

# **Comment planifier et territorialiser le déploiement des énergies renouvelables électriques ?**

**15 décembre 2023**

- 1. Note de synthèse (Pierre Veltz)**
- 2. Compte rendu de la journée d'étude co-organisée par l'Institut des Hautes Études d'Aménagement des Territoires en Europe (Ihédate), le Conseil économique, social et environnemental et l'Académie des technologies, le 11 mai 2023, au palais d'Iena**

## Préambule

Le présent document part d'un constat et d'une interrogation.

Le constat : pour décarboner notre énergie, quels que soient par ailleurs les efforts de sobriété et d'efficacité, et quelle que soit la trajectoire du parc nucléaire, une forte croissance des énergies renouvelables électriques (éolien et solaire) est incontournable.

L'interrogation : Alors que notre pays s'est fixé des objectifs très ambitieux pour le développement de ces énergies, le rythme actuel de développement semble très insuffisant pour les atteindre. La loi d'accélération de mars 2023 met l'accent, à juste titre, sur les lourdeurs administratives qui retardent les projets. Mais on peut se demander s'il ne serait pas temps de piloter ce déploiement - qui est l'équivalent d'un grand projet industriel à l'échelle nationale - sous des formes plus structurées, mettant en œuvre une véritable planification, technico-industrielle, économique-financière mais aussi spatiale.

La question principale abordée est donc la suivante : Comment territorialiser de manière à la fois rationnelle, tenant compte des ressources spécifiques des espaces infranationaux, et partagée, portée par les pouvoirs locaux et la société civile, un déploiement qui est aujourd'hui le résultat du jeu incrémental des investisseurs et de négociations locales ou micro-locales ?

Le document se compose de deux parties.

1) Une **note de synthèse**, actualisée au 15-12-2023, rédigée par Pierre Veltz, président du conseil scientifique de l'Ihédate sur l'urgence d'une politique plus structurée de déploiement des renouvelables électriques. Cette note est destinée à présenter le fond de tableau pour les non-spécialistes, et aussi à actualiser les données présentées dans les contributions de la journée d'étude du 11 mai 2023. La note n'engage que son auteur.

2) Un résumé des interventions présentées lors d'une **journée d'études** organisée par l'Institut des hautes études d'aménagement des territoires (Ihédate), en partenariat avec le Conseil économique, social et environnemental (CESE) et l'Académie des technologies, le 11 mai 2023, sur le thème « Comment planifier et territorialiser le déploiement des énergies renouvelables électriques ? ». Cette journée d'études a réuni une centaine de personnes, dont les auditrices et auditeurs du cycle 2023 de l'Ihédate.

Le résumé n'est pas exhaustif. Les textes des interventions ont été établis sur la base d'un compte rendu effectué par Gaël-Georges Moullec, de l'Académie des technologies. Ils ont été relus par leurs auteurs. Nous remercions vivement **Thierry Beaudet**, président du Conseil économique, social et environnemental (CESE) qui a accueilli et introduit la journée d'études, dans l'hémicycle du palais d'Iéna, ainsi que ceux qui ont activement participé à sa préparation : **Yves Bamberger**, vice-président de l'Académie des Technologies, **Nicolas Richard**, membre du CESE et rapporteur, avec **Claire Bordenave**, de l'avis de mars 2022 sur l'« acceptabilité des nouvelles infrastructures de la transition énergétique », **Nicolas Portier**, enseignant à Sciences Po Paris, président du cercle de l'aménagement du territoire et membre du conseil scientifique de l'Ihédate.

Merci aussi à tous les contributeurs, qui ont abordé des thématiques variées, réparties en quelques grands blocs : état des lieux, mix énergétiques français et internationaux, scénarios de référence (RTE, ADEME), évolutions du système électrique, aspects institutionnels, réglementations et régulations, interactions avec les collectivités locales et les populations.

## Partie 1

# Le déploiement des énergies éoliennes et solaires, un test crucial pour la transition

Pierre Veltz, président du conseil scientifique de l'Ihédate, membre de l'Académie des technologies

15-12-2023

*Pas de salut climatique sans une très forte augmentation des énergies solaires et éoliennes (y compris terrestres).*

Notre société n'a pas complètement pris la mesure de l'enjeu et du défi (technique, industriel, politique) que représente le développement accéléré des EnR électriques (éolien en mer, terrestre, solaire), indispensable pour la décarbonation de notre système énergétique, mais aussi pour notre souveraineté énergétique.

Dans les médias et l'opinion, la discussion récente s'est surtout focalisée sur la relance du nucléaire, qui suscite controverses et passions. Le sujet des EnR est resté au deuxième plan. Il est vrai que politiquement, la question embarrasse, à tous les niveaux, tant les oppositions sont fortes et répandues. L'« écologie du bon sens » désormais prônée par le Rassemblement National, mais qui trouve un écho chez de nombreux élus de divers bords, est vigoureusement opposée aux éoliennes, en particulier. Les campagnes de désinformation sont abondamment relayées, comme le montre Cédric Philibert dans son livre : « Éoliennes, pourquoi tant de haine ? »<sup>1</sup>. Au-delà de ces oppositions frontales, on a le sentiment que l'opinion publique, dans sa grande majorité, même lorsqu'elle est plutôt favorable ou neutre, n'a pas pleinement conscience de la dimension du changement à engager et de son caractère stratégique.

Rappelons donc les principaux éléments du dossier, bien connus des experts, mais loin d'être partagés dans le grand public.

D'abord, en matière de politique climatique, le passage à une énergie débarrassée des sources fossiles est évidemment la mère des batailles. En France, nous sommes fiers du caractère très peu émissif en GES de notre électricité, dû, comme chacun sait, à la place de l'hydroélectricité et du nucléaire. Mais le vecteur électrique ne représente qu'un quart environ de notre consommation. Et 60 % au moins de notre énergie finale vient toujours du pétrole et du gaz fossile. Ceci pèse très lourdement sur notre commerce extérieur, les combustibles importés ayant représenté entre 25 et 80 milliards d'euros par an au cours de la décennie 2010, et plus de 100 milliards en 2022.

L'objectif global de l'accord de Paris vise, rappelons-le, le « zéro émissions nettes » (les puits de carbone étant censés compenser les fossiles restants) en 2050. En réalité, il vaudrait mieux parler d'un budget résiduel d'émissions (mondiales) à dépenser pour rester sous la barre des + 1,5°C. Pour l'Europe, l'objectif fixé est de réduire de 55% les émissions nettes en 2030 par rapport à la base de 1990. La version 2020 de notre Stratégie nationale bas carbone (SNBC2) avait fixé l'objectif à moins 40 %. Cet effort de réduction devra donc être encore réhaussé de 15 points pour s'aligner sur le nouvel objectif de l'Union européenne fixé dans le pacte vert. Ce sont des objectifs extraordinairement ambitieux.

La stratégie qui fait désormais consensus, à l'échelle mondiale, est celle de *l'électrification maximale des usages, avec de l'électricité propre*. Cette voie ne suffira pas pour se débarrasser des fossiles, car il restera des usages non électrifiés, et surtout il faudra trouver dans la biomasse des quantités importantes d'énergies nouvelles. Mais il se trouve que le vecteur électrique est le plus facile à décarboner, même si, dans la pratique, on part de très loin : l'électricité est aujourd'hui encore, majoritairement, une énergie sale (sale au regard du climat, mais aussi des pollutions et de la santé humaine), du fait de la Chine et de l'Inde notamment. La production d'électricité représente 40 % des émissions de GES à l'échelle mondiale, 52 % pour la Chine, 37 % pour l'Union européenne, 12 % pour la France. Quant aux quantités, les défis sont gigantesques. Dans le scénario Net Zéro de l'AIE (agence internationale de l'énergie), la production mondiale d'électricité devrait être multipliée par 2,7 d'ici 2050, et celle de l'électricité bas carbone par 7.

---

<sup>1</sup> Éditions des petits matins, 2022

En France, des scénarios divers ont été établis, dont certains sont présentés par la suite (ADEME et RTE). Référons-nous ici aux travaux de RTE<sup>2</sup>. Que nous disent ces travaux ?

1) Les besoins en électricité vont augmenter très fortement dans les décennies qui viennent : c'est une petite révolution en France où la consommation baissait régulièrement depuis 15 ans, révolution qui n'a malheureusement pas été anticipée par nos dirigeants ;

2) Dans toutes les hypothèses, un développement accéléré des sources éoliennes et solaires est *indispensable*. Il n'y a tout simplement pas d'autre voie. A court et moyen terme, on ne pourra se passer ni du nucléaire, ni d'un changement de rythme dans le déploiement des EnR électriques (éolien et solaire, essentiellement). Un avantage essentiel de ces dernières est dans la temporalité : le nucléaire va être lent à relancer, alors que pour l'éolien et le solaire on peut aller beaucoup plus vite. La décennie actuelle est cruciale. Bien sûr, il ne suffira pas d'augmenter les volumes : il faudra aussi jouer sur le levier de la sobriété (limitation de la consommation) et de l'efficacité (meilleur rendement des systèmes). Ces deux leviers ne sont pas négligeables. RTE, avec des hypothèses assez optimistes, pense qu'on peut « économiser » 100 à 160 TWh d'ici 2035. Mais, en supposant ces économies réalisées, RTE fixe la cible EnR en 2035 à 270 TWh minimum, 320 TWh si possible, et la cible pour le nucléaire à 360 TWh minimum, 400 TWh si possible. En clair, cela signifie :

- Pour l'éolien terrestre, un doublement des puissances installées ;
- Pour l'éolien en mer, un passage de 0,5 GW installés aujourd'hui à 15 ou 18 GW ;
- Pour le solaire, un doublement (minimum) ou un triplement (souhaitable).

D'autres combinaisons sont bien sûr possibles. Mais, dans tous les cas de figure, une forte accélération des EnR est incontournable. J'ajoute que le basculement vers un mix où 50 % de la consommation d'énergie vient de l'électricité propre, base des scénarios actuels, sous-évalue très probablement cette part. Il est en effet peu crédible, et sans doute peu souhaitable que les autres sources comme la géothermie et surtout la biomasse puissent fournir les 50 % restants, compte tenu des besoins en surface de cette dernière et des conflits avec les objectifs alimentaires. Il est donc probable qu'il faudra aller plutôt vers une part électrique de 70 % ou 80 % !

Il est donc choquant d'entendre encore de nombreux observateurs faire comme si l'éolien et le solaire étaient en quelque sorte facultatifs ; ou marginaux et destinés à le rester ; ou relevant d'un « techno-solutionnisme » qui dispenserait des efforts nécessaires de sobriété, de changements radicaux dans nos modes de vie.

Bien sûr, il faut réduire autant que possible la demande, par la modération des consommations et par l'efficacité des systèmes (isolation des bâtiments, mobilités repensées, etc.). Mais ces efforts ne suffiront pas.

D'autres encore rappellent que les mots de « transition énergétique » fondée sur les renouvelables sont trompeurs en ce sens que les diverses énergies se sont jusqu'ici additionnées les unes aux autres, sans effet de substitution<sup>3</sup>. Cela a été vrai dans le passé. Mais si cette substitution ne se réalise pas très vite maintenant, en s'accompagnant d'une réduction effective du recours aux énergies fossiles, nous allons droit à la catastrophe.<sup>4</sup>

Ces discours défaitistes sont heureusement contredits par la réalité, car de nombreux signes montrent que la grande bascule mondiale vers les renouvelables (et une certaine relance du nucléaire) a bel et bien commencé<sup>5</sup>. Libre à nous, évidemment, de camper sur notre scepticisme et de rater le virage...

### *En France, boom du solaire, stagnation de l'éolien*

La raison fondamentale du décollage du solaire et de l'éolien est économique autant, et sans doute plus, qu'écologique. Les coûts du solaire PV en particulier ont tellement chuté que beaucoup d'économistes pensent que son développement ne pourra pas être arrêté, la contrainte critique étant désormais celle des réseaux et des

<sup>2</sup> Voir les projections RTE « Futurs énergétiques 2050 » et leur actualisation récente dans le « Bilan prévisionnel 2023-2035 », <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/les-bilans-previsionnels>

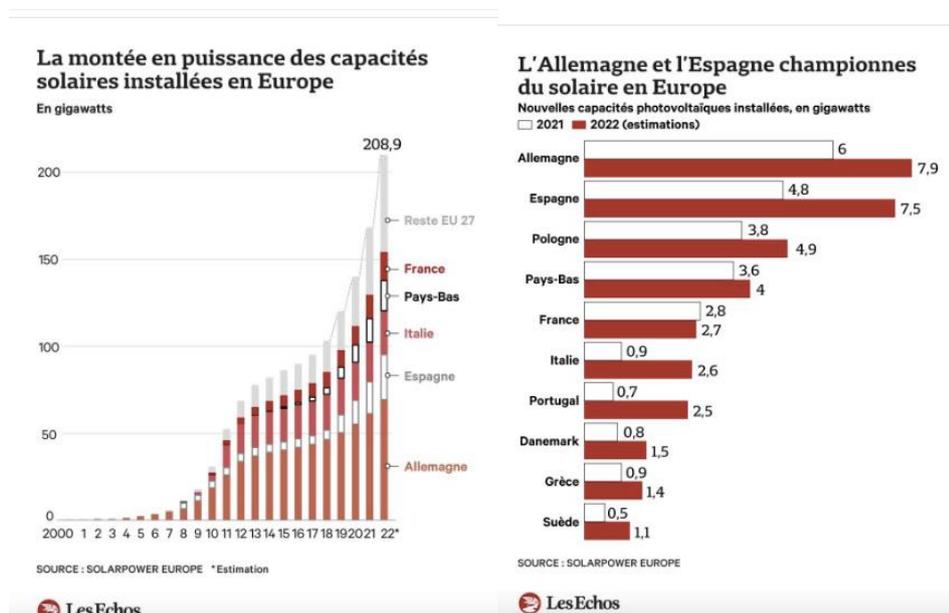
<sup>3</sup> Voir Jean-Baptiste Fressoz, [https://www.lemonde.fr/idees/article/2023/06/30/transition-ecologique-il-est-deraisnable-d-attendre-des-panneaux-solaires-et-des-eoliennes-plus-qu-ils-ne-peuvent-offrir\\_6179963\\_3232.html](https://www.lemonde.fr/idees/article/2023/06/30/transition-ecologique-il-est-deraisnable-d-attendre-des-panneaux-solaires-et-des-eoliennes-plus-qu-ils-ne-peuvent-offrir_6179963_3232.html)

<sup>4</sup> Comme le dit joliment François Gemenne : « Vous pouvez manger beaucoup de salade avec la fondue savoyarde, cela ne vous fera pas maigrir », interview pour la Matinale de France Inter, 13-12-2023.

<sup>5</sup> Tendence confirmée par la COP 28 à Dubaï.

autorisations administratives. Selon l'Agence internationale de l'énergie, c'est désormais *la source d'énergie la moins chère de l'histoire*. En tous cas, c'est la moins chère du moment. Le risque serait plutôt la surproduction structurelle arrivant à des baisses de prix, et à des prix négatifs.

En France, le boom du PV est porté depuis 2020 par les installations en toiture (particuliers et grandes toitures). Ce seul marché est aujourd'hui de l'ordre de 2 GW installés par an<sup>6</sup>. Le taux de 20 % des maisons équipées en 2035 paraît aujourd'hui une hypothèse plausible. Mais ce développement ne sera pas suffisant, et il faudra absolument le compléter par le développement de PV au sol (ombrières, friches, mais aussi fermes au sol en zone rurale).<sup>7</sup> Le développement de l'agro-voltaïsme (combinaison de production agricole et de production photovoltaïque) est une piste qui vient d'être encouragée par le gouvernement, mais fait l'objet de nombreuses controverses. De nombreux agriculteurs et élus craignent en effet que les terres agricoles soient détournées vers la production d'électricité, plus rentable à l'hectare. Un décret récemment paru vise à encadrer ce déploiement pour éviter cet effet-pervers. Quoiqu'il en soit, le PV a définitivement quitté la case des énergies marginales. En Nouvelle Aquitaine, par exemple, des dizaines de milliers de producteurs (40 000 pour la Gironde, la Dordogne et le Lot-et-Garonne) sont capables de fournir une puissance de 4 GW, quatre fois la puissance de la centrale nucléaire du Blayais<sup>8</sup>.



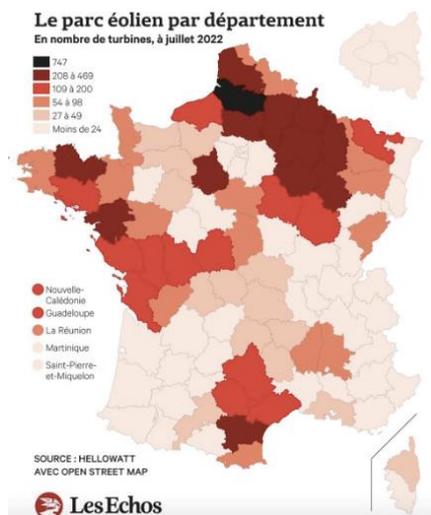
S'agissant de l'éolien la progression est moins spectaculaire. Les coûts ont également baissé, mais moins que pour le solaire. De 2010 à 2020, le coût de référence de l'électricité produite a baissé de 64 % et 55 % respectivement pour l'éolien terrestre et maritime, contre 87 % pour le solaire PV (on parle ici des coûts dits LCOE, estimés par l'Agence internationale de l'énergie)<sup>9</sup>. L'éolien maritime français est très en retard sur les capacités installées en mer du Nord, où commence à émerger un complexe énergétique très puissant. L'éolien terrestre s'est aussi développé plus lentement que dans d'autres pays européens. Le gouvernement semble peu empressé sur le sujet, compte tenu de l'impopularité de ces installations. Fin 2022, la France comptait quand même 9000 mâts en service, pour une puissance totale de 20 GW environ, dont 0,5 seulement en mer. On notera que 50% de la puissance installée en France se trouve dans les deux seules régions des Hauts-de-France et du Grand Est, le département de la Somme étant très largement en tête, avec plus 800 mâts, alors que la moitié sud du pays est très peu équipée.

<sup>6</sup> Pour donner une idée de l'accélération, on peut rappeler que la capacité mondiale installée en PV était en 2000 de 1 GW (surtout au Japon).

<sup>7</sup> Voir le dossier des Échos du 19-11-2023.

<sup>8</sup> <https://www.sudouest.fr/economie/energie/les-energies-renouvelables-c-est-une-croissance-a-trois-chiffres-enedis-anticipe-la-transition-energetique-17656770.php>

<sup>9</sup> Le coût dit « *global levelized cost of electricity* » (LCOE) est calculé comme : « *Lifetime cost per MWh including capital and operating expenditures* » (source AIE). Évidemment les coûts réels peuvent varier beaucoup en fonction des contextes.



### *Un immense chantier : une révolution industrielle en accéléré*

Beaucoup de nos concitoyens ne perçoivent pas la taille du chantier industriel que l'électrification, et le développement des renouvelables en particulier, va représenter dans un temps très court. Voici ce qu'écrit Adam Tooze, grand historien-économiste britannique : « Le passage à une électricité bas carbone combiné à un doublement de la production dans l'espace d'une seule génération est une entreprise proprement gigantesque. Enfermer cette trajectoire dans l'image familière de la « transition » est sous-estimer dramatiquement le défi. En termes économiques, ce défi, mesuré en trillions de dollars, reste à notre portée ; il va dévaluer des actifs, mais aussi constituer une énorme machine à créer de la valeur. En termes techniques, industriels, politiques et sociétaux, il est énorme et sans précédent historique »<sup>10</sup>. Michael Liebreich, consultant pour Bloomberg New Energy Finance, note qu'en 2022 les énergies propres ont attiré pour la première fois autant d'investissements que les fossiles, franchissant le cap des mille milliards de dollars. 90 % de ces investissements ont été captés, à part à peu près égale, par deux secteurs : les EnR et la voiture électrique. Liebreich prédit que le prochain marché à un demi-trillion sera celui des pompes à chaleur<sup>11</sup>.

Il faut souligner que ce nouveau système électrique ne se limitera pas, loin de là, aux sites de production. Il va demander aussi des investissements considérables en termes de réseaux et de dispositifs de flexibilité et de pilotage intelligent. La multiplication des producteurs injectant des électrons dans le système - seule une petite partie de la production et de la consommation sera « off-grid » (hors réseau) - va imposer des dépenses considérables en réseaux pour interconnecter producteurs et usagers. La grande nouveauté est que le système électrique ne sera plus à sens unique<sup>12</sup>. Les bâtiments équipés de PV (particuliers, hôpitaux, bureaux, usines etc.) injecteront leurs surplus. Le parc de véhicules électriques servira de stockage, avec une capacité cumulée très élevée (comme les véhicules thermiques, les véhicules électriques seront à l'arrêt une grande partie du temps). L'Union européenne a chiffré à 584 milliards d'euros les investissements nécessaires d'ici 2030 pour la modernisation et l'extension des réseaux. Enedis envisage 100 milliards d'investissement. On va aussi assister à une multiplication des liaisons à longue distance par câble à très haut voltage (comme c'est le cas en Chine entre l'Est et l'Ouest du pays).

Ce système électrique futur - probablement la mégamachine la plus complexe jamais construite par les humains - ne pourra pas être séparé d'autres domaines, comme la mobilité, l'habitat, le commerce, l'industrie. On est loin de l'image de quelques nouvelles filières « vertes » se surajoutant au monde traditionnel de l'énergie. On peut regretter que très peu d'informations et de mises en débat soient proposées à l'opinion publique sur l'ampleur et les modalités de cette nouvelle révolution industrielle.

<sup>10</sup> <https://adamtooze.com/2023/03/04/chartbook-carbon-notes-1-repowering-the-world-the-challenge-of-electrification/>

<sup>11</sup> Voir <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>

<sup>12</sup> Voir infra, l'intervention d'Yves Bamberger.

## *Le développement massif des ENR n'est pas « techno-solutionniste »*

Je répète qu'à mon sens, cette perspective ne relève pas d'un « techno-solutionnisme » déléguant la réponse à nos défis à une magie technicienne et à des investissements massifs. Le raisonnement est simple. (1) Nous n'avons pas aujourd'hui d'autre choix pour remplacer les fossiles que les renouvelables. (2) Même avec le complément du nucléaire, dont je ne vois pas comment on pourrait se passer dans le cas de la France, cette production d'électricité par les EnR devra être très fortement augmentée. (3) Ceci est vrai même avec des hypothèses fortes de progrès dans l'efficacité des systèmes (côté offre) et la sobriété des usages (côté demande). (4) Pour fonctionner, ce nouveau mix énergétique décarboné aura besoin de régulations très complexes, a fortiori si on inclut le virage vers les voitures électriques, le déploiement des pompes à chaleur pour décarboner le chauffage, etc. Ceux qui crient au techno-solutionnisme ont-ils un autre chemin à proposer pour éviter la catastrophe ?

Bien entendu, le chemin reste ouvert et sujet à de multiples incertitudes. Les partisans du « small is beautiful » ont raison de souligner que la voie du grand réseau électrique interconnecté n'est pas la seule possible, que des réseaux communautaires plus petits, connectés ou non, ont probablement un potentiel de développement que notre tropisme centralisateur nous empêche d'apprécier. Les initiatives citoyennes, comme celle du réseau « énergie partagée » sont très intéressantes, en ce sens notamment qu'elles permettent une appropriation active et partagée de l'énergie par les individus et les communautés locales<sup>13</sup>. Il n'en reste pas moins que les exigences de flexibilité et d'efficacité dans l'usage des ressources poussent puissamment vers l'interconnexion à grande échelle. S'agissant des incertitudes, elles sont nombreuses. Les projections actuelles de production d'électricité propre, dans le cas de la France, vont sans doute être encore réévaluées à la hausse, notamment parce que l'état dégradé de nos forêts ne permettra pas d'atteindre les objectifs de puits de carbone espérés pour compenser les fossiles résiduels, et aussi parce que, comme je l'ai déjà signalé, les apports énergétiques de la biomasse ne pourront pas tenir leurs promesses. On connaît mal aussi les besoins nouveaux qui vont être nécessaires pour électrifier les processus et les équipements industriels existants, et ceux qui pourraient être induits par la ré-industrialisation, le développement de productions actuellement localisées en Asie ou ailleurs. Les systèmes complexes en cours de développement – ce que certains appellent l'internet de l'électricité – devront aussi prendre en compte les questions cruciales de fiabilité et de cyber sécurité. Bref, il y a, sur le plan technique, énormément de pain sur la planche pour les ingénieurs, les techniciens, les ouvriers et employés dans les entreprises qui devront concevoir et mettre en œuvre ce chantier, qui ressemble par son ampleur à celui de l'ère des barrages, puis du nucléaire : une multitude de défis passionnants à résoudre. Il est regrettable que cette perspective soit si peu présentée au public, et à la jeunesse en particulier.

## *Défis industriels et géopolitiques*

Restent les défis industriels et géopolitiques, sujets qui ont été délibérément laissés de côté lors de la journée du 11 mai. Ils sont bien entendu essentiels. Je me borne à quelques rappels sommaires. Le plus important est la dépendance quasi-complète, dans le domaine du PV, à l'égard de la Chine (après un démarrage européen qui s'est mal terminé). Nous pouvons remercier les Chinois d'avoir, grâce aux économies d'échelle et d'expérience résultant de leur production massifiée, permis la baisse spectaculaire des coûts qui a lancé la révolution solaire en marche. Mais leur domination sur les diverses étapes de la production des cellules et des panneaux est désormais problématique. Divers projets sont en cours pour reconquérir des capacités de production européennes et françaises, notamment le grand projet de Carbon à Fos-sur-mer et celui d'Holosolis à Sarreguemines en Moselle, s'ajoutant à des projets d'extension de lignes chez Voltec-Solar et Reden-Solar. Le défi majeur est maintenant d'être présent sur les nouvelles générations technologiques<sup>14</sup>. Les industriels français sont en revanche très présents parmi les grands développeurs : Total, grâce à ses prises de participations dans les développeurs locaux et à ses actions de croissance externe, est numéro un mondial, d'assez loin. EDF Renouvelables est aussi très bien placé à l'échelle mondiale.

---

<sup>13</sup> Voir <https://energie-partagee.org/>

<sup>14</sup> Voltec Solar s'est ainsi associé à l'IPVF (institut photovoltaïque francilien) à Saclay pour industrialiser la prochaine génération de cellules solaires formées de tandems à base de pérovskite et de silicium

Pour les éoliennes, les Européens ont longtemps mené la danse, grâce notamment aux pionniers danois Orsted et Vestas, à la filiale germano-espagnole de Siemens (Siemens Gamesa), et d'autres. (RWE, Vattenfall). Les producteurs chinois sont restés concentrés sur leur marché intérieur. Mais, comme pour le solaire, l'immensité de ce marché intérieur – fin 2023, le parc chinois dépasse 310 GW, soit plus que les sept autres premiers pays du monde – a permis des économies d'échelle considérables, qui permettent désormais aux industriels chinois de venir attaquer les marchés européens. En l'espace de deux ans, l'Union européenne a ainsi perdu son leadership mondial dans l'éolien au profit de l'Asie-Pacifique<sup>15</sup>. Il faut dire que cette offensive chinoise se produit au moment où l'industrie des renouvelables tout entière est entrée dans une zone de fortes turbulences<sup>16</sup>. L'éolien en mer en particulier connaît une série de remises en cause de grands projets. La hausse des taux d'intérêt, l'inflation des prix de certaines matières premières, les tensions dans les chaînes d'approvisionnement conduisent les acteurs à s'adresser aux États pour leur demander de muscler les aides. S'ajoutent des problèmes spécifiques, comme les problèmes de qualité dans l'éolien terrestre pour Siemens-Gamesa, qui ont conduit Siemens Energy à une situation critique<sup>17</sup>. Aux USA, les mesures protectionnistes anti-chinoises ont entraîné de fortes tensions sur certains composants et matériaux, et alimenté une hausse des coûts qui pourrait être durable et structurelle. Il est évidemment impossible de savoir ce qui émergera de cette période de turbulence, mais personne ne met en doute le fait que les EnR, et donc les industries amont, auront une place centrale dans notre avenir énergétique.

*Comment atterrir ? Pour réussir le déploiement, il faut une démarche de territorialisation plus structurée*

Pour notre pays, les défis principaux ne sont plus d'ordre technique, ni même financier. Nous avons les technologies. Nous avons les objectifs globaux, clairement exprimés par les travaux du secrétariat général à la planification écologique. Nous savons que nous devons impérativement progresser sur le plan industriel. Mais le sujet crucial aujourd'hui est de *réussir le déploiement* dans le temps court qui nous est donné. Et, pour déployer les EnR en quantité suffisante, dans les délais nécessaires, le point-clé est de réussir la mise en œuvre territoriale. La réussite dépendra essentiellement de notre capacité collective, sociale et politique, à construire sur le terrain les consensus nécessaires pour ce déploiement. *La territorialisation des objectifs nationaux est donc décisive. Or ses voies et moyens restent aujourd'hui peu clairs.*

Les difficultés ne manquent pas. Le développement des EnR se traduit par le rapatriement sur le sol national d'une infrastructure aujourd'hui largement délocalisée (champs de pétrole et de gaz, mines de charbon) dont nous avons connu, pendant des décennies, les bénéfices mais pas les nuisances. Désormais, ce sont les infrastructures de production mais aussi de réseaux et de stockage qu'il va falloir faire atterrir sur le sol national, avec des impacts négatifs qu'il ne faut ni cacher ni sous-estimer. Le nucléaire est très impactant, mais très localisé. Les mâts éoliens sont beaucoup plus dispersés. Le PV dans les espaces ruraux modifie les paysages, rarement en bien. Et il faut ajouter les nouveaux réseaux qui vont progressivement se multiplier. Une forme d'« industrialisation » du paysage est donc difficilement évitable. La bonne approche n'est pas de considérer qu'il y a d'un côté les modernes pro-EnR, situés par définition du bon côté de la barrière, et les opposants, taxés de rétrogrades anti-écologistes. L'argument : « les gens vont s'habituer, comme pour les châteaux d'eau », est faible. Une différence avec les châteaux d'eau (ou avec les antennes télécoms) est que chacun peut comprendre que le château d'eau lui est utile et même nécessaire. La nuisance est locale, le bénéfice aussi. Pour les grandes fermes éoliennes dans la campagne, les gens sont fondés à se demander : pourquoi chez moi ? Ou, pire : pourquoi chez mon voisin, qui touche un loyer, alors que je subis les nuisances sans contrepartie ? A un autre niveau, il faut comprendre aussi que les mouvements environnementalistes se sont largement construits autour d'une contestation, souvent justifiée, des dégâts provoqués par l'industrie : il n'est donc pas facile pour eux d'admettre que nous ne pourrions pas stabiliser la crise climatique sans passer par une sorte de nouvelle révolution industrielle. Quant à hiérarchiser les impacts, entre des impacts locaux négatifs perceptibles (les oiseaux, les chauves-souris, le bruit, etc.) et des bénéfices globaux mais intangibles, seuls des processus délibératifs spécifiques à chaque cas pourront y contribuer.

---

<sup>15</sup> Voir « L'Europe se mobilise pour tenter de défendre son industrie éolienne en danger », Les Echos, 24-10-2023

<sup>16</sup> Voir « The renewable business faces a make-or-break moment'' *The Economist*, 4-12-2023.

<sup>17</sup> Siemens Gamesa a ouvert récemment une grande usine pour produire à la fois des pales et des nacelles sur le port du Havre.

Il est clair que ces questions complexes de perception et de hiérarchisation ne peuvent pas être réglées par des procédures bureaucratiques et les empilements de schémas prévus par la machine étatique (PPE, PCAET, SRADDET, etc.). Soulignons aussi que l'« acceptabilité » n'est pas une bonne façon de formuler le défi : le mot renvoie à une vision où ceux qui sont investis de la voie bonne se débrouillent pour la faire « accepter » par les ignorants ou les mal-informés. Il faut au contraire imaginer des démarches où les agents territoriaux (collectivités, population, entreprises) deviennent véritablement acteurs des transformations, participent à la recherche des compromis et trouvent un intérêt, y compris financier, aux réalisations. C'est un chemin difficile, plus facile à énoncer qu'à réaliser.

Les nouvelles dispositions issues de la loi de mars 2023<sup>18</sup> ne s'inscrivent pas sur une page vierge. Le problème est que le processus a été bien mal engagé. Le député Dominique Potier parle dans son intervention (voir plus loin) de « Far West », de « prédation financière sans retour sur les territoires », sans pédagogie, et souvent sans information des sociétés locales. Nous avons tous eu l'impression que les localisations des éoliennes, en particulier, semblaient souvent résulter d'un lancer de dés sans logique apparente et sans respect des paysages ; il en va de même pour les fermes photovoltaïques.

Dans ses observations récentes, la Cour des comptes note le retard dans les résultats quantitatifs de l'éolien et la longueur excessive des délais administratifs d'autorisation (7 ans pour le terrestre, 10 ans pour le maritime)<sup>19</sup>. Elle les attribue à un « cadre réglementaire inadapté » et à « une planification inopérante ». Elle s'intéresse aussi au modèle économique et aux dispositifs de soutien financier public et préconise un meilleur contrôle des coûts et de la rentabilité des parcs, ainsi que la généralisation dans les appels d'offre des clauses de partage de la rentabilité. La loi de mars 2023 fait de l'accélération des procédures un élément central (y compris dans son nom, tout en instituant une mécanique bottom-up particulièrement complexe (partant des propositions à l'échelle communale) pour la délimitation de « zones d'accélération »<sup>20</sup>.

Mais l'accélération des procédures, réclamée par les développeurs, ne peut pas être l'alpha et l'oméga du déploiement réussi. Le problème de fond, à mon sens, est que l'on reste dans un *paradigme de développement incrémental piloté par le marché*, sans vue d'ensemble, où les investisseurs ont la main, à charge pour eux (et divers intermédiaires) de trouver du foncier et des accords locaux, la puissance publique gardant un rôle essentiellement régulateur et réglementaire. Bien entendu, l'investissement privé (de plus en plus concentré autour de quelques grands acteurs, après une phase darwinienne et souvent opaque) a un rôle central à jouer. On peut néanmoins s'interroger sur la pertinence d'un tel modèle pour piloter une mutation aussi vaste, soumise à des contraintes techniques très fortes, notamment en matière de réseaux, offrant aux acteurs une faible prévisibilité à moyen terme. L'électrification par les EnR est un très grand chantier industriel. Elle consiste à créer une nouvelle infrastructure majeure pour le pays. Ne devrait-elle pas être pilotée comme telle ? Il ne s'agit pas, bien sûr, de ressusciter une planification descendante et autoritaire à l'ancienne. Mais ne devrait-on pas affirmer davantage la main *organisatrice, et pas seulement régulatrice* de l'État, en concertation étroite avec les pouvoirs régionaux et locaux et les opérateurs ?

Il n'y a aucune raison, en effet, pour que la multiplication des projets locaux aboutisse à un projet global rationnel et satisfaisant.

A l'échelle nationale (interrégionale) la carte des projets éoliens présentée plus haut montre que l'on est loin d'un optimum. La très grande faiblesse des projets de production dans la partie sud du pays interroge sur le bon usage des ressources du vent et du soleil. Elle interroge aussi sur la rationalité d'une infrastructure qui va devoir desservir les métropoles en déployant des réseaux coûteux à partir d'une géographie de production dictée in fine par le résultat quasi-aléatoire de multiples deal locaux, suivant essentiellement la ligne de moindre résistance des acteurs territoriaux. C'est une infrastructure-système qu'il s'agit de déployer, et pas une poussière de projets plus ou moins aléatoire.

---

<sup>18</sup> Loi n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables

<sup>19</sup> Cour des comptes, *Les soutiens à l'éolien terrestre et maritime*. S2023-0909, mars 2023

<sup>20</sup> L'idée est que les communes identifient des zones favorables à l'accueil des installations et débattent de ces zones avec leur EPCI. Le préfet (auprès duquel un référent sera chargé des dossiers des EnR) arrêtera une cartographie et la transmettra pour avis au comité régional de l'énergie. Si ce comité estime que les objectifs ne sont pas atteints, le préfet reviendra auprès des communes. Le processus sera renouvelé tous les cinq ans.

A l'échelle infrarégionale, on note aussi que la mécanique amenant à privilégier les projets dans les sites où les prospecteurs fonciers ont trouvé du répondeur est loin d'être optimale. On arrive parfois à des situations où certains propriétaires ou villages concentrent à l'excès les installations, alors que leurs voisins sont totalement réfractaires - suscitant l'impression visuelle de désordre déjà évoquée, sans parler des contestations environnementales parfois amplement justifiées. Trente éoliennes ont ainsi été installées par RWE à Saint Georges sur Arnon et Migny (800 habitants à elles deux), dans l'Indre, avec un impact spectaculaire sur les finances locales. En Provence, 37 centrales PV au sol sont installées ou en projet sur les contreforts sublimes de la Montagne de Lure, avec quelques très grandes emprises dans les communes les plus petites et les plus pauvres. Quelques dizaines de milliers d'euros par an pour des communes et des propriétaires, des coûts fonciers imbattables pour les développeurs : est-ce raisonnable, alors que tant de délaissés, de friches industrielles, de bords d'autoroutes sont disponibles ? Faut-il s'étonner de voir naître des contestations qui risquent de devenir de durables abcès de fixation ?

Que faudrait-il faire ? La journée d'études du 11 mai avait surtout pour objectif de poser les problèmes, et non de proposer des solutions. Trois points me paraissent essentiels :

- Le besoin d'une meilleure pédagogie d'ensemble, montrant comment les EnR électriques s'inscrivent dans une grande mutation globale des systèmes énergétiques et électriques, aujourd'hui mondiale. Le déficit de récit global est aujourd'hui, à mon sens, le handicap majeur de la bifurcation écologique et des politiques publiques.
- Le retour d'une vision spatialisée globale du territoire national et de son aménagement, vision qui, de fait, a largement disparu depuis les années 1980. Il ne s'agit en rien, je le redis, de revenir à la planification centralisée et directive du passé, mais de retrouver, sur quelques sujets cruciaux, une perspective qui ne soit pas seulement descriptive de l'espace national. Cet effort prospectif global devrait en particulier fixer, en concertation étroite et continue avec les Régions, les grands objectifs ENR régionaux. (En incluant les réseaux, qui ne devraient pas être seulement la variable d'ajustement). L'excellent avis du CESE de mars 2022 déjà cité<sup>21</sup> a mis en tête de ses préconisations celle de s'inscrire dans « une trajectoire d'aménagement du territoire *lisible et partagée* », consistant à « amplifier le rôle de stratège, régulateur et planificateur de l'Etat sur les ENR, via un programme national d'aménagement du territoire pour un développement massifié des ENR et des filières industrielles correspondantes ».
- Repenser les modèles économiques et juridiques permettant aux territoires infrarégionaux d'être vraiment des acteurs pro-actifs, et pas seulement réactifs, de la mutation et d'organiser un partage plus équitable de la valeur créée par les nouveaux investissements. Les pistes de *l'économie mixte* devraient être privilégiées, à l'échelle des intercommunalités, ou des départements.
- Favoriser les appropriations citoyennes des sujets énergétiques, autour de projets impliquant non seulement les collectivités publiques, mais l'ensemble de la société civile.

N'oublions pas, pour finir, que ce vaste chantier industriel et territorial des EnR est aussi et surtout un défi et un test politique. Personne, parmi les contributeurs de la journée d'études, n'a mis en doute la qualité des travaux menés par l'État, et notamment par le secrétariat général à la planification écologique (SGPE). Mais le déploiement ne peut pas se faire uniquement par l'architecture technocratique des documents de planification et leurs emboîtements. Le sujet premier est de gagner l'adhésion, nationale et locale. Comme je l'ai dit en commençant, la *bataille culturelle* est désormais cruciale. La convergence entre les thématiques populistes anti-élites et anti-système et les discours anti-écologiques, les rhétoriques dites « climato-réalistes », les formes multiples du « ça commence à bien faire », dessinent un avenir inquiétant, y compris dans des pays où le climato-scepticisme proprement dit est minoritaire, comme la France. La victoire du BBB aux Pays Bas, le recul des conservateurs britanniques doit faire réfléchir. Dans une enquête récente, publiée par la Fondation Jean Jaurès, Jean-Yves Dormagen et d'autres chercheurs ont soumis à un large échantillon de la population quelques-uns des narratifs les plus présents sur les réseaux sociaux des sphères complotistes<sup>22</sup>. Les résultats sont proprement terrifiants.

---

<sup>21</sup> Voir plus loin la contribution de Nicolas Richard, qui a été le rapporteur de cet avis, avec Claire Bordenave. [https://www.lecese.fr/sites/default/files/pdf/Avis/2022/2022\\_05\\_infrastructures\\_transition\\_energetique.pdf](https://www.lecese.fr/sites/default/files/pdf/Avis/2022/2022_05_infrastructures_transition_energetique.pdf)

<sup>22</sup> <https://legrandcontinent.eu/fr/2023/11/07/comprendre-le-nouveau-clivage-ecologique-donnees-inedites/>

En voici quelques extraits :

Pourcentage de « tout à fait d'accord et plutôt d'accord » :

<i>Il n'y a pas de réchauffement climatique</i>	3 %
<i>Le réchauffement climatique est du surtout à des cycles naturels</i>	24 %
<i>Les élites ont pour projet d'instaurer une dictature climatique</i>	42 %
<i>La sobriété énergétique est imposée au peuple, pas aux élites</i>	76 %
<i>La voiture électrique est une arnaque</i>	68 %

## Partie 2

### Journée d'études du 11 mai 2023 organisée par l'Ihédate, le CESE et l'Académie des technologies au CESE

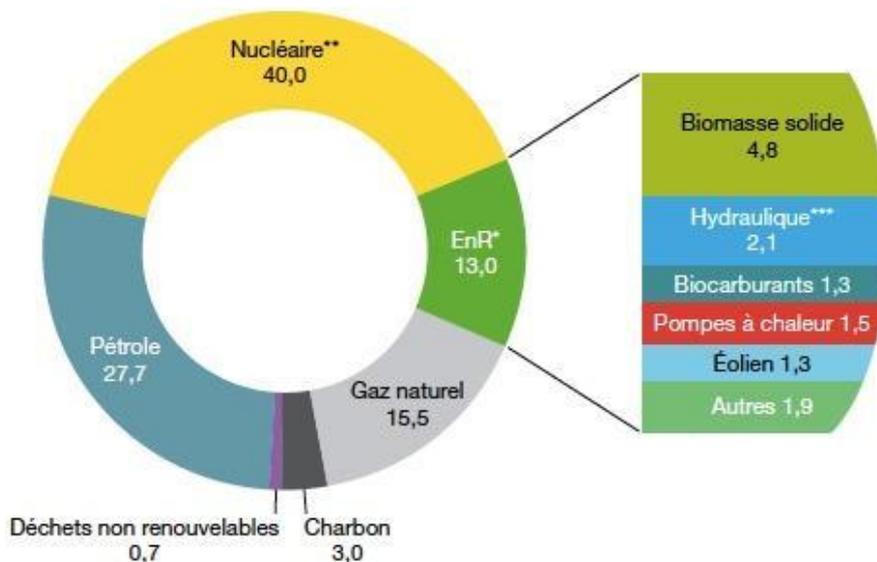
#### Comment planifier et territorialiser le déploiement des énergies renouvelables électriques ?

NB : Le compte rendu qui suit résume les contributions des intervenants. Il ne reprend pas les interventions des séances d'introduction et de conclusion, et ne restitue pas les débats avec la salle.

#### Deux figures pour cadrer

Fig. 1 – Répartition de la consommation d'énergie primaire par énergie

**RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE PAR ÉNERGIE**  
**TOTAL : 2 769 TWh en 2021 (donnée non corrigée des variations climatiques)**  
En % (données non corrigées des variations climatiques)



\* EnR : énergies renouvelables.

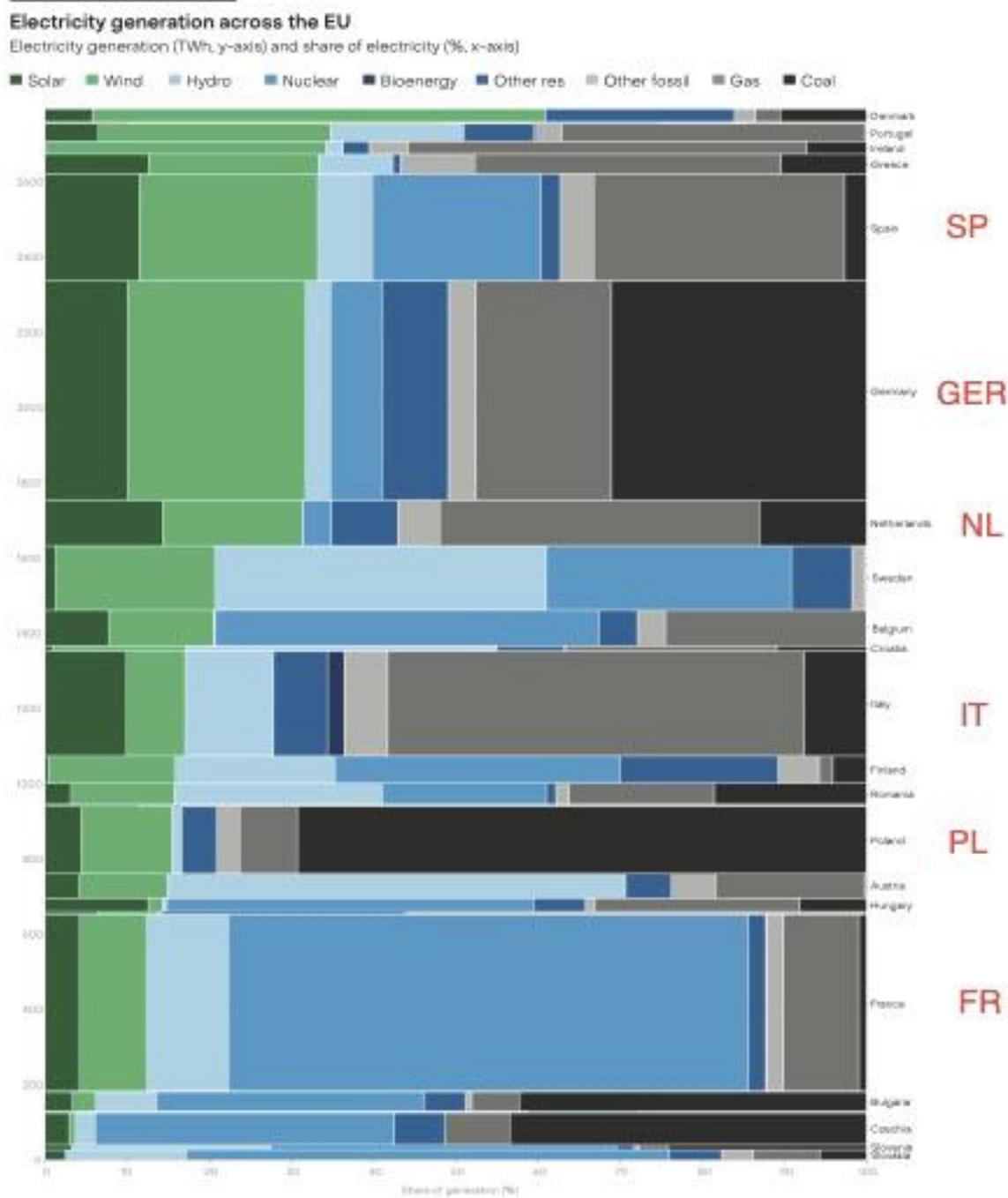
\*\* Correspond pour l'essentiel à la production nucléaire, déduction faite du solde exportateur d'électricité. On inclut également la production hydraulique issue des pompages réalisés par l'intermédiaire de stations de transfert d'énergie, mais cette dernière demeure marginale comparée à la production nucléaire.

\*\*\* Hydraulique hors pompages.

Champ : France entière (y compris DROM).

Source : SDES, Bilan énergétique de la France

**Fig.2 – Electricity generation across the EU**



Ce document provient d'un bureau d'étude anglais, EMBER. Il illustre l'extrême diversité des systèmes électriques en Europe. Les diverses sources présentes en Europe sont représentées selon leur importance dans la production d'électricité du pays. Les surfaces sont proportionnelles aux puissances, et cela uniquement sur l'électricité.

Code couleur : vert foncé = solaire ; vert clair = vent ; bleu clair = hydro ; bleu soutenu = nucléaire ; bleu foncé = bio ; gris = gaz ; noir = charbon

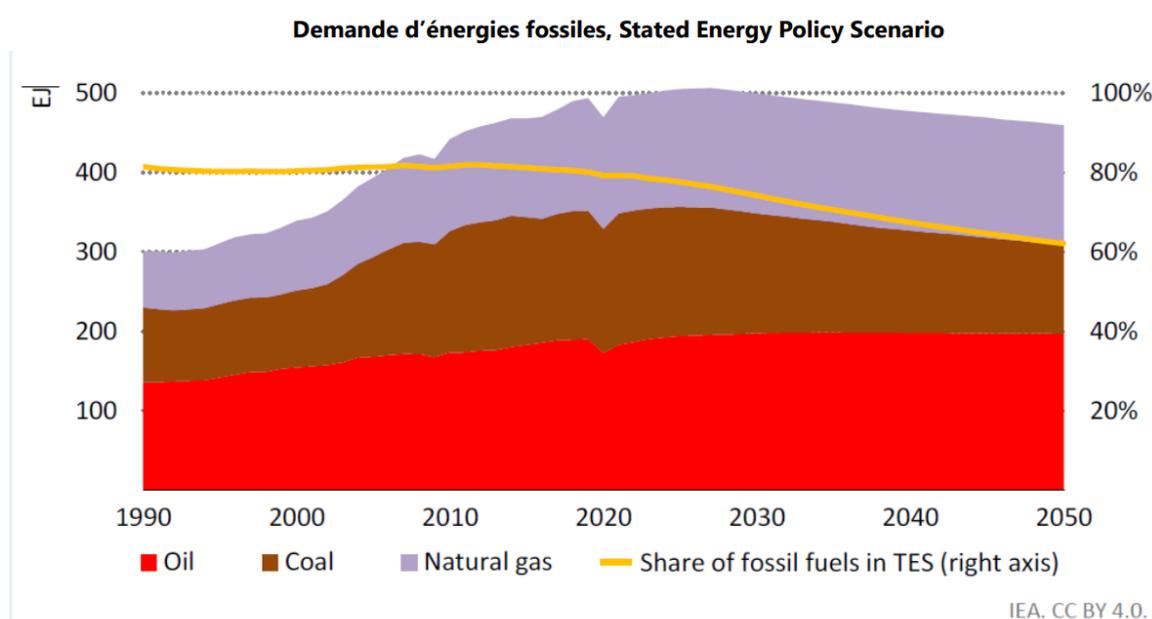
## 1) Évolutions globales et mix énergétique français

**Cédric Philibert** – Consultant, chercheur associé à l'IFRI, auteur du livre *Éoliennes pourquoi tant de haine ?*

En 2022, à l'échelle mondiale, les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la production d'électricité ont atteint un point qui n'a jamais été aussi élevé. Mais elles commenceront très probablement à diminuer à partir de cette année. La production d'électricité d'origine fossile devrait donc aussi commencer à diminuer, pour être progressivement remplacée par les énergies propres - nucléaire, solaire et vent. Au-delà de la production d'électricité, les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie (qui incluent les émissions de l'industrie) sont aujourd'hui proches de leur maximum et devraient entamer bientôt un (trop lent) recul.

**Fig. 3 - Les émissions de CO<sub>2</sub> de l'énergie proches de leur maximum (WEO – 2022)**

### Les émissions de CO<sub>2</sub> de l'énergie proches de leur maximum



WEO 2022

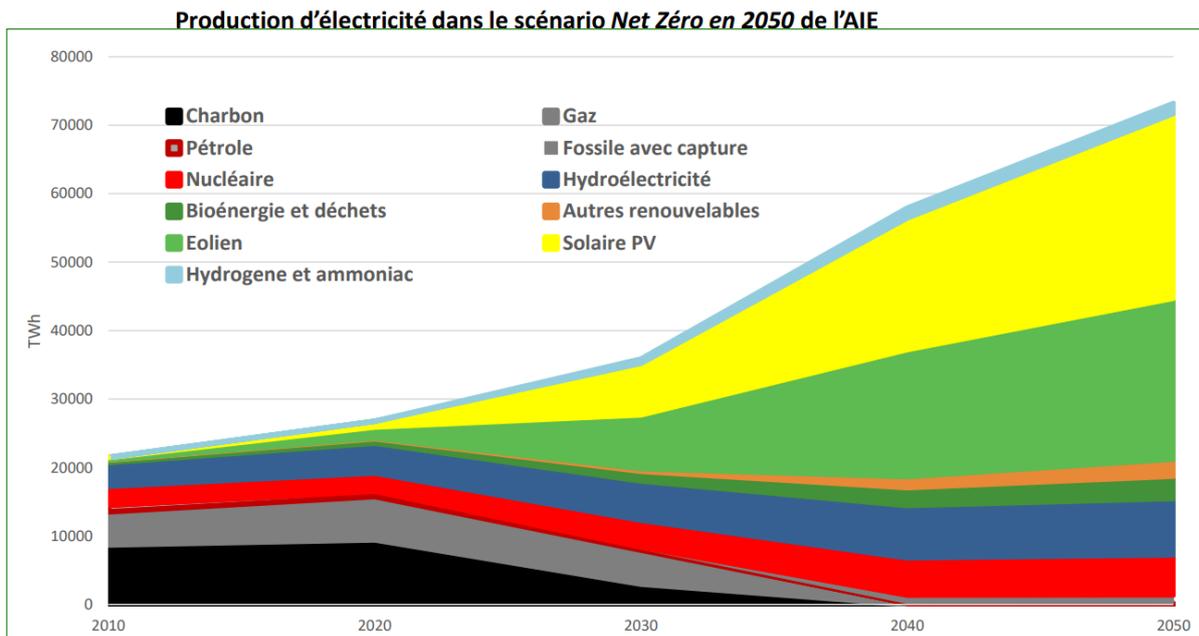
Selon toute logique, entre maintenant et 2030, les pics de demande du charbon, du gaz et du pétrole arriveront, suivis de baisses. Là se trouve l'opportunité de réduire la demande d'énergie fossile. Ceci d'autant plus que les coûts du solaire et de l'éolien se sont effondrés, selon le GIEC et le tout dernier rapport de son Groupe 3. Le GIEC nous dit que les potentiels de réduction d'émission les plus importantes se trouvent dans l'éolien et le solaire et surtout que *ce sont des potentiels de réduction à coûts nuls*. Depuis quelques années déjà, nous en sommes au point où il est moins cher de construire une centrale solaire que de construire une centrale à charbon et mettre du charbon dedans.. Cela laisse interrogatif quant à la situation en Chine qui est la première nation pour ce qui est de l'équipement solaire et éolien, mais qui continue de construire de nombreuses centrales à charbon, alors que le facteur de charge de ces centrales à charbon est passé en dessous de 50%.

Pour atteindre le Zéro Émissions Nettes (ZEN), il est nécessaire que l'éolien et le solaire qui représentent aujourd'hui 80% de la croissance de la production d'électricité passent au-dessus de 100% de l'augmentation de la demande.

Selon le scénario ZEN de l'Agence internationale de l'énergie (Fig.4 ci-dessous), les fossiles ne sont plus utilisés dans la production d'électricité dès 2040, sauf une petite proportion de fossiles avec capture et stockage du CO<sub>2</sub>. A l'horizon 2050, l'éolien et le solaire fournissent chacun un tiers de l'électricité mondiale, le nucléaire, l'hydroélectricité, la bioénergie, les déchets et d'autres renouvelables apportant le dernier tiers. En fin de parcours nous avons un peu d'hydrogène et d'ammoniac recyclés dans le système électrique pour passer les périodes avec peu de vent et de solaire. Il est aussi clair que nous attendons une très forte croissance de la

consommation d'électricité : nous passons de 20% d'électricité dans la consommation finale aujourd'hui dans le monde, à 50% ou plus en 2050.

**Fig. 4 – Production d'électricité dans le scénario Net Zéro de 2050 de l'AIE**



Parlons de la France. Pour certains, l'électrification ne va pas assez vite. En France nous sommes presque à 30% aujourd'hui d'énergie passant par le vecteur électrique. Une forte électrification n'avait pas beaucoup de sens quand l'électricité était produite massivement par des énergies fossiles. Cela fait sens quand l'électricité est massivement produite par des énergies bas-carbone. Dans l'étude « Futurs énergétiques 2050 » de RTE<sup>23</sup> et dans la stratégie nationale bas carbone, l'énergie finale consommée passe de 1600 TWh à 930 TWh en 2050, grâce à des efforts d'efficacité (et de sobriété), l'électricité devant fournir 55% au moins du total. En somme, *40% d'énergie en moins et 35% d'électricité en plus*. Ce résultat est obtenu non seulement par les économies d'énergie (passoires thermiques, etc.), mais aussi par l'électrification elle-même, le vecteur électrique ayant cette agréable propriété de permettre de réduire la consommation d'énergie finale. Ainsi, les pompes à chaleur, dans l'habitat et pour une partie de l'industrie, délivrent facilement trois fois plus de chaleur pour la même énergie consommée que dans des radiateurs ou des chaudières à gaz ou au fioul. Les véhicules électriques parcourent trois fois plus de kilomètres par unité d'énergie consommée que les véhicules à essence ou gazole.

*Les efforts en direction des renouvelables sont indispensables, car même si nous avons aujourd'hui une électricité fortement décarbonée, nos centrales nucléaires actuelles ne sont pas éternelles et seront progressivement fermées, selon les scénarios, entre 2040 et 2060.* Quant aux capacités nucléaires nouvelles, leur mise en œuvre va prendre du temps. Il est donc crucial de trouver des sources bas-carbones déployables et utilisables rapidement.

Un scénario « sans regrets », à mon sens, consisterait à déployer les énergies renouvelables selon le **scénario M23** de RTE (qui ne prévoit pas de nucléaire neuf) avec la prolongation du nucléaire existant tant que la sûreté le permet. C'est la seule façon de redevenir autosuffisant, voire excédentaire, en électricité tout en fournissant assez d'électricité pour commencer à sérieusement décarboner, remplacer les combustibles fossiles dans les bâtiments, l'industrie et les transports.

Si certaines centrales sont prolongées au-delà de 50 ans, ou si des réacteurs neufs, dont nous déciderions maintenant la mise en chantier, commençaient à délivrer effectivement de l'électricité après 2035, nous pourrions alors envisager de réduire le taux de déploiement des énergies renouvelables ; auparavant ce serait prématuré et imprudent.

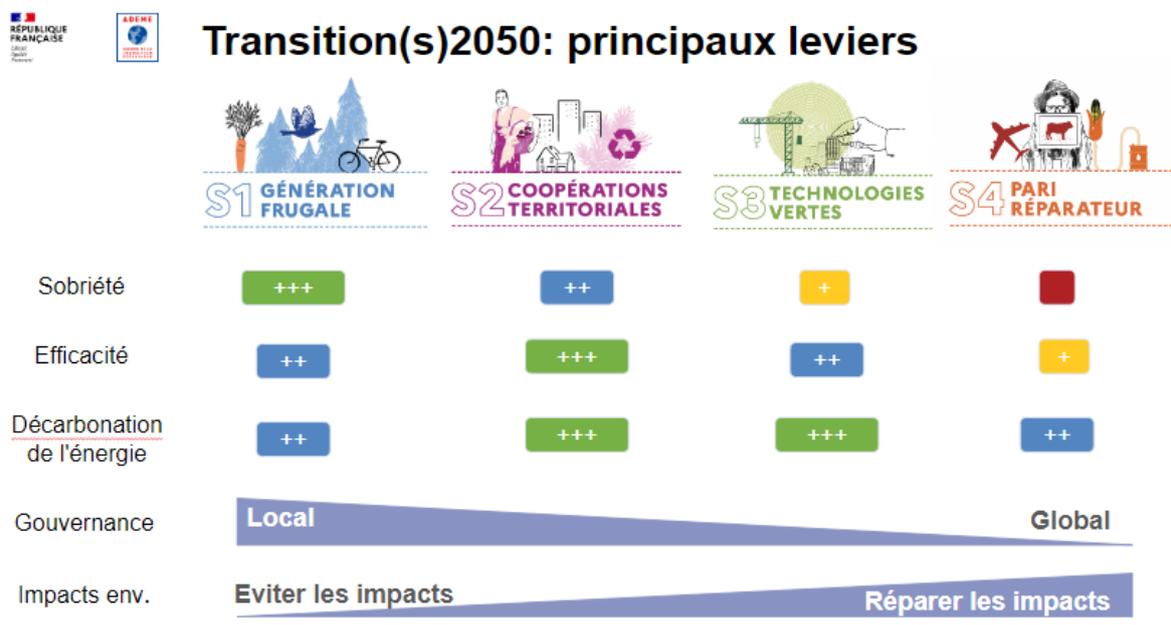
## 2) Les scénarios de l'ADEME

David Marchal - Directeur exécutif adjoint de l'Expertise et des Programmes de l'ADEME.

Dans son travail de scénarisation sur la France 2050, l'ADEME a établi des hypothèses de modes de vie décarbonés et la part des énergies renouvelables dans ces différentes hypothèses. Les 4 scénarios de la France en 2050 sont volontairement contrastés, à la fois sur les aspects techniques mais aussi sur les aspects d'aménagement du territoire ou de gouvernance. Ces quatre scénarios sont les suivants :

S1 – Génération frugale, S2 – Coopérations territoriales, S3 – Technologies vertes, S4 – Pari réparateur.

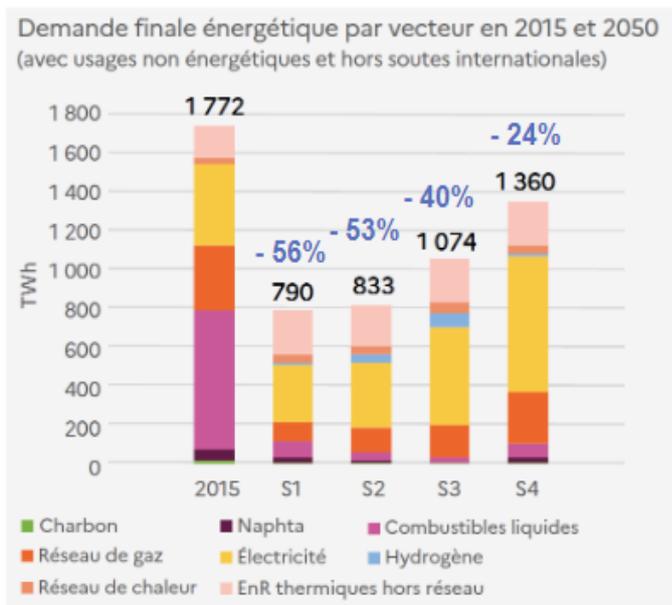
Fig. 5 – Les quatre scénarios



3

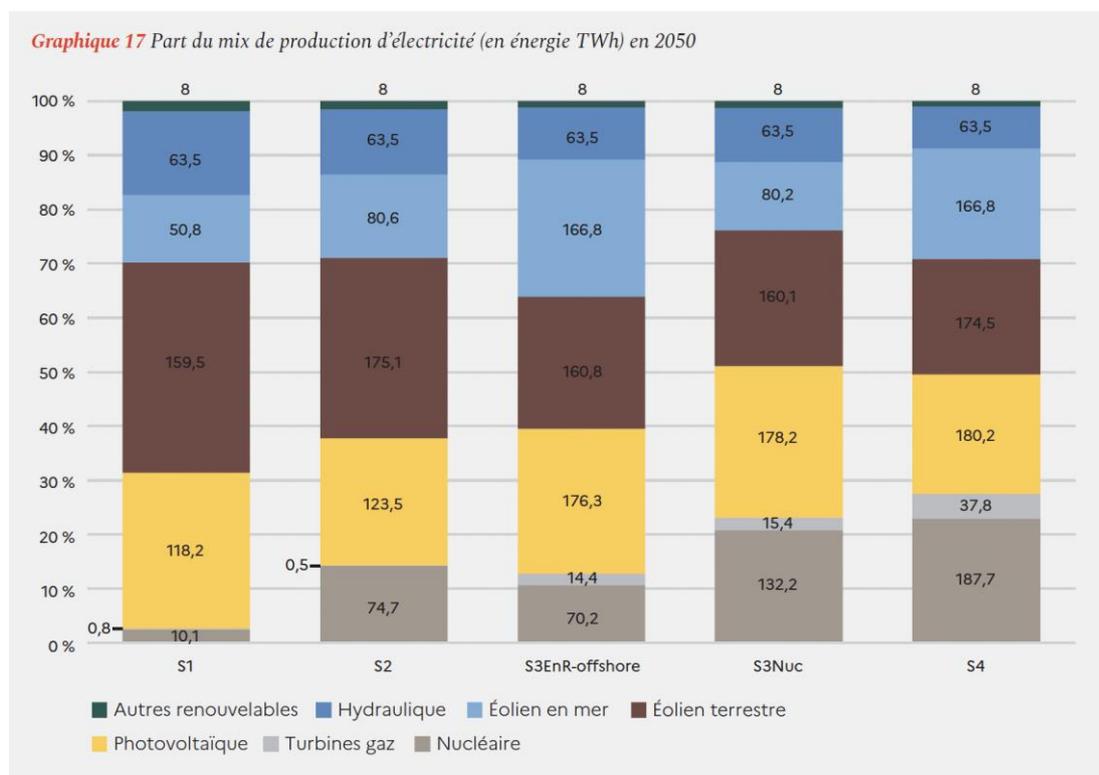
Politiquement, ces 4 scénarios vont d'un système plutôt local, ou *relocalisme* (scénario 1) à un scénario d'une France centralisée dans un monde globalisé, (scénario 4). Ces scénarios mettent en œuvre différents niveaux de sobriété, décroissant entre le 1 et le 4, différents *niveaux d'efficacité énergétique*, de *décarbonation* de l'énergie. S'agissant des impacts environnementaux, les scénarios 1 et 2 sont des scénarios de réduction et d'évitement, alors que les scénarios 3 et 4 sont de scénarios de réparation (par exemple, le scénario 4 prévoit d'installer des systèmes de stockage de CO2 pour compenser une moindre baisse des émissions). Ces 4 scénarios atteignent la neutralité carbone en 2050, mais ils l'atteignent différemment, avec des émissions qui baissent beaucoup pour les 1 et 2, et des émissions qui baissent moins dans le scénario 3 et 4 et donc qu'il faut donc compenser.

Fig. 6 – Demande finale énergétique par vecteur et selon les scénarios



Tous les scénarios se placent dans une hypothèse de baisse de la consommation d'énergie finale, de plus de 50% de baisse dans les scénarios 1 et 2, à moins de 25% dans le scénario 4. La part de l'électricité dans la consommation d'énergie finale devient prépondérante dans tous les scénarios. Elle varie de 42% à 56% de la part de la consommation d'énergie finale selon les scénarios (contre 27% aujourd'hui). Les énergies renouvelables représenteront plus de 70% de l'approvisionnement énergétique (tous secteurs confondus) en 2050.

**Fig 7. Composition du mix des production électrique (en % et en TWh) en 2050**



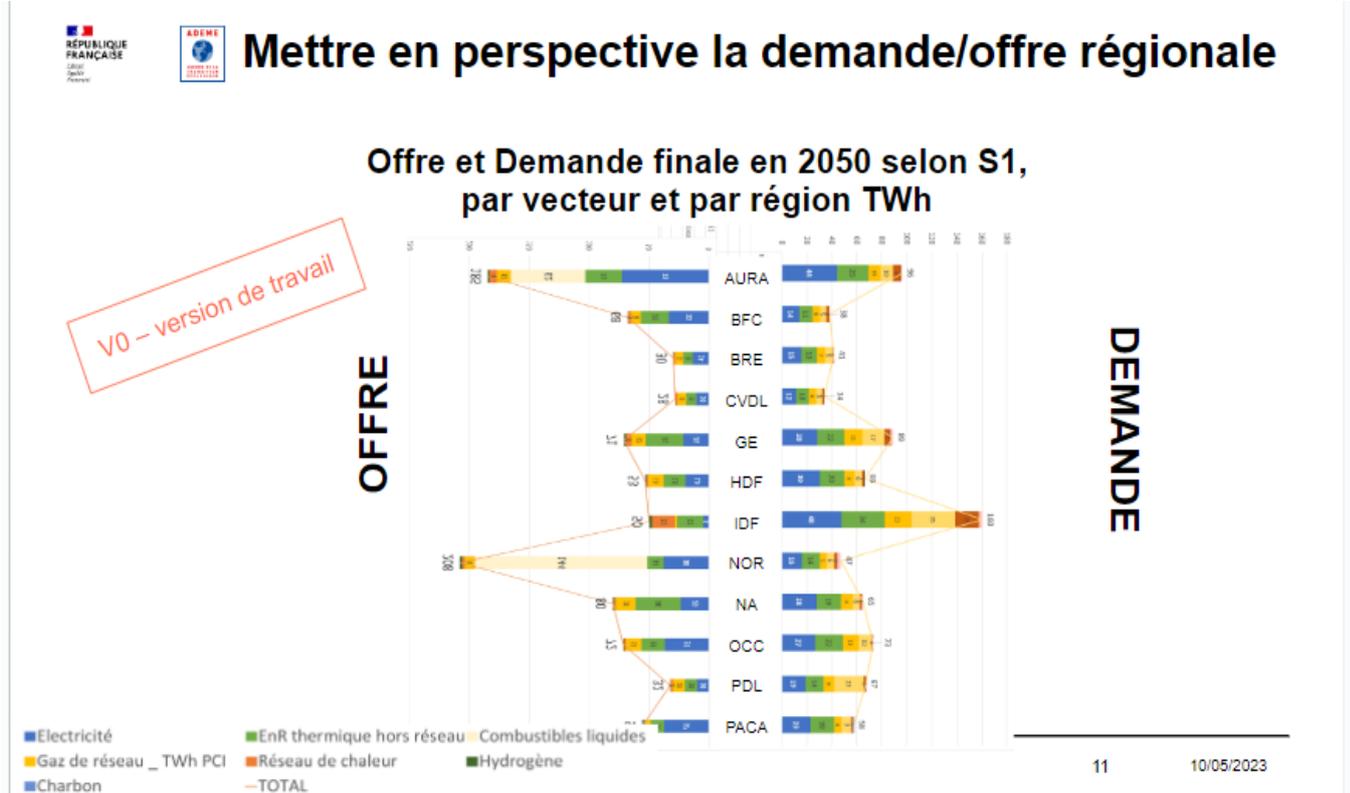
Le scénario le plus consommateur d'électricité est le 4, il demande 5 paires d'EPR-2. A l'opposé le scénario 1 est dans la logique d'une sortie rapide du nucléaire. Les scénarios 2 et 3 prévoient une prolongation du nucléaire avec développement des énergies renouvelables.

Un point sur les coûts : les coûts complets de l'électricité dans ces 4 scénarios ont été calculés en prenant en compte les besoins de stockage, de renforcement de réseaux et le cycle complet. Le scénario où l'électricité est

la moins chère au MWh est le scénario 2. Mais, en première analyse, on peut constater que les coûts complets par MWh varient assez peu d'un scénario d'un à l'autre, ce qui est assez rassurant.

La question de la territorialisation est essentielle, l'angle le plus important étant de savoir comment régionaliser ces travaux de prospective énergétique au-delà de la seule électricité. Le graphique suivant montre quelle est l'offre de production d'énergie de chaque région en 2050 (selon le scénario 1) face à la demande dans chaque région. Il n'y a pas égalité entre production et consommation régionales.

Fig. 8 – Offre et demande finale en 2050 selon S1



Nous avons des régions *structurellement en déficit* comme l'*Île-de-France*, qui vont devoir compter sur le fait que d'autres régions devront produire plus que leurs besoins. Comment va-t-on faire pour inciter certaines régions à se suréquiper pour les besoins d'autres régions ?

Sans imposer une vision descendante, l'État pourrait proposer des valeurs guides pour chaque région. Elles mettront toutefois en exergue la question de la solidarité entre territoires. Le développement des énergies nouvelles doit être une source de revenus, de valorisation des territoires. Il faut réfléchir au lien entre consommation et production locales. Un industriel qui va s'alimenter avec un Projet partenarial d'aménagement sur un champ éolien local donne du sens à la production éolienne sur un territoire. Les villes peuvent apporter des revenus aux campagnes, qui devront, en sens inverse, s'équiper au-delà leurs besoins propres.

### 3) Le point de vue des acteurs

#### Le Syndicat des énergies renouvelables (SER).

**Jules Nyssen** - Président du SER

Il reste beaucoup de chemin à parcourir. Les années 2023-2024 seront celles de la discussion de la stratégie française sur l'énergie et le climat et de sa traduction réglementaire. Faire le choix de ce que l'on veut comme futur énergétique, ce n'est pas une petite affaire... On peut être en divergence sur des équilibres, mais pas sur l'objectif final. Concernant les chiffres de production électrique à atteindre, on peut noter que depuis 10 ans la consommation d'électricité n'a pas vraiment augmenté. Nous avons une mauvaise perception du besoin futur d'électricité et de ce que cela implique comme moyens de production. À échéance 2035, une consommation autour de 640 TWh est prévue alors qu'elle n'a jamais dépassé 480 TWh dans les 10 dernières années. Cela représente une croissance annuelle moyenne sur la période 2025-2035 de 15 TWh par an. « A aucun moment dans notre histoire nous n'avons été capable de gérer une augmentation de cette ampleur, même à l'époque du raccordement massif des réacteurs nucléaires aux réseaux. Cela donne une idée de la marche à franchir ». Si finalement on ne fait ni solaire ni éolien et si les centrales nucléaires sont trop longues à construire, quelles sont les alternatives ? Ou bien nous importons de l'électricité, allant ainsi à l'encontre de ce que nous avons fait durant des décennies, ou bien nous avons recours aux énergies fossiles. Nous avons des réserves importantes de gaz naturel, allons-nous faire appel à ces ressources ?

Si l'on refuse ces alternatives, il est indispensable en premier lieu d'expliquer au grand public, s'agissant par exemple des éoliennes, des panneaux solaires ou des méthaniseurs, que nous devons accepter l'empreinte environnementale ou paysagère inévitable de ces projets, parce que c'est la condition pour pouvoir continuer à se chauffer, s'éclairer et à utiliser de l'énergie tout en cessant de contribuer à l'extraction d'énergies fossiles. Sans consensus sur la hiérarchie des objectifs, nous rencontrerons de graves difficultés. Tout en convainquant, il faut aussi aller plus vite dans les procédures, dans les délais d'instruction. Une simple remarque : il n'existe pas d'administration déconcentrée de l'Etat en charge de l'énergie au sens propre. Le E de DREAL (Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) veut dire environnement, pourtant ce sont ces fonctionnaires qui ont la charge de l'instruction des dossiers la plupart du temps. Les comptes qu'ils ont à rendre concernent la protection de la nature plus que la question énergétique proprement dite.

Concernant les élus locaux, la loi dite d'accélération sur les énergies renouvelables adoptée au début de l'année a passé quelques bons messages dont celui du rôle absolument incontournable des élus locaux et du maire. Cela non seulement pour fournir en électricité ou en chaleur la commune elle-même, mais également pour des raisons plus larges : levier fiscal, ou encore levier de développement local. Pour les maires, il faut aussi de la sécurité publique, face aux actions des militants extérieurs qui essaient d'occuper les terrains pour bloquer des projets, comme dans le cas des ZAD.

#### Le solaire

**Xavier Daval**, Fondateur de KiloWattsol, président de SER-Soler

Ce qui manque vraiment au niveau du solaire en France, c'est donner du sens, faire envie. Nous avons devant nous ce qui va sans doute être la première source énergétique et la plus grande aventure industrielle de ce siècle. Le solaire est le seul système de conversion énergétique qui partage quasiment les mêmes briques industrielles, qu'il s'agisse de mettre trois panneaux sur une hutte en Inde ou des millions de panneaux sur une giga centrale photovoltaïque à Abou Dhabi. Malheureusement, je crois que la France ne veut pas du solaire. J'intervenais en région Auvergne-Rhône-Alpes, les fonctionnaires avec qui je parlais se réjouissaient d'avoir installé 225 MW dans les 12 mois de l'année 2022. Je me suis permis de leur rappeler que les Pays-Bas, dont le pays tient deux fois dans la superficie d'Auvergne-Rhône-Alpes et est 4 fois plus peuplé, avait installé 4 GW dans les mêmes 12 mois. 200 GW de solaire (une hypothèse haute) n'impacteraient que 0,5% du territoire français ! Instantanément quand vous lancez les débats sur le solaire, on va vous parler saturation visuelle, empreinte des territoires, artificialisation. A cela, je réponds : double usage, agrivoltaïsme. Il est excessivement frustrant de voir que les sessions d'appels d'offres n'ont pas été souscrites massivement. Nous avons un énorme travail de pédagogie à réaliser.

## L'éolien

**Michel Gioria** - Délégué général de France énergie éolienne (FEE)

Le constat de base est le retard de la France dans le domaine de l'éolien, constat qui s'étend à d'autres filières. La France est, avec la Pologne, le seul pays de l'Union européenne à ne pas atteindre ses objectifs en matière d'énergies renouvelables. Nous avons découvert avec un petit choc que l'éolien et les énergies renouvelables en général, devenaient de plus en plus des objets politiques, plus que techniques. Et cela va durer. Les filières et les élus doivent intégrer cette dimension dans leurs stratégies d'action à différentes échelles. C'est un point extrêmement important, quand on analyse les argumentaires qui sont utilisés par une partie de l'Assemblée nationale, en particulier les élus du Rassemblement national, LR et une partie de la droite de la majorité présidentielle.

Le deuxième constat important est que 15 ans de politiques publiques européennes et mondiales (chinoises en premier lieu) ont abouti à mettre en place des filières industrielles qui sont devenues compétitives. La trajectoire des coûts est fortement en baisse. Sur l'éolien terrestre nous étions il y a 15 ans à 140/150 euros du MW, nous sommes dans les derniers appels d'offres autour de 60/65 euros. Il y a aussi une course au gigantisme. Il y a 15 ans une éolienne terrestre fournissait 1 MW, aujourd'hui on arrive à 4 à 5 MW. Une éolienne en mer fournit autour de 15 MW.

La France se caractérise historiquement par deux tendances : des petits parcs et d'importantes restrictions réglementaires sur la taille des éoliennes liées à l'aéronautique civile et aux équipements militaires. L'avenir pourrait être à une approche « moins et mieux » : moins d'éoliennes, mais des éoliennes de plus grande taille pour gagner en capacité de production et réduire l'impact. Cette trajectoire repose en partie sur les industriels qui doivent « faire le job » en matière de développement, mais aussi sur l'ensemble des acteurs qui doivent faciliter le déploiement : administration déconcentrée, aviation militaire et civile. C'est une mobilisation très transversale dont nous avons besoin. L'enjeu est de travailler sur les contraintes pour faire, in fine, bénéficier la collectivité de la compétitivité de la filière.

## 4) Le système électrique, production et réseaux

### La deuxième électrification

**Yves Bamberger** - Vice-président de l'Académie des technologies, ancien directeur de la R&D d'EDF.

Le solaire comme l'éolien sont des systèmes de production de l'électricité, mais l'utilisation de ces technologies a une influence directe sur les systèmes de distribution de l'électricité, leurs flux et leurs implantations. Il faut revenir un instant sur l'histoire de l'électrification et ses conséquences sur les réseaux. Dans un premier temps, ceux-ci démarrent en taches ponctuelles, autour des zones de production des énergies primaires (charbon au nord, hydro-électricité dans les Alpes) puis ces réseaux sont connectés pour alimenter les villes (Paris, Lyon, etc.). Cette première électrification permet d'améliorer considérablement la qualité de vie de nos concitoyens et a un impact majeur sur le développement économique.

Comme on le voit sur la figure 9, le système électrique du XXème siècle est un système relativement simple dans son principe : sur le schéma, tous les flux vont de la gauche vers la droite. L'électricité part de la production (successivement : l'hydraulique, le charbon, le gaz et le nucléaire.) Ensuite la production passe chez RTE et son réseau de transport à haute tension. Pour de longues distances, on utilise la très haute tension, 1.110.000 volts en Chine, au Japon ou en Amérique du Nord. Puis arrive la distribution, avec des tensions de plus en plus faibles quand on se rapproche des consommateurs, et enfin tous les usages. Ce schéma d'ensemble, qui nous vient du vingtième siècle, repose sur une architecture de réseaux unifiée qui fonctionne à 50 hertz. Il faut se rendre compte que le système électrique au moment où il a été construit est le plus compliqué que l'homme ait jamais construit. Ce système est un outil très complexe de mutualisation et de partage. Mutualisation des

consommations, mutualisation des productions et donc assurance beaucoup plus forte contre le risque de manque de courant ou de coupure.

Fig. 9 – Le système électrique du XXème siècle

## Le système électrique du XXème siècle

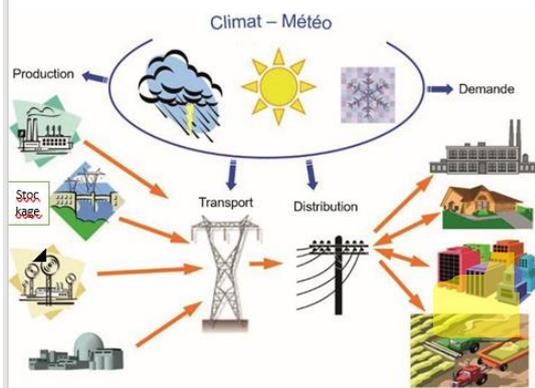


*La deuxième électrification est celle qui va permettre la décarbonation.*

Que se passe-t-il en ce moment ? Le système du XXI siècle (Fig.10) sera un système où, à l'échelle de la France, nous allons passer de 1000 points de production (ordre de grandeur) à 5, 7 voire 10 millions, compte tenu du solaire. Au passage, à titre personnel, je suis toujours agacé que l'on ne parle pas plus du solaire sur les toits, nous avons des toits de centres commerciaux, de bâtiments industriels - ceux-là ne prennent pas d'espace et n'ennuient ni les insectes, ni les champignons. Sur la Figure 10, ces renouvelables sont pour partie du côté des maisons, des installations, et pour ce qui est de l'éolien et l'off-shore, ils restent du côté gauche. Pour connecter ces systèmes, il faut *du réseau, du réseau et encore du réseau*. Il est évident que pour connecter une éolienne, nous ne disposons pas toujours du réseau à côté. Mettre des panneaux solaires conduit à ce que vous avez tous remarqué : sur la figure 9, tous les courants « descendaient » ; désormais, sur la slide de notre siècle, il y a du courant qui « remonte ». Or, assurer ce fonctionnement dans les deux sens nécessite de changer de nombreux éléments dans les réseaux (des protections, une complexification des travaux...). Des investissements très importants dans les réseaux sont donc nécessaires, non seulement du fait des distances nouvelles, mais aussi des changements techniques : car le courant remonte déjà de plus en plus souvent chez le distributeur, et bientôt aussi pour RTE, dans certains cas.

Fig 10. – Interactions au sein du réseaux du XXIème siècle

## Production et consommation varient...et pourtant il fonctionne et reste stable



- La consommation
  - Le chauffage
  - La clim
  - L'éclairage
- Le réseau
- Les productions:
  - Hydraulique
  - Thermiques fossiles et nucléaire
  - Eolienne et solaire
  - Géothermique, etc.

L'électricité, au cœur de notre futur carbone  
EPEL Press

11

Un autre point essentiel est que ce système électrique, qui joue un rôle-clé dans nos vies à tous, est en interaction permanente avec la nature, au niveau de la grande production – l'été n'est pas toujours favorable au fonctionnement des centrales thermiques, la météo a un impact sur l'hydraulique – et du côté de la consommation – plus de chauffage quand il fait froid, climatisation quand il fait chaud (phénomène qui va s'accroître). Malgré tout – magie ! – le système fonctionne, pratiquement tout le temps ! Le critère B – pour prendre le jargon de notre opérateur favori - fait que nous sommes à moins d'une heure de coupure par an. Bien entendu, l'enjeu est de garantir ce très bon fonctionnement pour le système nouveau en émergence. Il faudra beaucoup d'intelligence, dans la conception comme dans le fonctionnement

Une remarque incidente : sans attendre le développement de nouvelles sources propres, la France, compte tenu du contenu carbone très faible de son électricité, aurait gagné à installer des pompes à chaleur au lieu de chaudières à gaz ou à mazout ; de même, il y a encore des millions de chauffe-eaux au gaz, alors qu'on devrait avoir des chauffe-eaux électriques. Cela aurait permis de faire baisser les émissions de manière sensible.

Pour terminer, j'insiste sur le point essentiel : *le besoin d'avoir des politiques stables, lisibles, prévisibles, qui permettent à tous les intervenants d'agir et de travailler en cohérence*

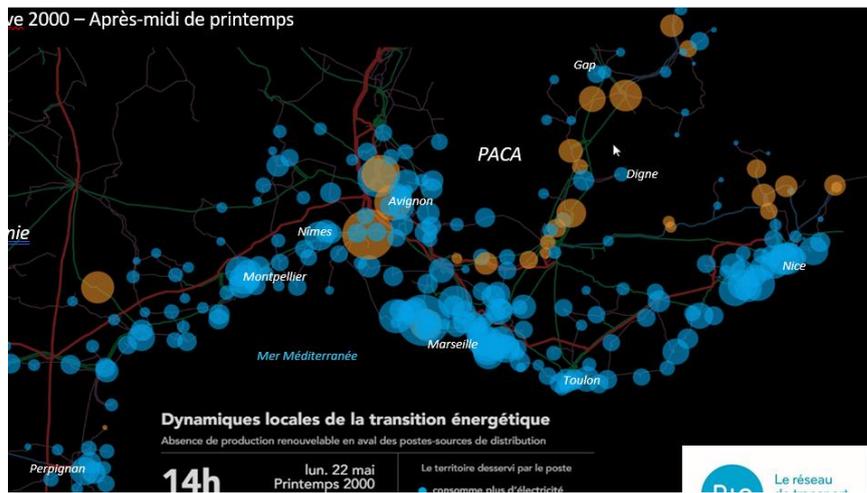
### Un système électrique multidirectionnel : le rôle du transport

**Jean-Philippe Bonnet** – Directeur adjoint stratégie, prospective et évaluation, RTE

Nous tournons actuellement la page du système électrique d'hier très centralisé et unidirectionnel, un peu à l'image de l'ancien ORTF – une parole centrale qui se diffuse sur tout le territoire. A l'inverse, le système électrique de demain ressemble à l'internet - tout le monde peut être alternativement récepteur ou émetteur et les flux s'entrecroisent dans toutes les directions.

Je voudrais l'illustrer avec 3 figures représentant les dynamiques de production/consommation avec un zoom sur le littoral méditerranéen. Vous reconnaissez la région Provence-Alpes Côte-d'Azur et la région Occitanie. Les bulles orange sont les centrales de production, les bulles bleues sont les endroits de livraison de l'électricité, les postes de distribution où se concentrent la population

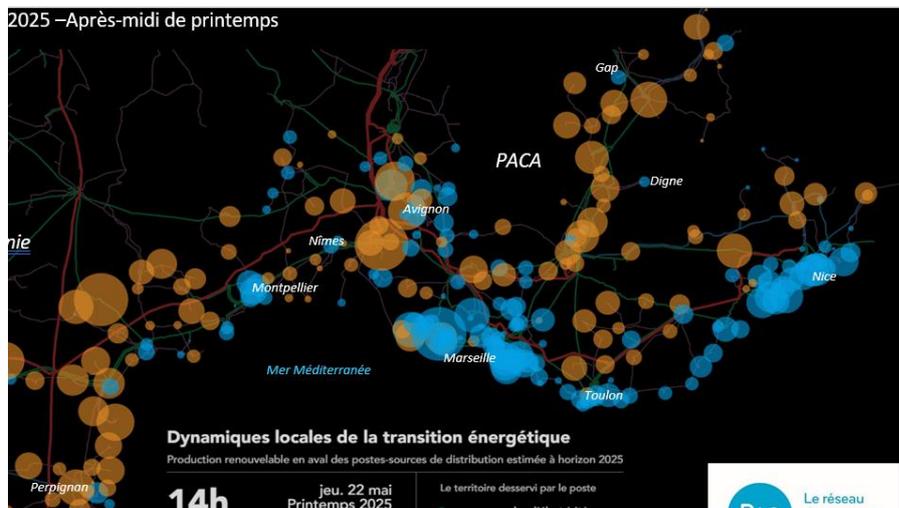
**Fig. 11 – Dynamiques locales production/consommation – Après-midi Printemps 2000**



La figure 11 est une image du système électrique hier : un après-midi de mai 2000. Vous allez me dire, il manque de l'électricité : pas beaucoup de bulles orange par rapport aux bulles bleues. En fait, nous n'avons ici qu'une partie du pays et nous n'avons pas représenté les centrales nucléaires qui ne sont pas dans cette région administrativement, mais qui représenteraient une très grosse bulle orange, permettant d'assurer la quantité d'électricité suffisante. Vous devinez le réseau de transport, tracé en lignes rouges et vertes, qui est ce réseau hiérarchisé à haute et très haute tension.

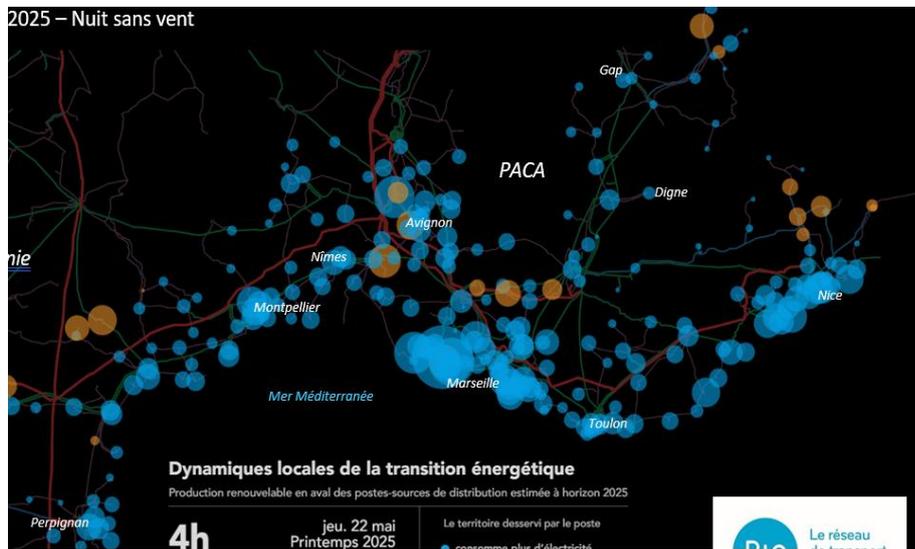
Projetons-nous en 2025 – c'est-à-dire demain. Même jour, même heure : la figure 12 montre à quoi pourrait ressembler le système. Les producteurs se sont multipliés, il y a des centaines de milliers de producteurs, des parcs photovoltaïques petits et grands, des gens qui ont installé des panneaux solaires sur leur toit. Lorsqu'il fait beau et qu'il y a du vent sur la région, les postes d'ENEDIS restituent de l'électricité au réseau de transport.

**Fig. 12 – Dynamiques locales production/consommation Après-midi - Printemps 2025**



Le réseau assure un rééquilibrage, notamment en ramenant l'électricité de l'arrière-pays vers le littoral ou les agglomérations. C'est la situation à 14 heures. Mais plaçons-nous quelques heures plus tard durant la nuit. (Figure 13)

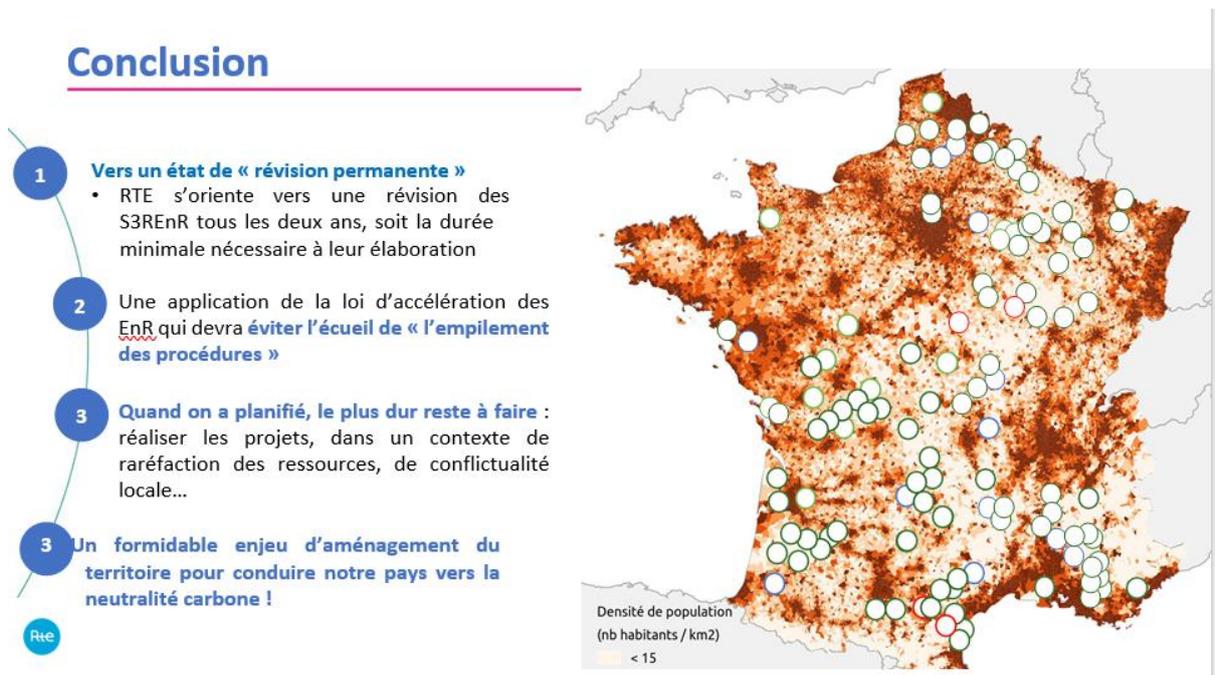
**Fig. 13 – Dynamiques locales production/consommation – Nuit sans vent - Printemps 2025**



Si le vent continue à souffler, la production viendra d’Occitanie où il y a beaucoup d’éoliennes, mais moins de Provence-Côte d’Azur. Si le vent s’arrête, on doit continuer à alimenter sans avoir de ressources locales. Il faut donc les chercher ailleurs. On comprend le rôle-clé du réseau de transport. Sur les deux départements des Alpes du Sud, on trouve 300.000 habitants avec un besoin électrique de 300 MW en moyenne. Dans quelques années nous aurons plus de 1,5 GW de production solaire qui seront installés, soit l’équivalent d’un EPR qui s’allumera le matin et qui s’éteindra le soir. Il nous faudra alors acheminer l’électricité vers le littoral.

Tout cela demande de la planification. Afin de permettre l’installation des équipements nécessaires, en particulier des postes sources chargés de récupérer la production des EnR, RTE et ENEDIS, en concertation avec les fédérations de producteurs, réalisent depuis 10 ans les schémas régionaux de raccordement au réseau des énergies renouvelables (S3REnR). Avec 10 ans d’expérience nous venons de terminer l’élaboration d’une deuxième génération de schémas. Initialement, nous avons essayé de faire évoluer ces schémas, de les modifier à la marge. Compte tenu des délais administratifs, nous prévoyons désormais de les réviser de manière quasi-permanente pour continuer à nous adapter aux différentes dynamiques.

Fig. 14 – Le S3REnR et les postes sources



Sur la Figure14, les bulles blanches sont des postes-source pour accueillir des énergies renouvelables, mais qui pourront aussi servir à l’alimentation des territoires. Cela marche dans les deux sens. Dans la nouvelle génération de schémas, plus de 100 nouveaux postes-source sont à créer. Il s’agit là d’un véritable travail d’aménagement du

territoire car ces postes sont situés, comme on le voit sur la carte, dans des territoires à faible densité, la fameuse « diagonale du vide », qui vont accueillir des projets éoliens ou photovoltaïques « exportateurs ». Mais ces nouveaux postes vont améliorer aussi la qualité, la robustesse de l'alimentation électrique de ces territoires peu denses.

## **Le point de vue d'Enedis**

**Cédric Boissier** – Directeur du projet « Accélération des énergies renouvelables », Enedis

Je suis optimiste. L'éolien terrestre et le photovoltaïque sont les principales sources ENR qui se développent et nous avons déjà accéléré – peut-être pas assez, mais la dynamique est lancée. Les rythmes de raccordements annuels au réseau de distribution, il y a encore 2 ou 3 ans, étaient de l'ordre de 2 à 2,5 GW. En 2021, nous étions à 3,7 GW et à 3,8 en 2022, nous atteindrons probablement 4 GW en 2023. Concernant le photovoltaïque, ce ne sont pas simplement les grandes fermes photovoltaïques qui tirent cette croissance. Il y a une explosion sur l'ensemble des segments de clientèle, du toit des particuliers jusqu'aux grandes fermes. Nous étions globalement à 90.000 raccordements par an d'installations photovoltaïques, les prévisions pour 2023 sont de l'ordre de 170.000 installations, et je pense que cette estimation est une hypothèse basse. Depuis le début de l'année 2023, nous raccordons quelques 20.000 demandes par mois. En extrapolant, nous serons plus proches des 200.000 que des 170.000 initialement anticipés.

Sur la planification des ENR, je voulais insister sur deux points qui me semblent essentiels. Les schémas de raccordement réseaux, les S3REN, sont produits par RTE, et ENEDIS y contribue en région. Ce sont de très beaux outils de planification, hélas mal connus ! Cependant, leur durée est aujourd'hui trop courte, de l'ordre de 4 à 5 ans, au regard de la durée de construction des ouvrages du côté du réseau de transport et des postes sources du côté de la distribution. Inversement, leur durée est parfois trop longue eu égard à l'accélération que l'on voit chez les producteurs qui fait très vite bouger les lignes. Avec la loi d'accélération pour la production d'énergies renouvelables, ces délais ont été allongés. Nous allons avoir des schémas sur des durées de 10 à 15 ans, compatibles avec le temps de développement des infrastructures. Ces schémas pourront être révisés à des échéances à définir. De notre point de vue, cela est très positif.

Deuxième élément, les « zones d'accélération ». Ce sont des schémas qui partent des communes, passent par les Établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) puis par les Comités régionaux de l'énergie et qui au final vont définir quelles zones dans les régions, communes par communes, vont être des lieux d'accélération. La conviction d'ENEDIS est que nous pouvons contribuer à la réussite de ces exercices de planification ascendante, du local vers le national, qui posent aussi la question du rebouclage et de la cohérence d'ensemble avec les ambitions nationales décrites dans la PPE (programmation pluriannuelle de l'énergie). ENEDIS est un opérateur à la fois national et local. Nous sommes présents sur tout le territoire. Nous avons une tradition d'échanges avec les collectivités, les communes, puisque notre modèle est concessif. Dès aujourd'hui, nous mobilisons nos équipes territoriales sur l'ensemble du pays pour aller à la rencontre des élus avec des outils. Ces outils, certains sous la maîtrise d'œuvre de RTE, d'autres produits par ENEDIS, permettent de faire de la pédagogie. Expliquer ce qui est attendu des communes, expliquer aussi quels sont les enjeux du réseau : car il faut que les décisions qui seront prises par les élus intègrent aussi l'enjeu des réseaux.

## **5) La planification territoriale**

### **Des emboîtements complexes**

**Nicolas Portier** - Enseignant à l'École urbaine de Sciences-po, ancien délégué général de l'ADCF-Intercommunalités de France, conseiller scientifique de l'Ihédate

e rappelle d'abord que la planification écologique ne date pas d'aujourd'hui. Actuellement en préparation, la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) et la stratégie nationale bas carbone (SNBC) en seront bientôt à leurs troisièmes éditions. La stratégie française en matière d'énergie-climat se décline de fait en plusieurs documents nationaux, parmi lesquels il faut aussi mentionner le plan national d'adaptation au changement climatique et les orientations en matière biodiversité qui sont centrales sur le sujet de la séquestration.

De précieux travaux sont désormais disponibles pour cadrer et documenter les trajectoires européennes et nationales, mais l'enjeu-clé sera de les décliner à l'échelle des régions et des territoires, dans des documents tels que les schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SDRADDET) et les plans climat air énergie territoriaux (PCAET). Méconnus (bien que passionnants à consulter), il existe également des schémas régionaux de raccordement au réseau des énergies renouvelables (EnR) (voir les contributions précédentes).

Cette « descente d'échelle » à travers la projection territoriale chiffrée et échéancée des objectifs est l'exercice le plus compliqué. C'est même le moment de vérité. Selon les analyses conduites par l'ADEME et Intercommunalités de France, les premières générations de ces documents sont plutôt bien alignées avec les objectifs nationaux en ce qui concerne les objectifs 2030, mais c'est nettement moins le cas à l'horizon 2050. Par ailleurs, entre l'élaboration de documents et la mise en œuvre de leurs objectifs il peut y avoir de grands écarts.

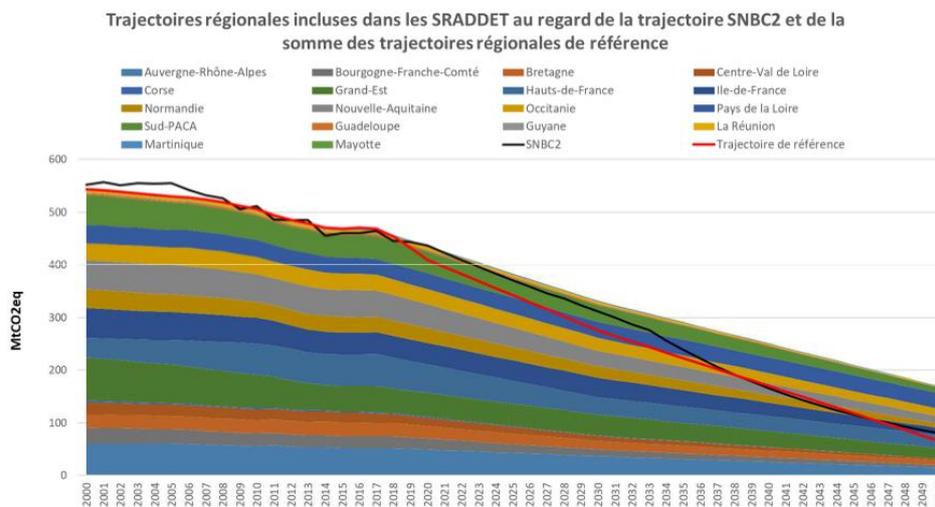


Figure 5 : Comparaison des trajectoires régionales à l'horizon 2050 avec la somme des trajectoires de référence régionale et de la SNBC2

Une première difficulté est de remettre sur le métier l'intégralité de ces documents, parfois très récents, pour transposer les nouveaux objectifs européens et nationaux. Nous avons en effet changé de braquet avec l'objectif « net zéro » traduisant les accords de Paris par rapport aux objectifs de Kyoto. L'histoire s'accélère encore avec l'objectif européen « Fit 55 », qui signifie à l'horizon 2030 une réduction de nos émissions de 55% par rapport à l'année de référence 1990. La barre était jusqu'ici fixée à 40%. Il faut donc rajouter 15% de réduction pour 2030, à atteindre en seulement sept ans. Dans le même temps, il faut passer de 32% d'énergies renouvelables dans le mix européen à 40%. Nous savons que nous avons déjà pris du retard en France par rapport à notre trajectoire. C'est dire combien il va falloir accélérer, reprendre très sérieusement les documents de planification, et surtout les doter de feuilles de routes beaucoup plus opérationnelles.

## Quelles trajectoires territoriales ? quelles méthodes ?

**François Philizot** - Président du conseil d'orientation de l'observatoire des territoires

Je reprends l'analyse de la complexité présentée par Nicolas Portier. D'un côté, nous avons des objectifs parfaitement clairs mais extrêmement ambitieux et totalement légitimes, inscrits par les lois et les actes internationaux. Pour déployer ces objectifs, la France dispose d'une architecture juridique très fine : une sorte de jardin à la française, un emboîtement des cadres de planification entre des documents nationaux portés par l'Etat, et leur traduction approuvée par voie de décret, et des documents qui sont peu ou prou à la main des collectivités locales ; le SDRADDET (schéma régional d'aménagement et de développement durable du territoire) constituant un objet particulier préparé par les régions, approuvé par les préfets de régions. Tous ces documents doivent être sous l'empire de la règle de la compatibilité qui est *une règle relativement molle en droit français* ! Au-delà de cette complexité administrative, la difficulté majeure est celle-ci : si, au sommet, l'objectif est simple, la traduction

des itinéraires au niveau territorial l'est beaucoup moins. Prenons l'exemple des objectifs calculés par RTE et l'ADEME, avec des échanges entre les deux institutions, mais qui, pour atteindre une même ambition, nous décrivent des itinéraires qui peuvent être substantiellement différents, en matière de consommation totale d'électricité, et plus particulièrement en ce qui concerne les besoins de l'industrie. Pour reprendre une autre interrogation, combien faut-il d'hectares demain pour le photovoltaïque au sol ? Les scénarios vont de 40.000 à 120.000 hectares, ce qui est à la fois beaucoup ou peu, selon les points de vue.

Comment passe-on d'une ambition nationale à une traduction territoriale ? Aujourd'hui, nous avons à la fois des éléments de cohérence mais aussi des éléments de divergence, qui peuvent parfois être parfois forts. Ainsi la région Hauts-de-France estime avoir déjà trop d'EnR alors que les sous-jacents des documents de planification en prévoient 3 à 4 fois plus dans les hypothèses basses. Nous avons une architecture très complète en termes de documents, nous avons des études, des analyses, des schémas, des scénarios de plus en plus riches, mais nous n'avons pas assez travaillé sur la façon de partir de toutes ces données nationales pour les territorialiser.

Comment sortir de cette situation ? Ma proposition est, dans un premier temps, de travailler à partir des scénarios centraux S2/S3 de l'ADEME, M23 et N2 des scénarios RTE. Dans un deuxième temps, il conviendra de construire des outils de déclinaison territoriale : savoir comment, sur les différents thèmes, identifier des typologies de territoires différentes, des échelles différentes, en tenant compte des compétences des collectivités. Seront établis trois cadres de neutralité carbone, avec un cheminement qui permettra d'apprécier leurs impacts et d'évaluer les choix qui peuvent en découler à diverses échelles. Enfin, troisième étape, nous pourrions conduire une phase de tests sur quelques territoires (3 à 7). Tester les outils méthodologiques à une échelle locale permet de vérifier que l'exercice théorique est effectivement praticable dans la réalité. L'aboutissement de ce type de démarche serait bien évidemment de diffuser ces outils à l'échelle nationale, dans le réseau de l'État, des services déconcentrés et dans l'ensemble des réseaux de collectivités territoriales, en produisant un travail de pédagogie alimentant les lieux de dialogue mis en place par les Commissions régionales de l'énergie ou tout autre cadre de concertation.

## 6) Déploiement et appropriation

**Nicolas Richard** - Membre du Conseil économique, social et environnemental

Je reviens sur les grandes lignes de l'avis du CESE dont j'ai été rapporteur avec Claire Bordenave : *Acceptabilité des nouvelles infrastructures de transition énergétique : transition choisie, transition subie* – adopté par l'assemblée plénière le 23 mars 2022 à la suite d'une saisine du Premier ministre.

Le point crucial est le suivant : d'ici 2035-2037, il n'y a pas de salut en dehors des EnR. On connaît la ou les trajectoires qui permettent de décarboner et d'arriver au Zéro Émissions nettes (ZEN) en 2050. Pour autant, quand on arrive dans les territoires, pour la mise en œuvre opérationnelle des projets, on rencontre de grandes difficultés. Ces difficultés ont été de plus en plus fortes dans les années 2010-2020, expliquant, en partie, le ralentissement du développement des éoliennes, car la question de l'acceptabilité est bien principalement celle des éoliennes.

Au début 2010, l'éolien était bien accepté dans les territoires et beaucoup de communes étaient demandeuses d'avoir leur propre projet. C'était moderne, rentable et cela jouissait d'une bonne image. Finalement, une fois que les projets sont apparus, il y a eu des retournements de tendance assez forts. Il est clair que nous avons peut-être eu une tendance à survendre les projets alors que dans la réalité, l'éolienne est parfois perçue comme « une tour Montparnasse au fond du jardin ». Malheureusement, aujourd'hui, dans la majorité des projets, les éoliennes apparaissent alors que personne n'était au courant. Parfois, même pas le maire ! Ou une enquête publique est lancée sur la fin du processus, mais souvent trop tard. Il y a donc beaucoup d'inquiétude et de flou, renforcés par le fait que nous sommes dans un moment de défiance croissante vis-à-vis de l'exécutif et des politiques publiques.

Trois grands axes d'action et de réflexion

1 - La transition énergétique par les EnR est un grand programme d'aménagement du territoire qui doit être lisible et partagé, et qui doit apporter des contreparties par rapport à cette mission de service public d'intérêt général. Il s'agit de contribuer à la souveraineté énergétique du pays.

2 – il faut favoriser des concertations territoriales sur la transition, accompagner les projets et restaurer la confiance. Cette partie-là est essentielle : *les projets étaient vus comme de l'économie coloniale, des projets génériques, hors sol, qui étaient amenés sur des terrains sans concertation avec les territoires, sous une forme unique*. Souvent ils se déroulent ainsi : - construction – départ des promoteurs – absence des exploitants de la région - fin. Nous avons besoin de territorialiser les projets, de leur donner une identité territoriale. Cela ne nous renvoie pas seulement aux questions paysagères qui sont souvent convoquées quand on parle d'éolien, ou aux questions d'usage du sol pour le photovoltaïque au sol.

3 – Il faut définir un nouveau contrat social territorial de réciprocité. Reconnaître qu'aujourd'hui on demande aux zones rurales de se suréquiper afin d'alimenter les métropoles. Imaginer des compensations sous forme de services, d'accompagnement de la transition pour l'isolation des bâtis, pour la mobilité, etc.

Deux mots importants ont été prononcés – démocratie et environnement.

Démocratie - Les choix doivent être faits dans un cadre démocratique partagé à tous les échelons : les planifications doivent être faites en concertation avec les citoyens, les organisations, les associations et cela au niveau de chaque projet.

Environnement - Il faut que l'impact cumulé soit évalué afin de ne pas perdre de vue la biodiversité. Les trajectoires doivent nous faire gagner deux combats : parvenir à planifier les EnR comme un grand programme d'aménagement du territoire et faire accepter au niveau local ce grand programme en garantissant des retours pour les territoires concernés.

## 7) Points de vue d'élus

**Maîtriser et partager la création de valeur : un modèle à revoir**

**Dominique Potier** - Député de Meurthe-et-Moselle

Les EnRs pourraient être - si nous sommes dans la « nostalgie gaullienne » - la grande aventure du XXI siècle. Leur déploiement deviendrait à la fois une épopée industrielle et un grand projet d'aménagement du territoire. Que voyons-nous à l'inverse ? Des controverses, partout, des polémiques fondées sur la « science », ou des réactions « pas dans mon jardin ». Tout cela est tragique alors que c'est une question vitale et essentielle, la question majeure pour tous les responsables politiques et de la société civile. Nous sommes dans une sorte d'impuissance. Le gouvernement a décidé d'engager deux accélérations, l'une sur le nucléaire, l'autre sur les énergies renouvelables, sans déterminer la part de l'un et de l'autre. Nous sommes dans l'attente d'une loi d'orientation pour les 5 ans à venir. La situation politique actuelle est telle que le gouvernement n'est pas capable d'avoir une majorité pour un compromis sur la transition énergétique. On nous dit de « courir vite », mais pour atteindre quels objectifs ? Nous avançons un peu en aveugle et nous n'avons pas eu de débat démocratique sur le sujet.

Le premier obstacle est celui d'une métrique qui renvoie à une loi de planification. Je mise beaucoup sur la cellule qui est autour d'Antoine Pellion et de la Première ministre pour faire l'effort de réflexion, pour une pensée holistique sur les questions d'écologie et d'énergie, mais elle tarde à se traduire dans les faits. Nous avons un bout de loi mais nous n'avons pas le récit d'ensemble.

Le développement des EnR est un peu le Far West – beaucoup d'argent public pour très peu de personnes, des sociétés à dimensions industrielles mais les trois-quarts du temps purement financières, qui se comportent sur les territoires comme des prédateurs de façon tout à fait éhontée. Cela s'est passé autrement dans le nucléaire et cela se passe autrement dans l'eau potable.

Un autre modèle est possible. Nous avons cherché à définir comment, a contrario, par rapport à ce modèle marchand de prédation des territoires, nous pouvions avoir un modèle de planification et de maîtrise par la puissance publique à travers les collectivités. Il s'agirait de développer un modèle *d'économie sociale territoriale* qui soit capable de répondre aux attentes. Trois propositions majeures pour organiser le débat.

1 – Nous avons la chance dans notre pays d'avoir – cela a certes mis 20/30 ans - donné aux communautés de communes un certain nombre de compétences. Nous ne sommes plus à l'époque où l'on fait une usine car une commune a donné un terrain et s'enrichit au détriment des autres. Il y a une maîtrise du foncier économique par les communautés qui, en accord avec l'État, organisent les bénéfices et les contraintes. L'instrument existe : une assemblée souveraine composée d'élus représente un territoire à des échelles acceptables. Tout le territoire national est couvert. *Il suffisait d'ajouter la compétence énergie renouvelable* et de l'adosser à celles de développement économique et de planification urbanistique. Pour le cadrage quantitatif ce n'est pas très compliqué. Par exemple, vous avez 10.000 hectares de PV à faire sur la région, par déclinaison en Meurthe-et-Moselle vous en avez 2000 et pour la communauté de communes « Untel », vous avez 200 hectares à couvrir. Ce n'est pas très difficile, et vous pouvez y arriver par le dialogue !

2 – Si les communautés avaient la compétence, nous planifierions et achèterions les terrains car - comprenez le paradoxe - sur cette même communauté aujourd'hui le revenu foncier pour 10 propriétaires heureux va être de 30.000 euros par propriétaire de 10 hectares, quand le revenu fiscal va être de 3 euros par habitant. C'est un hold-up de la valeur ajoutée organisée par la stratégie marchande de la captation des terres. Nous avons l'instrument, la communauté de communes en lien avec le SCOT ; le SRADDET, en lien avec le préfet et vous aviez un déploiement harmonieux où la rente foncière était partagée. La rente foncière annuelle de l'éolien ou du solaire correspond à la valeur totale du bien, le rendement étant très rapide, un an après la collectivité s'y retrouvait.

Le manque d'imagination nous coûte très cher. Il y a 500 000 hectares de zones d'activités dans notre pays. Avec seulement 20% de ces zones d'activités, qui ne gênent aucun habitant, aucun écosystème de faune de flore, on obtient la surface de PV attendue aujourd'hui.

Travaillons à l'aménagement du territoire, à la planification, au partage de la valeur ! C'est tout autre chose que le monde marchand et les désordres que nous constatons aujourd'hui

## **Une politique locale efficace : le cas du Syndicat Énergie Vienne**

**Jacques Deschamps** – Président du Syndicat Énergie Vienne

Dans la Vienne, toutes les communes ne sont pas adhérentes au syndicat que je préside, en particulier les communes urbaines ; mais nous regroupons 250 communes. La particularité du syndicat c'est que, contrairement à la majorité des structures existantes en 1946, le syndicat a fait le choix de rester établissement public local de distribution d'énergie. En 1946, au moment de la nationalisation, le syndicat de la Vienne a souhaité rester en charge, le législateur l'a permis. Il y a 150 entreprises locales de distribution de ce type en France, qui couvrent 5% du territoire. Cela s'est fait soit autour d'unités de production – notamment hydrauliques – soit de grandes collectivités urbaine (Strasbourg, Metz, Grenoble). Seuls deux syndicats départementaux ont fait ce choix, celui des Deux-Sèvres et de la Vienne. Le syndicat, avec sa Régie, a été l'opérateur de fourniture et de distribution d'électricité jusque dans les années 2000. Du fait de la nécessité d'ouverture du marché de l'énergie, la Régie a évolué en SEM, avec le Syndicat comme actionnaire public majoritaire. Au fil des années l'organisation a évolué, avec la séparation de la fourniture et de la distribution et la création du gestionnaire de réseau SRD, la création d'une SEM pour développer les énergies renouvelables sur les communes (SERGIES), la création d'un fournisseur alternatif ALTERNA avec 50 autres entreprises locales de distribution. Aujourd'hui, le syndicat est actionnaire avec la Banque des Territoires du groupe SOREGIES, présent sur l'ensemble de la chaîne de l'électricité et du gaz (production, distribution, fourniture).

Les résultats financiers du groupe SOREGIES, qui reviennent sous forme de dividendes aux actionnaires, donc au syndicat pour la plus grande partie, sont réinvestis dans des politiques en faveur de la transition énergétique au bénéfice des adhérents que sont les communes. Le principal programme en cours est celui de la réhabilitation énergétique des bâtiments communaux avec un dispositif de soutien technique et financier pour réduire les besoins énergétiques des bâtiments de 50 % (objectif SNBC 2050). Ce programme engagé il y a 3 ans est en place

pour une durée de 10 ans. Nous avons également le sujet de l'éclairage public, deuxième poste consommateur pour les communes, avec l'ambition de mettre en place des technologies performantes (LED), des dispositifs de réduction du niveau d'éclairage, et des limites aux périodes d'éclairage conformément aux dispositions réglementaires en faveur de la protection de la biodiversité (extinction généralisée pour toutes les communes entre 22h30 et 6h30). En complément de ces actions de réduction par la sobriété et le développement des technologies performantes, nous avons défini comme objectifs stratégiques d'avoir une production d'électricité renouvelables sur le territoire du département équivalente à la quantité d'électricité consommée. Tel est le travail qui se met en place.

Parmi les projets initiés pour demain, il y a le développement des installations de recharge des véhicules électriques. Il a été convenu au niveau du syndicat qu'il ne fallait pas que les territoires ruraux soient en dehors du développement de ces technologies et soient pénalisés par un sous-équipement. On n'intervient pas sur les hubs de grande puissance positionnés généralement sur les principaux axes routiers, les modèles économiques existent. Nous sommes sur des installations de moindre puissance. Nous disposons d'une bonne répartition sur le terrain, nous avons établi le plan départemental, le préfet l'a validé et nous nous engageons à réaliser le développement des équipements dans les trois ans qui viennent.

On s'aperçoit que dans notre département rural le développement des renouvelables ne s'est fait que sur une moitié du territoire. Entre le sud et le nord, nous avons les mêmes conditions de vent, de soleil, à peu près le même paysage, les mêmes sensibilités, la même biodiversité et pourtant nous avons une très grande diversité dans le développement des énergies renouvelables. Mais au niveau du syndicat, nous n'avons pas de pouvoir de planification, d'autorisation des installations. Nous sommes en relation avec le préfet sur un certain nombre de sujets, mais cela relève de sa responsabilité.

L'observatoire régional qui suit le SRADDET a décliné au niveau du département les deux courbes, celle de la baisse de la consommation et celle de l'augmentation de la production d'énergies renouvelables : on s'aperçoit que nous sommes au-dessus de la courbe en matière d'évolution des consommations et en-dessous en matière de production d'énergie renouvelable.

Pour l'acceptation des projets EnRs, quand SERGIES est porteur d'un projet EnR et d'éolien, nous arrivons plus facilement à réaliser le projet, nous n'avons pas d'opposition. Deux exemples récents : un maire reçoit un développeur qui veut lui vendre un projet, le maire accepte à condition que SERGIES soit avec eux comme porteur de projet, avec un contrat d'associé. L'argument est que si le projet génère des résultats sous forme de dividendes, ils reviennent au syndicat, et cela nous permet de mener des politiques publiques et notamment de transitions énergétiques. L'autre argument aujourd'hui, qui est de plus en plus prégnant, est que le fournisseur se source à ces projets là pour faire des offres tarifaires adaptées. Le fournisseur maîtrise maintenant 25% de ses besoins sur du sourcing EnR et est donc de moins en moins dépendant du prix du marché, ce qui lui permet de faire des offres performantes en direction des consommateurs du territoire.