

**céréme**

L'ÉNERGIE DE LA RAISON

**FUTURS ÉNERGÉTIQUES 2050 :**

**NOTRE SCÉNARIO  
ALTERNATIF  
À CEUX DE RTE**

---

6 DÉCEMBRE 2021



**UNE VOIE  
CRÉDIBLE POUR  
ATTEINDRE LA  
NEUTRALITÉ  
CARBONE**

---



# SYNTHÈSE

- + Le Céréme, think tank indépendant sur l'énergie, veut contribuer à un débat public fondé sur une analyse objective des faits, à la recherche du seul intérêt général, sans biais lié à des postures politiques, à des a priori idéologiques, ou à la défense des intérêts particuliers d'acteurs du monde de l'énergie.
- + En Europe, on observe qu'en raison de l'intermittence du vent et du soleil, les pays ayant misé principalement sur les énergies renouvelables, subissent la triple peine d'une production électrique qui émet encore beaucoup de CO<sub>2</sub>, qui coûte plus cher à leurs citoyens et qui les place dans la dépendance d'importations de gaz ou d'électricité de pays tiers. Leur neutralité carbone à terme suppose un pari sur des technologies de capture du CO<sub>2</sub> et sur la disponibilité de grandes quantités d'hydrogène « vert », qui n'ont pas encore fait leur preuve à l'échelle industrielle. Ils ont de fortes chances de subir dans l'avenir des hausses massives du prix de leur électricité.
- + Le rapport de RTE d'octobre 2021, riche de données dans ses analyses techniques, a présenté une synthèse qui a enfermé le débat dans des scénarios comportant un développement « nécessaire » et « simultané » du nucléaire et des énergies renouvelables intermittentes. Cette exploitation simpliste et en partie déformée des conclusions du rapport nécessite de porter le débat sur certaines hypothèses structurantes, comme les perspectives de consommation d'électricité, le recours massif aux importations et aux coupures pour faire face aux pointes, les constructions de nouvelles centrales à gaz pour pallier l'intermittence du solaire et de l'éolien, et l'impact environnemental de ces mêmes énergies. Le Céréme souhaite que les choix proposés aux citoyens soient mieux éclairés sur les conséquences climatiques, économiques, géopolitiques et environnementales des scénarios privilégiés par RTE.
- + Le Céréme demande en outre la mise à l'étude approfondie d'un scénario qui est de loin le meilleur pour le climat, pour le prix de l'électricité, la sécurité d'approvisionnement, et l'indépendance énergétique et la réindustrialisation de la France : celui d'une grande ambition industrielle dans le nucléaire civil qui permet de cesser tout nouveau développement des énergies renouvelables intermittentes. Il évitera un gigantesque gaspillage de ressources prélevées sur le pouvoir d'achat des Français. Il fera de la France à nouveau un champion mondial de l'électronucléaire et apportera aux Français une électricité abondante, à des coûts comparables à ceux d'aujourd'hui, très largement décarbonée et s'accompagnant d'impacts positifs sur le climat, la croissance, l'emploi qualifié et la balance commerciale. Ce n'est pas parce que ce scénario suppose de pousser la filière, dont son leader EDF, à devenir plus performante en coûts et en délais qu'il faut y renoncer. Au contraire, les enjeux sont tels qu'ils justifient d'en faire le projet industriel prioritaire des décennies à venir.

## I – Les leçons à tirer de nos voisins européens

**Le choix du développement massif de l'éolien et du solaire a placé certains de nos voisins européens dans une impasse climatique, économique et de dépendance géopolitique durable qui doit servir de contre-exemple à la France.**

Parmi ces pays il y a ceux qui, comme le Danemark, ont remplacé des centrales fossiles par des éoliennes et qui sont tombés sous la dépendance des importations d'électricité venant de Suède, de Norvège, électricité peu carbonée, mais qui leur est vendue au prix fort. En complément, quand il n'y a pas de vent, ils importent d'Allemagne une électricité fortement carbonée produite dans des centrales à charbon ou à gaz. Certains écologistes danois militent aujourd'hui pour que leur pays se dote de centrales nucléaires comme la Suède ou la Finlande.

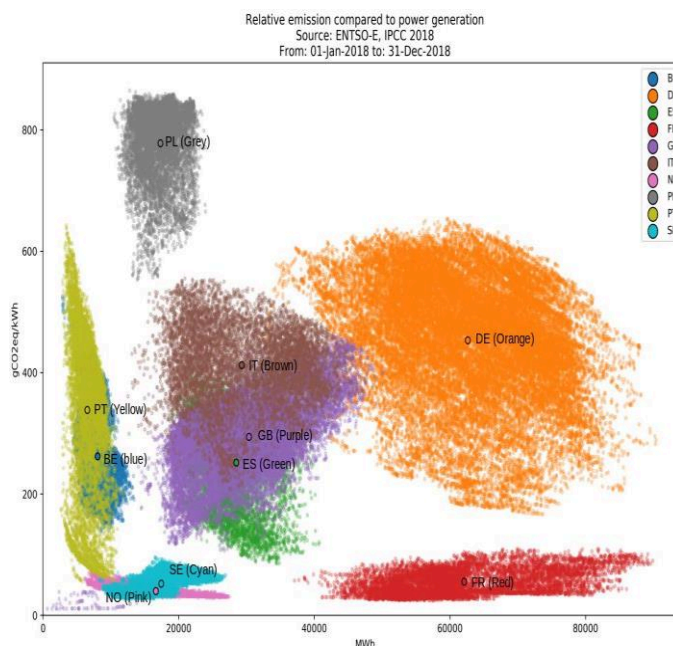
D'autres pays, comme l'Espagne ou l'Allemagne, ont, pour sécuriser leur réseau électrique, doublé leurs capacités de production éolienne ou solaire par des centrales fossiles à gaz ou charbon. S'ils ferment leurs centrales à charbon, comme ils l'annoncent pour l'avenir, ils seront entièrement dépendants des fournisseurs de gaz, en quantités et en prix. Et avec la fermeture annoncée de ses centrales nucléaires, l'Allemagne va devoir encore augmenter le nombre de ses centrales à gaz.

Pourquoi ? Car après dix ans d'expérience dans l'éolien à terre et en mer ils doivent subir les conséquences de ce que les météorologues savent depuis longtemps : les épisodes de vent et d'ensoleillement sont la plupart du temps simultanés dans tous les pays d'Europe. En conséquence les productions éoliennes ou solaires culminent aux mêmes périodes, ce qui sature les réseaux d'une électricité surabondante qu'on ne sait pas stocker en grande quantité. Inversement, les périodes de grandes pointes de consommation, le soir en hiver et lors des canicules d'été, surviennent lorsqu'il y a peu de vent, ce qui crée une pénurie d'électricité et fait s'envoler les prix.

**Autrement dit, le pari sur la décorrélation des conditions climatiques en Europe, qu'on appelle « le foisonnement », ne permet pas de compenser l'intermittence.** Plus on construit d'éoliennes ou de centrales solaires et plus il faut construire de centrales à gaz ou à charbon pour sécuriser l'alimentation en électricité.

Cette situation est remarquablement illustrée par le graphique ci-dessous :

- + chaque pays est caractérisé par une couleur,
- + pour chaque jour de l'année (2018) un point représente la quantité d'électricité produite, sur l'axe horizontal, et la quantité de CO<sub>2</sub> émise, sur l'axe vertical,
- + plus le point est à droite, plus il correspond à un jour de forte production,
- + plus un point est en haut, plus il correspond à un jour de forte émission de CO<sub>2</sub>.

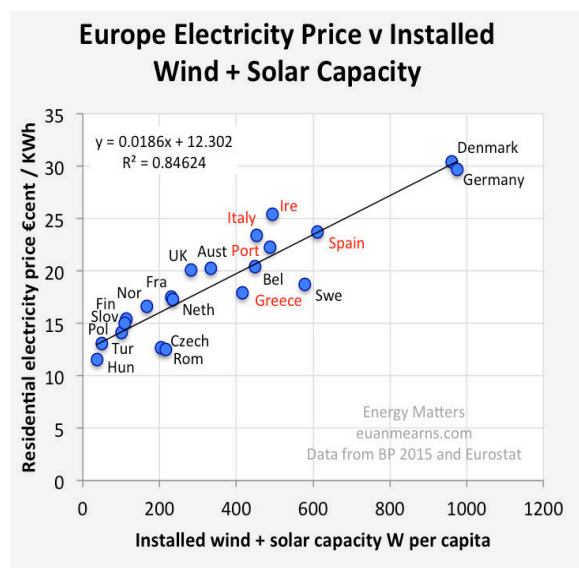


On constate que les gros émetteurs de CO<sub>2</sub> sont les pays très dépendants du charbon comme la Pologne avec près de 800 g de CO<sub>2</sub> par kWh. Puis l'Allemagne, l'Italie et le Portugal, avec en moyenne près de 400 à 500 g de CO<sub>2</sub> par kWh. Dans ces pays l'investissement massif dans l'éolien a dû être complété par le gaz et le charbon ce qui fait varier les émissions de moins de 200 g à plus de 600 g par kWh, selon qu'il y a ou pas du vent et du soleil.

Tout au contraire, la France, dont plus de 90 % de la production d'électricité est décarbonée, grâce notamment au nucléaire et à l'hydraulique, émet nettement moins que 100 g par kWh, comme la Suède, qui a également des réacteurs nucléaires, et la Norvège richement dotée en hydroélectricité.

**Le pari sur les énergies renouvelables intermittentes est donc un échec climatique flagrant. Il s'accompagne d'un coût économique très élevé pour les consommateurs,** comme le montre le graphique suivant qui établit le rapport entre la capacité de production renouvelable intermittente

par habitant, sur l'axe horizontal, et le prix de l'électricité pour les ménages sur l'axe vertical :



On voit que plus la proportion d'éolien augmente plus l'électricité coûte cher. Bien entendu ce coût est l'addition du coût de l'électricité éolienne, du coût de l'électricité thermique de remplacement les jours sans vent et du coût des réseaux qu'il faut reconstruire pour capter et redistribuer l'électricité produite par des dizaines de milliers d'éoliennes réparties sur tout le territoire.

**En conclusion le pari de nos partenaires européens sur l'éolien et le solaire est à la fois un échec climatique et économique flagrant.**

L'Allemagne vient de décider de prolonger ce pari par une fuite en avant pour ne pas revenir sur l'abandon total du nucléaire. Elle fait en réalité un immense saut dans l'inconnu car l'espoir de pouvoir décarboner les centrales au gaz naturel et séquestrer le CO<sub>2</sub>, comme celui de produire ou importer de l'hydrogène « vert » d'électrolyse pour alimenter ses centrales thermiques, ne reposent aujourd'hui sur aucune réalisation industrielle, ni aucune modélisation des conséquences économiques sur le prix de l'électricité. Il y a fort à parier que l'étape actuelle dite de « transition », fondée principalement sur l'éolien et les centrales au gaz naturel Russe, durera des décennies, avec toutes les nuisances climatiques, économiques et géopolitiques associées.

**La France doit impérativement tirer les leçons de ces échecs et ne pas dissimuler ces vérités techniques, économiques et environnementales à nos concitoyens. Ce que ne fait pas complètement le récent rapport de RTE sur les futurs énergétiques 2050.**

## II - Les impasses du rapport de RTE sur les Futurs énergétiques 2050

Bien que nourri d'analyses détaillées très approfondies montrant d'innombrables variantes quant aux évolutions possibles de la consommation et de la production d'électricité et faisant preuve d'un grand souci de cohérence technique dans le croisement des différentes hypothèses, ce rapport comporte quatre grandes impasses qui ne permettent pas au débat public de s'appuyer sur ses conclusions, du moins telles qu'elles ont été présentées dans la synthèse, et exploitées par les responsables politiques.

Ces impasses portent sur les évolutions possibles de la consommation, la capacité à faire face sans coupures brutales aux pointes saisonnières de consommation, à la sous-estimation des risques climatiques et économiques des scénarios reposant sur les énergies intermittentes et de leurs conséquences environnementales.

### 1- RTE ne prend pas assez en compte les hypothèses de très forte hausse des besoins en électricité

Prévoir la consommation d'électricité en France à horizon 2050 est un exercice de haute incertitude. Dans la phase de consultation préalable à la rédaction du rapport, RTE a reçu une pression forte des mouvements écologiques prônant la sobriété, c'est à dire la décroissance des besoins en énergie et en électricité, par des « politiques volontaristes ». Il faut comprendre « en forçant les Français à consommer moins en modifiant leur mode de vie ». Ce genre de choix relève de la politique et le Céréme ne prend pas parti à ce sujet.

**En revanche, le Céréme veut alerter les Français sur le risque de pénurie d'électricité si les politiques de sobriété ne portent pas leurs fruits et si l'on a calibré les investissements de production sur des hypothèses de consommation trop basses qui sont dépassées.**

Il n'y aura aucune difficulté à gérer un éventuel « trop plein » de production électrique, surtout s'il est pilotable grâce au nucléaire ou à l'hydraulique. La plaque électrique européenne et la balance commerciale française seront consolidées par des exportations d'électricité décarbonée produite en France.

En revanche, l'hypothèse inverse d'un accroissement des besoins d'électricité qui créerait une pénurie, aurait en France des conséquences dramatiques sur le mode de vie, l'activité économique, la croissance et l'emploi.

Cette asymétrie milite pour viser plus haut plutôt que plus bas dans les hypothèses de production 2050. Concrètement, les hypothèses de forte consommation reposent sur les constats suivants :

- + Il est difficile de forcer les Français à consommer moins dans un régime démocratique. Avec le scénario à forte relance du nucléaire, il sera possible de fournir aux Français, à des prix comparables à aujourd'hui, toute l'électricité dont ils auront besoin sans nuire au climat et avec beaucoup moins de nuisances à l'environnement qu'avec l'éolien ou le solaire. Tout en encourageant les Français à éviter le gaspillage.
- + Le véritable enjeu pour la France de la neutralité carbone, implique d'agir sur les secteurs consommateurs d'une autre énergie que l'électricité : sidérurgie, ciment, chimie, chauffage, transport .... Plus la France sera réindustrialisée, plus il faudra substituer l'électricité aux autres énergies pour respecter la neutralité carbone.
- + Enfin et surtout, le pari sur l'hydrogène "vert" nécessitera beaucoup d'électricité. On a vu que notre voisin, l'Allemagne, allait dépendre de plus en plus du gaz naturel. Et si la France développe suffisamment sa production d'électricité nucléaire, elle pourra prendre une position forte sur le marché de l'hydrogène. Il n'est pas difficile de comprendre que des électrolyseurs fonctionnant en continu grâce à l'atome seront plus performants que ceux qui devront attendre les jours de vent ou de soleil pour fonctionner.

Avec pour point de départ les 478 Twh consommés en 2019, le rapport RTE définit des fourchettes de consommation (y compris pertes réseau) de 645, plus ou moins 100 Twh, soit 645 Twh comme hypothèses de référence et une variante qui conduit à un maximum de 745 Twh. Différentes sources, comme l'Académie des Technologies aboutissent à des prévisions de consommation dépassant 800 Twh. Toutes ces prévisions sont, comme le souligne RTE, entachées de fortes incertitudes.

Mais le Céréme recommande que la fourchette haute de RTE, 745 Twh, soit prise comme hypothèse centrale de référence, avec l'objectif de réaliser les trois grandes ambitions qui peuvent redonner à la France sa puissance économique et industrielle : un

plus grande relance du nucléaire civil, une réindustrialisation réussie et une prise de position forte sur l'hydrogène vert.

### **2- RTE retient des hypothèses très discutables sur les moyens permettant de faire face aux pointes de consommation**

Si la septième partie du rapport RTE détaille par quels moyens le réseau pourrait faire face aux pointes de consommation selon les différents choix du mix de production, ces ressources à mettre en place, appelées « bouquets de flexibilité », indispensables pour équilibrer le réseau et éviter le black-out, mériteraient d'être mieux expliquées aux Français.

Le point de départ suppose d'estimer la puissance nécessaire pour répondre à la demande les jours de pointe, comme par exemple en janvier-février, mois souvent les plus critiques pour les réseaux. Avec les hypothèses hautes de consommation, celles qu'il faut prendre par sécurité, la puissance nécessaire pour passer les pointes pourraient atteindre 120 à 130 GW.

RTE détaille les réserves de puissance seulement dans son hypothèse moyenne de consommation et considère qu'un plus grand allongement de la durée de fonctionnement du parc nucléaire actuel, servirait de réserve de sécurité pour adapter la production aux scénarios de plus forte consommation d'électricité, notamment pour la production d'hydrogène vert.

Concrètement les bouquets de flexibilité reposent principalement sur trois paris : celui sur la flexibilité des usages, c'est-à-dire sur des coupures acceptées par les consommateurs, celui sur de nombreuses nouvelles centrales thermiques à construire, sur le modèle allemand, fonctionnant au gaz vert, pour compenser l'intermittence de l'éolien et du solaire, celui, enfin, de grandes unités de batteries.

Ces nouvelles centrales à gaz et ces grandes unités de batteries représentent des coûts très incertains, notamment selon les prix du gaz vert pour les nouvelles centrales thermiques et selon la durée de vie pour les batteries. L'impasse est faite à ce stade sur l'acceptabilité de ces nouvelles installations. Il n'est qu'à voir l'opposition suscitée par la centrale à gaz de Landivisiau pour imaginer les réactions de nos concitoyens si l'on ajoute aux nuisances des nouveaux parcs éoliens et solaires, celles de grandes unités de batteries et de dizaines de nouvelles centrales à gaz, indispensables dans les scénarios à forte composante d'énergies renouvelables intermittentes.

Un quatrième pari, encore plus incertain et lourd de conséquence, est que la France dépende plus fortement d'électricité importée des pays voisins en construisant des lignes d'interconnexion permettant d'accroître le flux d'échange. Comment accepter, outre les nuisances environnementales de ces nouvelles lignes, la dépendance dans laquelle se trouverait notre pays vis-à-vis des niveaux de production et d'exportation de nos partenaires ?

Au moment où un conflit sur la pêche est l'occasion d'évoquer sérieusement un chantage à l'approvisionnement électrique des îles anglo-normandes, **les Français ont-ils conscience que les scénarios RTE vont faire dépendre leur approvisionnement en électricité aux périodes critiques du bon vouloir de nos voisins ?**

RTE évacue cette menace (p.263) en totalisant toutes les énergies importées à ce jour, y compris les produits pétroliers, pour conclure que notre dépendance aux importations va diminuer. Cet argument est particulièrement spécieux, s'agissant de comparer du pétrole stockable et surabondant, avec de l'électricité dont il faudra disposer heure par heure et à des prix spots totalement hors de contrôle. La remarque vaut pour le gaz vert importé.

Selon les scénarios ces flexibilités - coupures, importations, batteries et nouvelles centrales à gaz - pourraient atteindre 50 GW dans le scénario avec le plus de nucléaire et jusqu'à 100 GW dans le scénario avec le plus de renouvelables. **Autrement dit, les scénarios sans nucléaire feraient reposer à plus des 3/4 la disponibilité de la puissance de pointe, sur des centrales à gaz, des batteries et des importations.** Un chiffre bien peu signalé par les politiques ou les associations favorables aux énergies renouvelables..Et un grand risque d'écroulement du réseau si l'une de ces « roues de secours » vient à manquer.

Nous verrons au contraire que dans le scénario proposé par le Céréme ces flexibilités ne créent pas de dépendance accrue au gaz, ni aux importations, ni aux batteries.

### **3- L'absence d'étude fiable de l'impact carbone des scénarios avec beaucoup de renouvelables**

Les études climatiques réalisées par le Céréme conduisent à la conclusion que les périodes pendant lesquelles il faudra suppléer l'absence de vent et de soleil par des centrales à gaz correspondent à près

d'un tiers des jours de l'année, soit plus de cent jours, alors que RTE évoque plutôt 20 à 30 jours.

Le Céréme en déduit que **les besoins de gaz pour compenser l'intermittence ont toutes chances d'être plus élevés que dans les scénarios fournis par RTE, ce qui provoquera une hausse des émissions de CO<sub>2</sub>, sauf à parier sur une très improbable offre suffisante de gaz « vert ».**

À ce sujet, il faut garder en tête que produire de l'hydrogène à partir d'électricité, pour le brûler ensuite pour produire de l'électricité, - power to gas to power - ne restitue que 30 % de l'énergie d'origine, rendement très faible qui entraînera des coûts de revient très élevés de l'électricité thermique venant du gaz vert.

Si l'on fait l'hypothèse plus réaliste que les centrales thermiques qui suppléeront l'intermittence du solaire et de l'éolien utiliseront du gaz naturel, ce seront 51 MT de CO<sub>2</sub> qui viendront détériorer le bilan carbone dans le scénario N1, soit une hausse de 120% par rapport aux 23 MT émises en 2019.

Cette détérioration serait, avec les mêmes hypothèses d'insuffisance de gaz vert, bien supérieure dans les scénarios avec sortie du nucléaire.

### **4 - Les enjeux environnementaux sont peu mis en valeur**

Outre l'empreinte carbone, les enjeux environnementaux du mix électrique (chapitre 12) portent sur les nuisances comme l'artificialisation des sols, la biodiversité, la préservation du patrimoine naturel et des paysages, les déchets et les consommations de matières premières.

RTE signale quelques points de vigilance dont l'extension au sol des installations éoliennes ou solaires et des lignes nouvelles de raccordement. Mais ces éléments tendent à disparaître dans la synthèse et les autres dimensions sont ignorées alors qu'elles sont d'une grande sensibilité pour nos concitoyens.

Enfin, l'argument de la diversité des sources d'électricité est présenté comme un avantage en soi, contre toute analyse des réalités industrielles. **Le Céréme considère au contraire qu'un pays se doit de se concentrer sur ses points forts de compétitivité et que la productivité et la sûreté des installations sont bien meilleures avec des grandes séries et une spécialisation, surtout pour une énergie comme le nucléaire pour laquelle les effets d'expérience sont essentiels. Ce qui nous conduit à présenter un scénario alternatif à ceux de RTE.**

## III - La proposition du Céréme : un programme d'avenir pour la France (scénario N4)

Constatant dans la première partie que les pays ayant fait le choix d'investir massivement dans l'éolien et le solaire n'atteindront probablement pas leurs objectifs climatiques,

Constatant ensuite que les scénarios « Futurs énergétiques 2050 » de RTE conduiront la France aux mêmes errements, auxquels s'ajoutera une perte de souveraineté énergétique,

Considérant que ces errements ne sont soutenables ni pour la planète, ni pour la France,

**Le Céréme propose un schéma alternatif qui permettrait d'atteindre les cinq objectifs suivants :**

- 1. se rapprocher de la neutralité carbone en 2050 (objectif de l'Union européenne)**
- 2. passer les pointes de consommation les plus critiques en toute sécurité d'approvisionnement**
- 3. garantir la qualité du service rendu**
- 4. renforcer par un prix bas la compétitivité de notre industrie et le pouvoir d'achat des ménages**
- 5. protéger l'environnement, bien commun des Français.**

Ces objectifs regroupés en trois thèmes sont détaillés en Annexe.

### **Axe 1 : N'investir que dans les énergies électriques décarbonées et pilotables**

- + Lancer un plan de développement soutenu du nucléaire - sur base d'EPR2 - en retrouvant les cadences des années 80 : mise en place d'une capacité nucléaire de 100 à 115 GW en 2050-2060 selon les besoins de consommation.
- + Adapter la durée de vie des réacteurs existants, le cas échéant jusqu'à 80 ans, à trois paramètres :
  - niveau de consommation attendu en 2050
  - consommation de pointe attendue

- respect des normes de sûreté et de rentabilité économique.

- + Investir en R&D sur les nouvelles technologies du nucléaire, neutrons rapides, petits réacteurs modulables et, pour l'avenir plus lointain, les réacteurs à fusion nucléaire. Seul ce double effort industriel avec les EPR 2 et de R&D sur les nouvelles technologies permettra à la France de tenir son rang parmi les leaders mondiaux de ce secteur.
- + Renforcer à la marge nos capacités hydrauliques, Step incluses, ainsi que nos capacités en cogénération à base de biomasse et traitement de déchets.

### **Axe 2 : Compléter le dispositif par un nombre très limité de capacités de gaz.**

Ces centrales seront en mesure de compléter le passage de la pointe à hauteur maximale de quatre à cinq semaines par an.

### **Axe 3 : Cesser tout soutien financier aux énergies renouvelables intermittentes dont la production est inutile dans le scénario proposé.**

Ceci permettra de financer le programme nucléaire par redéploiement des ressources, sans hausse des prix de l'électricité pour les consommateurs.

En effet, en cessant d'aider les renouvelables on économise à la fois le coût contractuel payé au producteur et le coût des investissements gigantesques pour adapter le réseau, tout en bénéficiant d'un meilleur amortissement des coûts des centrales nucléaires qui ne seront pas obligées de diminuer leur production au très fiable coût marginal pour faire place temporairement à la production des énergies intermittentes.

### **Le scénario N4 du Céréme atteint les objectifs de la transition écologique.**

Le tableau ci-après met en lumière, par comparaison aux scénarios de RTE, les atouts suivants :

- + 2 à 3 fois moins d'émissions de CO<sub>2</sub> ;
- + un système pilotable et un passage de la pointe quoi qu'il arrive ;
- + 2 à 3 fois moins coûteux que N1 et N03 respectivement, en niveau d'investissement.

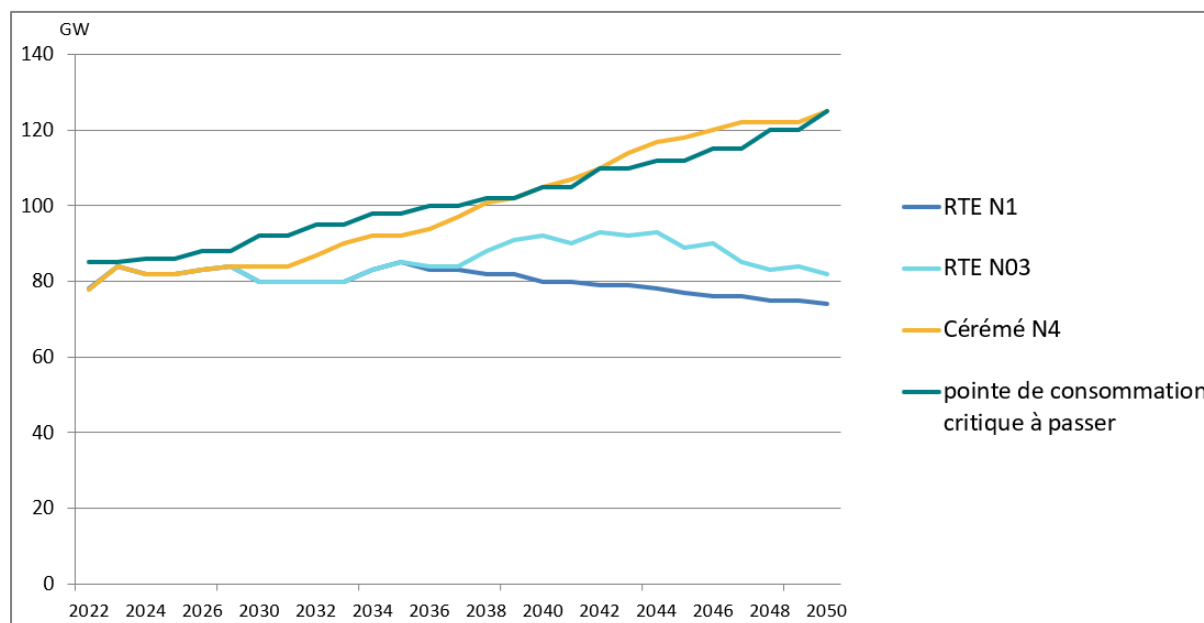


## Comparaison des scénarios N1 et N03 de RTE et du scénario N4 du Céréme

Indicateurs de synthèse	2019	2028 fin de PPE	2050			observations
			N1 de RTE	N03 de RTE	Céréme N4 (*)	
% électricité dans conso énergie	29%	32%	65%	68%	73%	N1 et N03 RTE insuffisants en niveau d'électrification attendu en 2050
% de renouvelables dans conso énergie	14%	15%	58%	44%	25%	Trop de renouvelables intermittents dans N1 et N03 nuisent à la décarbonation complète du système électrique
% de décarbonés dans conso énergie	38%	43%	77%	79%	92%	
% de renouvelables dans l'électricité	22%	36%	62%	44%	15%	Trop de renouvelables intermittents dans N1 et N03 nuisent à la pilotabilité du système électrique
% de pilotables dans l'électricité	91%	76%	49%	67%	94%	
émissions de CO <sub>2</sub> (mT/ an)	324	239	97	76	36	N1 et N03 demeurent éloignés de la neutralité carbone attendue en 2050
capacité disponible face à la pointe attendue en 2050 (120-130 GW)	81	81	74	82	125	Les hypothèses de flexibilité optimistes de N1 et N03 ne permettent pas de passer la consommation de pointe
coût d'investissement (Mds €)			707	486	228	N1 et N03 respectivement 3 fois et 2 fois plus chers que N4
impact environnemental		☹️	☹️	☹️	😊	

(\*) durée de vie des réacteurs actuels portée à 70 ans, conso 745 TWh/ an

## Passage de la pointe de consommation / simulations



On observe en début de période un déficit important pour passer la pointe et ce, quel que soit le scénario, en raison de la fermeture d'une douzaine de GW dans les six dernières années : centrales au fuel, centrales à charbon, et les deux réacteurs de Fessenheim. Ce déficit imposera de faire appel à des importations au prix fort.

Sur la suite du parcours menant à 2050, le scénario N4 permet de répondre à la demande, car

l'électrification massive des usages n'est pas attendue avant 2032-2035, ce qui laisse le temps de mettre en service les premiers EPR 2, tout en bénéficiant d'une prolongation de la durée de vie des réacteurs actuels.

Pour bénéficier plus rapidement d'un passage convenable de la consommation de pointe, le scénario N4 propose que les premières mises en service d'EPR 2 soient programmées pour 2032.

## Des coûts d'investissement optimisés

Coûts d'investissement (Mds €)	Nucléaire	Hydrauliques	Eolien terrestre	Eolien offshore	PV au sol	Réseaux	Complément gaz	TOTAL 2022-2050
<b>RTE N1</b>	59	20	88	270	141	120	9	<b>707</b>
<b>RTE N03</b>	92	20	61	144	85	80	4	<b>486</b>
<b>Cérémé N4</b>	174	20	5	14	4	10	1	<b>228</b>

### Bases de l'estimation des coûts unitaires d'investissement hors raccordements :

- + éolien terrestre - photovoltaïque - hydraulique : le coût des énergies renouvelables (Ademe 2020),
- + centrales gaz : coûts notoires 0,8m€/MW,
- + éolien offshore : le coût des énergies renouvelables (Ademe 2016, ici diminué à 4m€/MW),
- + réseaux : déclarations officielles de RTE et d'Enedis, renforcées par rapport RTE du 25 octobre 2021,
- + nucléaire : prise en compte des effets d'échelle induits par un programme industriel national de grande ampleur (pour 8 EPR 2 4,5m€/MW, pour 14 EPR 2 4m€/MW, pour un programme d'une trentaine d'EPR 2 3,5m€/MW) soit moins de 6Mds€ par unité.

### Durée d'analyse

Les coûts ci-dessus tiennent compte d'un rééquipement de l'éolien au bout de 20 ans et du photovoltaïque au bout de 15 ans. Le nucléaire et l'hydraulique ont une portée plus longue,

respectivement 80 et 100 ans, ce qui au minimum double l'avantage des scénarios du Cérémé.

## Un prix de l'électricité bas

Objectif : servir la compétitivité de nos entreprises et l'accès des ménages à une ressource à prix sécurisé.

### 1. Le prix du nucléaire (en €/MWh)

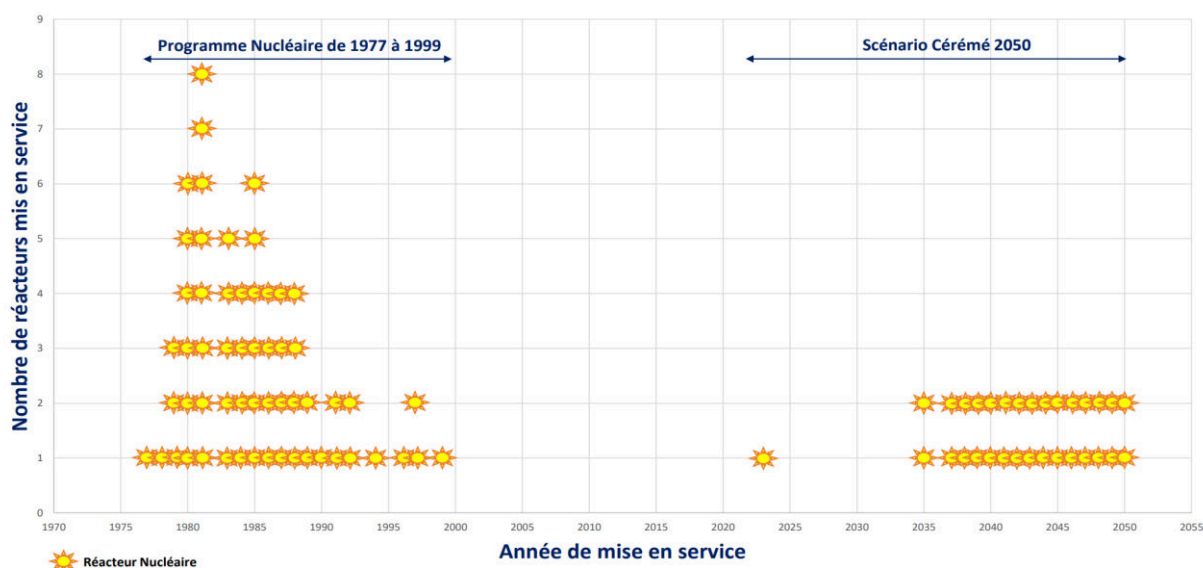
1-1. Les coûts de production associés au parc actuel (rappel)

- + coût cash d'exploitation : 33€
- + coût complet économique : 55€ (selon EDF), 49€ (selon CRE)

Rappel du coût overnight du parc existant : 1,5m€/MW installé, soit moitié moins qu'en Allemagne et trois fois moins qu'au Japon, en raison de l'organisation industrielle mise en place.

La France est capable de soutenir un tel programme industriel, comme on peut le mesurer par une comparaison entre le rythme de construction des années 1978-2000 et le rythme ici proposé :

## Programme nucléaire français depuis 1977 Vs Scénario Cérémé



1-2. Les déterminants du programme industriel proposé par le Céréme :

- + coût overnight d'un EPR 2 de série : 3500 €/kV installé soit < 6 Mds €/ EPR
- + amortissements, base 82% de disponibilité :
- + hors frais financiers et actualisation : 6 € sur durée de vie 80 ans
- + actualisé et avec frais financiers : niveau attendu convenable sous réserve d'une inclusion du nucléaire dans la taxonomie des énergies vertes conférant à EDF la capacité d'accéder au marché financier sans peser sur les finances publiques, comme ce fut déjà le cas pour les 54 réacteurs en place.
- + des charges d'exploitation optimisées sur des EPR de forte capacité (1650 MW).

⇒ **dès lors, le coût de production restera voisin de ses niveaux actuels.**

Piste complémentaire pour asseoir un prix bas de l'électricité : le prix payé par le consommateur est triple du prix de vente d'EDF au réseau. Il s'ajoute en effet à celui-ci, d'une part le prix des réseaux (charges d'exploitation de RTE et ENEDIS) et de leur renforcement figurant dans le compte analytique dit TURPE (tarif d'utilisation du réseau public d'électricité), d'autre part des taxes dont l'essentiel finance les aides aux ENR intermittentes, l'autre partie (la CSPE) n'ayant plus de raison d'être puisque depuis 2020 elle est pour l'essentiel versée au budget de l'État.

⇒ **voie de progrès n°1** : supprimer une part significative de ces charges, qui n'ont pas lieu de peser sur les entreprises et les ménages.

## 2. Le vrai prix des ENR intermittentes

Photovoltaïque : La tendance baissière de son coût de production et de son prix, incontestable, pourrait cependant s'inverser dans les prochaines années en raison de l'augmentation attendue du prix de ses composants.

Eolien terrestre : Rien ne vient confirmer les allégations de baisse de son prix, référence à la version 2020 du dossier précité le coût des énergies renouvelables de l'ADEME. La baisse des prix constatée lors de récents appels d'offres pilotés par la CRE (Commission de Régulation de l'Energie) disparaîtra si, de facto, le gouvernement renonce à la généralisation desdits appels d'offres, comme il apparaît par le truchement subtil de l'encouragement aux projets de parcs éoliens citoyens et participatifs de

petite dimension (6 mâts ou moins de 6 mâts ; < 18 MW) qui seraient dispensés de cette obligation, bénéficiant alors des errements des prix garantis en cours depuis 2017. A noter que RTE souligne dans son rapport que les projets les plus puissants et les moins chers ne seront plus acceptés par la population.

Eolien offshore : Rien ne vient confirmer les allégations de baisse de son prix, ni les appels d'offres les plus récents ni le constat que l'ADEME a supprimé les éoliens offshore (posé au sol ; flottant) de la version 2020 de son dossier précité « le coût des énergies renouvelables ». Dans ses Futurs énergétiques 2050, RTE divise par 2 le coût annoncé de l'offshore par rapport au coût figurant dans l'édition 2016 du dossier *le coût des énergies renouvelables*. Sans justifier cette baisse. Elle confirme en outre avoir des « incertitudes élevées » sur l'éolien flottant.

Paradoxalement, ces énergies « dont le coût ne cesse de baisser » exigent encore à ce jour des centaines de Mds € sous la forme de garanties techniques telles que la priorité d'injection dans le réseau public ou de garanties d'achat et de prix. Si leurs coûts avaient baissé autant que le proclament les opérateurs et le ministère, alors d'eux-mêmes ils proposeraient d'en réduire les subventions et garanties actuelles.

⇒ **voie de progrès n°2** : supprimer les garanties de toute nature données aux énergies intermittentes, qui sont en réalité des avantages exorbitants, entraînant des charges qui pèsent sur les entreprises et les ménages.

## EN SYNTHÈSE SUR LA QUESTION DU PRIX

Le Céréme propose que l'État renonce à octroyer ces garanties aux énergies renouvelables intermittentes et supprime les taxes sur l'électricité qui les financent directement (subventions) ou indirectement (TURPE), avec deux impacts positifs essentiels :

- + EDF auquel on aura enfin rendu les moyens de redevenir le champion qu'il fut, au bénéfice de la France toute entière, pourra alors monter son prix de vente de 5 à 10 c/kWh, dégageant un cash-flow lui permettant de financer le nouveau nucléaire sans aide de l'État, sans peser sur les finances publiques ni sur les entreprises et les ménages.
- + La France conservera son avantage compétitif sur le prix de l'énergie, profitant à ses citoyens, à son industrie et à l'emploi via la réindustrialisation.

# CONCLUSION GÉNÉRALE

**Partant du constat que les pays qui ont fait le choix d'investir dans l'éolien et le solaire voient le prix de leur électricité augmenter durablement et leurs émissions de CO<sub>2</sub> ne pas diminuer, avec un recours au gaz fossile et une dépendance énergétique accrus,**

**Constatant que les scénarios de RTE « Futurs énergétiques 2050 » mèneront la France à des errements comparables,**

**Le Céréme propose aux pouvoirs publics une alternative présentant les avantages suivants pour la France :**

- + une capacité de production électrique indépendante et permettant de répondre aux besoins nés de l'électrification croissante des usages ;
- + un programme nucléaire ambitieux à base d'EPR 2, générateur d'économies d'échelles, menant la France à conserver son avantage sur le prix de l'électricité, avec un double impact positif : d'une part, une compétitivité renforcée de notre industrie, et d'autre part, une sécurité accrue pour l'approvisionnement des ménages ;
- + des coûts d'investissement divisés par 2, voire par 3, par rapport aux scénarios de RTE ;
- + un haut degré de décarbonation de notre économie ;
- + un passage des pointes de consommation sans défaillance ;
- + un moindre impact environnemental.

**La relance plus ambitieuse du nucléaire telle que proposée constitue, certes, un défi industriel qui ne sera gagné qu'avec une grande mobilisation des entreprises de la filière et avec une impulsion forte de l'Etat.**

**Mais, compte-tenu des immenses avantages de ce scénario, il est essentiel que RTE l'intègre dans ceux que présentera son rapport définitif.**

**Il faudra aussi, le moment venu, définir les réformes à entreprendre dans le cadre législatif et réglementaire pour simplifier les procédures, sans sacrifier en quoi que ce soit la sûreté.**

**Il faudra en même temps revoir l'organisation de la filière, depuis les écoles de formation jusqu'à la conduite des chantiers pour reconstituer le vivier des compétences techniques nécessaires à cette remontée en capacité industrielle et retrouver la même efficacité que celle obtenue lors du premier programme nucléaire français.**

**Une telle mobilisation nationale devrait permettre de raccourcir les délais entre le lancement de la construction d'un réacteur et sa mise en service pour être prêt pour les échéances de 2035 et se donner des sécurités pour atteindre les objectifs 2050-2060.**

**ANNEXE**



## Les objectifs d'une politique française soutenable de l'énergie

### Les objectifs environnementaux

#### 1. Contribuer à la lutte contre le réchauffement climatique

- + Réduire les émissions nettes de CO<sub>2</sub> des solutions retenues, y compris émissions des solutions auxquelles elles sont associées quand elles-mêmes font défaut.
- + Diminuer les consommations (programmes d'efficacité énergétique).
- + Réduire les émissions de méthane et autres GES
- + Les réduire au plus vite

#### 2. « Do no harm », ne pas nuire au Bien commun de l'environnement et de la santé

- + Paysages et patrimoine : Biens Unesco, GSF, SPR, MH classés
- + Biodiversité : sols, habitats, zones humides, avifaune, chiroptères
- + Cadre de vie des riverains et leur santé
- + Gestion des déchets et des polluants

#### 3. Toujours respecter les textes fondamentaux

Charte de l'Environnement, Déclaration de Lausanne, Stratégie Nationale Biodiversité, Art. 411-2 code de l'environnement

### Les objectifs énergétiques stricto sensu

#### 1. Remplir les critères d'efficience retenus par l'Etat

- + fourniture sans faiblesse constatée au moment de la consommation de pointe (120 à 130 GW compte-tenu de l'électrification massive des usages attendue pour 2050)
- + qualité dans la production et la fourniture du courant : pilotabilité du système
- + Efficience : rapport de l'efficacité constatée aux moyens dépensés pour l'obtenir.

Quatre contre-exemples :

- + réseaux de batteries stationnaires stockant de l'électricité pour quelques heures seulement,

- + recours à des importations non sécurisées dans leur prix,
- + doublonnage des renouvelables par des capacités fossiles et surdimensionnement du réseau public,
- + sous-dimensionnement des moyens en raison d'une croyance en le foisonnement des EnR ou en l'efficacité 100% de flexibilités sur volontariat (électricité des batteries de véhicules, effacements tournants ...).

#### 2. « Do no harm », ne pas nuire aux activités sans raison impérative d'intérêt public majeur

- + Promotion de la culture et tourisme (7% du PIB, jusqu'à 13% en région Sud-de-France)
- + Agriculture : ne pas manger de terres agricoles ni forestières
- + Pêche : ne pas diminuer la ressource halieutique (zones d'exclusion, dérangement des espèces)
- + Potentiel de relocalisation industrielle

### Les objectifs économiques et sociaux

#### 1. Rencontrer la capacité financière du pays.

- + Drainer les fonds sur les seules énergies efficaces. Dans l'analyse comparée, ramener le niveau d'investissement à la durée de vie effective des équipements.
- + Ajuster le niveau des dépenses atterrissant dans la facture ou les impôts (entreprises et ménages). Redimensionnement des réseaux (électricité-gaz-chaleur) réf. TURPE (tarif d'utilisation du réseau public d'électricité), et systèmes de prix garantis (soutiens publics).

#### 2. « Do no harm », ne pas nuire à deux exigences

- + Stratégique : une sécurité d'approvisionnement durable
- + Sociale : acceptation des éventuelles contraintes, et acceptation du prix de l'énergie
  - Enjeux : compétitivité de notre économie et paix sociale (réf. gilets jaunes)
  - Objet : prix de l'électricité et prix des carburants dont la production dépend de l'électricité (hydrogène)
  - Parmi les moyens : programmes industriels planifiés.



[WWW.CEREME.FR](http://WWW.CEREME.FR)

[CONTACT@CEREME.FR](mailto:CONTACT@CEREME.FR)  
63 RUE LA BOETIE  
75008 PARIS