déboucher sur des recommandations concrètes pour améliorer la prise en compte de l'expertise dans la politique énergétique, de manière robuste au-delà des alternances politiques.

La Sfen a fait le choix, pour son travail d'analyse, de se concentrer principalement sur le Débat national sur la transition énergétique (DNTE) de 2012 et le vote de la loi sur la transition énergétique et la croissance verte (LTECV) de 2015. Elle a réuni un groupe de travail interne, dans le cadre de sa section technique « Économie et stratégie énergétique ». Ce travail s'appuie principalement sur des éléments bibliographiques, complémentaires des auditions en cours, et se veut transpartisan.

Résumé :

1. La Sfen estime que **le débat politique des années 2010 a présenté quatre angles morts**. Premièrement, parmi de nombreux objectifs parfois contradictoires, la priorité n'a pas été donnée à la lutte contre le changement climatique. Deuxièmement, la question des besoins croissants en électricité comme vecteur de décarbonation a été noyée dans les ambitions de baisse de la consommation d'énergie, et n'a été que peu anticipée. Troisièmement, les annonces de baisse de la part du nucléaire dans le mix électrique, sur fond de discours sur les smart grids n'ont finalement été accompagnées de l'attention nécessaire à la question d'équilibre du système électrique. Quatrièmement, les gouvernements successifs n'ont pas donné de perspectives à la filière industrielle nucléaire.
2. La Sfen s'est interrogée sur pourquoi la prise de parole des experts n'avait pu éclairer la préparation de la loi de 2015. Elle estime que **la gouvernance du DNTE a été**

défaillante sur la prise de parole des experts : la (quasi) totalité des experts du nucléaire (dont la Sfen) a été exclue d'office, et le cadrage des scénarios étudiés a été très contraint. Le groupe de travail sur les mix énergétiques a rencontré des difficultés méthodologiques et des désaccords sur la question de la consommation d'énergie. La préparation de la loi de 2015 n'a pas donné lieu à une étude d'impact préalable, laquelle aurait dû faire a minima une évaluation économique de la trajectoire de fermeture des réacteurs, en la comparant à un scénario « contrefactuel » supposant le maintien du parc. Un rapport de l'Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Energie (Ancre) a averti en 2014 que la baisse du nucléaire à 50 % en 2025 n'était pas réalisable sans augmenter les émissions de CO₂. Les publications successives de l'Ademe sur le 100 % renouvelables – sujettes à des limites méthodologiques¹ - ont fait l'objet de « **récupérations partisans** » tendant à accréditer la faisabilité et l'intérêt de l'arrêt du nucléaire, pour la France et pour l'Europe. La question des coûts de système, très développée déjà dans les milieux académiques, n'a pas été visible. Elle démontre pourtant des coûts croissants de l'électricité dès lors que la part d'EnR dépasse quelques dizaines de pour cent.

3. La Sfen formule des recommandations pour assurer à l'avenir la prise de parole des scientifiques dans la politique énergétique. Elle revient sur **la nécessité de qualifier l'expertise**, en s'inspirant de la Charte de l'Académie des sciences. Elle rappelle qu'un scénario n'est ni un programme politique, ni une prédiction (plus ou moins autoréalisatrice) de l'avenir, mais un outil pour structurer la réflexion autour des trajectoires envisageables, et pour comprendre les risques associés aux différentes stratégies. **La France, par comparaison avec les autres pays de l'OCDE, souffre des manques de moyens consacrés à la recherche en prospective énergétique.** Elle a souffert paradoxalement ces dernières années d'un excès de scénarios, le plus souvent récupérés à des fins partisans, et sans réelle volonté d'instruire le sujet comme une controverse scientifique. La mission confiée à RTE en ce qui concerne l'électricité est une réussite. Il serait souhaitable de missionner une entité existante pour réaliser un travail d'animation équivalent au niveau de l'énergie dans son ensemble, avec des programmes de recherche académique en soutien.

1. Le débat de politique énergétique des années 2010 a présenté 4 angles morts

La loi LTECV de 2015 entérine l'objectif de réduction de la part du nucléaire dans la production française à 50 % à l'horizon 2025. Pour rappel, ce dernier trouvait son origine dans l'accord électoral² de novembre en 2011 entre le parti socialiste et EELV, lequel préconisait aussi la fermeture « progressive » de 24 réacteurs et l'arrêt « immédiat » de la centrale de Fessenheim. Les responsables politiques de l'époque, lors des auditions en cours de la commission d'enquête, ont bien témoigné du caractère politique de cette décision. Il s'agissait pour eux avant tout d'une volonté de rééquilibrage de la part du nucléaire dans le mix électrique. L'objectif n'avait fait, avant les élections, l'objet d'aucune instruction technique. Le Président François Hollande, lors d'un entretien³ au Nouvel Observateur de 2011, avait justifié ce chiffre de la manière suivante : « *Je propose de réduire de 75 % à 50 % la production d'électricité d'origine nucléaire à l'horizon 2025.* »

¹ <https://www.sfen.org/rgn/100-renouvelable-cout/>

² https://www.lemonde.fr/politique/article/2011/11/16/les-principaux-points-de-l-accord-ps-eelv_1604266_823448.html

³ Nouvel Observateur, 10 juin 2011, les propositions de François Hollande pour "s'émanciper du nucléaire"

Exactement le même effort que les Allemands, qui vont passer de 22 % à 0 % en quinze ans ». Le Président proposera néanmoins, s'il est élu, l'organisation d'un grand débat (le DNTE), dont on aurait pu attendre une prise de parole des experts pour quantifier l'impact économique et environnemental de ces choix.

La réalité a été toute autre. L'analyse montre que le débat énergétique entre 2012 et 2015 n'a, par nature, pas pu éclairer plusieurs angles morts, qu'on retrouve dans la loi de 2015 et au-delà.

1^{er} angle mort : l'absence paradoxale de priorité donnée à la lutte contre le changement climatique

La « transition énergétique » du programme présidentiel français de 2012 vient de la traduction française du concept allemand d'« *Energiewende* ». Dans une tribune conjointe de mars 2013¹, les deux ministres allemands et français de l'Énergie expliquent que son enjeu est de « *de découpler croissance et consommation de ressources limitées* » et qu'elle devra « *se traduire par un développement considérable des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique* ».

Ainsi, la question du climat n'apparaît pas comme l'objectif initial et central de cette transition. La ministre Delphine Batho précise, dans son discours de mars 2013 à l'UFE « *J'ai la conviction que l'objectif de la transition énergétique ne peut conduire indirectement à augmenter la production de CO2* », comme si cela n'allait pas de soi. De manière pratique, l'Institut Montaigne rappelait récemment, à propos de l'Energiewende, que « *les observateurs les mieux informés confirment que la priorité affichée entre 1990 et 2015 était la sortie du nucléaire et que la préoccupation climatique n'a émergé que récemment.* »

La loi LTECV de 2015, votée avant l'Accord de Paris sur le climat, fixe neuf objectifs, sans les prioriser, et sans poser la question de la compatibilité de ces objectifs entre eux. Parmi eux, on trouve celui de réaliser le « facteur 4 », soit une réduction de 75 % des émissions nationales de GES à l'horizon 2050 par rapport à 1990, mais aussi celui de la fermeture des réacteurs nucléaires.

Ce ne sera qu'en juillet 2017, avec le lancement du « Plan Climat » que la lutte contre le réchauffement atteint un statut de « priorité » sur les autres objectifs. Ce sera bien d'ailleurs au nom du climat, quelques mois plus tard, que l'incompatibilité entre l'objectif de 50 % de nucléaire à 2025 et la réduction des émissions sera reconnue. L'échéance des 50 % sera repoussée à 2035.

2^e angle mort : les besoins croissants d'électricité comme vecteur de décarbonation

L'objectif de la baisse de 40 % de la consommation énergétique apparaît dès le rapport du **Grenelle de l'environnement** (2007-2008), sans qu'il soit fait de distinction entre les énergies très émettrices de CO₂ (gaz, charbon, pétrole) et l'électricité, déjà bas carbone en France. Il est aussi significatif qu'une des mesures phares du Grenelle, la réglementation thermique des bâtiments RT 2012, aura pour effet de favoriser les installations de chauffage au gaz fossile par rapport au chauffage à l'électricité⁴ dans les logements neufs.

Le rapport du DNTE ne fait pas non plus de distinction dans les objectifs de réduction de consommation entre énergie et électricité. Des représentants d'EELV ont popularisé courant

⁴ La RT2012 fixe en effet une limite de consommation d'énergie des bâtiments neufs (50kWh/m² par an) non pas en énergie finale, mais en énergie primaire. Cette méthode pénalise alors fortement l'électricité (fardée d'un facteur de 2,58) aux dépens du gaz. D'après une étude de Batiétude, 75 % des logements collectifs neufs étaient chauffés au gaz pour l'année 2017. Il faut noter qu'à l'époque l'OPECST avait proposé d'ajouter une deuxième condition sur les émissions de CO₂ (50g de CO₂/m² par an), une proposition qui n'a pas été retenue.

2011 l'idée, inspirée du scénario Negawatt⁵, d'une baisse ambitieuse de la consommation d'électricité. Cette dernière est techniquement une hypothèse indispensable pour modéliser une sortie du nucléaire dès le début des années 2030 (par exemple, une consommation basse permet de disposer d'un hydraulique proportionnellement plus élevé pour contribuer à gérer la variabilité). Le rapport DNTE précise néanmoins qu'il faudra « *anticiper une part relative croissante de l'électricité (dans le mix énergétique), en raison du développement de nouveaux usages et en tant que vecteur de substitution (pile à combustible, véhicule électrique ou hybride, procédés industriels performants)* ». Curieusement, le rapport ne va pas jusqu'à évoquer une possible hausse de la demande d'électricité, pourtant décrite, comme on le verra, par une poignée de scénarios présentés lors du débat.

La loi de 2015 fixe un objectif de diminution de la consommation d'énergie de 40 % en 2050, sans faire là encore de distinction entre énergie et électricité. Il faudra attendre la **Stratégie nationale bas carbone (SNBC) de 2018** pour enfin parler, à l'horizon 2050, d'une trajectoire de hausse des besoins en électricité décarbonée à « *600 à 650 TWh, dont une partie utilisée pour des conversions vers d'autres vecteurs d'énergie finale : hydrogène, gaz...* ».

3^e angle mort : l'absence d'attention portée à l'équilibre du système électrique

La France a été en excédent de capacités de production à partir de la fin des années 90, du fait de prévisions de consommation élevées dans les années 1980. Au début des années 2010, elle exporte une grande partie de sa production, et est d'autant plus surcapacitaire que la crise de 2008 a réduit la consommation domestique. Sans compter, la mise en service en 5 ans (de 2008 à 2012) 3,8GW de nouvelles centrales à gaz (cycle combiné et turbines).

Mais, ensuite, le pays fermera en 10 ans près de 10GW⁶ (l'équivalent de 10 réacteurs nucléaires) de moyens de production thermiques fossiles (charbon et fuel) pour des raisons environnementales et économiques. À cela, s'ajoutera l'objectif de fermer de manière anticipée de nombreux réacteurs nucléaires, dont les deux réacteurs nucléaires de Fessenheim fin 2020, pour atteindre l'objectif de 50 % de nucléaire en 2025. À la question de savoir comment remplacer des énergies pilotables par des énergies par nature non pilotables (solaire et éolien), deux solutions sont mises en avant, par exemple dans les scénarios :

- Les « réseaux intelligents » (smart grids) qui devraient permettre de « *combiner de manière plus efficace, y compris au niveau local, usages et moyens de production* ». Il faut rappeler que 2012 est l'année de la publication de « *La troisième révolution industrielle* » de Jérémy Rifkin, qui décrit un nouveau paradigme économique, dans lequel les humains génèrent leur propre énergie verte, et la partageraient, comme ils créent et partagent déjà leurs propres informations sur Internet. Les smart grids en seraient un des piliers. La CRE⁷ répertoriera ainsi fin 2013 près de 100 projets smart grids sur tout le territoire.
- Des interconnexions avec nos voisins pour « *mutualiser les risques* ». On peut noter que ces dernières sont vues à l'époque comme une ressource pour garantir notre sécurité d'approvisionnement. La mutualisation des risques à court terme via les interconnexions est une grande avancée des systèmes électriques européens de l'après-guerre. Mais il serait illusoire de construire des scénarios dans lesquels chacun des pays pourrait gérer une large part de sa variabilité propre grâce aux voisins, surtout si ceux-ci suivent aussi des trajectoires augmentant fortement la part d'EnR variables. Si la question d'une coordination européenne est abordée, on en est loin à cette époque. L'Allemagne n'a pas

⁵ <https://www.sauvonsleclimat.org/fr/base-documentaire/sortir-du-nucleaire-quand-on-aime-on-ne-compte-pas>

⁶ Source RTE/wikipedia : puissance installée charbon de 7,94GW fin 2010 à 1,8GW fin 202, fioul (de 10,49GW fin 2010 à 3,1GW fin 2022, gaz de 9,96GW fin 2020 à 12,8GW fin 2022).

⁷ Consultation publique de la Commission de régulation de l'énergie sur le développement des réseaux électriques intelligents en basse tension, novembre 2013

consulté ses voisins pour décider, seule, la sortie du nucléaire, tout comme la France ne se pose pas la question de l'équilibre du système électrique européen, auquel elle est pourtant de plus en plus connectée.

On notera que l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) indique dans un avis du 16 mai 2013 qu'il est nécessaire de « *disposer de marges suffisantes dans le système électrique* » en cas de défaut générique grave sur le parc nucléaire. Le débat recommande au final de « **lancer une étude pluraliste de faisabilité pour préciser les trajectoires** » de fermeture de réacteurs, afin d'« *éclairer les parlementaires avant l'examen du projet de loi* ». Une telle étude ne sera pas disponible pour les parlementaires à l'occasion de l'examen de la loi de 2015.

Si la question de la trajectoire de fermeture des réacteurs nucléaires est évoquée, ses conséquences en termes d'émissions de CO₂, en dynamique, sont très rarement traitées.

Enfin, le renouvellement du parc nucléaire est totalement absent du débat. Pourtant là encore l'ASN alerte, dans son avis de mai 2013 que, du fait du « *calendrier resserré des mises en service initiales* », les arrêts définitifs des différents réacteurs seront « *relativement concentrés dans le temps* » (On ne parle pas encore officiellement d'un « effet falaise »). La loi de 2015 n'aborde pas cette question, et reste focalisée sur la question des 50 % en 2025. Elle n'apparaîtra que dans le débat de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de 2018, portée par la Sfen.

4^e angle mort : le manque de perspectives pour la filière industrielle

Dès 2013, les ministres du Redressement productif⁸ et de l'Écologie évoquent leur soutien à la filière nucléaire, rappelant les emplois qu'elle représente, les embauches qu'elle planifie (pour compenser les départs à la retraite) et ses recettes à l'export. Ils insistent qu'il n'y a pas de contradiction entre le soutien du gouvernement à la filière et l'évolution du mix énergétique, car « le nucléaire continuera à occuper une part importante ».

La parole publique sur la baisse de la part du nucléaire, et la fermeture probable de centrales d'ici 2025 contribue néanmoins à une baisse importante d'attractivité de la filière et impacte le moral de ses salariés. Ainsi, selon le baromètre énergie EDF⁹, l'indice de popularité du nucléaire chez les Français, lequel était remonté immédiatement après une baisse liée à l'accident de Fukushima en 2011, connaît une forte baisse entre 2014 et 2017. Un des responsables EDF rend compte, lors de son audition à la Commission d'enquête, qu'à son arrivée dans l'entreprise en 2017, les études internes montrent que « *La confiance des salariés dans l'avenir de l'entreprise avait grandement chuté* ».

Le manque de perspective industrielle sur les constructions neuves est encore plus criant. La question d'un possible abandon du chantier de Flamanville est un point dur de négociation entre le PS et EELV en novembre 2011¹⁰, car EELV souhaite préparer une trajectoire de sortie du nucléaire. L'EPR est présenté alors par la secrétaire générale d'EELV comme une « vieille » technologie du XX^e siècle, alors qu'il s'agirait désormais d'« *inventer la société du XXI^e siècle* ». Si la poursuite de la construction de Flamanville est finalement arbitrée, la nouvelle ministre de l'Écologie officialise dès juillet 2012 l'abandon de l'autre projet de construction¹¹ en précisant qu'il n'y aura « *aucun autre projet de construction neuve pendant le quinquennat* ». Elle acte de ce fait une nouvelle et longue discontinuité industrielle dans le plan de charge des compétences de la filière sur les constructions neuves, alors que le chantier de l'EPR commence à révéler que les difficultés ne sont pas seulement liées à une tête de série, mais au manque de continuité industrielle. En contraste avec l'absence de

⁸ Usine Nouvelle 29 janvier 2013 « Montebourg et Batho réaffirment leur soutien à la filière nucléaire »

⁹ https://cpdp.debatpublic.fr/cdpdp-ppe/sites/debat.ppe/files/synthese_bdd_france_2017_pour_ppe.pdf

¹⁰ <https://www.nouvelobs.com/politique/20111104.OBS3810/duflot-pas-de-point-de-compromis-avec-le-ps-sans-accord-sur-l-epr.html>

¹¹ https://www.liberation.fr/terre/2012/07/06/l-ecologie-est-un-levier-pour-sortir-de-la-crise_831734/

visibilité sur un programme français où l'enjeu des compétences n'est pas adressé, un des objectifs donnés par le PDG d'EDF pour lancer le projet d'Hinkley Point¹² au Royaume-Uni est justement de reconstituer les compétences sur des constructions neuves et d'être « un jalon essentiel pour le renouveau de la filière française ».

2. Pourquoi la prise de parole des experts n'a pu éclairer la préparation de la loi de 2015

2.1. Une gouvernance du DNTE défaillante sur la parole des experts

Le DNTE, dont l'objectif était de préparer ce qui deviendra la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), définit un cadre pour la prise de parole des experts. Il comprend en particulier un collège d'une cinquantaine d'experts, et un groupe de travail (GT2) chargé du mix énergétique.

La plupart des personnes interrogées par la Sfen pointent des défauts de gouvernance qui ne seraient plus considérés comme acceptables aujourd'hui. Ainsi, alors que la Commission nationale du débat public (CNDP) exige aujourd'hui dans sa charte de déontologie des organisateurs de débats une « *indépendance à l'égard des parties prenantes* », le DNTE nomme en 2012, comme secrétaire adjoint du débat¹³, un membre d'une ONG publique opposée à l'énergie nucléaire, en l'occurrence NégaWatt.

La prise en compte de l'expertise s'est retrouvée contrainte sur plusieurs dimensions :

- Les experts du nucléaire exclus d'office

Le débat se donnait l'ambition de mettre en place une expertise « *pluraliste¹⁴ au double du sens du terme : composé d'experts ou de scientifiques issus de disciplines différentes et d'autre part de « sensibilités » (ou de systèmes de représentation) différentes* ». Il cherche en particulier à éviter de « *contourner l'opinion et à s'en remettre précisément à des comités d'experts qui feraient autorité* ». Selon les organisateurs, cette dernière voie serait alors assimilée à la technocratie, « *péché originel de tout le programme nucléaire français des années 60/80* ». Une attention particulière est portée à la question de l'indépendance des experts, aux possibles conflits d'intérêts ou biais de représentation, et enfin au fait qu'il ne faudrait pas « *surreprésenter les grandes entreprises et les administrations ou assimilées qui ont les moyens de mettre à disposition leurs experts* ».

Ces points vont conduire paradoxalement à se priver des experts du nucléaire d'organismes ou d'entreprises telles que le CEA, EDF ou Areva, lesquels accueillent pourtant en leur sein une grande partie des économistes de l'énergie française. On peut regretter aussi l'absence, tout au moins en début de débat, de représentants de l'administration¹⁵ et du Conseil d'analyse stratégique¹⁶. Finalement, sur les 53 personnes constituant ce groupe des experts (hors président et rapporteur), on ne trouve aucune personne avec une compétence spécifique sur le nucléaire reconnue par la communauté technique et/ou scientifique.

- Un cadrage des scénarios très restreint

¹² Challenge Hinkley Point : comment Jean-Bernard Lévy a remporté une victoire historique, 15 sept 2016

¹³ Débat national sur la transition énergétique : des membres de négaWatt fortement impliqués, site de l'association negawatt.com, 2013

¹⁴ Alain Grandjean « Ce que science et expertise peuvent apporter à notre politique énergétique » 8 janvier 2015 -

¹⁵ En particulier de la Direction générale de l'énergie et du climat

¹⁶ Devenu France Stratégie en 2013.

Le DNTE pose un cadre restreint de travail aux experts dès le départ. Il ne s'agit pas de débattre de manière ouverte de la pertinence de l'objectif de 50 % de nucléaire à 2025, mais, selon la feuille de route¹⁷, de « *définir la façon la plus pertinente économiquement, écologiquement, et la plus juste socialement d'engager cette transition énergétique, en premier lieu pour atteindre l'objectif retenu pour 2025* ».

Chargé du mix énergétique, le groupe de travail « GT2 » convoque lors du DNTE des scénarios produits par divers organismes. Il est attendu que ces scénarios répondront, tant que faire se peut, aux ambitions fixées par le débat : le respect du facteur 4, une baisse de 50 % de la consommation d'énergie en 2050, et, pour la très large majorité d'entre eux, l'objectif de 50% de nucléaire en 2025. On notera dans cette liste des objectifs de natures différentes, avec la lutte contre le changement climatique d'un côté, et de l'autre, les contraintes qu'on s'impose pour y arriver.

Il faut noter que, là encore pour éviter une « prise de pouvoir » des experts, ces derniers sont sollicités avant tout pour répondre aux questions que pose le Conseil du débat. On rappellera que ne sont parties prenantes à ce Conseil ni les industriels du nucléaire (qui ne seront représentés que par le Medef et l'Union française de l'électricité), ni les associations favorables au nucléaire. La Sfen, société savante du nucléaire, a vu ainsi ses multiples demandes de participation rejetées.

- **Des difficultés méthodologiques liées à la multiplication des modèles**

Comme évoqué, le GT2 a sollicité lors du DNTE des scénarios auprès de divers organismes. Il s'est intéressé plus particulièrement à 11 exercices de scénarios énergétiques réalisés spécifiquement pour la France.

Ces exercices se sont avérés rapidement très disparates quant aux horizons de temps considérés, aux périmètres (électricité ou énergie), aux modèles et méthodes (actualisation par exemple) utilisés, aux critères de bouclage d'équilibres physiques et thermodynamiques, aux hypothèses sur l'environnement international et aux hypothèses sur les coûts des énergies. Dans ses conclusions, le GT2 témoigne comme il aura été difficile de consolider et de confronter les conclusions d'exercices prospectifs provenant de sources diverses. Pour chacun des scénarios, il a fallu investir beaucoup de temps pour s'approprier les hypothèses structurantes, les périmètres, les modèles utilisés et leurs principaux résultats¹⁸. Un outil (ELECsim) a pu permettre d'établir des comparaisons économiques, toutes choses égales par ailleurs, entre les différents scénarios¹⁹. Le GT conclut néanmoins que ce travail ne saurait se substituer à un **travail d'homogénéisation des hypothèses, du périmètre et du modèle en amont de la constitution des scénarios**, d'autant plus que simplifier la complexité des scénarios conduit finalement à réduire l'intérêt scientifique de ces travaux. En creux, on comprend que la question du choix de mix énergétique ne peut être débattue sérieusement si la confrontation des connaissances à ce sujet n'est pas explicitée en amont, débattue et stabilisée. Or un débat public n'est ni le lieu ni le temps de la discussion scientifique, laquelle s'étale sur un temps long et suivant un processus bien standardisé.

On notera enfin que beaucoup des travaux analysés souffrent d'un manque d'analyse de la dynamique du système énergétique et de l'adéquation de l'offre et de la demande dans la durée. Ainsi, de nombreuses études (telle celle de l'ADEME à l'époque) sont construites sur des descriptions « table rase » (ou « greenfield » en anglais) de l'horizon 2050. Une conséquence de cette très forte approximation est d'avoir sous-estimé les effets d'une fermeture très rapide de nombreux réacteurs nucléaires.

¹⁷ Conférence environnementale des 14 et 15 sept 2022, feuille de route de la transition écologique

¹⁸ <https://www.slideshare.net/favril/gt2-mix-energetiquednte>

¹⁹ Toutefois, ces comparaisons sont effectuées sur des parcs « à l'équilibre » ce qui ne permet pas de qualifier valablement le chemin de transition, en particulier pour la période des années 2020.

- **Des désaccords entre experts sur la question de la consommation**

Le désaccord sur la baisse de 50 % de consommation d'ici 2050 reste le point le plus clivant entre les différentes descriptions fournies par les scénarios. Parmi les critiques, on relève des interrogations sur sa nécessité (l'objectif de réduction des GES pouvant être atteint via une offre plus décarbonée), sur sa faisabilité (croissance démographique, rendements décroissants de l'efficacité énergétique), sur sa compatibilité avec un nécessaire redressement industriel, et enfin sur son impact macroéconomique (conséquences économiques et sociales pour les ménages). On note un groupe spécifique de scénario (ELE de l'Ancre, Negatep) qui évoque une croissance possible de la consommation d'électricité.

On remarquera à cette occasion la mauvaise prise en compte, dans les modèles, des aspects macroéconomiques : il aurait par exemple fallu tenir compte de façon homogène des prix des énergies, des effets sur l'emploi, les comptes publics et sur la balance commerciale des choix de mix décrits par les scénarios. Ainsi, la question du « pourquoi » le système énergétique suit-il telle ou telle trajectoire (décisions publiques, subventions, taxes, prêts incitatifs, réglementation...) est-elle souvent absente des scénarios décrits et surtout de la synthèse qui en est proposée.

2.2 La préparation de la loi LTECV : un déficit d'expertise

- **L'absence d'étude d'impact préalable au vote de la loi de 2015**

Une telle étude, réalisée par un panel d'experts, aurait consisté en :

- Des évaluations économiques de la trajectoire de fermeture des réacteurs d'ici à 2025 pour atteindre le 50 % de nucléaire (demande du DNTE), au sein de divers environnements possibles (contexte international, prix des énergies, maturités des technologies...).
- La construction de scénarios « contrefactuels », sans baisse du parc, permettant de construire des références pour calculer les conséquences du choix du 50 %, par différence.

Cette étude n'a pas été commanditée.

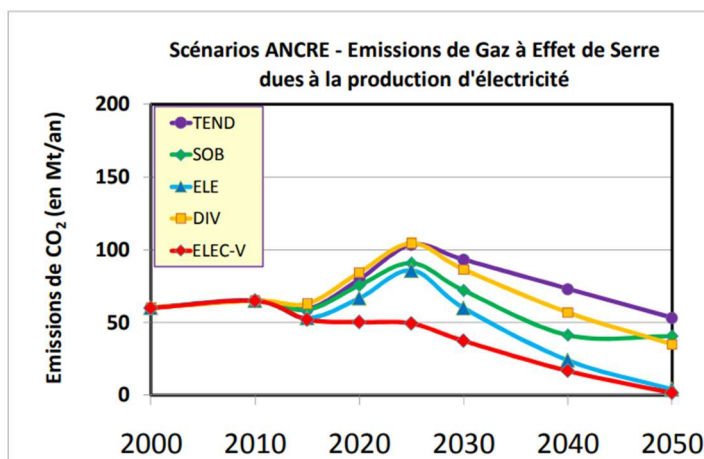
- **Quelques scénarios institutionnels différemment compris et médiatisés**

Le scénario de l'ANCRE

L'Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie (Ancre), qui regroupe les organismes de recherche dans l'énergie, dont le CEA, le CNRS, l'IFP-En et la CPU, publie en 2014²⁰ trois scénarios structurels (SOB, ELE, DIV), en plus du scénario tendanciel (TEND). Elle publie aussi un scénario complémentaire (ELEC-V), qui ne satisfait pas l'objectif de 50 % de nucléaire en 2025, mais qui permet une plus forte électrification des usages ainsi que la cogénération nucléaire. Tous les scénarios atteignent le facteur 4. Ils démontrent cependant qu'il est impossible de limiter le recours au nucléaire à 50 % de l'énergie électrique en 2025 sans recours à des moyens de backup en énergie fossile (gaz) notamment pour pallier la variabilité des énergies renouvelables installées à la place du nucléaire, de nouvelles technologies alternatives ne pouvant être disponibles à cette date. Ainsi (voir illustration ci-après), tous les scénarios de l'ANCRE (incluant la contrainte du 50 %) passent obligatoirement par une hausse des émissions de CO₂ au cours des années 20 (à l'exception du scénario ELEC-V suscité). On peut regretter que cette étude, qui est

²⁰ Les scénarios de transition énergétique de l'ANCRE, revue de l'énergie, mai-juin 2014

restée dans les cercles académiques, soit demeurée insuffisamment visible pour éclairer le débat politique.



Le scénario Ademe

L'Ademe publie quant à elle dès 2013 une étude ses visions énergétiques et climatiques à l'horizon 2030-2050, montrant des voies possibles pour atteindre le facteur 4 en 2050, grâce à une division par 2 de la consommation énergétique et un déploiement massif des renouvelables. Elle précise néanmoins qu'il s'agit d'une « *étude scientifique à caractère exploratoire, et non d'un scénario politique* », et que les mix électriques envisagés restent « théoriques ». Ils sont construits ex nihilo et ne construisent donc pas une trajectoire dynamique qui permettrait d'arriver au résultat recherché (voir plus loin). L'étude a officiellement pour but de mettre en lumière les freins ainsi que les mesures à mettre en œuvre pour accompagner une politique de croissance massive des EnR électriques, et non la recherche des trajectoires les plus efficaces pour atteindre les objectifs de décarbonation français. La version 2015 de l'étude, intitulée « Mix électrique 100 % renouvelables », qui « fuit » dès avril 2015 avant sa publication officielle fait elle l'objet d'une reprise par toutes les associations opposées au nucléaire (Sortir du Nucléaire, Greenpeace, WWF), relayée dans les grands médias²¹.

2.3 Le manque de prise en compte des incertitudes

Un des rôles majeurs des scénarios, comme on le verra, est de quantifier les incertitudes, de façon à mettre en place les moyens de les gérer au mieux dans le temps. Par nature, les consignes données aux « scénaristes » furent d'atteindre les objectifs « facteur 4 », 50 % de nucléaire en 2025 et réduction de 50 % de l'énergie finale en 2050. Ces contraintes très fortes (voir plus haut), ont empêché de disposer d'un jeu suffisamment ouvert de scénarios pour mettre en place les mesures nécessaires²². Le futur ne dépend en effet pas seulement des décisions publiques (par exemple, l'impact de l'international est majeur, et cette dimension n'a pas été réellement analysée).

Cette faible prise en compte des incertitudes a gommé en bonne partie les réflexions sur la recherche d'un mix électrique robuste (la notion de choix d'un parc « sans regret » n'apparaît pas alors). Cette question est pourtant au cœur de la réflexion sur la vitesse souhaitable du développement des EnR, et – corrélativement - de la baisse de la part du nucléaire. Il serait

²¹ Exemple : les Échos « L'Ademe publie enfin son étude sur une électricité 100% verte en France » 22 octobre 2015.

²² C'est bien un des rôles principaux de l'analyse de scénarios que de mettre en évidence les domaines de variations des « paramètres » futurs et donc de s'y préparer. C'est justement le point de vue exprimé par l'IDDRI au cœur du débat (en 2013) : https://www.iddri.org/sites/default/files/import/publications/wp0913_eb-et-al_sc%C3%A9narios-energetiques-transition.pdf

apparu que le choix politique d'une baisse rapide a priori de l'énergie nucléaire aurait très fortement fragilisé la robustesse du mix national. D'ailleurs, cette trajectoire n'a finalement pas été suivie. Pourquoi en effet se priver d'un parc disponible, de technologie nationale et à très bas contenu en carbone (d'autant plus que la phase principale d'émission de GES, la construction, était déjà achevée) ? Aucune analyse de ce type n'a été menée alors.

2.4. L'absence de visibilité des études académiques sur les coûts système

Sur le plan scientifique, le début des années 2010 voit éclore un grand nombre de travaux académiques sur la question des coûts système. Dans une perspective de forte croissance de la part des énergies renouvelables variables dans le mix électrique, il s'agit d'analyser les besoins (et les coûts) supplémentaires au niveau du réseau électrique pour en maintenir l'équilibre, et prendre en compte l'ensemble des coûts sur l'ensemble du réseau (transport, distribution, flexibilité de la demande, stockage) au-delà des coûts actualisés de production. Ces coûts s'appliquent à toutes les énergies, mais sont significativement plus élevés pour les énergies variables, d'autant plus que leur part dans la production augmente. La littérature à ce sujet a pleinement démarré au début des années 2010 (Joskow, Hirth par exemple). L'OCDE-AEN publie un premier rapport²³ en 2012. De premiers travaux français (Crassous, Roques) sont présentés au DNTE et publiés en 2014²⁴ dans la revue française de l'énergie. Cette notion restera invisible dans le DNTE. Elle ne sera pleinement visible dans le débat public qu'en 2021 avec la publication du rapport RTE FE 20250, lequel entreprend un vrai travail pédagogique.

3. Recommandations de la Sfen : quelle prise de parole des scientifiques dans la politique énergétique ?

Plusieurs enseignements sont à tirer de cette période, et inspirent ces recommandations de la Sfen, en particulier sur le pilotage de l'expertise.

Les défaillances et limitations listées plus haut n'étaient pas inconnues de nombre d'experts. On peut alors s'interroger sur le fait que la parole de ces experts techniques, scientifiques et académiques, au sein des instances dirigeantes ou parties prenantes, n'a été que très peu entendue. Mais les experts sont en règle générale très peu écoutés par les élus : manque d'intérêt, manque de culture scientifique, manque de temps, priorité donnée aux mouvements d'opinion. L'accumulation des rapports le long de l'année ne facilite pas les choses. On peut saluer à cet égard le rôle de l'OPECST, qui réalise des synthèses fort utiles en consultant de très nombreux experts. L'organisation de la réflexion énergétique, de l'expertise, ou des débats relatifs à l'énergie en France suscite encore moins d'intérêt de la part des politiques et même des pouvoirs publics.

En outre, les résultats de l'expertise sont souvent complexes, peu compréhensibles et ardues. Les discussions entre les pairs ne sont en règle générale pas accessibles au « profane », car trop techniques. Des synthèses sont donc nécessaires. On le voit à l'occasion de chaque publication des rapports du Giec, on l'a vu aussi au sein du groupe des experts du DNTE, confronté à tirer les enseignements de multiples scénarios. L'effort de clarification et de

²³ Nuclear Energy and Renewables; System Effects in Low-carbon Electricity Systems, Published on November 07, 2012

²⁴ Coûts associés à l'insertion des ENR intermittentes dans le système électrique N°618 / mars-avril 2014 - par Renaud Crassous et Fabien Roques

synthèse nécessite une expertise à part entière, et certainement la mise en œuvre de compétences de façon dédiée et disponible dans la durée.

3.1. Qualifier l'expertise

L'Académie des sciences, dans sa charte de l'expertise²⁵, rappelle la définition de l'expertise : « L'expression d'une connaissance formulée en réponse à une demande de ceux qui ont une décision à prendre, en sachant que cette réponse est à intégrer à un processus de décision ».

Si l'on peut entendre les interrogations posées lors du DNTE à l'occasion de la création du collège des experts, sur la pluralité de l'expertise, ou sur les questions de biais et de conflits d'intérêts, il faut rappeler plusieurs éléments essentiels :

- Il existe des critères académiques stricts pour qualifier l'expertise dans tous les domaines scientifiques, y compris en ce qui concerne l'économie de l'énergie. Ces critères reposent sur la formation, l'expérience, et les publications dans un domaine en général très spécialisé.
- Il faut qualifier, si on vise à la mettre à contribution, ce qu'est l' « expertise profane ». L'Académie des sciences, toujours dans sa charte, relève que le modèle « *faisant appel à des débats incluant scientifiques et profanes, et légitimé par le caractère démocratique de la procédure* » conduit à un « *brouillage de la notion-même d'expert* ». Elle propose, pour prendre en compte les avis divergents, l'expression de son assemblée plénière en tant que panel de scientifiques-citoyens, non tous experts de la question posée, mais « *rompus à la méthode scientifique et garants de la qualité des méthodologies* ».

On rappellera que l'expertise, pour éclairer les politiques publiques, doit être collective : l'expérience du Covid a montré un certain désarroi des citoyens devant les prises de paroles divergentes d'experts dans les médias, et l'importance du rôle joué finalement par le Conseil Scientifique et la Haute Autorité de Santé.

3.2. Comprendre à quoi servent les scénarios énergie-climat :

La Sfen a eu l'occasion de mener et publier une réflexion approfondie²⁶ sur cette question, à l'occasion de la décision sur le programme EPR. Les scénarios, publiés par plusieurs organismes, ont alimenté les discussions sur le futur de l'énergie nucléaire et les programmes politiques, avec plusieurs risques importants. D'abord parce qu'on peut regretter que certains experts prétendent être écoutés s'ils entérinent et justifient des positions politiques prises au préalable (c'était traditionnellement ce qu'on appelait « la malédiction du consultant »), aussi, avec la multiplication récente des scénarios, les derniers débats et consultations publics ont couru le risque de se transformer en « batailles de scénarios », comme s'il appartenait aux citoyens de comprendre les différences méthodologiques et d'arbitrer entre différents exercices.

L'intérêt premier d'un scénario énergie-climat est de permettre de structurer une réflexion autour des trajectoires envisageables pour le mix énergétique : il s'agit d'éclairer le décideur en mettant en exergue les incertitudes, les points de non-retour et les bifurcations envisageables. Chaque scénario, - du moment qu'il adopte une démarche scientifique, est

²⁵ Charte de l'Académie des sciences, charte de l'expertise 6 mars 2012

²⁶ RGN « EPR : quels scénarios pour une décision ? » Valérie Faudon janvier 21

transparent sur sa méthodologie et ses hypothèses -, permet de comprendre un angle particulier et donc contribue à éclairer la prise de décision.

Il est important de comprendre que les scénarios énergie-climat restent avant tout des exercices d'humilité et n'offrent aucune garantie de réalisation. En particulier pour des horizons de temps lointains, on ne peut pas connaître avec certitude les valeurs des différentes hypothèses et paramètres que le modèle utilise : c'est le cas par exemple pour la consommation d'électricité, le coût ou la disponibilité de différentes technologies ou bien, dans un système électrique européen interconnecté, la stratégie des pays voisins. Les modèles montrent aussi une complexité croissante pour prendre en compte les contraintes temporelles, spatiales et - plus généralement - les processus stochastiques des énergies renouvelables intermittentes (solaire PV, éolien). Certains aspects restent toujours trop difficiles à modéliser ou à prendre en compte.

Ce que les scénarios nous permettent avant tout de comprendre est la nature et l'ampleur des risques associés à différentes stratégies. C'est particulièrement le cas, alors que l'équilibre du système électrique repose encore aujourd'hui sur la part de moyens de production pilotables, pour les modèles qui comportent à très haut pourcentage de renouvelables variables. La question n'est donc pas tant de chercher à comprendre quel serait le mix optimal en 2050, mais d'identifier la trajectoire de transition des systèmes énergétiques la moins risquée, c'est-à-dire la plus robuste. Comme on l'a vu plus haut, cette démarche n'a pu être menée lors du DNTE.

3.3. Mettre en place un pilotage de l'expertise sur les scénarios énergie-climat

La Sfen salue le rôle qu'a pu jouer l'étude de RTE Futurs Énergétiques 2050 publiée à l'automne 2021 pour éclairer le débat public sur l'électricité. Cela a été rendu possible par la qualité du travail de modélisation, la concertation (laquelle a permis une appropriation commune par les parties prenantes des hypothèses et des choix de modélisation), et enfin un effort pédagogique qui a permis un accès aux résultats à un public large de décideurs et un partage des hypothèses.

Cette expérience réussie laisse espérer qu'il devrait être possible d'améliorer la rationalité (scientifique, technique, économique et sociale) de la prise de décision pour l'ensemble du mix énergétique en structurant l'expertise et en la pérennisant autour d'une entité existante.

Cette dernière serait chargée des synthèses des différents scénarios et éloignée des objectifs partisans et aurait la responsabilité d'intégrer, pour les pouvoirs publics et le Parlement, l'ensemble de l'information disponible. En particulier, elle réaliserait l'articulation entre les travaux de RTE (vision système électrique) et le reste de l'économie. La question cruciale de la substitution de l'électricité aux énergies carbonées serait ainsi de son ressort. Elle aurait aussi pour tâche d'évaluer les impacts des lois portant sur l'énergie et le climat (directement, en mobilisant les autres structures mandatées par les pouvoirs publics (dont RTE) et en examinant les contributions des académiques et des parties prenantes).

Elle aurait enfin un rôle d'animation pour :

- S'assurer qu'un réseau d'experts en modélisation et en prospective est mobilisable et fournit régulièrement ses résultats à la collectivité (ce qui veut dire que la structure soit en capacité de commander des travaux aux équipes françaises et étrangères, à un rythme suffisant pour contribuer à maintenir plusieurs équipes). Des équipes de modélisation académiques pourraient être incluses dans les objectifs (par exemple via des contrats d'objectifs et de performance) de certaines structures publiques : ministères, INSEE, CNRS, CEA notamment. Actuellement,

un modèle intéressant est le rôle de RTE (avec le modèle ANTARES), qui fournit des scénarios électriques, prescrits par la loi, et joue un rôle d'échange entre les experts et les ONG invités dans ses groupes de travail. La structure proposée supra aurait pour mission de produire chaque année une synthèse de ces travaux et de focaliser les équipes nationales sur une ou deux thématiques proposées par l'OPECST ou le gouvernement.

- Connecter en permanence les travaux avec leurs équivalents au plan international. Ceci n'a par exemple pas été réalisé lors du DNTE.
- Mener une réflexion pour articuler les travaux élaborés à l'échelle nationale avec les perspectives régionales et locales.

Il paraît aussi essentiel aujourd'hui de garantir un financement de la recherche en prospective énergétique. Si la France a été dans le passé un centre mondial d'expertise sur les modélisations énergétiques, ce n'est plus le cas. Les crédits publics pour financer des études académiques de bon niveau sont très faibles, y compris pour les thèses, avec pour conséquence un appauvrissement des outils et un manque de capacité à évaluer les politiques publiques.