



TerraWater

Scénario énergétique réaliste pour la neutralité carbone de la France en 2050 et au-delà

Dans le cadre de la nécessaire révision de la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie et de la Loi sur la Transition Énergétique, pour faire suite au rapport de RTE sur les scénarios France 2050, publié en 2022, les Voix du Nucléaire souhaitent apporter au débat une vision alternative de la trajectoire de transition énergétique que pourrait suivre la France

Pourquoi un autre scénario ?

Etat du débat public sur l'avenir énergétique de la France

Les scénarios versés au débat public ont pour vocation d'inspirer la future politique énergétique de la France, et, à ce titre, déclinent de nombreuses options et perspectives d'intérêt.

Mais il apparaît aussi que **ces scénarios contiennent un certain nombre d'éléments, qui conduiraient, s'ils étaient retenus, à une politique énergétique compromettant l'atteinte de nos objectifs que ce soit en matière de climat, d'environnement, et d'approvisionnement en énergie des populations.**

Le scénario des Voix se veut débarrassé des contraintes politiques et idéologiques qui semblent peser sur les choix techniques des scénarios existants et pénalisent la crédibilité des trajectoires qu'ils proposent. Affranchi autant que possible de paris techniques, sociétaux et géopolitiques, le scénario des Voix propose une vision qui se veut réaliste, pour éviter ce que nous considérons comme des écueils.

Ecueils évités par le Scénario des Voix

- **Paris technologiques, humains, et/ou géopolitiques** dont l'ampleur aura un impact, direct et structurant dans l'atteinte des objectifs en cas d'échec, même partiel.

- Prise en compte insuffisante des **conditions de fonctionnement et de stabilité du réseau électrique** dans le choix et l'intégration des différentes technologies.

- Choix d'intégration des différentes **sources d'énergie décorrélés de leur optimum technique** d'utilisation, ce qui revient à employer volontairement un outil à un autre usage que le sien et ne pas l'exploiter pour ses points forts. Le rôle des EnRi est ainsi pensé pour la décarbonation, pas pour la sécurité d'approvisionnement.

- **Dédouplements des infrastructures**, notamment s'agissant du déploiement de réseaux qui remplissent les mêmes fonctions (gaz et électricité par exemple).

- Des technologies bas-carbone mais avec **une empreinte environnementale non minimisée** en termes de ressources, de consommation d'espaces naturels, et de quantités de déchets générées.

- **Mise à l'écart du développement de l'hydraulique**, pourtant une énergie pilotable, bas carbone, sobre et souveraine.

- **Perception unilatérale de l'enjeu de solidarité nationale, européenne et mondiale** : il ne doit pas s'agir que de recevoir des quantités d'électricité ou de matériaux, mais de se mettre en position d'en faire bénéficier les autres (exportation d'électricité bas-carbone ou de technologie nucléaire, libération de capacités de déploiement éoliennes ou solaires pour d'autres acteurs, etc.). Les coûts et risques associés aux choix voulus par certains sur des critères non objectifs ne doivent pas être portés par la collectivité.

Difficultés résolues en chiffres

Il y a toujours une autre face à la même pièce, aucun choix ne vient sans des inconvénients ou des limites qu'on aurait préféré éviter. Un scénario est par définition fait d'arbitrages. Nous pensons être parvenus à en résoudre quelques-uns, afin qu'atteindre un objectif ne signifie pas en pénaliser lourdement un autre.

→ **Décarboner le mix énergétique par l'électrification, en minimisant les impacts environnementaux de la production énergétique.**

- Division par 3,5 de l'intensité carbone énergétique d'ici à 2050.
- 2035, fin du gaz pour la production d'électricité / 2050, fin du gaz pour le chauffage et la cuisson.
- 2 fois moins d'occupation des sols, au kWh produit, que les scénarios Négawatt ou ADEME.

→ **Privilégier l'électricité, vecteur énergétique le plus efficace, déployable et multi-usages.**

- L'électricité passe de 24 à 71% du mix global en 2050 pour accompagner l'évolution des usages.
- Réorientation des compétences gazières vers les usages non électrifiables et à haute valeur ajoutée.
- Baisse de 30% de la consommation de chauffage grâce aux pompes à chaleur.

→ **Sécuriser le système démocratique et la tenue des objectifs bien au-delà de 2050.**

- Choix d'infrastructures à longue durée de vie (+60 ans), résilientes et souveraines.
- La sobriété une marge souhaitable et importante, pas une condition de réussite.

→ **Garantir la souveraineté énergétique en contribuant à la solidarité européenne.**

- Pas de dépendance aux importations d'électricité.
- 10% de marge disponible à l'export pour soutenir la plaque européenne.

→ **Donner à l'industrie les moyens de se décarboner et de croître en minimisant les nouveaux risques.**

- Consommation électrique de l'industrie de 115 TWh/an à 280 TWh/an en 2050.
- Production d'hydrogène internalisée, donc pas de réseau de transport coûteux et accidentogène.

→ **Limiter au maximum l'usage de la biomasse, pour respecter les autres usages du sol.**

- Privilégier quand c'est possible les énergies plus efficaces et plus sobres en emprise au sol.
- Biomasse réservé à la marine marchande et à l'aviation (remplace l'hydrogène).

→ **Proposer une solution de stockage de l'électricité efficace, sobre, maîtrisée et souveraine.**

- Du stockage hydraulique au service de la robustesse et de la stabilité du réseau, pour tous.
- Coût 10 fois inférieur aux batteries, durée de vie ~100 ans, pas de métaux critiques.
- Rendement 2 à 3 fois supérieur au « power-to-gas-to-power ».
- + 8 TWh sur 19 installations (contre 0,08 TWh sur 4 installations actuellement).

→ **Refaire du nucléaire le socle de notre mix, en cohérence avec ses propriétés physiques.**

- En 2050, avec 80~90 GW dont 50 GW historique + 22 EPR2 en 2050 pour 70% du mix électrique. La flotte opère sans suivi de charge avec une disponibilité de 83%.
- Temps de montée en puissance, puis capitalisation du rythme industriel acquis pour déployer des EPR2 au rythme de 2 réacteurs/an à partir de 2041.
- Prolongation de la durée de vie moyenne parc historique à 69 ans.

→ **Faire des ENRi un véritable outil de décarbonation, en cohérence avec leurs propriétés physiques.**

- Pour 1/4 à 1/3 de la production électrique en 2050 avec 50 GW de PV et 55 GW d'éolien (35 on- /22 off-shore).

Objectifs ambitieux, critères clairs moyens réalistes

Parti pris sur les objectifs à atteindre

1) Décarbonation : un objectif national, un enjeu global

La décarbonation énergétique - électrique dès 2035, et totale en 2050 - est atteinte par le biais de l'électrification massive des usages, fabrication d'hydrogène comprise. La trajectoire proposée permet également de soutenir la décarbonation globale par la relocalisation de la production de biens et de services (réindustrialisation), et par la libération, dès que possible, d'équipements, de compétences ou de capacités de production d'électricité bas carbone pour d'autres.

2) Impact environnemental réduit

Le fait de recourir à des sources d'énergie dense et pilotable - comme le nucléaire ou l'hydroélectricité - réduit les besoins en ressources naturelles par rapport à leurs alternatives (matières premières, métaux), l'emprise sub- et sur-surface (sol et air), ainsi que la quantité de déchets et de pollution générés au kWh produit. Un recours réduit à la biomasse permet de limiter la concurrence avec les autres usages des terres, notamment agricoles ou réserves de biodiversité. Le recours aux STEP permet de bénéficier des services annexes que ces installations peuvent rendre en termes d'adaptation au changement climatique dans la gestion de l'eau.

3) Souveraineté : un réalisme géopolitique et économique

Le scénario fait le choix de rétablir une marge de 10%, en capacité et en énergie, permettant de sécuriser l'approvisionnement, y compris lors du passage des pointes. Ce mode «France autonome» nous redonne la maîtrise de notre présence sur le marché interconnecté de l'électricité, et notre capacité à soutenir la stabilité et la souveraineté énergétique européenne. Il privilégie les solutions sobres en matériaux et technologies dont nous ne disposons pas, permet la fin rapide des importations de gaz et de pétrole à visée énergétique, et encourage la relocalisation des sites de production industrielle.

4) Solidarité

L'énergie - notamment électrique - est une condition à l'accès à de très nombreux services indispensables, et est amenée à le devenir encore plus. La notion de solidarité telle que poursuivie par le scénario des Voix se traduit concrètement :

- Au niveau national, par des choix techniques et industriels optimisés (électricité vs. gaz, capacités de production collectives vs. individuelles), dans un esprit de service public, pour offrir à tous les citoyens français un accès à l'énergie qui soit égal et équitable quels que soient leurs moyens, leurs capacités de mobilisation, d'accès à la propriété ou leur localisation.
- Au niveau européen et global, en libérant des marges en termes de production électriques et de capacités de flexibilité (via le stockage par STEP) ainsi que la capacité de participer industriellement à la décarbonation globale.

Parti pris sur les moyens à mettre en oeuvre

5) Choix techniques : relever déjà le défi du déploiement industriel et du transfert des usages

Afin de minimiser l'incertitude que représente un large recours à l'innovation - dans des délais aussi courts et face à des enjeux aussi grands - le scénario des Voix donne la priorité à des technologies éprouvées, dans un esprit «low-tech». Il privilégie par exemple les solutions de stockage hydraulique (98% du stockage électrique dans le monde) aux batteries chimiques et à l'hydrogène, ou se sert des machines tournantes pour préserver la stabilité du réseau.

6) Pas de dogmatisme technologique

Le critère de sélection principal et sine qua non retenu par le scénario des Voix dans ses choix de sources d'énergie est celui du caractère bas carbone. Les critères suivants retenus sont ceux de l'empreinte environnementale, et de la maturité industrielle, qu'accompagne celui de l'optimum technique. Le critère économique n'est utilisé comme critère unique dans aucun des choix réalisés par le scénario. Il doit cependant être souligné que l'application des critères précédents conduit à un mix énergétique capitalistique - car basé sur des grandes infrastructures - mais économique pour la nation dès sa mise en exploitation et sur le long terme.

7) Évolutions sociétales : des marges souhaitables, pas un socle

Si l'association appelle de ses vœux une évolution indispensable des comportements en termes de consommation d'énergie et de ressources, elle fait le choix de ne pas conditionner le futur énergétique de la France et de ses habitants à ces évolutions, trop dépendantes des choix individuels dans un contexte démocratique. La sobriété de chacun est une marge bienvenue, mais trop incertaine pour servir de garantie à tous.

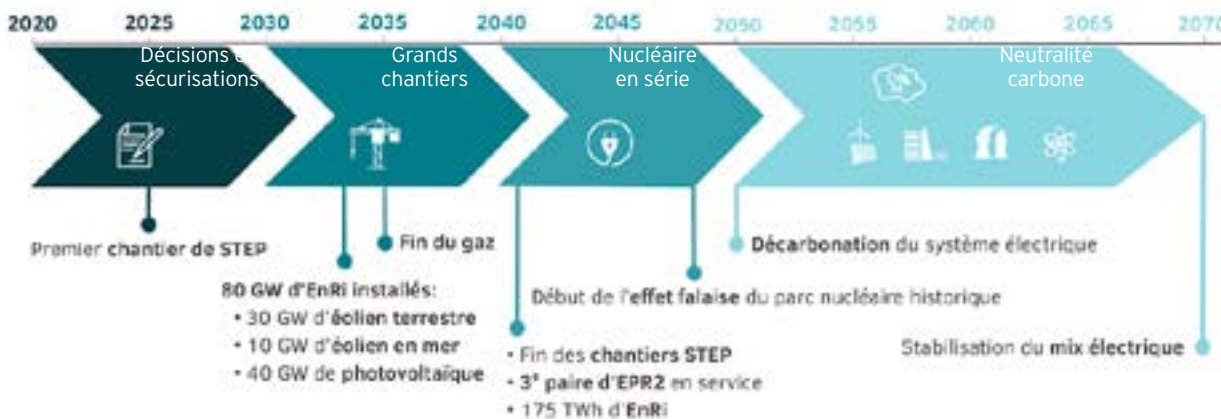
8) Fiabilité, robustesse et soutenabilité de l'approvisionnement énergétique

Les garanties apportées aux générations futures le sont par le choix de sources d'énergie pilotables ou stockables, de technologies sobres et éprouvées, aux chaînes d'approvisionnement souveraines ou qui doivent le devenir. En tablant sur des rythmes qui intègrent les enjeux des industries existantes, en recouvrant les marges perdues, ce scénario délivre une transition énergétique sous forme de résultat, plutôt que de promesses. Il s'adresse aux générations futures, qui auront à vivre avec les conséquences de nos politiques actuelles. Il atteint les objectifs de décarbonation de la France en 2050, mais il stabilise aussi un mix énergétique soutenable dès 2070, pour les Français, et pour les infrastructures et services qui accompagneront leurs choix de vie. Leurs choix, pas ceux que nous leur aurons imposés.

Comment on y arrive

En travaillant sur l'articulation du déploiement des différentes sources d'énergies bas carbone pour prendre en compte leurs contributions dans le temps et les trajectoires industrielles possibles. Le mix stabilisé intègre toutes ces énergies en fonction de leurs propriétés physiques et des services rendus au système.

Phases de déploiement



Capacités installées par source

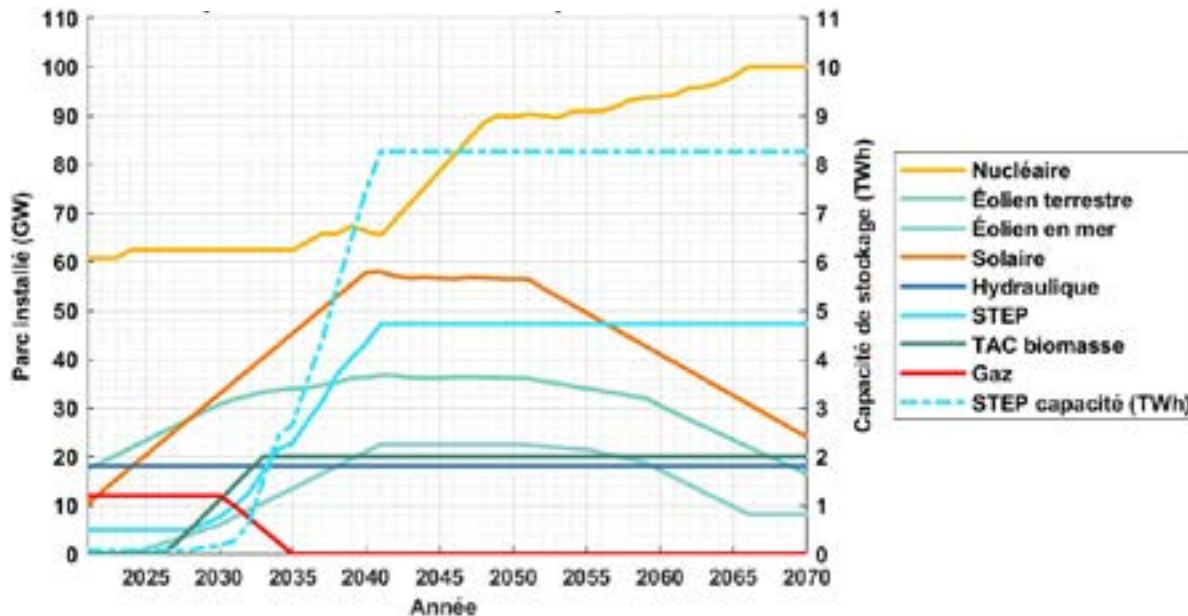


Fig 3. Evolution de la capacité installée des différentes sources primaires d'électricité sollicitées pour atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050, et un système électrique bas carbone stable à partir de 2065



Télécharger le scénario TerraWater

