

Commission perspectives système et réseau

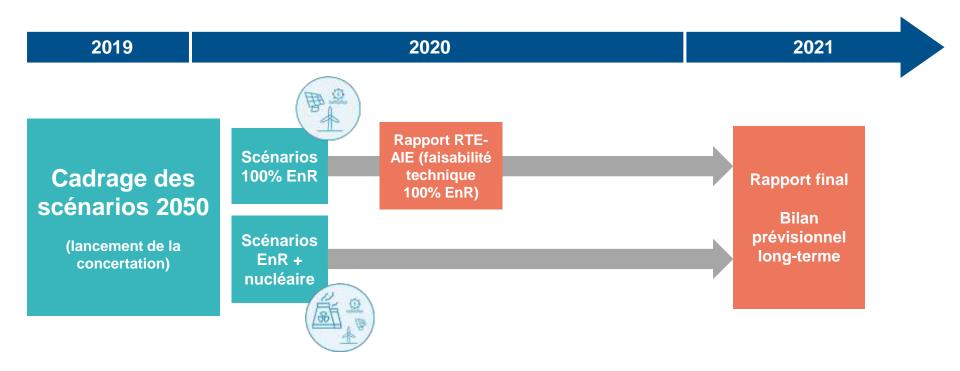
Réunion plénière du 28 février 2020



Cadrage stratégique des scénarios 2050



L'horizon 2050 : des scénarios encore à bâtir pour le prochain Bilan prévisionnel et pour répondre aux demandes de la ministre





Les scénarios 2050 : le cadrage général

- Les prochains scénarios de long terme :
 - 1 seront articulés autour de l'objectif de neutralité carbone en 2050 et des trajectoires de la SNBC
 - éclairage pour le débat public sur le mix EnR / nucléaire à long terme et les filières industrielles
 - 2 seront présentés sous la forme de trajectoires (pas uniquement le point d'arrivée)
 - > identification des chemins possibles pour atteindre la neutralité carbone
 - mise en évidence des jalons de décision et de la valeur d'option des différentes technologies
 - (3) intègreront une modélisation des conséquences du changement climatique sur le système
 - angle mort des études existantes
 - analyse de la résilience des scénarios à des évènements climatiques pré-identifiés
 - 4 résulteront d'une modélisation complète du système à l'échelle européenne, et avec une représentation des couplages entre l'électricité et les autres vecteurs (gaz, chaleur...)
 - modélisation complexe mais nécessaire pour représenter les effets de foisonnement et l'équilibre entre besoins et services de flexibilité rendus par les différents moyens



Les scénarios 2050 : le cadrage général

Les scénarios seront décrits selon 4 axes principaux :



Analyse technique du système

Réponses aux questions récurrentes sur l'équilibre offre-demande, le maintien de la stabilité ou encore les besoins de réseau dans des scénarios avec beaucoup d'EnR ou de nouveau nucléaire



Description des enjeux environnementaux

Analyses sur les émissions de gaz à effet de serre (en empreinte) mais également au-delà avec une évaluation des enjeux en matière de biodiversité, de ressources, d'occupation des sols...



Chiffrage économique

Chiffrage des coûts complets du système vus de la collectivité (= le bon outil pour la décision publique)



Description des enjeux sociétaux

Prise en compte des dynamiques sociétales en amont de la définition des scénarios et explicitation des implications sur les modes de vie



Un dispositif de concertation renforcé

- 9 GT thématiques mis en place (7 GT lancés à date) sous l'égide de la CPSR
- Participants : experts de chaque domaine et l'ensemble des parties prenantes intéressées
- Méthode : pour chaque réunion, un document de cadrage est diffusé (méthodologie et hypothèses associées à chaque thématique).
- Calendrier : les documents de cadrage évoluent en fonction des retours des acteurs
- Pour compléter les échanges en concertation, une consultation publique sur le cadrage et les hypothèses des scénarios est prévue au printemps 2020





Commission perspectives système et réseau



Instances de partage des hypothèses et résultats au niveau technique

- · GT 1 « référentiel climatique »
- GT 2 « consommation »
- GT 3 « cadrage et scénarisation »
- GT 4 « interfaces électricité et autres vecteurs »
- · GT 5 « dynamiques sociétales »
- GT 6 « environnement »
- GT 7 « flexibilités »
- GT 8 « fonctionnement du système électrique »
- GT 9 « coûts »



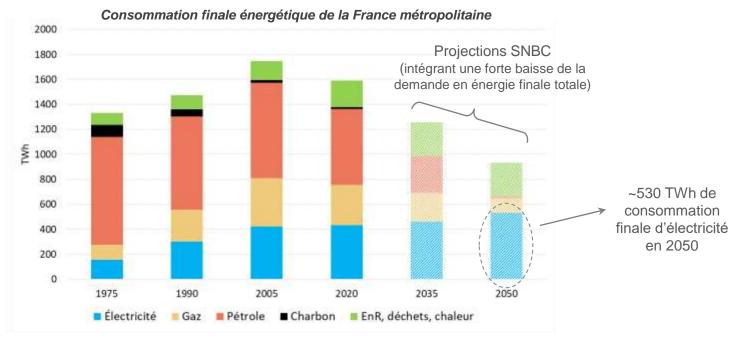
Consultation publique

Sur les différents éléments de cadrage et hypothèses (prévue au printemps 2020)



L'évolution de la consommation en énergie finale

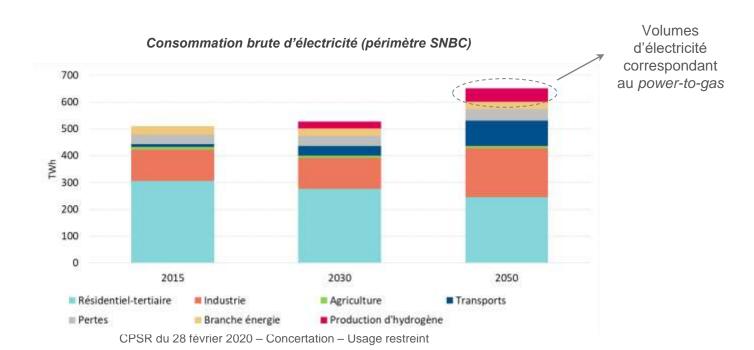
- La décarbonation du système énergétique implique une croissance de la part de l'électricité, qui peut être produite à partir de sources décarbonées, dans la consommation d'énergie finale
- La croissance est faible en absolu mais résulte de deux mouvements opposés et structurels (efficacité énergétique/sobriété + transferts d'usage dans le transport, l'industrie et le bâtiment)





La demande d'électricité dépend également des couplages avec les autres vecteurs

• En ajoutant les pertes et l'utilisation de l'électricité pour d'autres usages énergétiques (notamment couplage avec le secteur du gaz via l'hydrogène), la projection de demande totale d'électricité à couvrir en 2050 apparaît en hausse

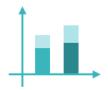




Caractérisation de l'analyse entreprise par RTE par rapport aux scénarios prospectifs sur la neutralité carbone

Atteindre la neutralité carbone nécessite :

De pouvoir couvrir les besoins en énergie décarbonée pour la consommation d'énergie à l'échelle annuelle (tous vecteurs confondus)



De pouvoir couvrir les **besoins en puissance disponible**, en particulier pour l'équilibre offre-demande électrique





Caractérisation de l'analyse entreprise par RTE par rapport aux scénarios prospectifs sur la neutralité carbone



1 Couverture des besoins en énergie décarbonée (tous vecteurs confondus) :

Un socle commun à tous les scénarios (SNBC, RTE et autres)

- 1) Mobiliser de manière accrue le gisement de biomasse pour l'énergie
- 2) Développer de manière soutenue les EnR électriques (éolien et solaire)



→ Tous les scénarios reposent directement ou indirectement sur ces moyens

Des options différentes pour décarboner

Utiliser des combustibles fossiles avec du CCS

Développer l'électricité d'origine nucléaire Baisser de manière importante la consommation (efficacité + sobriété)

Importer de la biomasse ou des gaz verts (biogaz, hydrogène, méthane...) Développer encore plus loin les EnR électriques (si industriellement possible et acceptable) → Les scénarios peuvent utiliser tout ou partie de ces différentes briques



La SNBC fait un certain nombre de choix sur l'approvisionnement en énergie décarbonée



Couverture des besoins en énergie décarbonée (tous vecteurs confondus) :

Un socle commun à tous les scénarios (SNBC, RTE et autres)

- 1) Mobiliser de manière accrue le gisement de biomasse pour l'énergie
- Développer de manière soutenue les EnR électriques (éolien et solaire)



Orientations de la PPE sur les EnR :

(contre ~200 TWh en 2019)

Objectif SNBC sur la biomasse : 430 TWh en 2050

~ 300 TWh en 2035

(contre ~120 TWh en 2019)

SNBC: pas de recours massif au CCS

Des options différentes pour décarboner

*Utiliser des combustibles fossiles avec du CCS

Importer de la biomasse ou des gaz verts (biogaz, hydrogène, • méthane...)

Développer l'électricité d'origine nucléaire

Développer encore plus loin les EnR électriques (si industriellement possible et acceptable)

Baisser de manière importante la consommation (efficacité + sobriété)_

> Pas de choix public EnR / nucléaire pour 2050 à ce stade

Objectif de diviser par deux la consommation d'énergie d'ici 2050 (nécessite de la sobriété)

SNBC propose d'éviter l'importation de biomasse susceptible de ne pas être

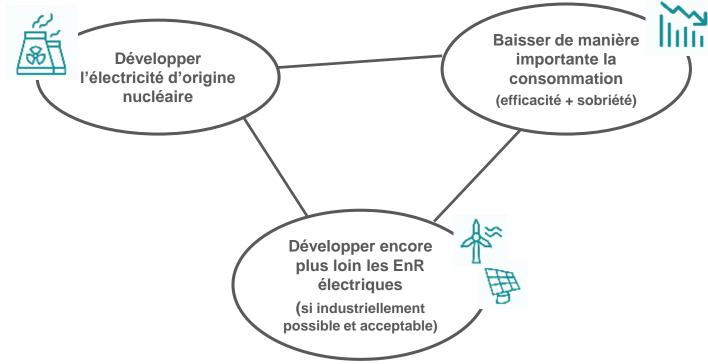
durable



Le triptyque ENR-nucléaire-consommation est donc au cœur de l'analyse 2050



(1) Couverture des besoins en énergie décarbonée (tous vecteurs confondus) :





Caractérisation de l'analyse entreprise par RTE par rapport aux scénarios prospectifs sur la neutralité carbone



2 Couverture des besoins en puissance électrique

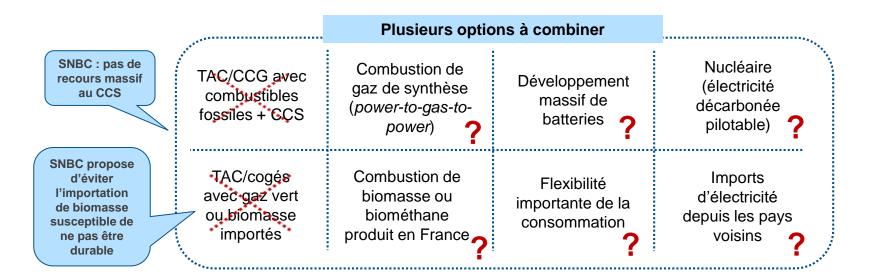
,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	Plusieurs optic		
TAC/CCG avec combustibles fossiles + CCS	Combustion de gaz de synthèse (power-to-gas-to- power)	Développement massif de batteries	Nucléaire (électricité décarbonée pilotable)
TAC/cogés avec gaz vert ou biomasse importés	Combustion de biomasse ou biométhane produit en France	Flexibilité importante de la consommation	Imports d'électricité depuis les pays voisins



La SNBC laisse ouvertes la plupart des options

 $\uparrow \sim$

2 Couverture des besoins en puissance électrique

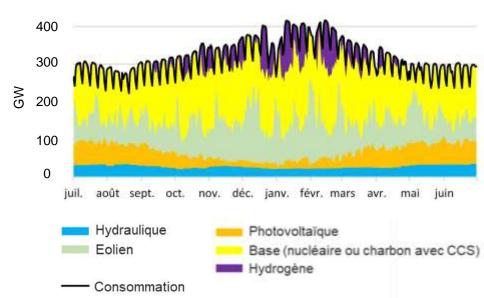




Des besoins de flexibilité en puissance différenciés selon les scénarios (1/2)

- Exemple : des scénarios dans lesquels il reste de la production « en base » en complément des EnR : nucléaire et /ou charbon ou gaz avec du CCS (option ouverte dans certains pays européens)
- Dans cet exemple, des besoins pour équilibrer l'offre et la demande sur certaines périodes de pointe (« la dentelle ») ...
- ... qui peuvent être assurés par des moyens de pointe à l'hydrogène, au biogaz, à la biomasse ou avec des combustibles fossiles associés à du CCS dans d'autres Etats européens

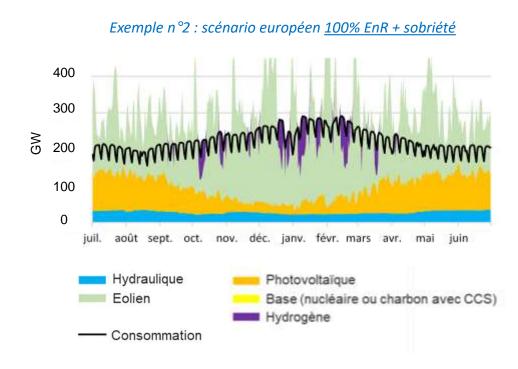
Exemple n°1 : scénario européen <u>50% EnR</u>





Des besoins de flexibilité en puissance différenciés selon les scénarios (2/2)

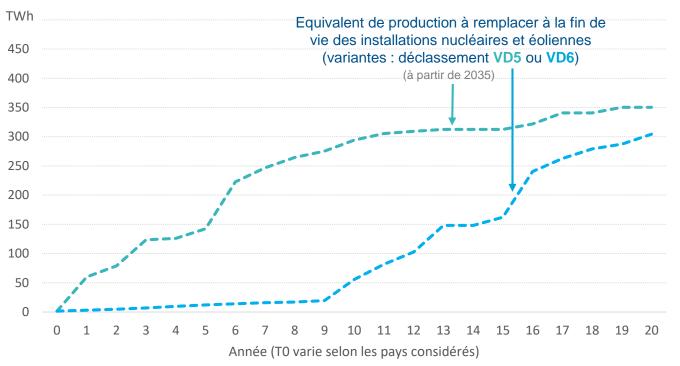
- Autre exemple : des scénarios dans lesquels la production de base n'existe plus du fait de la baisse de la consommation et d'un développement poussé des EnR variables
- L'équilibre reste assuré par quelques unités de pointe (à coûts fixes faibles et coûts variables élevés)
- Il existe fréquemment des périodes d'excédents de production renouvelable qui sont soit perdus, soit stockés (nécessite du stockage massif)





Un besoin important de nouvelles capacités de production d'électricité décarbonée pour couvrir le renouvellement du parc

Besoins de renouvellement de la production décarbonée à partir de 2035 (nucléaire + repowering éolien)



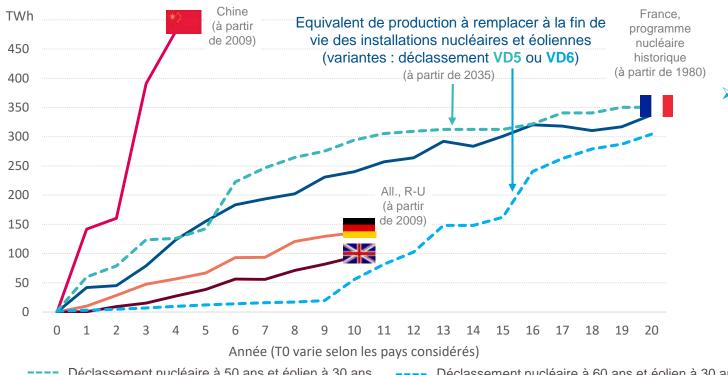
Renouveler le parc nucléaire historique tout en atteignant la neutralité carbone implique un développement très important de la production d'électricité décarbonée...

Déclassement nucléaire à 50 ans et éolien à 30 ans



Un besoin important de nouvelles capacités de production d'électricité décarbonée pour couvrir le renouvellement du parc

Besoins de renouvellement de la production décarbonée à partir de 2035 (nucléaire + repowering éolien) et comparaison avec des trajectoires réalisées historiquement



Un rythme de développement comparable à celui du programme nucléaire historique et potentiellement plus important que le programme de l'Allemagne ou du Royaume-Uni ces dernières années

Déclassement nucléaire à 50 ans et éolien à 30 ans ---- Déclassement nucléaire à 60 ans et éolien à 30 ans



Premier bilan des travaux des GT et orientations



La quasi-totalité des groupes de travail sont lancés

Groupes de travail	GT lancé	Réunions passées	Réunions à venir
GT 1 « Référentiel climatique »	✓	••	
GT 2 « Consommation »	✓	•••	Mars 2020
GT 3 « Cadrage et scénarisation »	✓	• •	Mai 2020
GT 4 « Interfaces électricité et autres vecteurs »	✓	• •	
GT 5 « Dynamiques sociétales »	✓	•	
GT 6 « Environnement »	✓	•	Juin 2020
GT 7 « Flexibilités »	0		Avril 2020
GT 8 « Fonctionnement du système électrique »	0		Avril 2020
GT 9 « Coûts »	✓	•	Mai 2020



Les effets du changement climatique (1/4)

 La prise en compte des effets du changement climatique reste un « angle mort » des études existantes sur l'évolution du système électrique à long terme



Historiques

d'observations en stations météorologiques



Données utilisées anciennement dans les études sur les système électrique (notamment dans les premiers BP)



Réanalyses climatiques

modélisations atmosphériques sur la base des historiques



Bases de données utilisées dans la plupart des études récentes sur le système électrique : approche limitée par le nombre d'années d'historiques (~30 au max)



Simulations climatiques à climat actuel



Base de données (Météo France) utilisée actuellement par RTE permettant de représenter la variabilité interne du climat avec un grand nombre de chroniques d'aléas (200)



Simulations climatiques dans des climats projetés



Base de données (Météo France) en cours de déploiement qui permet de prendre en compte un grand nombre de chroniques météorologiques dans des contextes de climat projetés en 2050, tenant compte des effets du changement climatique



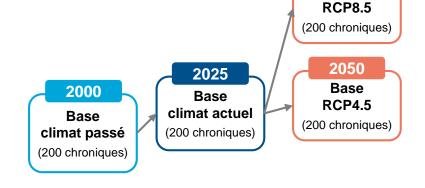






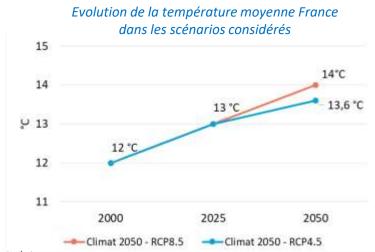
Les effets du changement climatique (2/4)

- Quatre référentiels climatiques, avec des trajectoires climatiques basées sur les scénarios du GIEC :
 - Un référentiel « climat 2000 »
 - Un référentiel « climat 2025 »
 - Deux référentiels « climat 2050 » associés aux trajectoires RC4.5 et RCP8.5
- Démarche assumée : utiliser des trajectoires qui ne sont pas compatibles avec les objectifs de l'accord de Paris mais qui permettent de tester la résilience du système et d'identifier les effets liés spécifiquement à des trajectoires de réchauffement différentes
- Des travaux en cours, en partenariat avec l'IPSL, pour situer les données de la base climatique utilisée par RTE par rapport à d'autres bases ou références existantes



2050

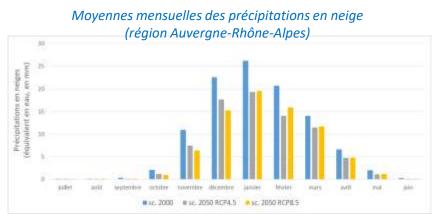
Base



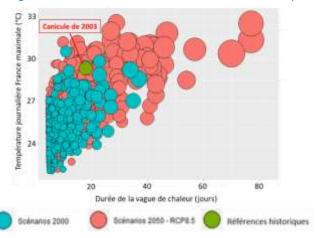


Les effets du changement climatique (3/4)

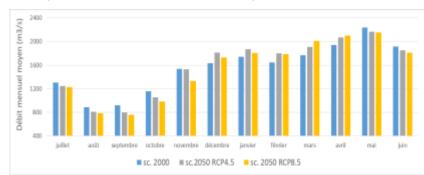
- La base climatique issue de travaux de RTE en partenariat avec Météo France permet de prendre en compte les effets liés au changement climatique...
- ... notamment les effets liés à l'évolution de la température et de la fréquence des vagues de chaleur et périodes de sécheresse...
- ... mais également l'effet sur les précipitations et les débits des rivières (précipitations en neige en baisse à 2050 et des débits plus faibles en moyenne l'été)



Vagues de chaleur issues des simulations climatiques



Moyennes mensuelles des débits à un point de mesure du Rhône

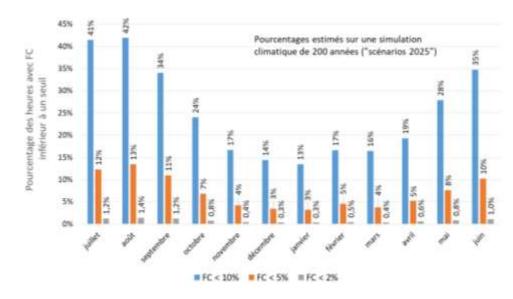




Les effets du changement climatique (4/4)

- Le référentiel climatique issu des travaux communs avec Météo France permet également de représenter finement les corrélations associées aux variables climatiques :
 - Sur le plan temporel : permet par exemple de capter les périodes longues de faible vent
 - Sur le plan géographique : corrélation / foisonnement possible entre la production renouvelable à l'échelle européenne

Probabilité d'occurrence de facteurs de charge éoliens faibles (inférieurs à 10%, 5%, 2%) aux différents mois de l'année





Validation cadrage par la CPSR

Pour décision : validation de l'utilisation des bases « climat actuel », « RCP4.5 », « RCP8.5 »



Le cadrage macro-économique : le PIB

- La corrélation entre consommation d'énergie et PIB a baissé au cours des dernières décennies, dans le sillage de la tertiarisation des activités
- Pour autant, l'évolution du PIB et du contexte économique de la France et l'Europe reste déterminant pour l'évolution de la consommation d'énergie à long terme (horizon 2050), et figure donc parmi les hypothèses de scénarios 2050



- Trajectoire de référence étudiée : croissance tendancielle (entre 1% et 1,5% / an)
- Variante possible: croissance nulle (0%), pour tester la faisabilité d'une bascule vers l'économie bas carbone dans un contexte macroéconomique plus contraint



Validation cadrage par la CPSR

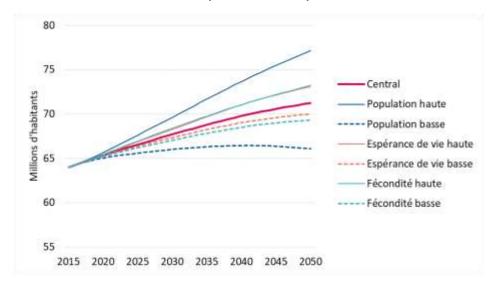
Pour orientation : discussion sur les trajectoires à retenir pour le PIB



Le cadrage macro-économique : la démographie

- Une trajectoire de référence commune aux différents scénarios, fondée sur le scénario central de l'INSEE
 - Croissance légère de la population pour atteindre 71 millions en 2050...
 - ... avec une diminution du nombre de personnes par ménage (-0,3% par an)
- Des variantes encadrantes pourront être construites sur la base des autres scénarios INSEE

Projections d'évolution de la population française (source : INSEE)





Validation cadrage par la CPSR

Pour décision : validation de la trajectoire de référence sur la démographie



Les dynamiques sociétales

- La construction des scénarios intègre en amont un cadrage sociétal. Les scénarios sont étudiés en lien avec leur impact sur le mode de vie (flexibilité, sécurité d'alimentation, etc.)
- Quatre types de variantes discutés dans le cadre de la concertation :
 - 1 Variantes sur le degré de sobriété des consommateurs
 - 2 Variantes sur l'acceptabilité des infrastructures (réseau, moyens de production et de stockage...)
 - Variantes sur la localisation de l'industrie (avec concurrence possible entre les objectifs de réduction de la consommation d'énergie et des émissions en France vs réduction de l'empreinte carbone)
 - 4 Variantes sur l'engagement de la société dans le développement des EnR (demandes et engagements des entreprises et des citoyens afin de favoriser le développement et l'approvisionnement par des sources renouvelables)



Validation cadrage par la CPSR

Pour orientation : discussion sur l'intérêt des différentes variantes



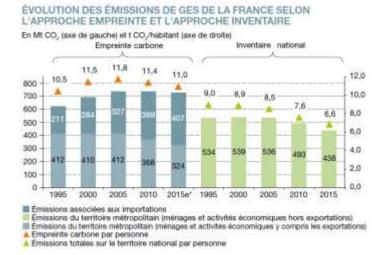
Zoom sur la variante n°3 : influence sur la relocalisation de l'industrie en France

Constat : les émissions reculent en France, mais l'empreinte carbone augmente.

 L'interaction entre les scénarios de localisation de l'industrie (France vs. Europe vs. monde) et les choix énergétiques en France (notamment coût du mix) a été identifiée comme une priorité dans la concertation

C'est un sujet complexe :

- Sur le plan technique : lien entre les émissions évitées dans l'inventaire national et l'analyse de l'empreinte carbone
- Sur le plan économique : nécessite de représenter l'évolution sur le long terme de la compétitivité de l'approvisionnement en électricité en France
- RTE considère comme une variante clé la question de la localisation et la priorise dans le programme de travail (GT « dynamiques sociétales », « environnement » et« coûts »)





Validation cadrage par la CPSR

Pour décision : validation de la priorité d'étude de la variante « relocalisation de l'industrie »



L'analyse environnementale

- Une analyse approfondie sur les émissions de GES :
 - o sur les trajectoires (ensemble de la période 2020-2050);
 - o en analyse de cycle de vie / empreinte;
 - sur l'ensemble des composantes du système (production, stockage, réseau…)
- Une analyse étendue à d'autres enjeux :
 - o biodiversité, qualité des écosystèmes, occupation des sols ;
 - o consommation de ressources (métaux...)

Changement climatique

Ressources

- Eau
- Fossiles
- · Utilisation des sols
- Minéraux et métaux

Santé humaine

- Effets cancérigènes
- Radiations ionisantes
- Effets non cancérigènes
- · Destruction couche d'ozone
- Création ozone photochimique
- · Troubles respiratoires

Qualité des écosystèmes

- Acidification terrestre et eau
- · Ecotoxicité eau douce
- · Eutrophisation eau douce
- · Eutrophisation marine
- · Eutrophisation terrestre

Indicateurs de mesures des impacts environnementaux



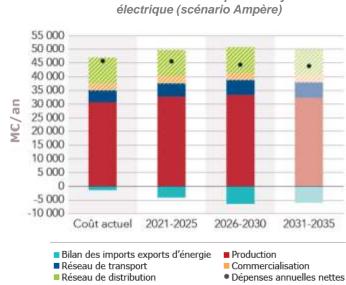
Validation cadrage par la CPSR

Pour orientation : priorités de l'analyse environnementale

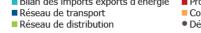


La description économique

- Des visions divergentes aujourd'hui sur l'évolution des coûts du système, qui résultent d'approches différentes :
 - Approche basée sur la comparaison de LCOE, sans évaluer les effets liés à la différence de services rendus entre les différentes filières
 - Approche supposant un système « redondé » pour pallier la variabilité des énergies renouvelables (avec 1 MW de puissance pilotable pour 1 MW d'EnR)
- Pour les scénarios 2050 :
 - Pas une approche LCOE...
 - Mais un chiffrage des coûts complets avec une approche « système »
 - Approfondissement de la méthodologie de chiffrage du BP2017 enrichie avec les études complémentaires



Estimation des coûts complets du système





Validation cadrage par la CPSR

Pour orientation : validation de l'approche de chiffrage proposée



Zoom sur l'analyse technique pour les scénarios 100% EnR



Le travail engagé par RTE en partenariat avec l'AIE porte en priorité sur la faisabilité technique d'un scénario 100% EnR

- Une interrogation récurrente, des avis souvent tranchés...
- Un mélange fréquent de différentes notions (maintien de la stabilité du système, faculté d'équilibrer la production et la consommation, accessibilité à un coût économique raisonnable)

1

Faisabilité technique



- → Analyse du système technique (ensemble production-réseauapplications électriques) permettant <u>de contrôler les flux et</u> satisfaire les besoins
- → Dimensionnement en capacité installée, ouvrages de réseau, marges opérationnelles & réserves requises, leviers de maintien de la stabilité

2

Désirabilité



→ Analyse des conditions induites sur l'approvisionnement en électricité et les modes de vie (quel besoin de flexibilité dans les usages avec des EnR intermittentes ? quelle distinction entre usages prioritaire et usages modulables ?)

3

Finançabilité



→ Analyse du coût pour la collectivité et ses différentes composantes



La faisabilité technique s'apprécie à trois niveaux

Quel équilibre production-consommation avec une production non-pilotable ?

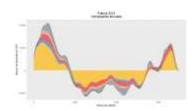
- Sécurité d'approvisionnement et besoin à la pointe, besoins de flexibilité et de stockage (ordres de grandeur), opérabilité du système au au travers la gestion des marges opérationnelles et des réserves
- Conséquences du réchauffement climatique (évolution des vagues de chaleur et vagues de froid)

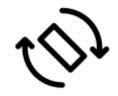
Comment maintenir la stabilité du système sans sources synchrones ?

- Compensateurs synchrones versus électronique de puissance
- Objectif de partage des résultats techniques

Quel réseau pour intégrer ces nouvelles sources de production ?

- Estimation de la faisabilité du développement de réseau
- Analyse de l'émergence des zones de fragilité









La question de l'inertie : passer de la R&D à une feuille de route opérationnelle

- RTE a déjà étudié des scénarios à fort développement des EnR variables comme Watt (70% ENR en 2035, consommation électrique faible, développement du back-up gaz) dans le BP 2017
- Dans ce type de scénario, un enjeu sur la stabilité du système était mis en avant sur l'horizon 2035.
 Le maintien de l'inertie du système constitue un enjeu important à ces échéances
- Deux solutions sont identifiées pour y répondre :
 - L'utilisation de compensateurs synchrones
 - Leur remplacement par des solutions algorithmiques appliquées à l'électronique de puissance pour contrôler la fréquence (« grid forming »)
- Les travaux de R&D lancés par RTE sur le sujet, notamment dans le cadre de consortiums européens, permettent d'apporter des réponses :
 - Une large littérature scientifique existe sur le sujet
 - Selon RTE, il existe un consensus sur la faisabilité de principe
 - Le débat sur les modalités de mise en place n'est en revanche pas tranché

Les prochaines étapes

- Sur le plan technique :
 - le rapport dressera un état des lieux des solutions techniques envisagées et précisera les ordres de grandeurs associées;
 - il comprendra une feuille de route qui formulera des recommandations sur les priorités de R&D et les jalons-clés en matière de maîtrise de certaines « briques technologiques » et « preuves de concept ».
- Les résultats seront restituées par rapport aux dynamiques d'évolution du secteur énergétique analysées par l'AIE et aux précédents résultats publiés par RTE. La méthode sera utilisée pour la suite des travaux.
- Prochaines étapes:
 - Conférence d'experts internationaux organisée par l'AIE(mars 2020, en anglais)
 - GT 8 « fonctionnement du système électrique » dans le cadre de la concertation (fin avril 2020, en français)



Trajectoires envisagées pour les scénarios d'étude



Le contexte européen et les stratégies de décarbonation dans les différents pays

- 1 Contexte « <u>autonomie</u> énergétique européenne »
- Autosuffisance énergétique de l'Europe s'appuyant sur l'ensemble des technologies : EnR, nucléaire, charbon+CCS et biogaz

- 3 Contexte « marché mondial des énergies fossiles et CCS »
- Recours important à du CCS, combiné à des imports de gaz naturel et de charbon, production de biogaz et de gaz de synthèse marginale

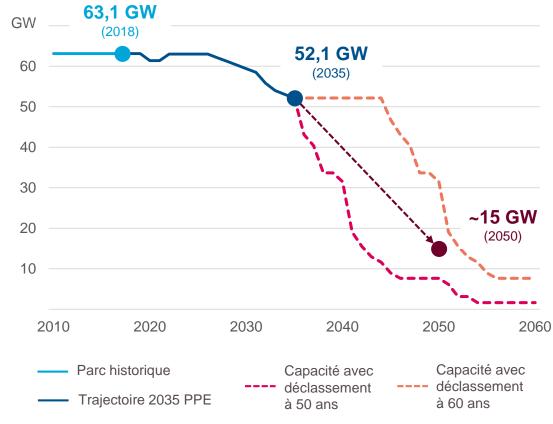
- Contexte
 « 100% EnR européen »
- Production d'énergie en Europe centrée sur les EnR (éolien, notamment en mer, et solaire)
- Production de gaz de synthèse en complément et stockage saisonnier pour l'EOD
- Peu/pas d'imports de gaz vert et de CCS

- Contexte « marché mondial des gaz de synthèse »
- Beaucoup d'import de gaz de synthèse (Afrique du Nord, Arabie Saoudite, Chili...)
- Peu/pas de recours au CCS



Trajectoires d'étude envisagées : nucléaire existant



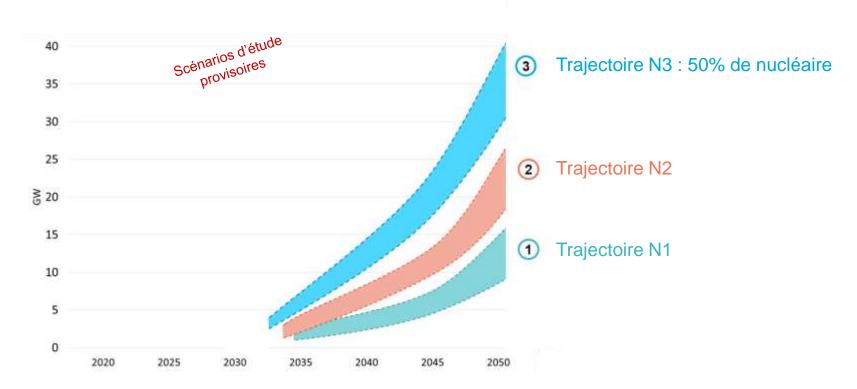


- Sur 2020-2035, la trajectoire est balisée par la PPE (fermeture des 2 réacteurs de Fessenheim en 2020 + 12 autres réacteurs entre 2025 et 2035)
- Sur 2035-2050, une trajectoire comprise entre une fermeture systématique des réacteurs à VD5 ou à VD6 (un principe : pas de prolongation au-delà de 60 ans)
- Un lissage des fermetures pour éviter « l'effet falaise » qui conduit à une capacité résiduelle de nucléaire existant d'environ 15 GW en 2050





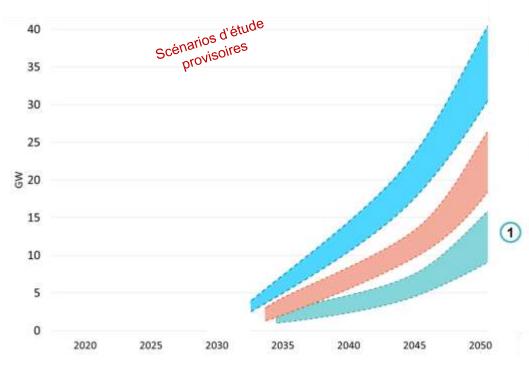
• Trois trajectoires contrastées de nouveau nucléaire pouvant être envisagées dans les scénarios :







Trois trajectoires contrastées de nouveau nucléaire pouvant être envisagées dans les scénarios :



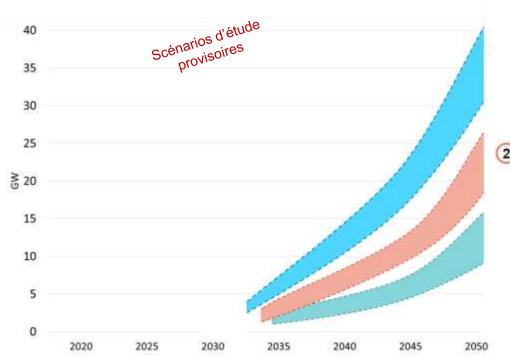
Trajectoire N1

- 6 à 10 nouveaux EPR en 2050
- Développement par paires sur des sites existants
- Rythme d'une paire tous les 5 ans environ à partir de 2035





Trois trajectoires contrastées de nouveau nucléaire pouvant être envisagées dans les scénarios :



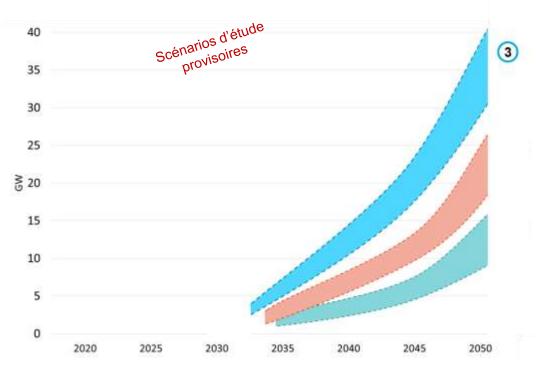
2 Trajectoire N2

- 12 à 16 nouveaux EPR en 2050
- Développement par paires sur des sites existants
- Rythme d'une paire tous les 2 ou 3 ans environ à partir de 2030-2035





Trois trajectoires contrastées de nouveau nucléaire pouvant être envisagées dans les scénarios :



Trajectoire N3 : 50% de nucléaire

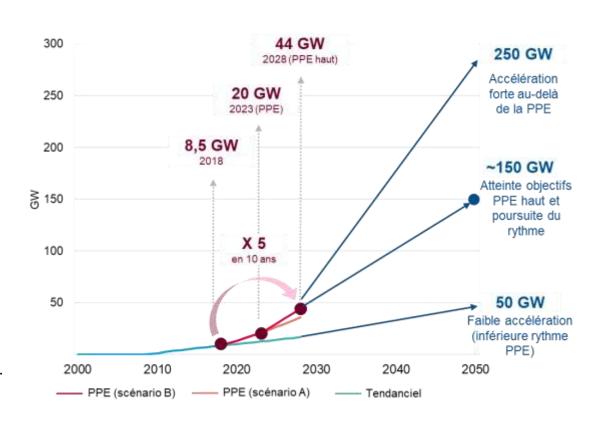
- Capacité requise pour atteindre 50% de nucléaire qui dépend de nombreux paramètres : demande, solde d'imports-exports, nucléaire existant, facteur de charge et modulation du nucléaire...
 - → La capacité cible n'est alors pas une hypothèse exogène mais résulte d'une analyse endogène (intégrant bouclage en énergie et puissance, prise en compte de la modulation induite par les ENR et modélisation des aléas)



Trajectoires d'étude envisagées : photovoltaïque



- Des visions très ouvertes sur le potentiel de développement du photovoltaïque à long terme
- Un rythme de développement qui dépendra de nombreux facteurs :
 - Localisation et acceptabilité des grands parcs au sol;
 - Essor de l'autoconsommation et des communautés énergétiques locales;
 - Capacités industrielles de la filière ;
 - Développement du stockage...

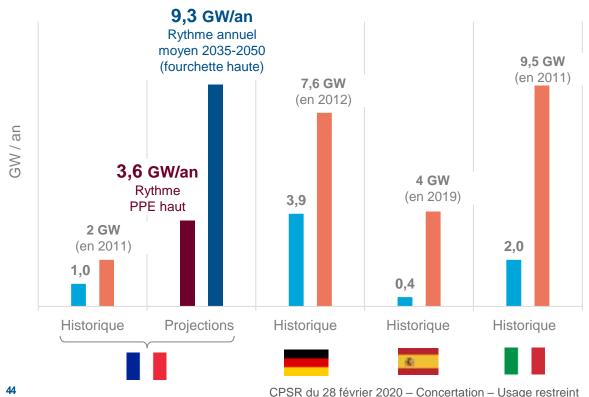






L'accélération du rythme PV est ambitieux mais semble atteignable au regard du rythme observé en Europe

Rythme de développement des installations photovoltaïque (en GW)



Horizon 2028:

Pour atteindre les objectifs fixés par la PPE, le rythme de déploiement doit tripler pour atteindre 3,6 GW/an

L'ambition est atteignable au regard du rythme observé dans des pays voisins qui ont opté pour une croissance accélérée du photovoltaïque

Horizon 2050:

L'hypothèse d'un développement généralisé du solaire (scénario haut) repose sur des ruptures (technologies, usages) avec un rythme de déploiement de l'ordre de 9,3 GW / an (seul exemple: Italie en 2011).

Rythme historique moven (2008-2018)

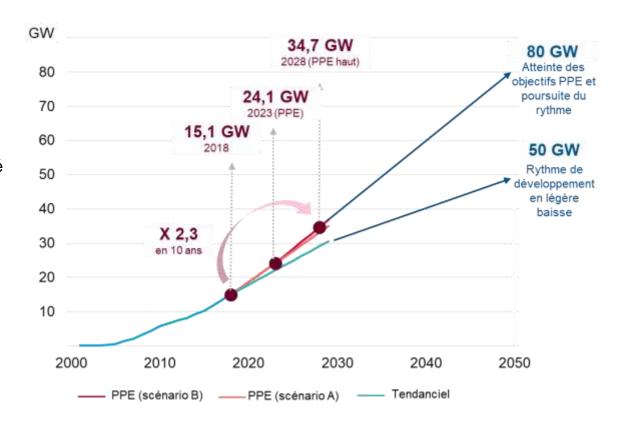
Capacité max installée en 1 an



Trajectoires d'étude envisagées : éolien terrestre



- Un développement de la filière éolienne terrestre plutôt dynamique ces dernières années (~1,5 GW/an)
- Un potentiel de développement à long terme qui peut être limité par des questions d'acceptabilité plutôt que des problématiques industrielles

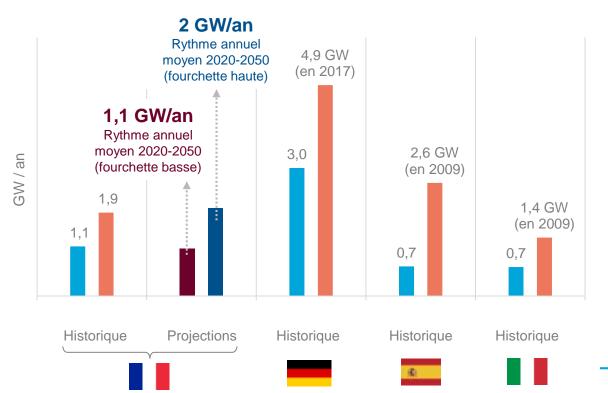




Un rythme de développement de l'éolien terrestre qui ne présente a priori pas de difficultés sur le plan industriel



Rythme de développement des installations éoliennes terrestres (en GW)



Horizon 2028:

Le rythme requis pour atteindre les objectifs fixés par la PPE (2GW/an), est atteignable au regard du rythme observé dans des pays voisins qui ont opté pour une croissance accélérée de l'éolien.

Horizon 2050:

Passé 2028, trajectoires plus lentes même dans le scénario haut avec des possibles limites dans l'occupation du territoire.

Rythme historique (2008-2018)

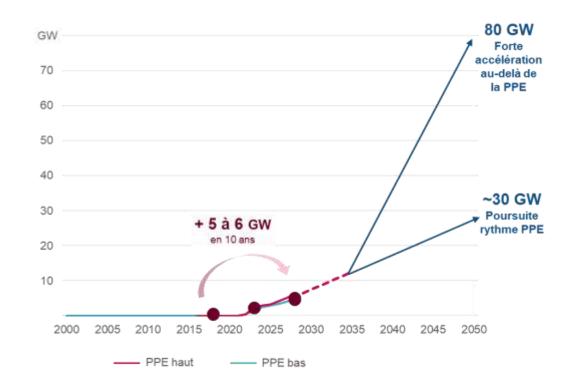
Capacité max installée en 1 an



Trajectoires d'étude envisagées : éolien en mer



- Une volonté du Gouvernement d'accélérer le développement de l'éolien en mer pour atteindre un rythme d'1 GW/an
- Au-delà de la PPE, plusieurs trajectoires possibles qui dépendront du potentiel technico-économique réellement accessible (notamment sur le flottant)

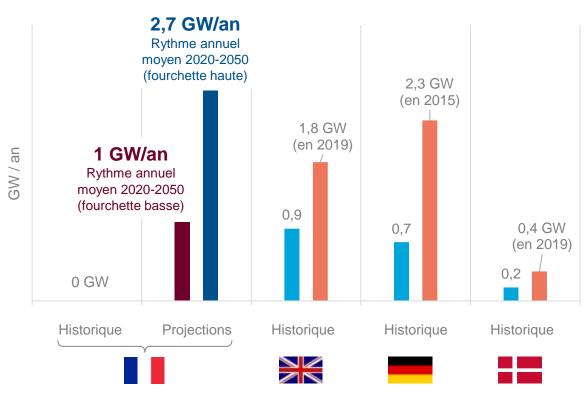




Trajectoires d'étude envisagées : éolien en mer



Rythme de développement des installations éoliennes offshore (en GW)



Horizon 2025-2030:

Le raccordement des premiers parcs éoliens en mer pour mettre la filière en ordre de marche et tester la faculté à raccorder jusqu'à 1 GW/an

Horizon 2050:

Une forte accélération du rythme requise dans les scénarios où l'éolien en mer dévient une des sources principales de production d'électricité (cf. scénario « énergies marines renforcées »)

Rythme historique (2009-2019)

Capacité max installée en 1 an



Trajectoires d'étude envisagées : hydraulique

 Un développement de l'hydraulique limité à quelques STEP, quelques suréquipements et quelques installations au fil de l'eau, étant donné le nombre limité de sites propices à de telles installations



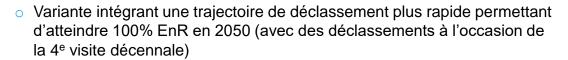
L'augmentation de la capacité ne préjuge pas de l'évolution du productible hydraulique, qui pourrait être réduit du fait du changement climatique

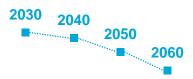
analyse en cours





- Des scénarios qui n'atteignent pas nécessairement tous 100% EnR en 2050 du fait de la capacité nucléaire résiduelle, mais qui convergent vers cet équilibre à long terme
- Pour se confronter au fonctionnement d'un système qui atteint effectivement 100% EnR en France, deux orientations:
 - o Analyse prolongée sur le fonctionnement du système à l'horizon 2060





- Sur la base des perspectives pour les principales filières d'énergies renouvelables, trois types de scénarios 100% EnR peuvent se dégager :
 - 1 Un scénario « EnR économiques et centralisées »
 - 2 Un scénario « énergies marines renforcées »
 - Un scénario « EnR décentralisées »



- 1 Un scénario « EnR économiques et centralisées »
- Scénario marqué par un développement de grands parcs EnR sur l'ensemble des filières, en vue de bénéficier d'économies d'échelle et de cibler les installations les moins coûteuses :
 - Une accélération forte du développement de l'éolien en mer, avec le développement de grands parcs, en posé mais aussi en flottant. Ceci s'accompagne d'efforts pour mutualiser certaines infrastructures à l'échelle européenne et pour faciliter l'insertion de l'éolien en mer via une planification de long terme des zones d'accueil

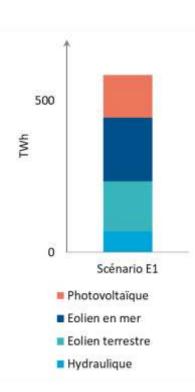


 Un développement haut de l'éolien terrestre sur le rythme prévu par la PPE et prolongé au-delà, avec des augmentations de capacité et de performance importantes à l'occasion du repowering



 Un développement haut du photovoltaïque, avec un effort privilégié sur des projets de grands parcs au sol







- 2 Un scénario « énergies marines renforcées »
- Dans ce scénario, le développement de l'éolien terrestre est limité par des questions d'acceptabilité et d'insertion dans les territoires. Ceci implique d'augmenter fortement le développement des filières photovoltaïque et éolienne en mer. Le scénario s'appuie sur une répartition équilibrée des moyens de production entre les filières et sur le territoire :
 - Une accélération forte du développement de l'éolien en mer, avec le développement de l'éolien posé mais également de l'éolien flottant, avec un rythme éventuellement plus élevé que dans le scénario précédent

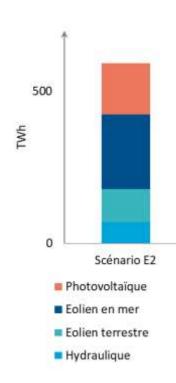


 Un rythme de développement de l'éolien terrestre en légère baisse par rapport à aujourd'hui, freiné par des questions d'acceptabilité



 Un développement accru du photovoltaïque, sur l'ensemble des segments (parcs au sol et toitures)







3 Un scénario « EnR décentralisées »

- Ce scénario est caractérisé par un développement important des énergies renouvelables, porté par des acteurs locaux participatifs ou par des collectivités locales. Le développement se concentre en particulier sur la filière photovoltaïque avec des installations en autoconsommation (individuelle ou collective) et le développement de solutions de flexibilité portées également par les citoyens et acteurs locaux (stockage par batteries, flexibilité de la demande):
 - Une accélération du développement de l'éolien en mer, mais avec un rythme plus limité que dans les scénarios précédents

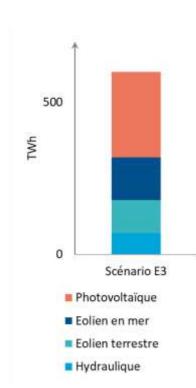


 Un rythme de développement de l'éolien terrestre dans la tendance ou en légère baisse par rapport à aujourd'hui, avec une orientation vers des projets « citoyens » ou en associant les acteurs locaux (via des sociétés mixtes)



 Un développement très important du photovoltaïque sur l'ensemble des segments, avec de nombreuses installations en autoconsommation ou participatives







Récapitulatif sur les scénarios d'étude



Scénarios « 100% EnR »



Scénarios « EnR + nucléaire »



EnR

3 scénarios différenciés, couvrant tous la quasi-totalité de la demande électrique 3 scénarios, adaptés en fonction de la trajectoire de nucléaire



Nucléaire

Existant : trajectoire de déclassement lissée

Nouveau : aucun

Existant : trajectoire de déclassement lissée

Nouveau : 3 trajectoires N1, N2, N3



Thermique

Bouclage économique (comparaison des coûts des solutions en fonction de la durée de fonctionnement)



Couplage, stockage, flex

 Bouclage économique (analyse des besoins de flexibilité selon les différentes échéances)



Conso

- Trajectoire de référence basée sur les orientations de la SNBC
- Etudes de sensibilité : sobriété, relocalisation de l'industrie...



Climat

- Référentiel climatique 2025 : « climat actuel »
- Deux référentiels climatiques à l'horizon 2050 : « RCP4.5» et « RCP8.5»



Le calendrier et les prochaines étapes

Mi-2020:

publication rapport RTE-AIE sur la faisabilité technique des scénarios 100% EnR (feuille de route)

1er semestre 2021 : publication de l'étude sur les scénarios 2050



2019 2020 2021

Fin 2019 – début 2020 : Lancement des 9 GT techniques sur les hypothèses et élaboration des documents de cadrage Printemps 2020 : consultation publique sur le cadrage et les hypothèses

28 fév. 2020 : réunion plénière sur le cadrage des

scénarios

Fin 2020 – début 2021 : Poursuite des GT techniques sur l'analyse des scénarios

* * *

Phase I → en cours

Identification des principaux axes d'étude, lancement de la concertation et des groupes de travail pour préparer le cadrage des scénarios

Phase II

Réalisation des analyses et présentation des premiers résultats en concertation

Phase III

Concertation finale sur les résultats et publication d'un document de référence



Actualités de la CPSR



RTE a publié ses analyses sur les perspectives de la production d'hydrogène bas carbone à l'horizon 2035

- Ces analyses s'inscrivent :
 - o dans le cadre des travaux engagés sur les nouveaux usages de l'électricité : mobilité électrique (mai 2019), hydrogène (janvier 2020) et chauffage (travaux en cours) ;
 - dans la mise en œuvre du plan de déploiement de l'hydrogène publié par le gouvernement en juin 2018, en répondant à la demande de la Ministre de l'énergie sur les services que peuvent rendre les électrolyseurs au système électrique;
 - dans le cadre des travaux sur les scénarios, en particulier sur l'étude des interactions entre électricité et autres vecteurs énergétiques, qui fait l'objet d'un GT dédié.





La transition
vers un hydrogène
bas carbone
bas carbon

Lien vers le rapport : https://www.rte-france.com/sites/default/files/rapport_hydrogene_vf.pdf



Publication du Bilan prévisionnel 2019 (rapport complet)

 Le rapport technique du Bilan prévisionnel 2019 a été publié le 20 février 2020. Il complète et approfondit les principaux résultats publiés en novembre 2019, avec :



L'analyse de la pointe de consommation journalière



La description des hypothèses retenues pour l'évolution des parcs de production, en France et en Europe



L'analyse approfondie des stress tests



Les résultats des différentes variantes permettant d'évaluer l'impact sur le diagnostic de configurations alternatives en France, mais aussi en Europe



La description détaillée des actions de maîtrise de la consommation d'électricité à la pointe identifiées en levier



Des compléments sur les caractéristiques du système électrique d'ici 2025



Lien vers le rapport : https://www.rte-france.com/sites/default/files/rapport-technique-bilan-previsionnel-2019.pdf



Publication d'une note d'analyse sur les émissions de CO₂

La publication du rapport complet est accompagnée d'une note synthétique apportant des précisions sur les bilans CO₂ établis dans le Bilan prévisionnel et sur l'impact des énergies renouvelables et des nouveaux usages



Sur l'influence du développement EnR sur la production des différentes filières

- Aujourd'hui, l'éolien et le solaire se déploient en addition à la production nucléaire et hydraulique
- L'augmentation de la production éolienne et solaire en France se traduit par une réduction de l'utilisation des moyens de production thermiques, en France et dans les pays voisins

Sur les effets du développement des EnR en matière d'émissions de GES

 Les émissions évitées grâce à la production éolienne et solaire sont évaluées à environ 22 Mt de CO2 par an (5 Mt en France et 17 Mt dans le reste de l'Europe)

Sur les effets des nouveaux usages électriques en matière d'émissions de GES Le système électrique peut accueillir de nouveaux usages (mobilité électrique, production de gaz de synthèse, chauffage...) en substitution à des combustibles fossiles

Lien vers la note : https://www.rte-france.com/sites/default/files/note_bilans_co2_v3.pdf



Nouveauté : consultation des acteurs sur la stratégie R&D de RTE

La démarche « R&D cap 2050 » a pour objectif d'orienter la prochaine décennie de R&D de RTE avec la perspective des enjeux à long terme

- Pourquoi cet exercice ?
 - Parce que la décennie 2020-2030 verra arriver à maturité une part importante des activités de R&D, notamment les activités liées à l'intégration efficace des ENRs.
 - Et parce que des nouveaux enjeux émergent : non seulement le climat, mais aussi la biodiversité, les ressources, les inégalités, et en corolaire la résilience.
- Le temps de la R&D nécessite d'anticiper à long terme. Il s'agit de préparer RTE à l'éventualité d'une traduction économique et réglementaire forte de ces nouveaux enjeux, même si cette éventualité est incertaine.
- Une approche systémique: pour revisiter nos questions de R&D et identifier les nouvelles questions de R&D, nous utiliserons un cadre de réflexion multicritère qui combine les enjeux actuels avec les enjeux probables à long-terme.
- La consultation aura lieu au printemps (en avril mai).