



Bilan prévisionnel de l'équilibre offre- demande d'électricité en France

Christallan Briend

20/02/2019

RTE : Réseau de Transport d'Electricité

RTE est le gestionnaire du réseau de transport d'électricité français

Des missions de premier ordre pour le fonctionnement du système électrique



- Veiller au parfait fonctionnement du **réseau**



- Piloter le **système électrique**



- Adapter nos **équipements, développer le réseau**

Un élargissement des missions



- Concevoir des **mécanismes** de marché



- Accompagner les **clients**



- Contribuer à la construction du **marché européen** de l'électricité



- Innover et développer les activités de **R&D**



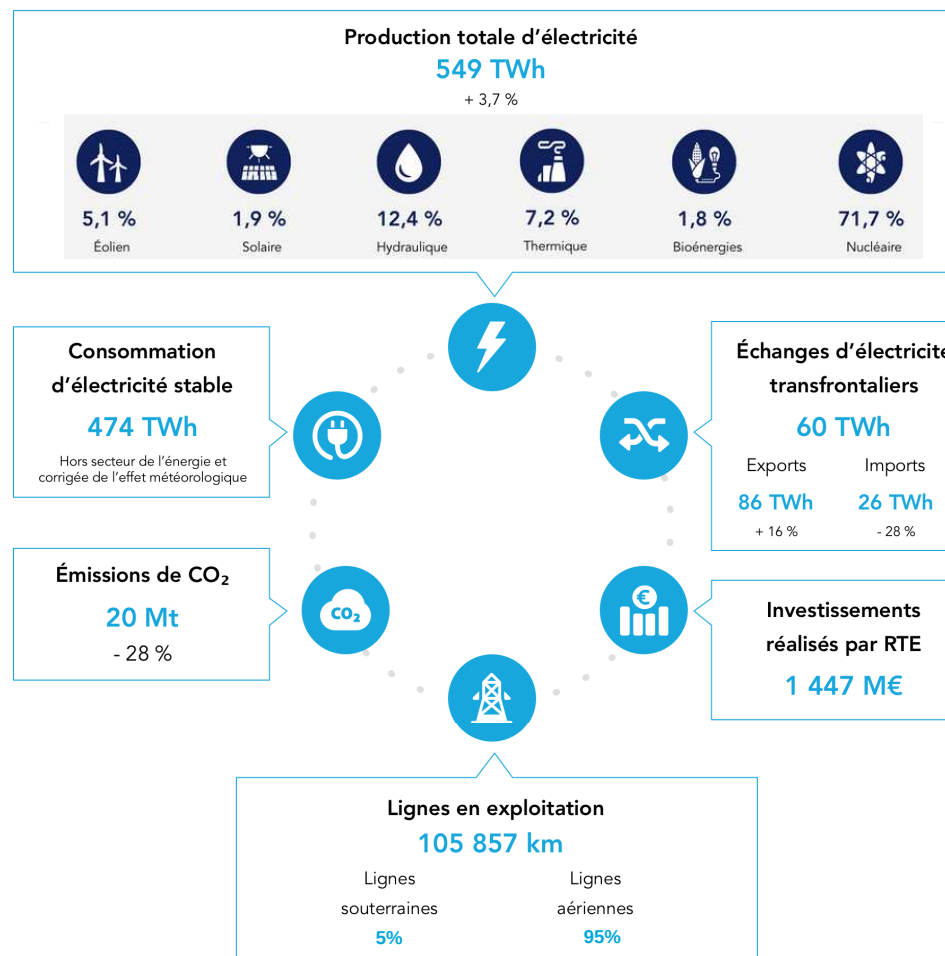
RTE en chiffres



4 648 M€
chiffre d'affaires 2017



8 500
salariés



Le Bilan prévisionnel : une mission légale

Une mission légale de RTE (article L. 141-8 du Code de l'énergie)

- un exercice sur l'horizon de **moyen terme** couvrant les 5 prochaines années suivant un rythme annuel
- un exercice sur l'horizon de **long terme** couvrant les 15 prochaines années suivant un rythme bisannuel

Un document réalisé en concertation avec les acteurs de l'énergie à travers des **appels à contributions**



Un document de référence permettant de faire
le lien entre les décisions de court terme
et les évolutions à long terme du système électrique



Une mission légale encadrant des exercices différents selon l'horizon d'étude pour le Bilan prévisionnel



Un diagnostic du système électrique sur l'horizon de moyen terme (2018-2023) selon un rythme annuel



- Réaliser une étude de sécurité d'approvisionnement dans le cadre de la mission confiée par le législateur à RTE (article L. 141-8 du Code de l'énergie)



- Donner un état des lieux du système électrique et des **marges de manœuvre** dans une période clé pour la transition énergétique



Un exercice prospectif sur l'horizon de long terme (2035) selon un rythme bisannuel



- Apporter un éclairage sur l'**avenir du système électrique**, pour les études de planification de réseau, pour le dimensionnement et la planification des investissements dans un cadre robuste



- Étudier un ensemble de **scénarios** présentant les évolutions possibles du système électrique
- Fournir des analyses neutres sur le mix électrique



- Détailler l'évolution de la consommation et la production d'électricité, des émissions de CO2 et des échanges d'électricité aux frontières françaises

Les récents exercices du Bilan prévisionnel

Edition 2017



analyse à moyen et long terme

Edition 2018



analyse à moyen terme



Le Bilan prévisionnel 2017

Principe général de l'étude long terme

Des scénarios construits sur un socle économique cohérent et dont la robustesse est évaluée grâce à de nombreuses variantes



5
scénarios

- **Cinq scénarios d'évolution du système électrique sont étudiés de manière exhaustive et présentent des visions contrastées de l'évolution du système électrique.**
 - Un cas de base est défini selon un principe de cohérence entre tous les paramètres-clés.
 - Des variantes sont établies, permettant de faire varier les paramètres-clés pour analyser la robustesse des résultats présentés dans le cas de base et identifier les points d'équilibre ou de rupture.
- ➔ **Les variantes jouent un rôle majeur dans la pertinence de l'analyse.**

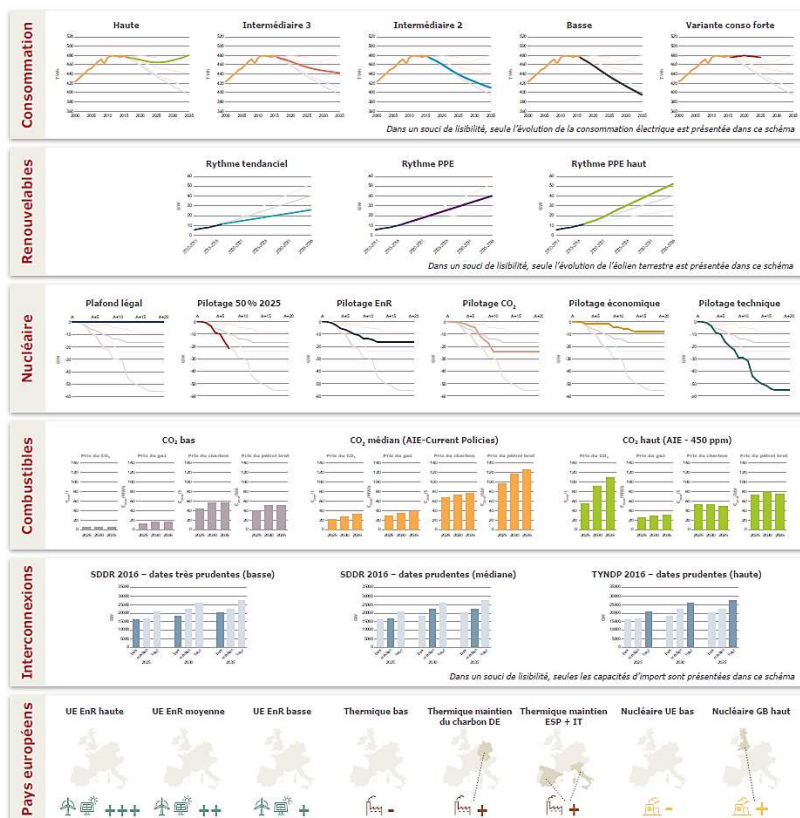
50
variantes

- Parmi les milliers de variantes possibles, 100 variantes ont été testées et les 50 variantes les plus structurantes seront restituées dans le document de référence.

**Il n'y a pas « un » scénario RTE mais plusieurs scénarios ;
il n'y a pas « un » résultat ou un « chemin » à suivre mais plusieurs options et jalons**



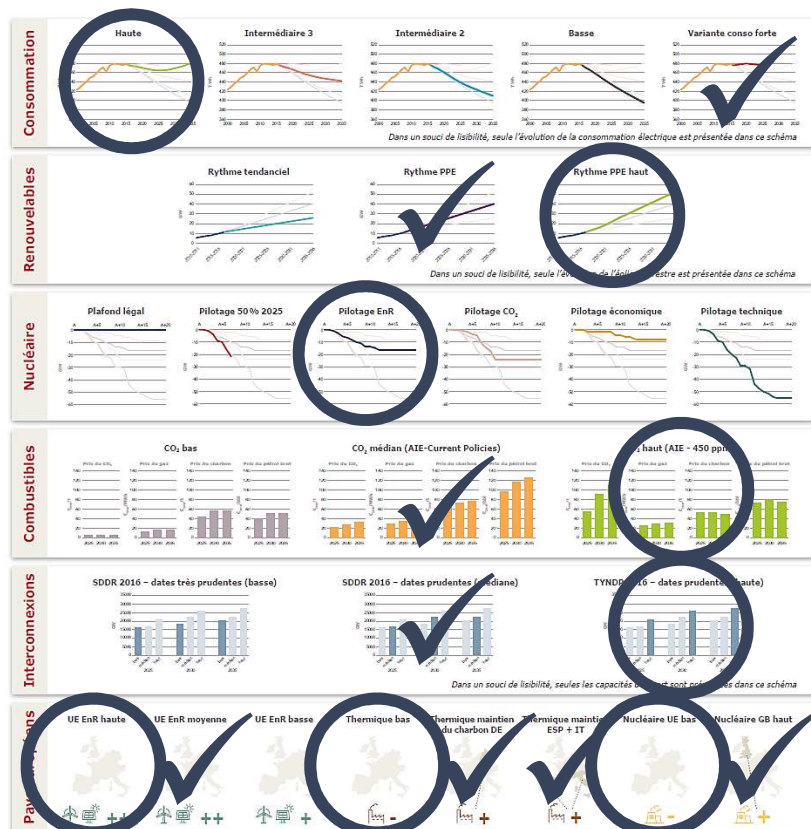
Construction des jeux de paramètres des scénarios et de leurs variantes



- Des grands paramètres-clés, qui ont fait l'objet d'un **appel à contributions**.
- Les jeux de **paramètres-clés** pour un scénario et ses variantes sont définis en amont des simulations.
- Les simulations sont ensuite réalisées sur la base d'un **bouclage physique** et d'un **bouclage économique**.



Construction des jeux de paramètres des scénarios et de leurs variantes



SCÉNARIO
AMPÈRE
Une réduction de la production nucléaire au rythme
du développement effectif des énergies renouvelables

Cas de base
 Variantes



Une construction des scénarios basée sur différentes trajectoires de diversification du mix électrique

Quatre visions contrastées de l'évolution du système électrique

Analyse de robustesse à travers des **variantes**
(100 réalisées sur les 15000 possibles)

Pas de scénario privilégié mais plusieurs options et plusieurs jalons

SCÉNARIO AMPÈRE

Une réduction de la production nucléaire au rythme du développement effectif des énergies renouvelables

SCÉNARIO VOLT

Un développement soutenu des énergies renouvelables et une évolution du parc nucléaire en fonction des débouchés économiques à l'échelle de l'Europe

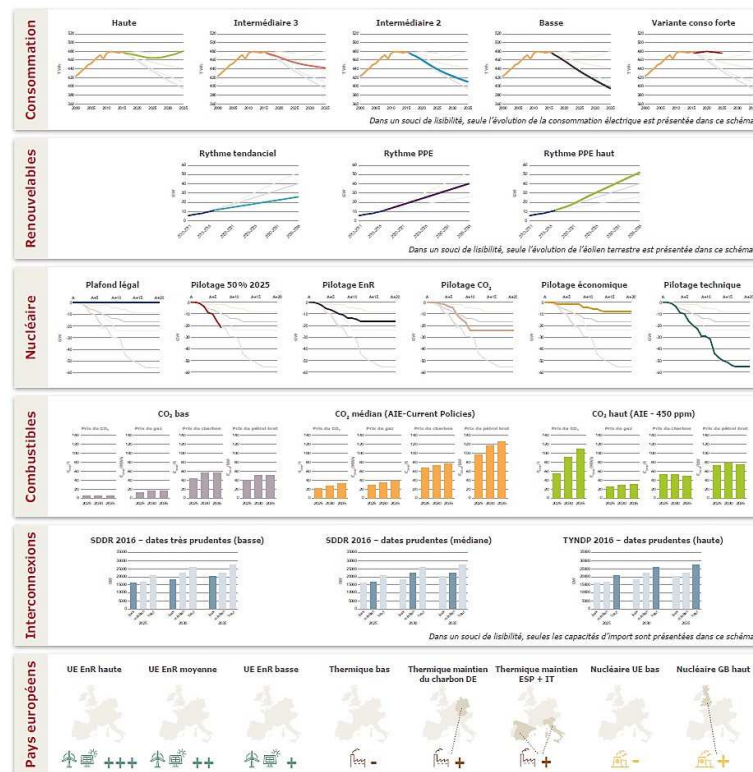
SCÉNARIO HERTZ

Un développement de moyens thermiques pour diminuer plus rapidement la part du nucléaire sans augmenter les émissions de CO₂ du secteur électrique

SCÉNARIO WATT

Un déclassement automatique du parc nucléaire après 40 ans de fonctionnement

Paramètres clés pour la construction des scénarios





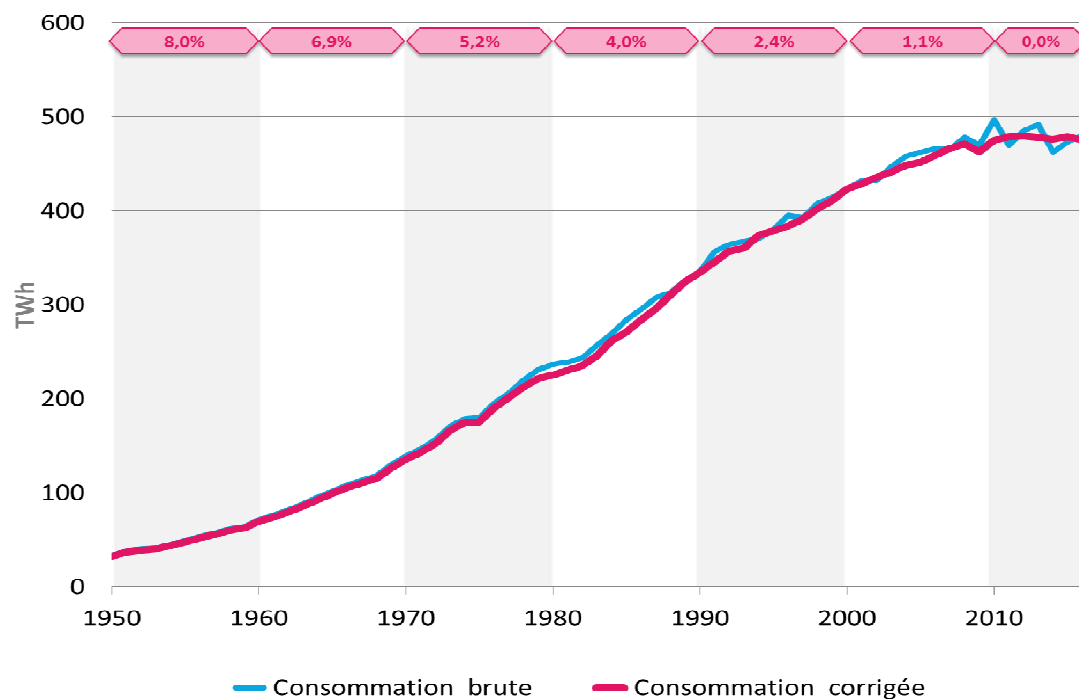
2

Le Bilan prévisionnel 2017

Trajectoires de consommation

Une inflexion puis une stagnation de la consommation d'électricité en France

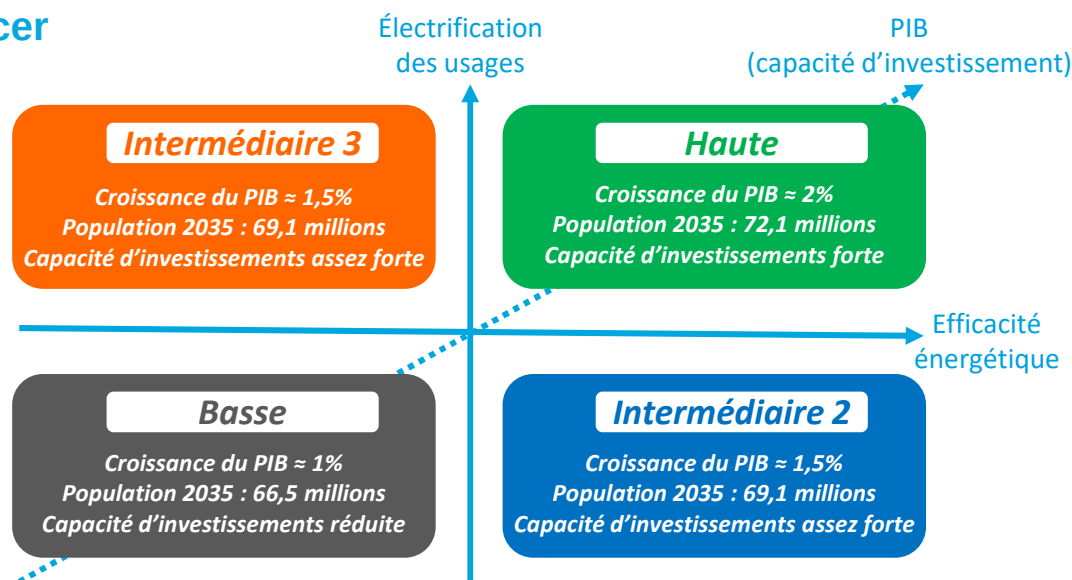
Historique de consommation d'électricité en France continentale



- Une augmentation continue entre 1950 et 2000
- Un ralentissement tendanciel de la croissance depuis plusieurs décennies
- Une stabilisation de la demande depuis 2010

Une logique de scénarisation renforçant la cohérence économique

- Une interaction explicite entre croissance du PIB et demande d'électricité pour **renforcer la cohérence macroéconomique d'ensemble**
- Une logique de scénarisation largement approuvée par les parties prenantes lors de l'**appel à contributions**

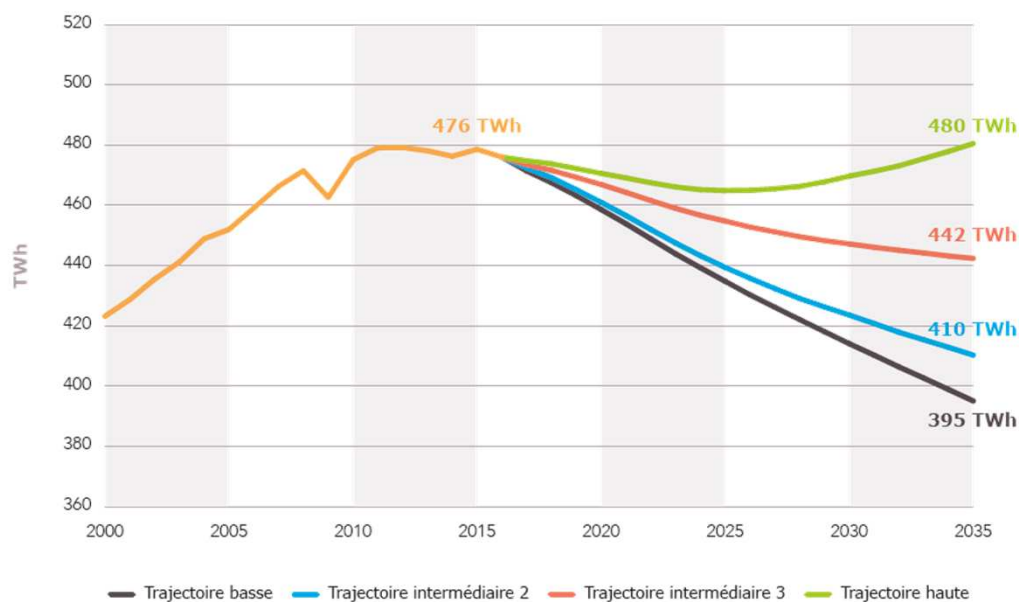


Interaction explicite entre indicateurs économiques et demande d'électricité pour **renforcer la cohérence macroéconomique**



⚡ Des trajectoires de consommation stables ou orientées à la baisse à long terme

*Trajectoires de consommation intérieure annuelle d'électricité
(France continentale, à températures de référence, hors enrichissement de l'uranium)*



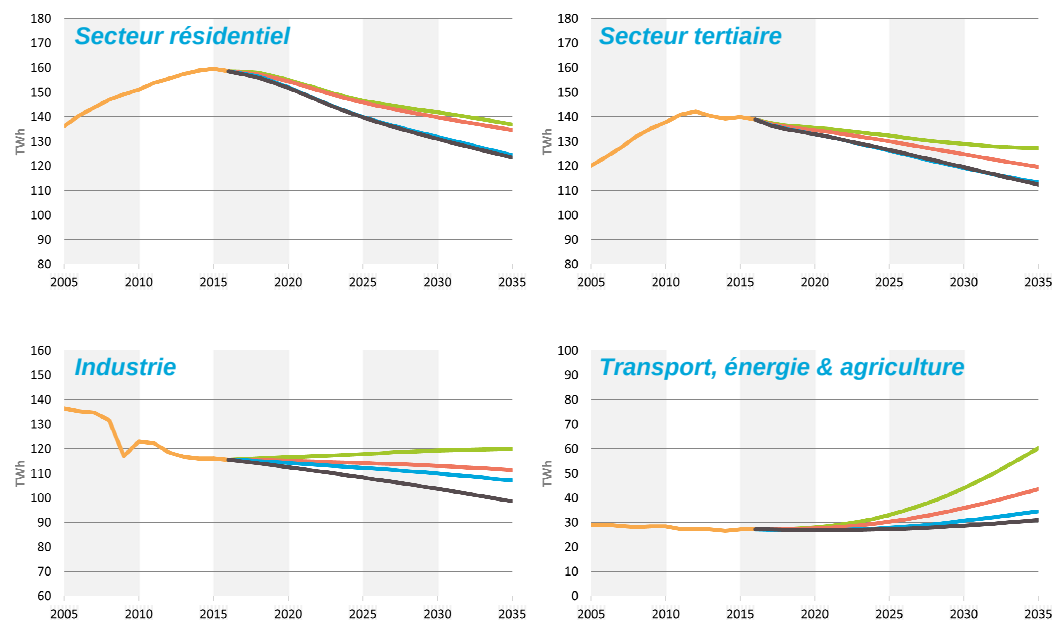
- Les hypothèses de demande ont fait l'objet de larges débats et d'une révision lors de la concertation, puis d'une restitution lors de la CPSR du 5 juillet 2017.
- **Les effets baissiers de l'efficacité énergétique devraient égaler ou dépasser les effets haussiers des transferts d'usage.**
- L'analyse intègre de nombreux effets socioéconomiques (croissance économique, évolution démographique, décohabitation, effet rebond, etc.).
- Les trajectoires haute et basse ne constituent pas des encadrants.
- Le cône de consommation se resserre par rapport aux exercices précédents.



La tendance baissière concerne avant tout les secteurs résidentiel et tertiaire

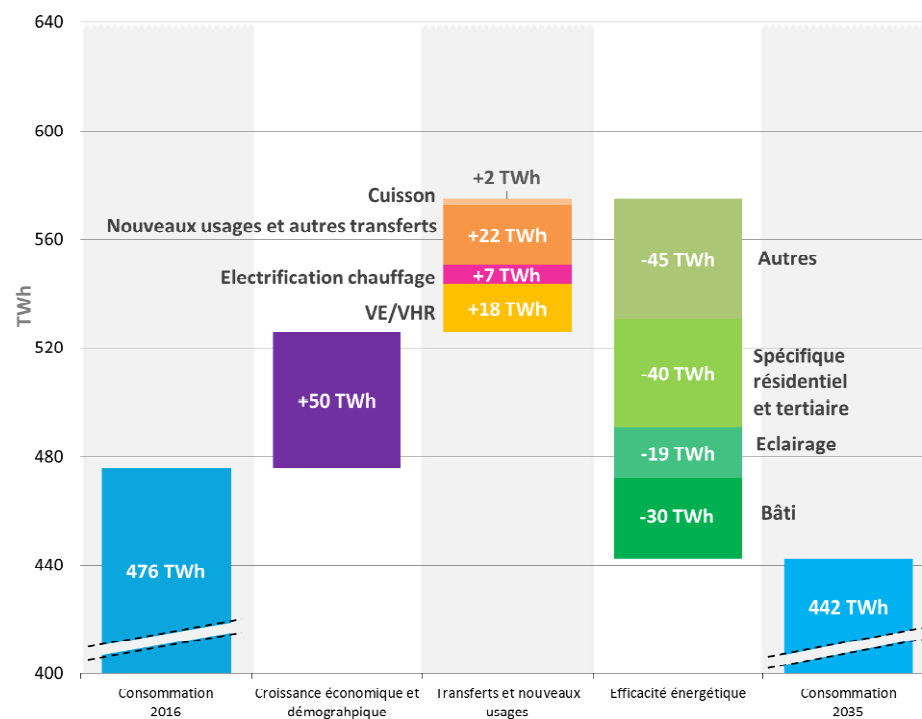
- Les analyses font ressortir **une demande des secteurs résidentiel et tertiaire orientée à la baisse** à l'horizon 2035. La diffusion de l'efficacité énergétique en est la principale cause.
- Les perspectives d'évolution du secteur **industriel apparaissent plus stables**, avec une amélioration de l'efficacité énergétique contrebalancée par une production industrielle en hausse dans trois trajectoires sur quatre et par une électrification des procédés.
- Enfin, **la consommation du transport s'inscrit à la hausse** du fait de l'essor de l'électromobilité et des gains de part modale en faveur du rail.

Consommation d'électricité par secteur



L'efficacité énergétique prend le pas sur la croissance économique et l'électrification

Décomposition des effets
Trajectoire Intermédiaire 3



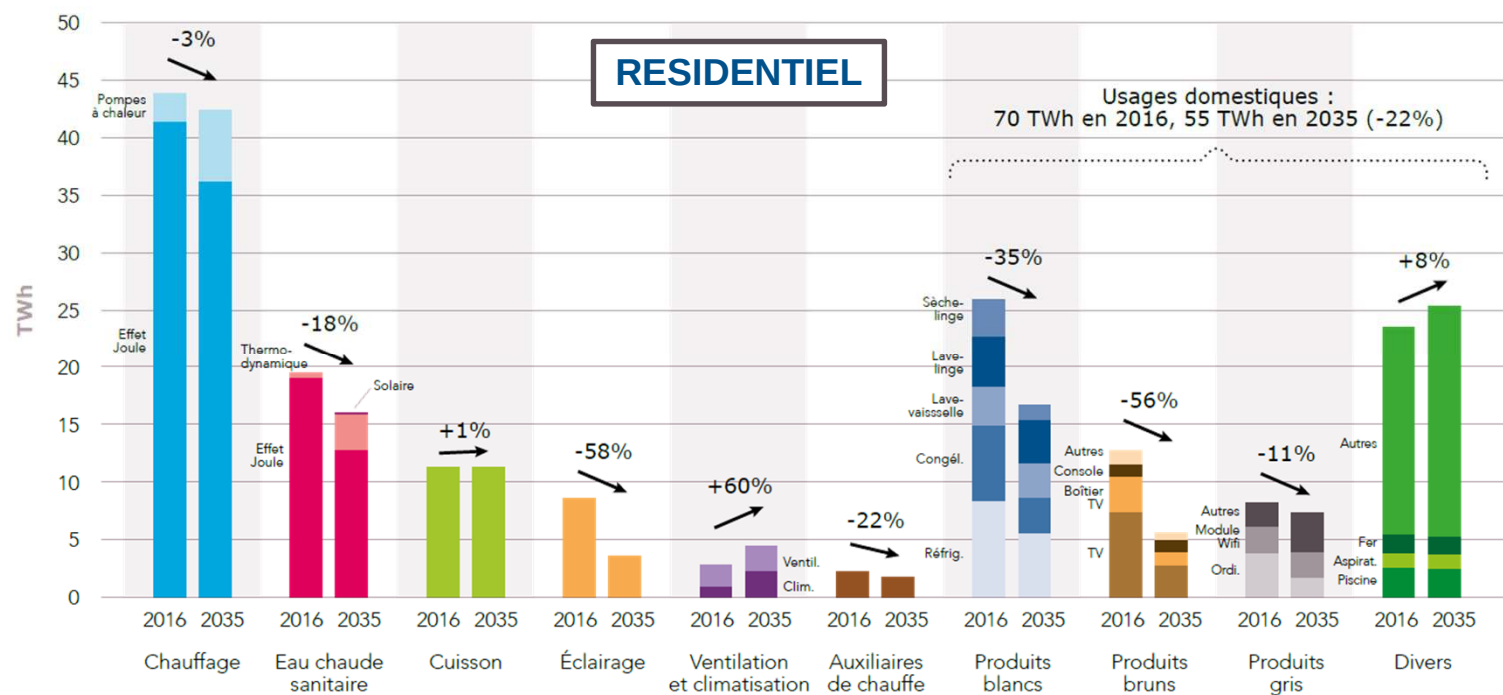
effets baissiers
supérieurs aux
effets haussiers

Volume & autres
Nouveaux usages & transferts
Efficacité énergétique



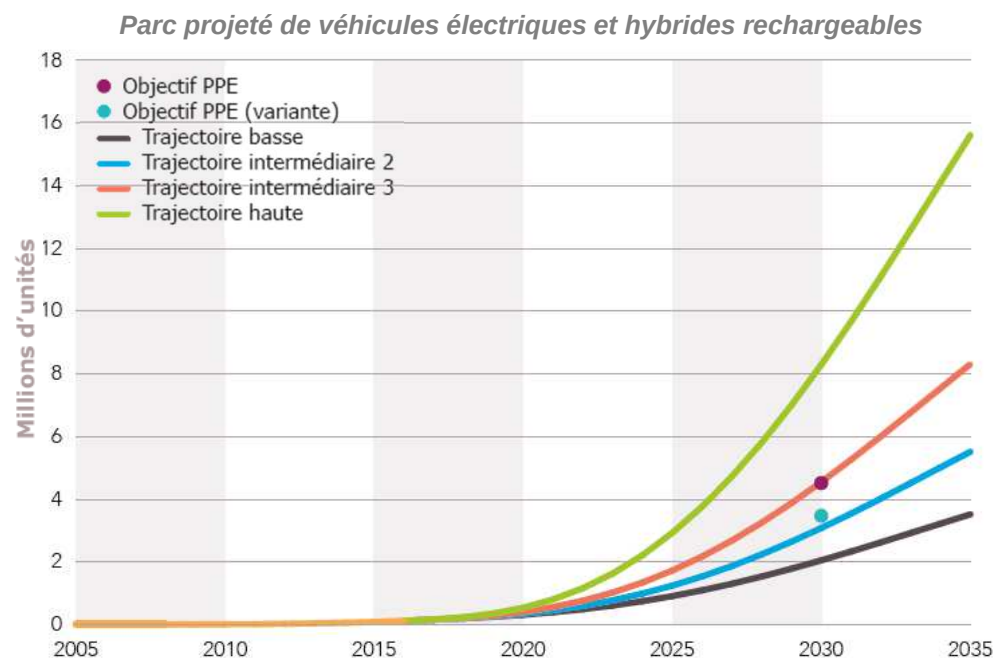
Dans le secteur résidentiel, des consommations en baisse sur la majorité des usages

Évolution de la consommation d'électricité des usages résidentiels entre 2016 et 2035
Trajectoire « intermédiaire 3 »

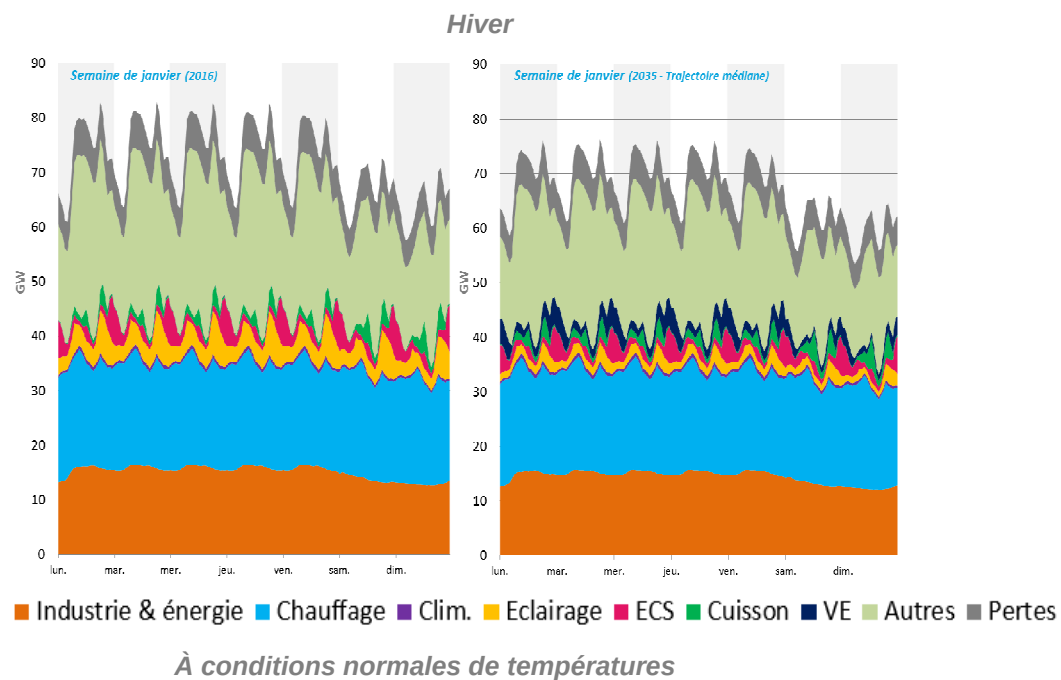


L'essor de l'électromobilité : un transfert d'usage majeur intégré dans les nouvelles trajectoires

- Les hypothèses de développement des **véhicules électriques** décrivent des futurs contrastés pour rendre compte des incertitudes pesant sur cette filière (politiques de soutien, mesures réglementaires, évolutions techniques...).
- Le parc projeté de véhicules électriques (VE) et hybrides rechargeables (VHR) compterait de 3,5 à 15,6 millions d'unités en 2035 (soit de 10% à 40% du parc automobile à cet horizon), pour une consommation de 7 à 34 TWh.
- Le **pilotage de la charge** des VE/VHR constituera un enjeu important pour le système électrique.



Une déformation de la courbe de charge avec l'arrivée des véhicules électriques



- La modélisation du rechargement des VE/VHr considère 3 profils de charge :
 - naturelle : selon le besoin
 - signal tarifaire : rechargement sur incitation tarifaire
 - BMS : rechargement optimisé
- L'impact du véhicule électrique sur la pointe de consommation demeure gérable sous réserve de pilotage du rechargement
- Des usages comme l'éclairage dont l'impact à la pointe diminue





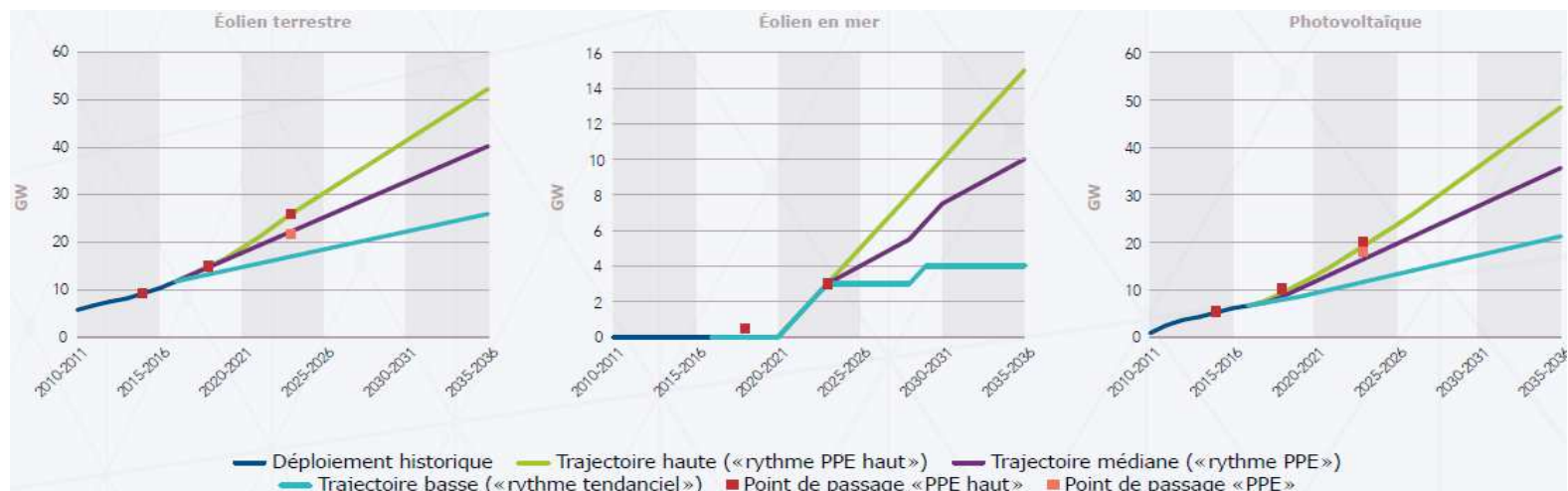
3

Le Bilan prévisionnel 2017

Parc de production



Des trajectoires de déploiement des énergies renouvelables résultant du pilotage public

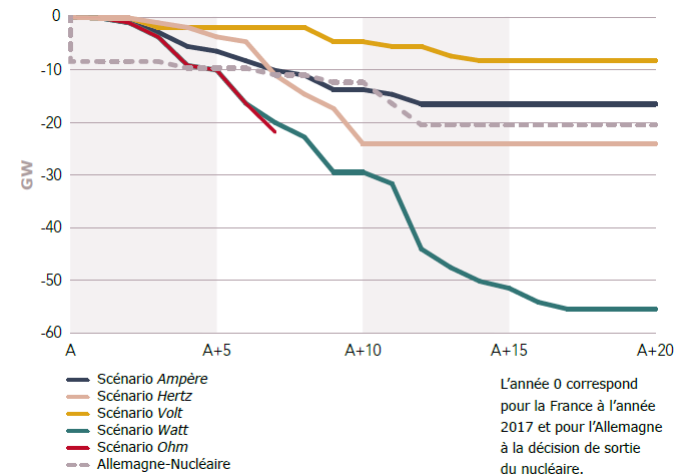


- La **trajectoire haute** permet d'atteindre les objectifs les plus ambitieux de la Programmation pluriannuelle de l'énergie
- La **trajectoire médiane** est basée sur les objectifs minimaux de la PPE
- La **trajectoire basse** reconduit le rythme moyen observé au cours des dernières années



Des trajectoires contrastées d'évolution du parc nucléaire

Dates de remises de rapport pour les réacteurs passant leur quatrième visite décennale



- La loi de transition énergétique fixe un objectif de réduction de la part du nucléaire à 50% de la production d'électricité
- La prolongation éventuelle des réacteurs au-delà de 40 ans s'effectuera sous le contrôle de l'ASN

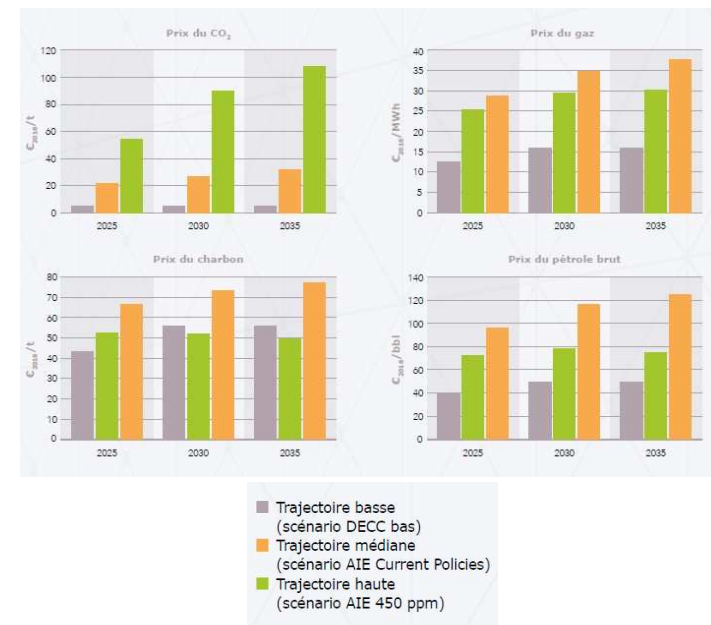
Les trajectoires d'évolution du parc nucléaire permettent d'apporter des éclairages techniques et économiques



Un parc thermique à flamme contraint par les enjeux de sécurité d'approvisionnement et de décarbonation

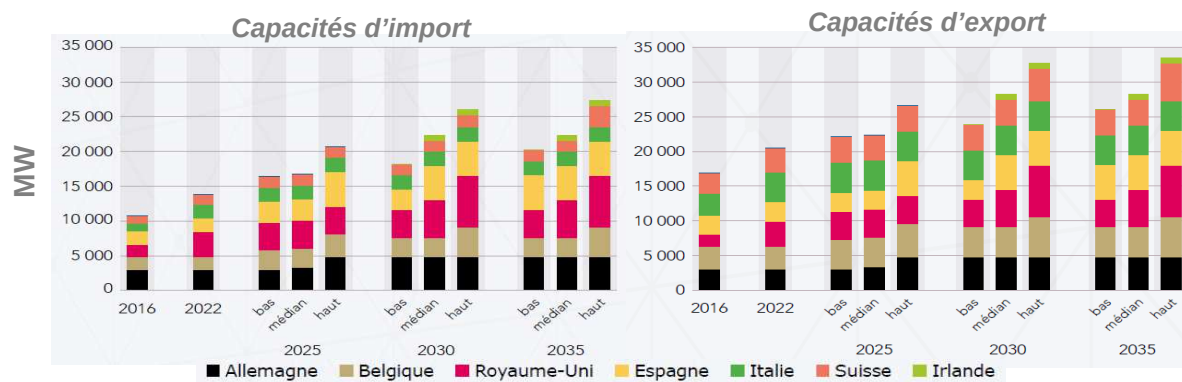
- Les grandes installations au fioul sont fermées depuis le printemps 2018
- Le gouvernement a annoncé la sortie du charbon d'ici 2022
- Le développement des moyens de production au gaz (CCG et TAC) est basé sur un bouclage économique, sensible à l'évolution du prix du CO₂ et des combustibles

Trajectoires de prix du CO₂ et des combustibles





L'importance des interconnexions avec les pays voisins



Dans toutes les configurations, une augmentation importante des capacités d'échanges

- La **trajectoire haute** intègre les projets listés par le TYNDP 2016 avec un calendrier affiné
- La **trajectoire médiane** est basée sur le schéma décennal de développement du réseau 2016
- La **trajectoire basse** retient un développement différé de certains projets dans la trajectoire médiane





Une modélisation des pays voisins permettant de prendre en compte les conséquences de leurs politiques énergétiques

Un fort développement des énergies renouvelables

- 3 trajectoires politiques de déploiement des EnR basées sur les programmations énergétiques nationales

Un déclassement progressif des parcs charbon

- Une variante étudiant le maintien du parc charbon/lignite allemand

Une fermeture annoncée des centrales nucléaires, à l'exception du Royaume-Uni

- Une variante étudiant une augmentation importante de la capacité nucléaire au Royaume-Uni





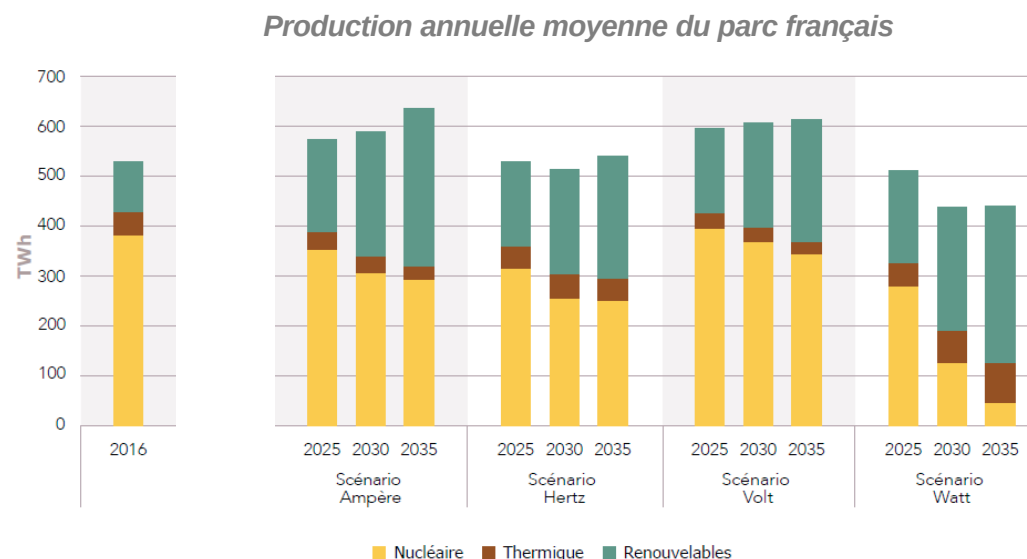
4

Le Bilan prévisionnel 2017

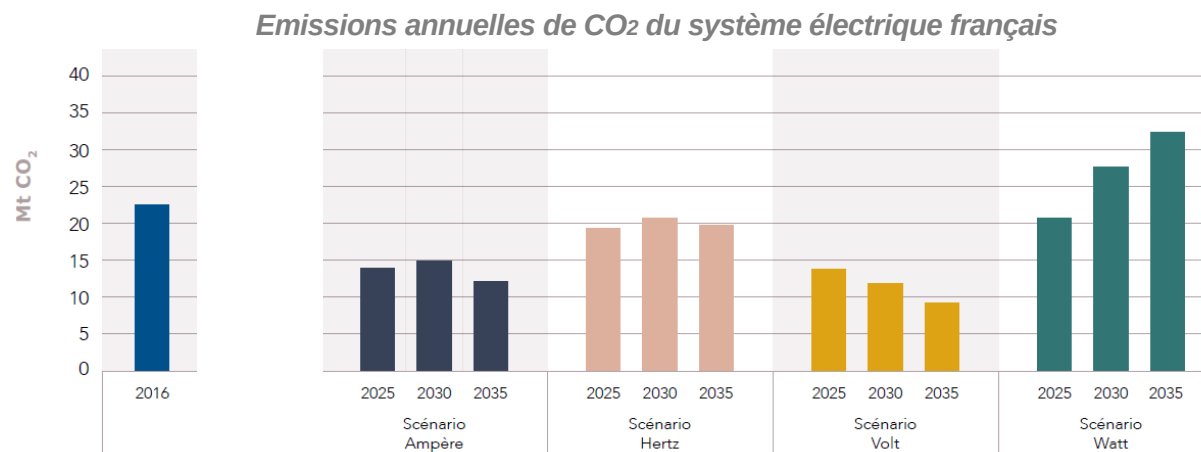
Scénarios de long terme

Une diversification réelle du mix électrique français est possible avant 2035

- Les scénarios du Bilan prévisionnel envisagent des futurs contrastés mais conduisent tous à une augmentation prononcée de la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité.
- En particulier, **les scénarios Ampère, Hertz, Volt et Watt permettent d'atteindre l'objectif de 40% de production d'électricité à base d'énergies renouvelables en 2035.**



Des marges de manœuvre existent pour réduire ou maîtriser les émissions de CO₂ du système électrique français

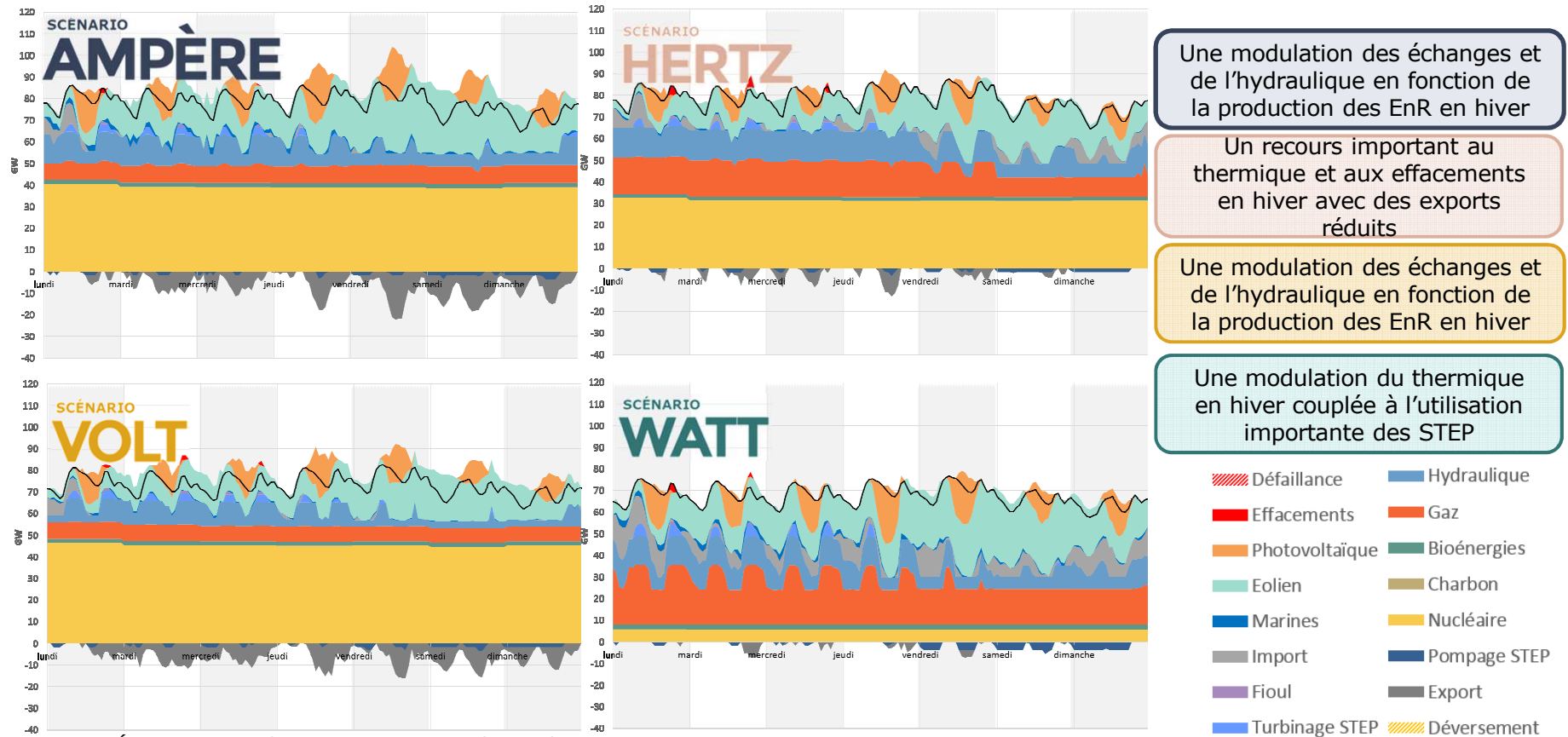


- Fermeture des centrales charbon pour tous les scénarios Pas besoin de nouveaux moyens thermiques dans les scénarios **Ampère** et **Volt** (EnR et nucléaire forts)
- Moyens de pointes essentiellement dans le scénario **Hertz**
- Dans le scénario **Watt** (EnR fortes et nucléaire en forte baisse), les moyens de semi-base sont complétés par des moyens de pointe, et par une maîtrise croissante de la consommation.
- Une part croissante de biogaz injecté pourrait réduire encore ces émissions



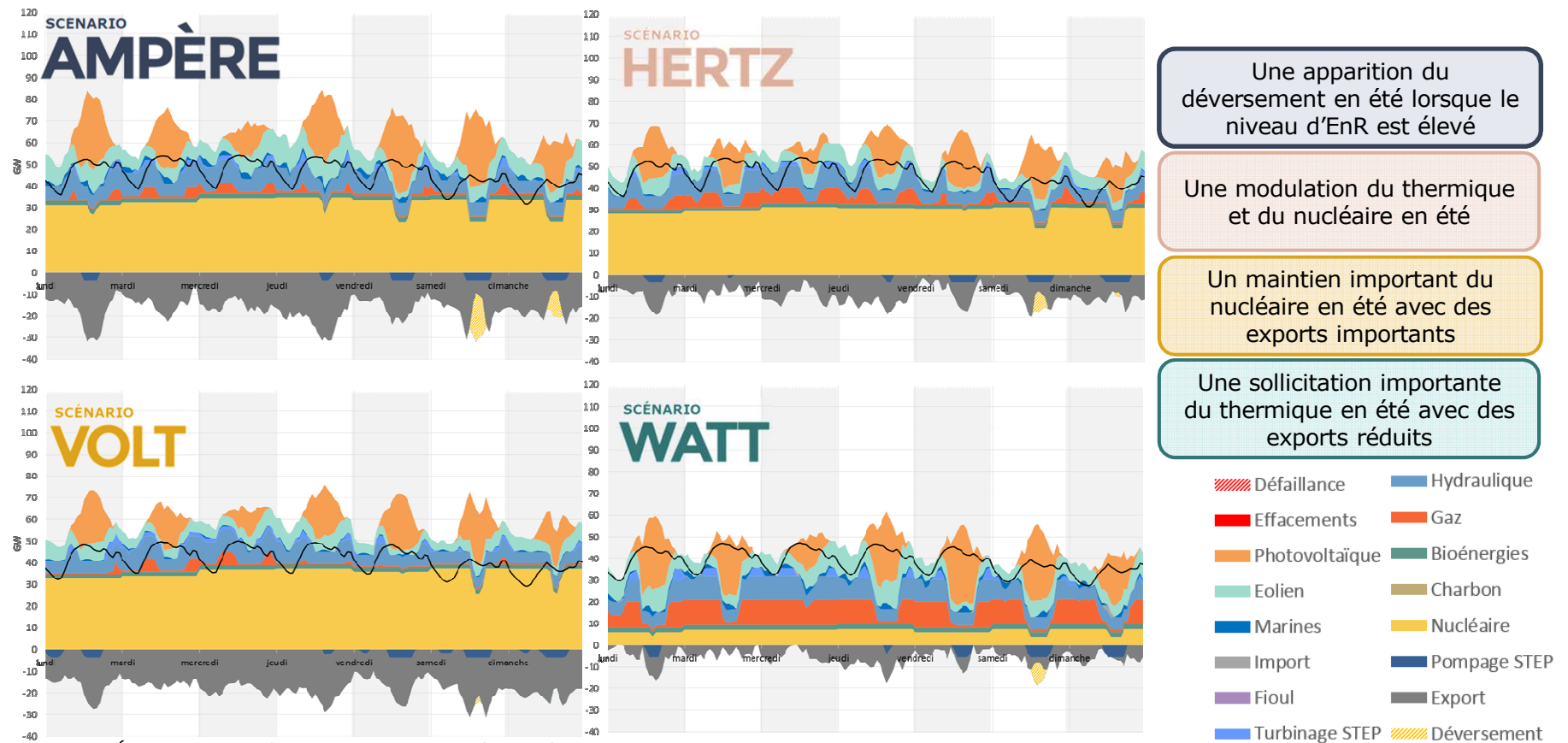
Une influence grandissante de l'éolien dans la modulation de l'hydraulique et du thermique en hiver

Mix sur une semaine d'hiver en 2035



Une modulation plus importante en été avec le solaire

Mix sur une semaine d'été en 2035



Une apparition du déversement en été lorsque le niveau d'EnR est élevé

Une modulation du thermique et du nucléaire en été

Un maintien important du nucléaire en été avec des exports importants

Une sollicitation importante du thermique en été avec des exports réduits



Le Bilan prévisionnel 2018

• Hypothèses

Une revue de l'ensemble des paramètres qui conditionnent la sécurité d'alimentation



Energies renouvelables

Une inflexion à poursuivre dans la durée



Consommation

Une évolution stable depuis plusieurs années



Nucléaire

Un focus sur l'évolution du parc et les conditions industrielles de prolongation des réacteurs



Parc thermique à flamme

Des évolutions structurantes, avec la fermeture des centrales au charbon



Effacements

Des progrès attendus en matière de fiabilité des offres



Interconnexions

Un planning maîtrisé



Politiques énergétiques des pays voisins

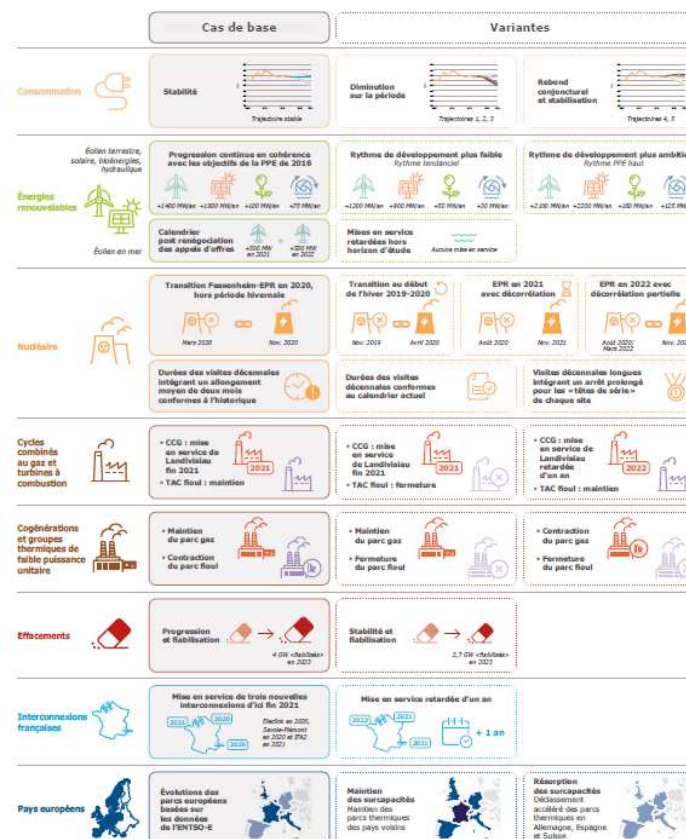
Une transition vers la décarbonation des mix

Une étude menée dans un cadre de référence et complétée par des variantes

Une analyse centrée sur un cas de base nécessitant des inflexions par rapport à la tendance mais qui semble raisonnablement atteignable

- Une hypothèse de fermeture des centrales au charbon d'ici à 2022
- Un « cas de base » construit autour des informations les plus récentes et d'hypothèses « médianes »
 - Hypothèses les plus à jour pour les calendriers de mise en service
 - Trajectoires dans la fourchette d'incertitude pour les autres paramètres

De nombreuses variantes pour rendre compte des incertitudes et évaluer la sensibilité du diagnostic



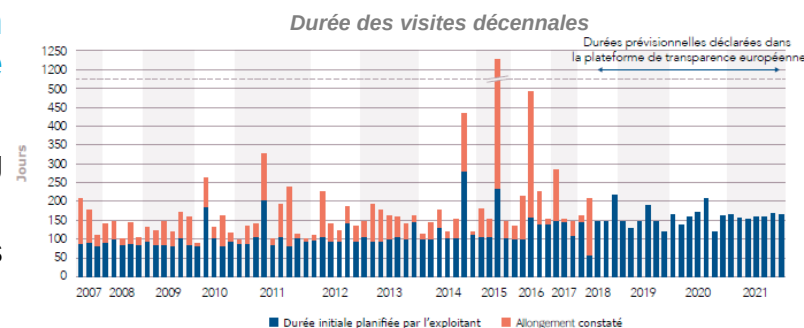
Une représentation affinée de la disponibilité du parc nucléaire

Les enjeux de l'allongement de la durée d'exploitation du parc au-delà de 40 ans font l'objet d'une modélisation spécifique

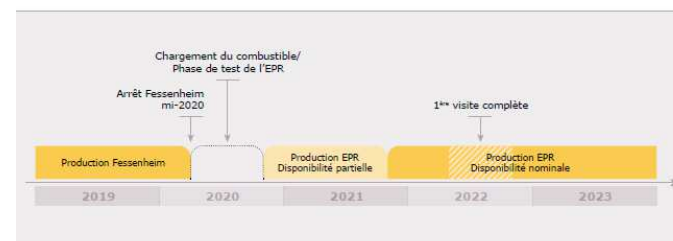
- Des hypothèses différenciées par hiver en fonction du planning de visites décennales définis par l'exploitant
- Différents scénarios pour restituer l'incertitude sur la durée des visites décennales
 - La tenue des délais annoncés
 - Un allongement moyen de 2 mois correspondant à l'historique (cas de base)
 - Un allongement supérieur pour les réacteurs « tête de série »

Les différents calendriers pour la transition Fessenheim-EPR sont étudiés

- Une transition après l'hiver 2019-2020 (cas de base)
- Une transition centrée sur l'hiver 2019-2020
- Une mise en service de l'EPR retardée à 2021 ou 2022



Calendrier de transition Fessenheim-EPR post hiver 2019-2020



Une modélisation plus précise des parcs de production étrangers et du réseau européen

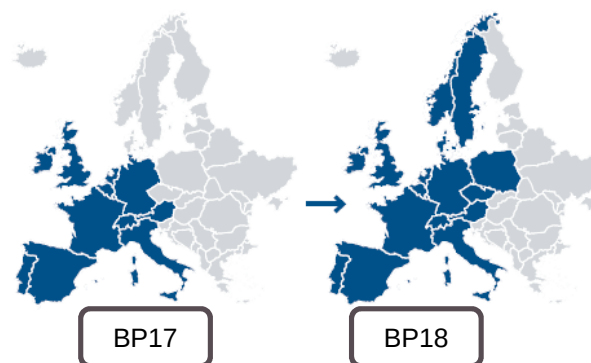
Une modélisation explicite du système au-delà de la France

- Extension du périmètre à **18 pays** pour inclure les pays interconnectés avec l'Allemagne
- Affinement de la modélisation par zones de marché

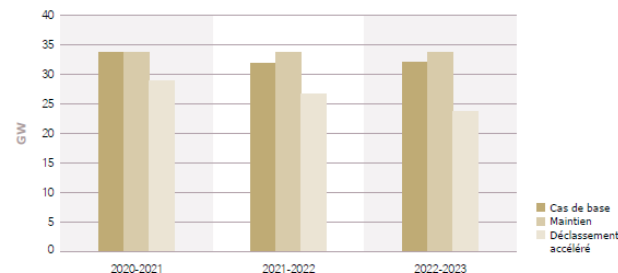
Des variantes contrastées pour rendre compte des incertitudes sur les mix électriques des pays voisins

- Trajectoires alternatives sur l'évolution des parcs thermiques étrangers

Evolution du périmètre de modélisation



Hypothèses d'évolution des parcs charbon et lignite en Allemagne





2

Le Bilan prévisionnel 2018



Analyse à moyen terme

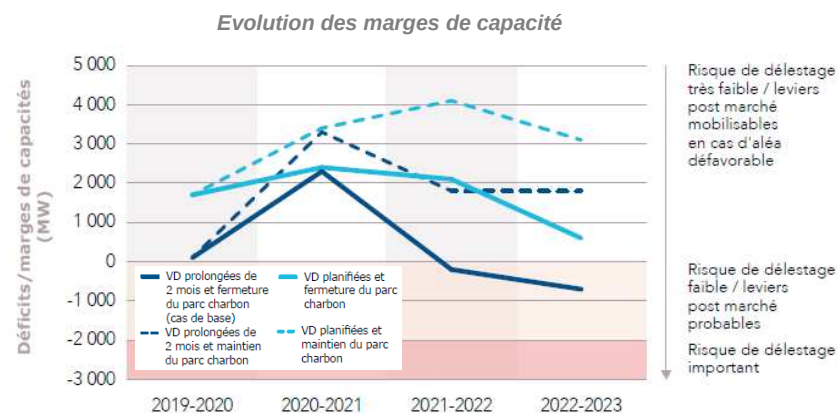
Des marges de manœuvre à partir de 2020

2018-2020 : un système électrique sans marge

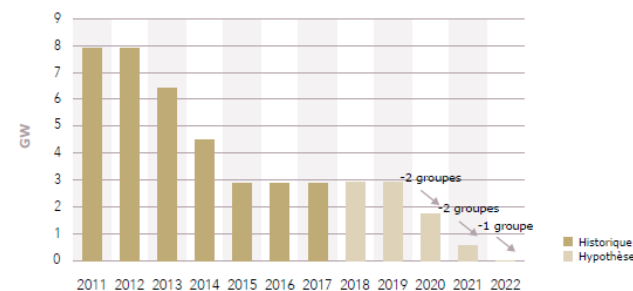
- Les surcapacités du système électrique français ont désormais été entièrement résorbées
- Le critère de sécurité d'approvisionnement est globalement respecté
- **L'évolution prévisionnelle de l'EOD ne permet pas d'envisager la fermeture de nouveaux moyens avant mi-2020**

2020-2023 : de nouvelles marges de manœuvre permettant d'accompagner la fermeture progressive du parc charbon

- La fermeture des moyens de production pilotables doit être progressive
- **Achever la sortie du charbon en 2022 est possible, sous conditions :**
 - le diagnostic est associé à des conditions précises
 - les variantes étudiées définissent le périmètre de validité du diagnostic



Evolution de la capacité installée du parc charbon au 31 décembre

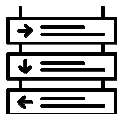


Achever la sortie du charbon en 2022 est possible, sous conditions



Poursuivre les inflexions en cours sur les leviers de la transition énergétique

- Le développement des énergies renouvelables est nécessaire
- La maîtrise de la consommation n'est pas une option
- Le potentiel d'effacement de consommation doit être fiabilisé



Dégager des priorités pour éviter les fermetures concentrées de nombreux moyens pilotables

- Hors fermeture du parc charbon, le « cas de base » retient un maintien du parc thermique existant, hors cogénérations au fioul
- Il n'est pas possible d'aller au-delà des trajectoires du « cas de base » sans mettre en péril la sécurité d'approvisionnement



Lever les incertitudes sur le parc nucléaire

- L'enjeu industriel des quatrièmes visites décennales doit être maîtrisé
- La transition Fessenheim-Flamanville doit être précisée



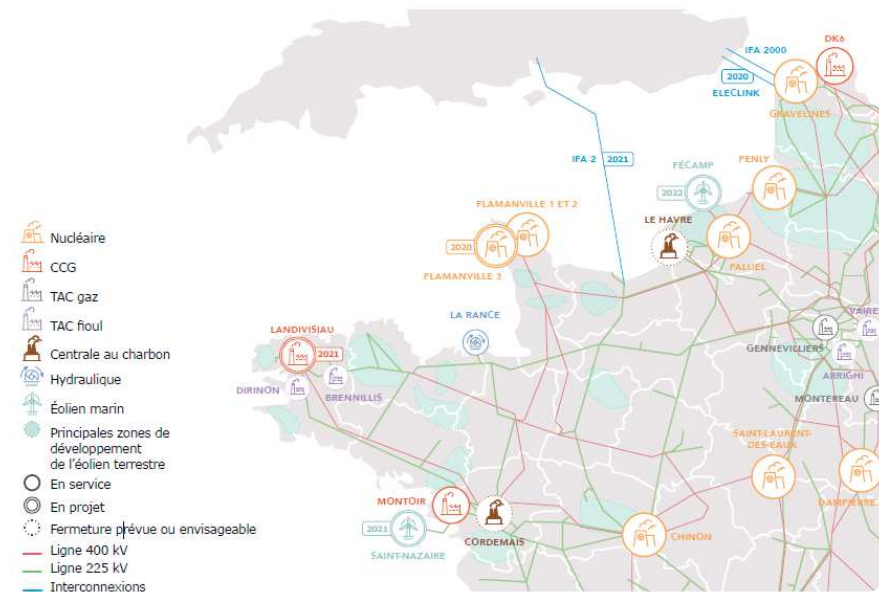
Bretagne, PACA : des régions dont la sécurité d'approvisionnement peut-être maîtrisée

Une problématique générale pour le quart nord-ouest de la France

- La situation électrique de la Bretagne est aujourd'hui stabilisée ; les perspectives d'évolution du parc de production et l'évolution du réseau conduisent à replacer la Bretagne dans le contexte plus large du Grand Ouest
- Les unités de production au charbon de Cordemais peuvent être fermées une fois l'EPR de Flamanville en service, mais pas avant
- Les turbines à combustion de Bretagne et du Bassin parisien ne peuvent être fermées de manière hâtive

Il n'existe pas de risque spécifique de sécurité d'approvisionnement en zone PACA

Moyens de production actuels et envisagés d'ici à 2022 dans le Grand Ouest



Un système électrique dont les conditions d'exploitation doivent faire l'objet d'une compréhension partagée et assumée



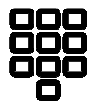
- Le respect de la **sécurité** d'approvisionnement ne signifie pas le « risque zéro »



- L'analyse des écarts par rapport au critère de sécurité d'approvisionnement ne doit pas conduire à un traitement manichéen des **enjeux** de sécurité d'approvisionnement



- Dédramatiser l'utilisation des **leviers « post marché »** permet de dégager des marges de manœuvre



- Les **technologies du numérique** offrent des pistes nouvelles pour améliorer le pilotage de la pointe électrique





**MERCI
DE VOTRE
ATTENTION**

