



Le réseau  
de transport  
d'électricité

# La place des ENR dans un Système Electrique ayant pour ambition l'atteinte de la neutralité carbone en 2050

---

CCVOO  
11 avril 2024

**Agathe GUILBART – Directrice des Affaires Publiques Normandie**  
[agathe.guilbart@rte-france.com](mailto:agathe.guilbart@rte-france.com)

En charge du réseau public de transport d'électricité métropolitain\*, RTE possède, construit, exploite et maintient une infrastructure vitale.



\* Hors Corse



**NOUS SOMMES LÀ POUR  
QU'À CHAQUE  
SECONDE, LE COURANT  
PASSE.**

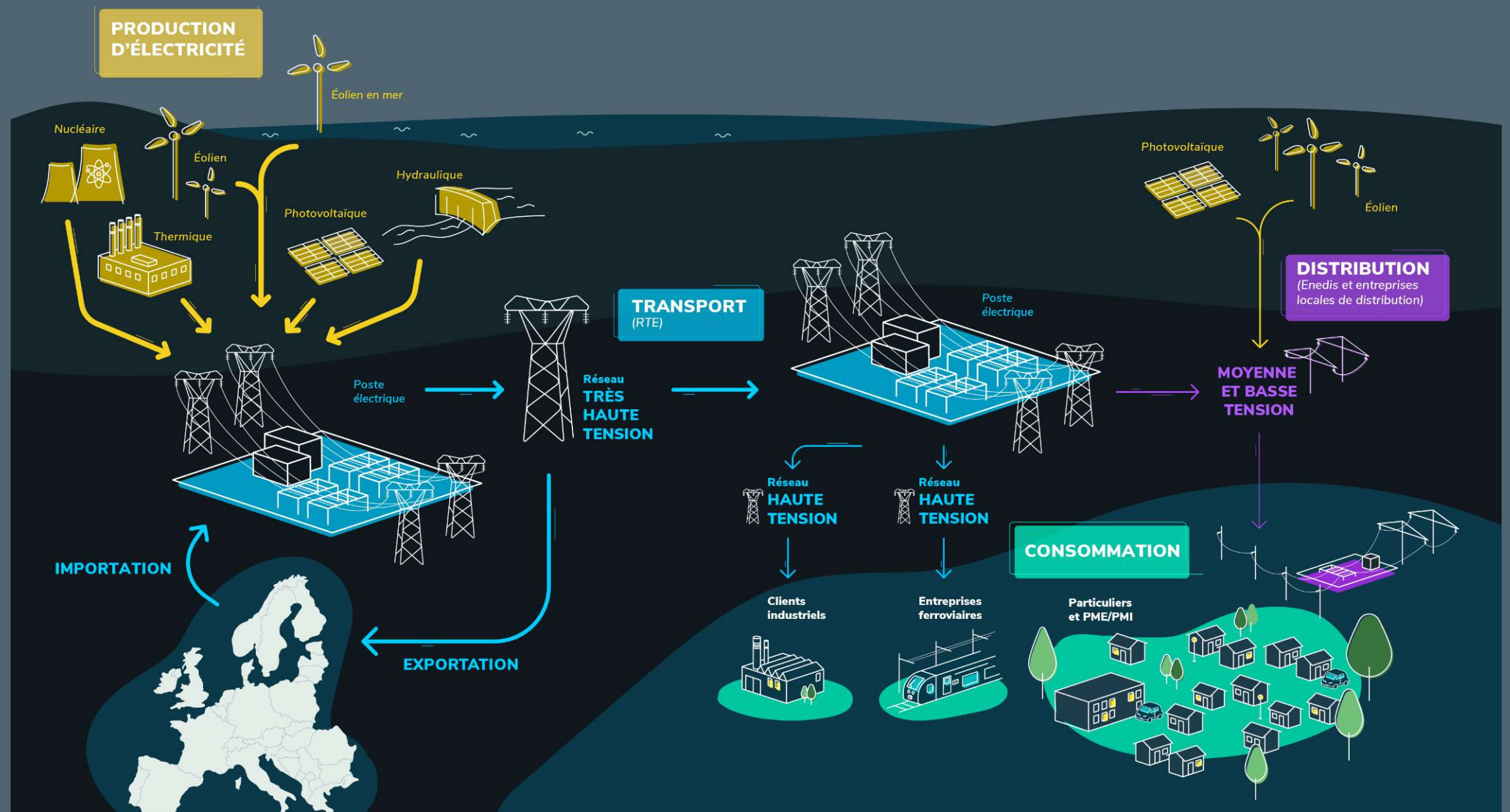


365 jours par an  
7 jours sur 7  
24 heures sur 24

RTE achemine  
l'électricité partout  
en France. Au même  
prix et avec la même  
qualité de service  
pour tous.



# Les chemins de l'électricité



# RTE en quelques chiffres



Le **1<sup>er</sup>** gestionnaire  
de réseau de  
transport en Europe  
par la taille de son  
réseau et son volume  
d'investissement



- **105 817 km** de liaisons électriques et **2 828** postes en exploitation
- **25 500 km** de fibre optique
- **56** liaisons transfrontalières



# RTE en quelques chiffres



1161  
clients

- **9** entreprises ferroviaires
- **327** acteurs de marché  
(responsables d'équilibre, acteurs d'ajustement, opérateurs d'effacement, acteurs obligés ou titulaires d'entité de certification au titre du mécanisme de capacité...)
- **424** consommateurs industriels
- **274** producteurs d'électricité
- **136** distributeurs (Enedis et entreprises locales de distribution)



# Nos missions

●

**OPÉRER LE RESEAU DE TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ** par l'innovation et la transformation de notre infrastructure industrielle au bénéfice de nos clients et des acteurs territoriaux.

●

**OPTIMISER LE SYSTÈME ÉLECTRIQUE FRANÇAIS** en conjuguant l'efficacité, la solidarité et la protection de l'environnement.

●

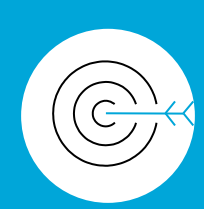
**ÉCLAIRER LES DÉCISIONS** des pouvoirs publics, les choix des territoires et des citoyens, par notre expertise et notre sens de l'anticipation.



**Quels futurs  
énergétiques  
pour atteindre la  
neutralité  
carbone en 2050 ?**







**La neutralité carbone en 2050** : que les émissions nationales de gaz à effet de serre ne dépassent pas à cet horizon les quantités de gaz à effet de serre absorbées par le territoire français via les écosystèmes et certains procédés industriels.

## Les 4 piliers de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) :

1

Forte réduction de la consommation d'énergie

2

Sortie des énergies fossiles

3

Augmentation de la part d'électricité dans le mix énergétique

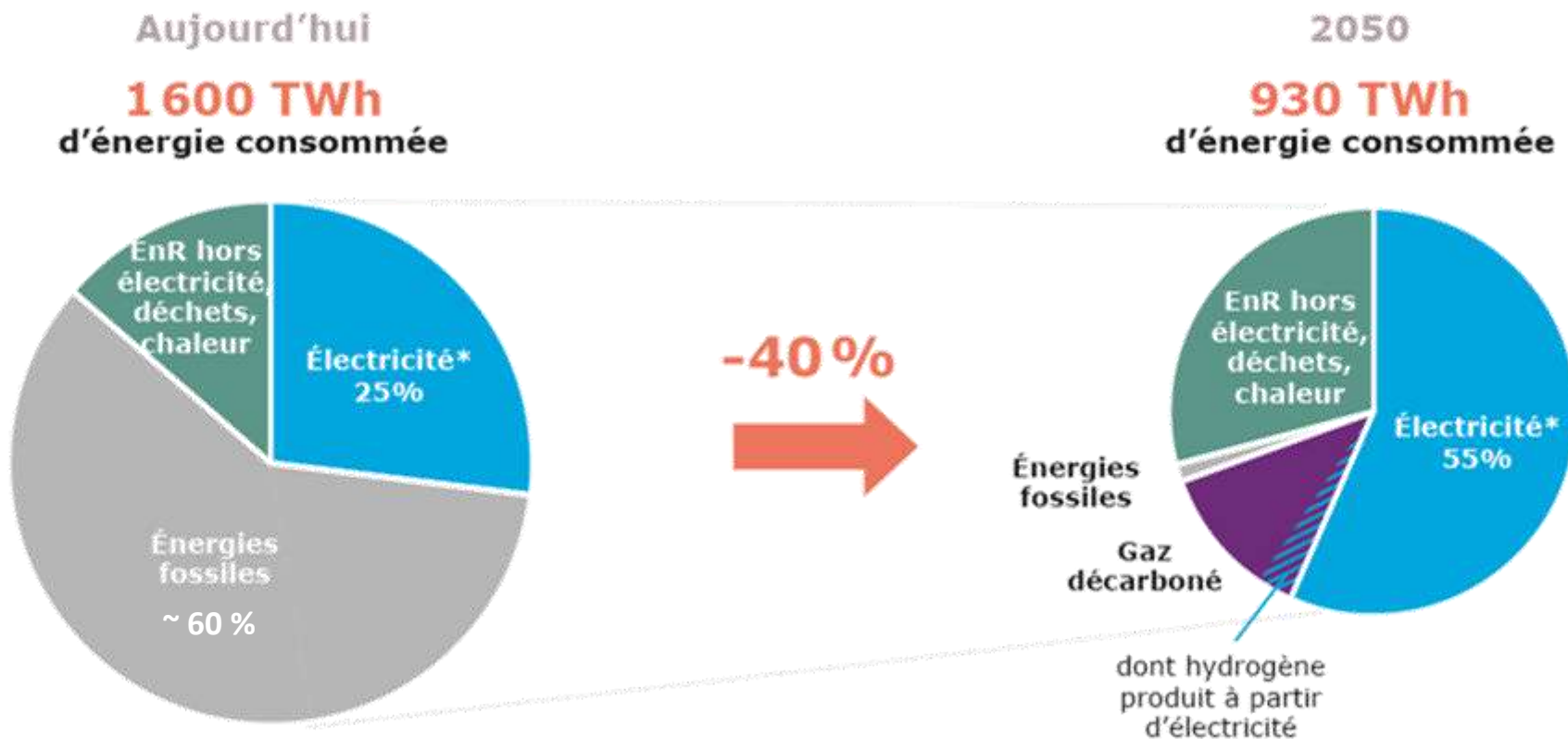
4

Rôle accru de la biomasse



# L'univers de l'étude : la SNBC pour sortir des énergies fossiles

## Consommation d'énergie finale en France (SNBC)

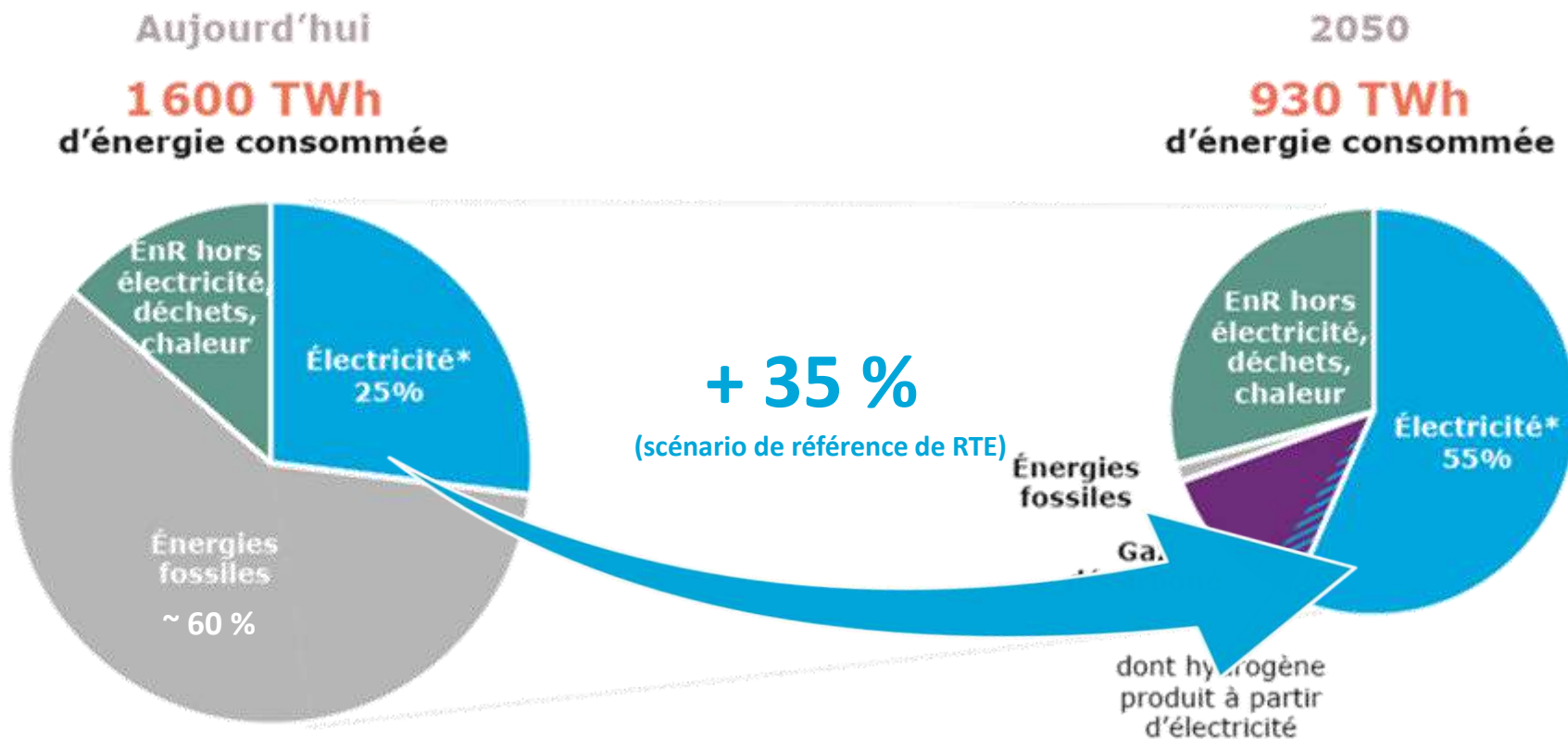


\* Consommation finale d'électricité (hors pertes, hors consommation issue du secteur de l'énergie et hors consommation pour la production d'hydrogène)  
Consommation finale d'électricité dans la trajectoire de référence de RTE = 645 TWh

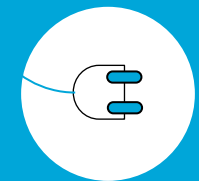


# Premier défi : augmenter la production d'électricité décarbonée

## Consommation d'énergie finale en France (SNBC)



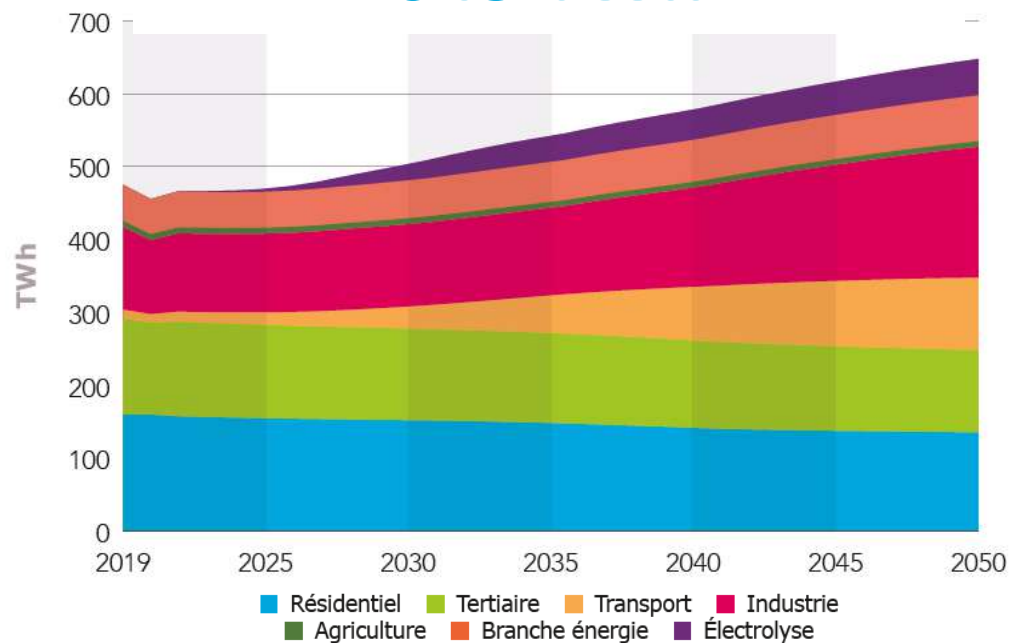
\* Consommation finale d'électricité (hors pertes, hors consommation issue du secteur de l'énergie et hors consommation pour la production d'hydrogène)  
Consommation finale d'électricité dans la trajectoire de référence de RTE = 645 TWh



# Un dispositif complet autour de la trajectoire de référence

## 1 Trajectoire de référence

### 645 TWh



## 2 Scénario sobriété

### 555 TWh

Habitat Déplacements

Industrie Travail

## 3 Scénario de réindustrialisation profonde

### 755 TWh

*Part de l'industrie manufacturière dans le PIB à 12-13%*



## Publication des *Futurs énergétiques* 2050



Février 2022

## Actualisation des trajectoires 2030-2035 dans un contexte en forte évolution

### Consultation publique du Bilan prévisionnel

(parties prenantes)



Mars 2023

### Enquête RTE-IPSOS

(échantillon de Français)



Juillet 2022 - mai 2023



Juin 2023



Septembre 2023



Une nouvelle étude pour enrichir, compléter et réactualiser les *Futurs énergétiques 2050* sur la **période 2023-2035, soit la première partie de la trajectoire de transformation du système énergétique français jusqu'à la neutralité carbone.**

*NB : l'élaboration du Bilan prévisionnel est une mission légale de RTE prévue par le code de l'énergie (article L.141-8) Contrairement à la décennie 2010, la publication du BP intervient dorénavant en amont des choix publics afin que son contenu puisse alimenter les débats.*

# Un contexte en forte évolution justifiant une actualisation des trajectoires

## Actualisation des trajectoires 2030-2035 dans un contexte en forte évolution

1

### Sur le plan des ambitions



- Nouveaux objectifs climatiques européens à l'horizon 2030, plus ambitieux : *Fit for 55* \*
- Volonté de renforcer la souveraineté énergétique française par la réindustrialisation et relocalisation (France 2030, loi industrie verte)

La transformation doit aller plus vite et viser le haut des trajectoires des FE50

2

### Sur le plan des paramètres



- Crise énergétique et guerre en Ukraine (impacts prix et disponibilité énergétique)
- Protectionnismes aux USA et en Chine
- Orientations de politique énergétique en France (Belfort, planification écologique) \*
- Révision à la baisse du potentiel de biomasse disponible pour décarboner l'économie

La transformation va s'opérer dans un contexte plus adverse et plus contraint

Dans quelle mesure et à quelles conditions les trajectoires de transformation du système électrique français jusqu'à la neutralité carbone peuvent-elles être accélérées pour atteindre des objectifs plus ambitieux dans un cadre macroéconomique et stratégique plus difficile que par le passé ?

\* L'objectif *Fit for 55* : en 2030, - 55% d'émissions nettes par rapport à 1990.

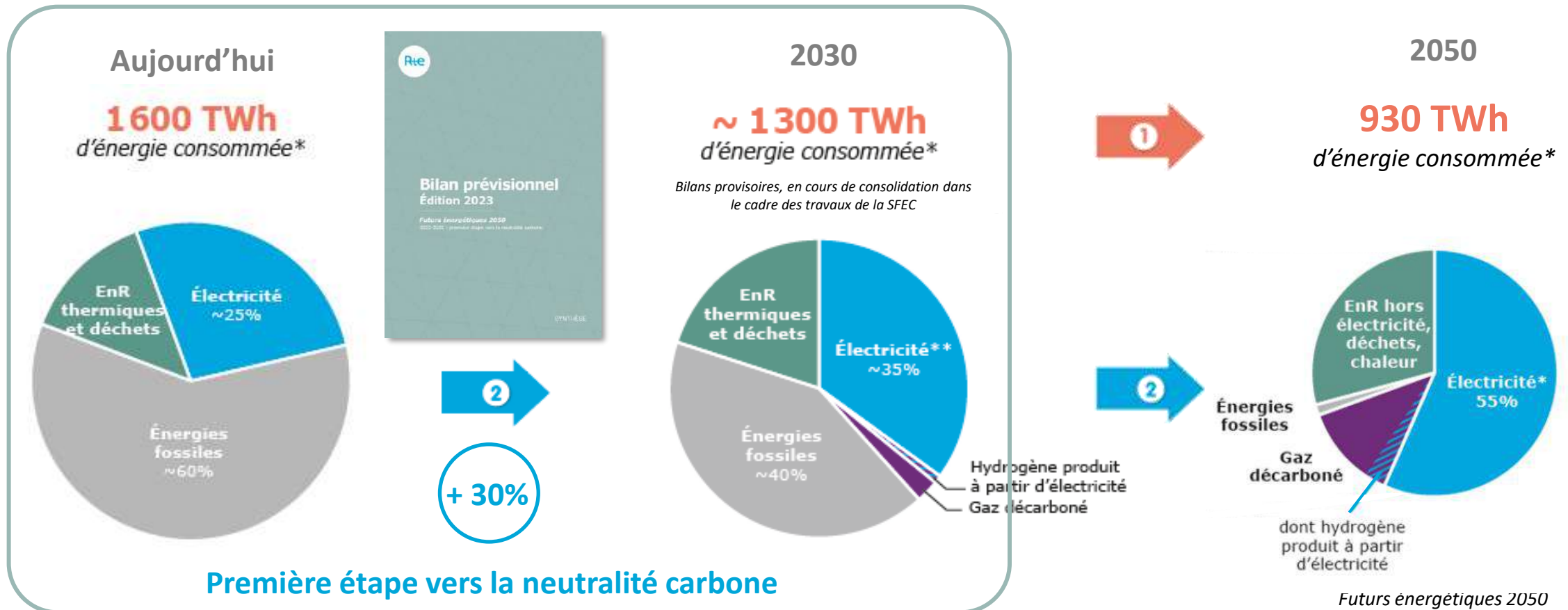
➤ Pour la France, cela revient à réduire autant ses émissions dans les 7 prochaines années qu'au cours des 15 années précédentes.

\* Les orientations de Belfort : inflexion à la hausse du rythme de développement des EnR pour produire des effets au plus vite ; réussir le grand carénage pour prolonger la durée de vie des centrales jusqu'à la décennie 2040 au moins ; relancer la construction en série de nouveaux réacteurs nucléaires.



# La neutralité carbone implique une sortie totale des énergies fossiles d'ici 2050

Les scénarios de RTE proposent différents chemins pour y parvenir qui impliquent **1** une réduction de la consommation d'énergie et **2** une augmentation de la part d'électricité



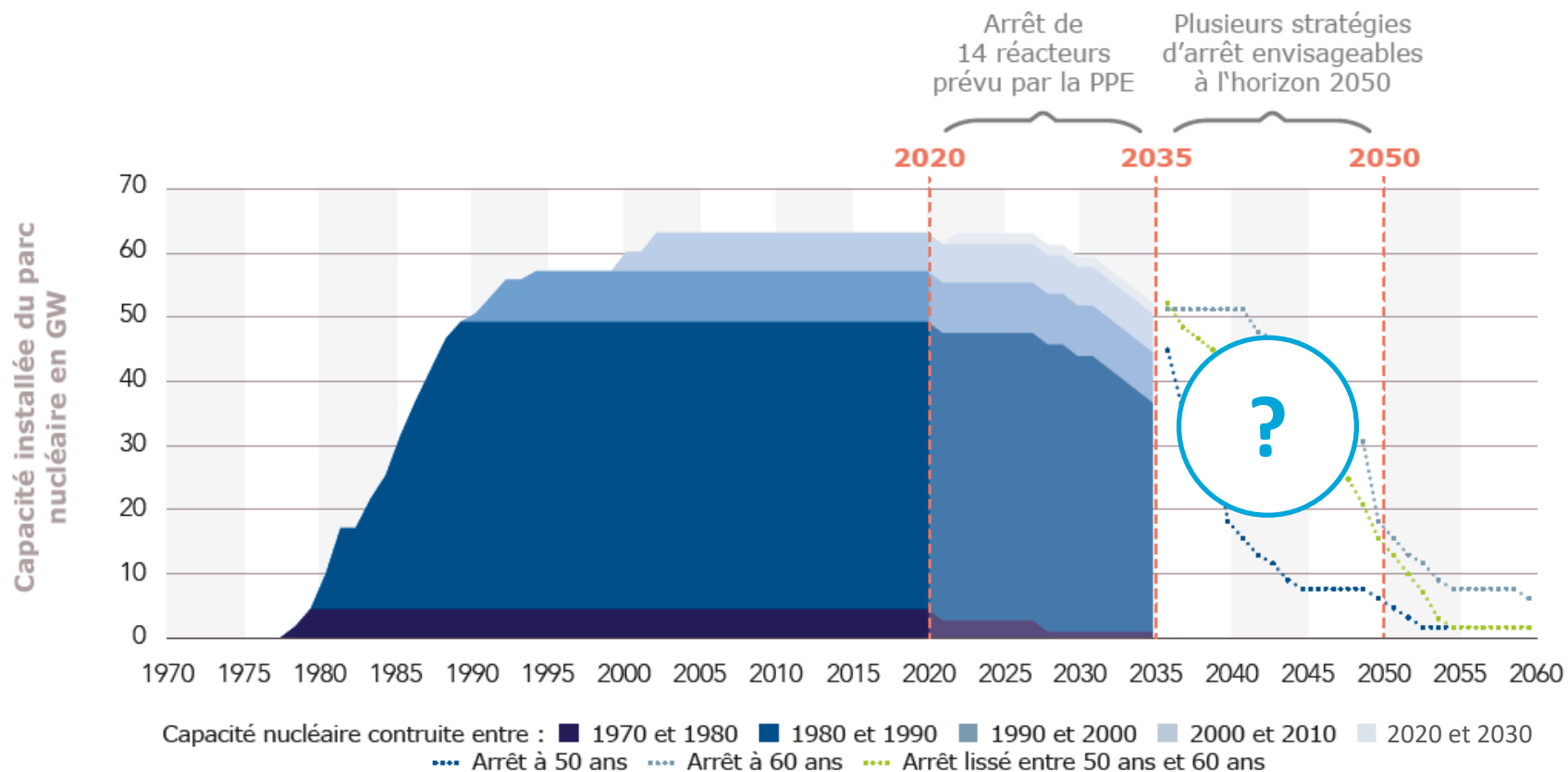
\* Énergie finale consommée (hors usage matière, hors soutes et hors chaleur environnement)

\*\* Consommation finale d'électricité (hors pertes, hors consommation issue du secteur de l'énergie et hors consommation pour la production d'hydrogène)

Futurs énergétiques 2050  
(trajectoire de référence)



## Second défi : remplacer le parc nucléaire de seconde génération



**Des prérequis énergétiques que remplissent tous les scénarios, outre l'objectif de neutralité carbone 2050 :**



**Rester dans un modèle d'interconnexion des systèmes électriques européens.**



**Ne pas faire reposer l'atteinte de la neutralité carbone sur des importations massives d'énergie.**

Des échanges possibles d'électricité et de gaz avec les pays voisins, mais un solde annuel qui ne peut être largement importateur.

Un mix de production dimensionné de manière à couvrir la consommation annuelle d'électricité projetée, avec une légère marge exportatrice dans une optique de prudence et pour éviter un dimensionnement au plus juste.

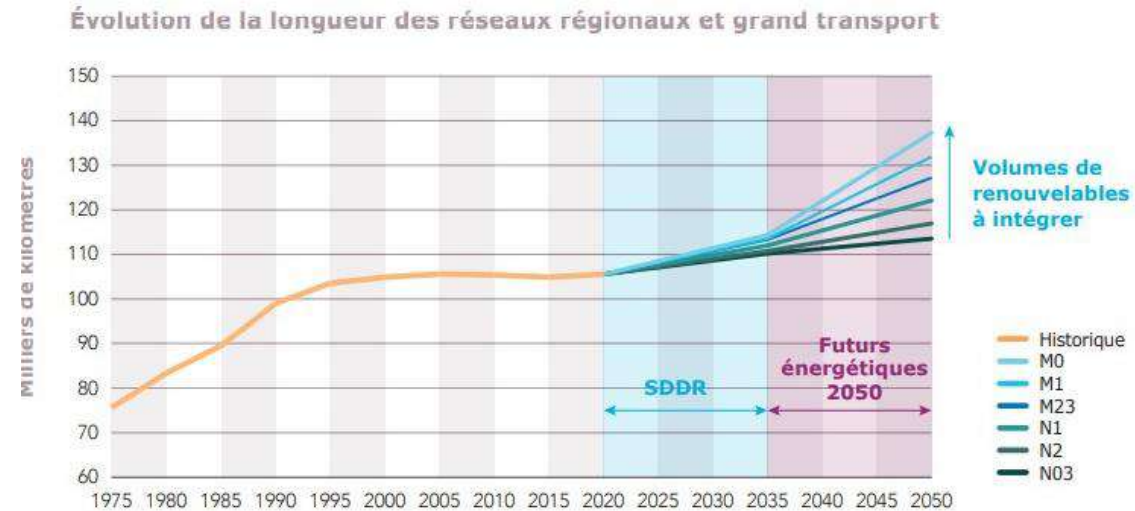


**Respecter la sécurité d'approvisionnement électrique.**

Pour répondre à cette augmentation, une nécessaire transformation de grande ampleur du système électrique dans toutes ses composantes (production, réseaux, flexibilités).



Pour répondre à cette augmentation, une nécessaire transformation de grande ampleur du système électrique dans toutes ses composantes (production, réseaux, flexibilités).



### BESOINS DE FLEXIBILITÉ

Besoins

- Des besoins importants de flexibilité dans tous les scénarios, entre 28 GW et 68 GW
- Des besoins beaucoup plus marqués dans les scénarios avec une très forte pénétration des renouvelables

### BESOINS EN NOUVELLES CAPACITÉS\*



Un **doublé**ment du rythme annuel d'investissement par rapport à aujourd'hui pour un investissement compris entre 750 et 1000 milliards d'euros sur 40 ans, selon les scénarios...

...pour un coût global (au MWh) du système électrique national susceptible d'augmenter de **15%** en vision médiane (à considérer en prenant en compte l'affranchissement du système électrique aux énergies fossiles aux coûts fluctuants).



Déjà évoqué dans la partie consommation



Evolution de la consommation et de la production d'électricité décarbonée



L'économie du système électrique



La sécurité d'approvisionnement



Les stratégies industrielles



Les nouveaux usages de l'électricité

# La France a les moyens de gérer ces besoins d'électricité en hausse en s'appuyant sur quatre leviers essentiels : sobriété, efficacité énergétique, renouvelables et nucléaire.

## Quatre leviers essentiels pour couvrir ces besoins

- Encore quelques degrés de liberté dans le choix politiques et solutions
  - Mais peu de marges de manœuvre

### Efficacité énergétique

Amélioration de la performance des procédés, équipements et bâtiments



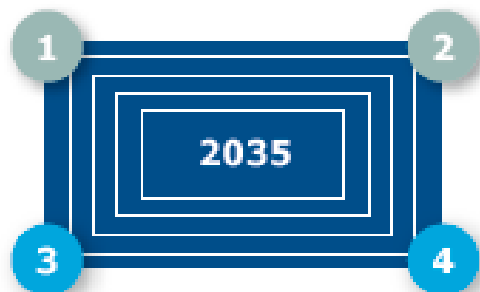
-75 TWh/an minimum,  
-100 si possible

### Sobriété

Baisse de la consommation reposant sur une évolution des modes de vie (à l'échelle individuelle et collective)



-25 TWh/an minimum,  
-60 si possible



### Nucléaire

Prolongation des réacteurs et maximisation du productible



360 TWh minimum,  
400 si possible

### Renouvelables

Accélération du rythme de développement



270 TWh minimum,  
320 si possible

Des marges de manœuvre pour « doser » les différents curseurs en fonction des préférences de la société.

## MAIS

Renoncer à l'un des leviers ou réduire l'ambition sur plusieurs conduit à un **risque élevé d'échec** dans l'atteinte des objectifs climatiques ou dans le maintien d'un haut niveau de sécurité d'approvisionnement en électricité.

# Des leviers qui ne déploieront leurs effets que dans le temps, nécessitant des actions rapides en cas d'ambitions élevées.

Figure 13 Différentes temporalités de matérialisation des leviers de la transition énergétique

## D'ici 2030



L'accroissement de la production décarbonée reposera essentiellement sur **les renouvelables terrestres**



La **sobriété** des gestes simples et la prolongation de mesures mises en place à l'hiver 2022/2023 produisent un effet rapidement sur la maîtrise de la consommation

## Entre 2030 et 2035



Un relais de croissance peut être assuré par **l'éolien en mer** (objectif 18 GW en 2035) si les appels d'offres sont lancés entre aujourd'hui et 2025



Les effets de la montée en cadence du rythme et de l'efficacité des rénovations peuvent se faire sentir à moyen terme, de même que les potentielles inflexions vers des modes de vie plus sobres

## Au-delà de 2035



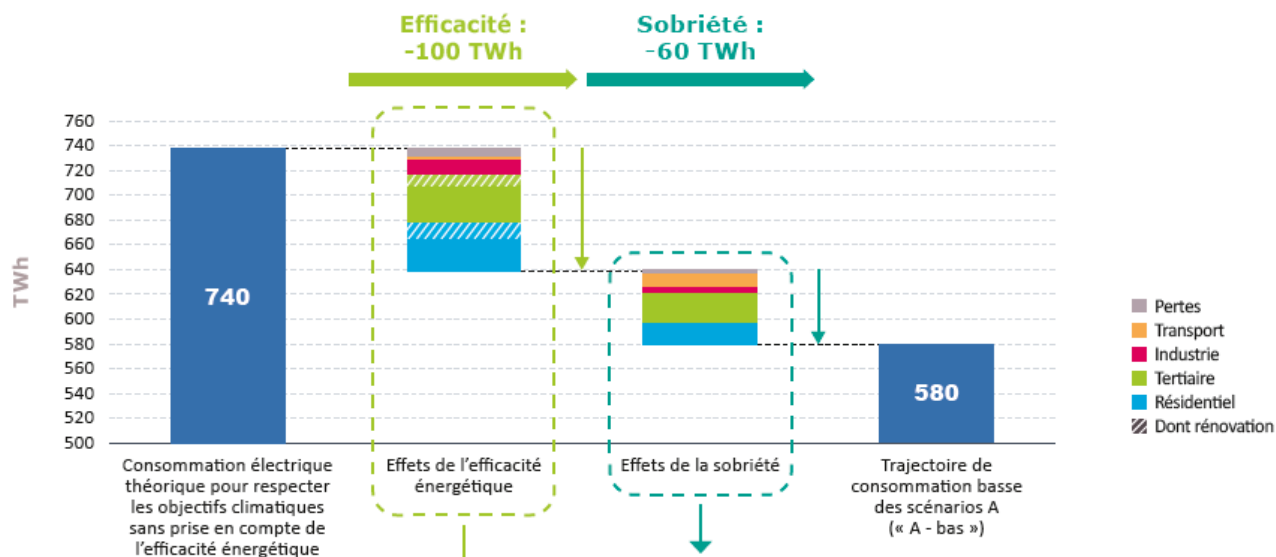
**Les nouveaux EPR2** apporteront leur contribution à la production nationale (en intégrant la perspective de fermetures de réacteurs à 60 ans)



Des gisements supplémentaires sont accessibles en fonction des choix collectifs sur les modes de vie et d'organisation (évolution de l'organisation collective, développement d'offres sobres...)

# La maîtrise de la demande en électricité est indispensable, dans ses 2 composantes : efficacité énergétique et sobriété.

Effets attendus de l'efficacité énergétique et effets potentiels de la sobriété sur le niveau de consommation à l'horizon 2035 (scénario A - bas)



1

**Efficacité énergétique :**  
poursuivre l'amélioration de la performance des équipements neufs, massifier la rénovation efficace des logements.

- Réduction des consommations unitaires des équipements :** directives européennes d'écoconception, renouvellement du parc d'équipements, amélioration des procédés industriels, etc.
- Mise en œuvre de politiques publiques volontaristes :** rénovation thermique des bâtiments (multiplication par trois des efforts moyens), réglementation sur la construction neuve, dispositif « éco-énergie tertiaire », utilisation privilégiée des pompes à chaleur avec une réduction accélérée de l'usage du gaz fossile pour le chauffage

- Atteindre -25 TWh :**
  - température de chauffage à 19°C
  - report modal : +30% des trajets en transport collectif, x5 pour les trajets en vélo
  - gestes simples : réduire la consommation d'eau chaude, éteindre les lumières inutiles...
- Atteindre -60 TWh :**
  - température de chauffage à 19°C
  - report modal : x2 des trajets en transport collectif, x6 pour les trajets en vélo
  - au-delà des gestes simples : des évolutions dans la manière d'habiter, de se déplacer et de consommer

2

**Sobriété :**  
un levier désormais essentiel, qui peut s'appuyer sur l'expérience concrète de l'hiver 2022-2023.

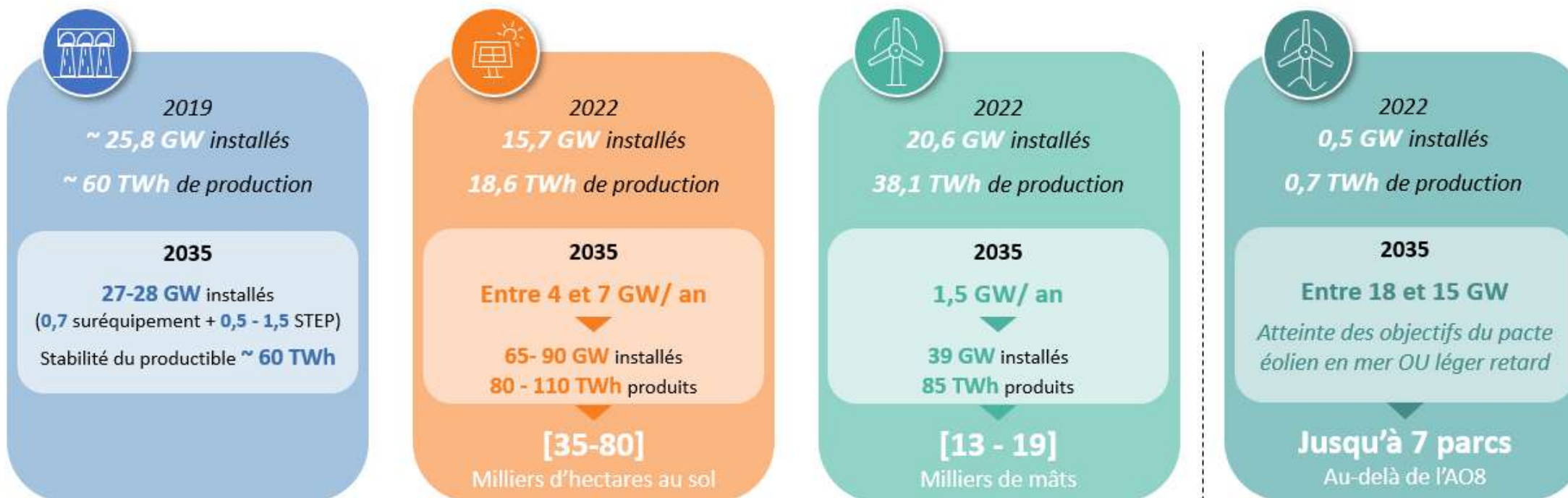




## L'accélération du développement des renouvelables, un levier essentiel pour accroître rapidement le productible décarboné

- 1 Un enjeu de massification : d'ici 2035, viser au minimum une production d'électricité renouvelable annuelle de 270 TWh (contre environ 120 TWh aujourd'hui) et si possible de 320 TWh
- 2 Différents panachages sont possibles pour atteindre ces volumes, en fonction des dynamiques industrielles et des choix publics

Rythmes de développement des filières de production renouvelables, aujourd'hui et à l'horizon 2035 dans le cadre du scénario A

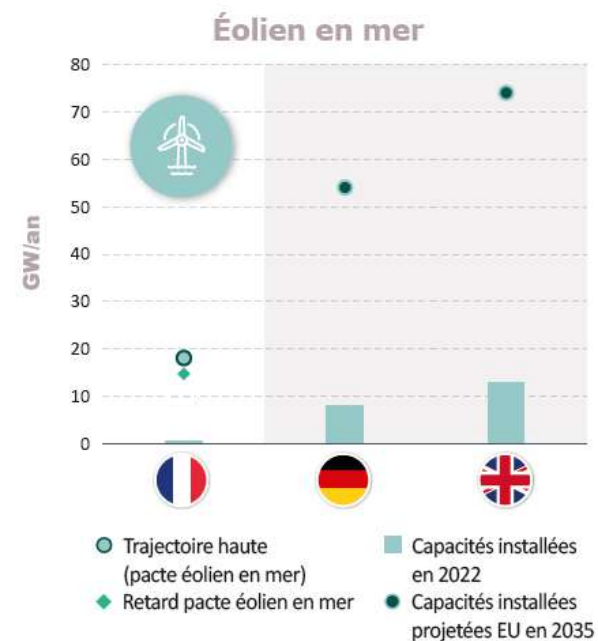
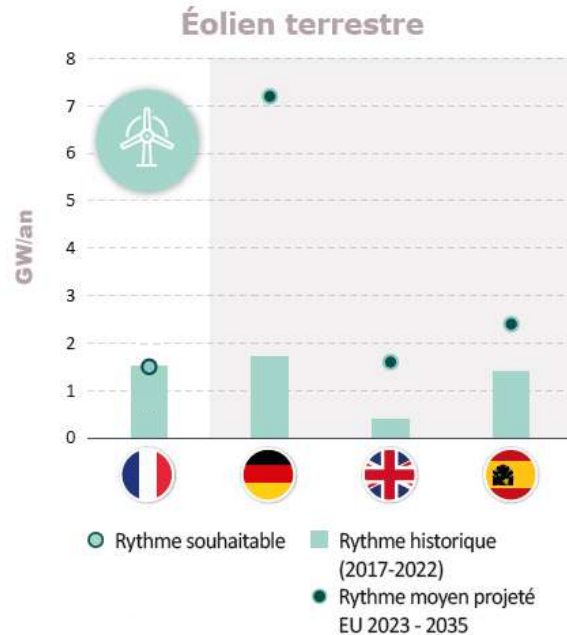
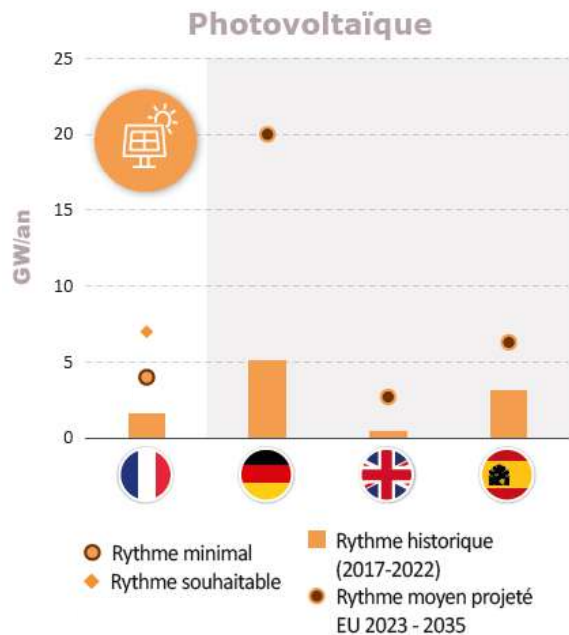




# L'accélération du développement des renouvelables, un levier essentiel pour accroître rapidement le productible décarboné

- 1 Un enjeu de massification : d'ici 2035, viser au minimum une production d'électricité renouvelable annuelle de 270 TWh (contre environ 120 TWh aujourd'hui) et si possible de 320 TWh
- 2 Différents panachages sont possibles pour atteindre ces volumes, en fonction des dynamiques industrielles et des choix publics

Rythmes de développement des filières de production renouvelables, aujourd'hui et à l'horizon 2035 dans le cadre du scénario A  
- comparaison avec les pays voisins





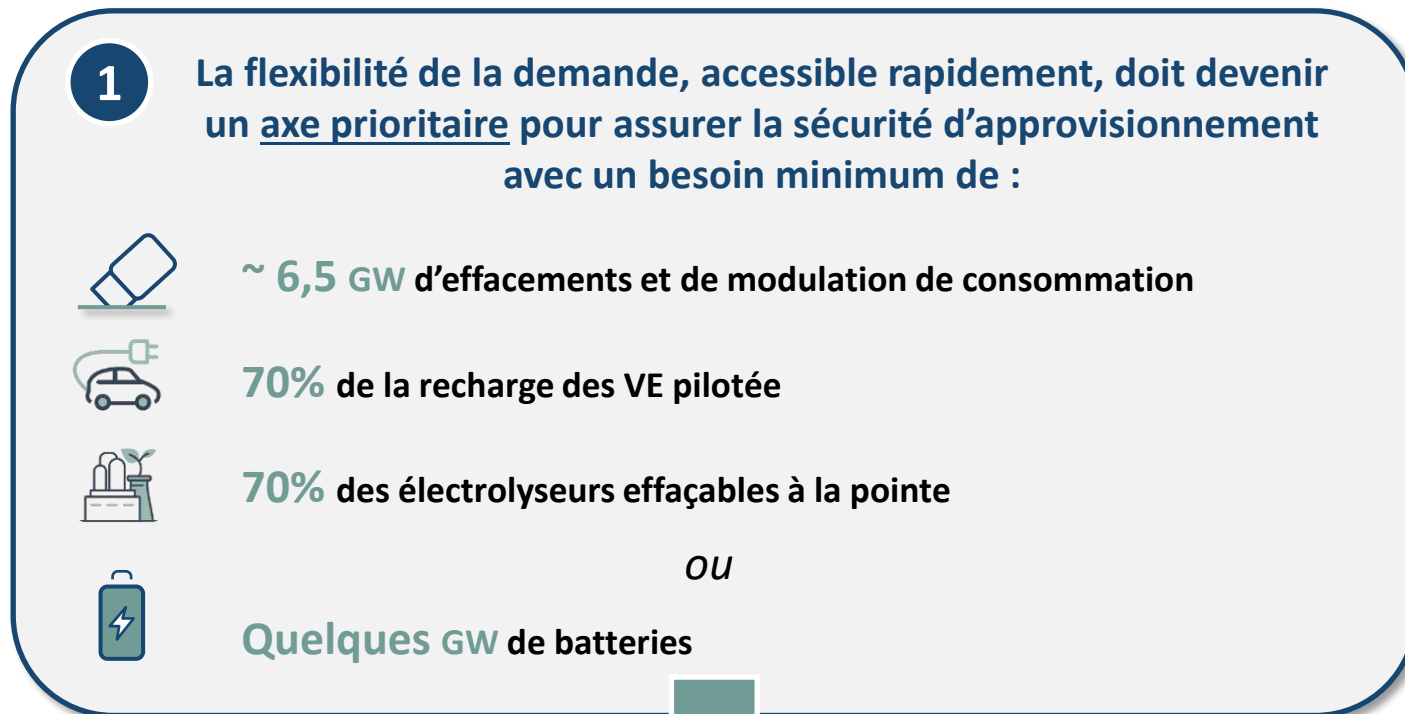
À l'horizon 2030, des besoins de capacité additionnels qui peuvent être assurés par différentes combinaisons de pilotage de la consommation et de la production

*Flexibilités disponibles en 2023*



**Ne suffisent pas à assurer l'équilibre  
offre-demande à l'horizon 2030**

# À l'horizon 2030, des besoins de capacité additionnels qui peuvent être assurés par différentes combinaisons de pilotage de la consommation et de la production



Réduisent le besoin de marge du système de l'ordre de 5 GW

Et contribuent à optimiser le fonctionnement du système

# Développer la flexibilité de la demande, un axe prioritaire pour optimiser le fonctionnement du système électrique qui doit s'appuyer sur un plan dédié pour ne pas demeurer une déclaration d'intention

## PLAN DE PASSAGE A L'ECHELLE SUR LES FLEXIBILITES DE LA DEMANDE



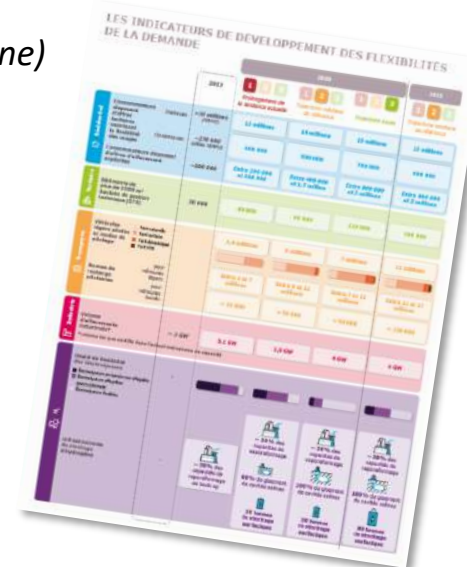
**Objectif : atteindre un haut niveau de fiabilité**

**1**

Un programme technique et industriel de déploiement d'équipements connectés permettant de piloter les usages :

### Exemple d'indicateurs à 2030 (trajectoire médiane)

- 60 000 bâtiments équipés de GTB connectés
- 14 M consommateurs sous offre tarifaire valorisant la flex des usages
- 6 à 12 M de bornes de recharges pilotables
- 3,5 GW d'effacements industriels



**Besoins « courts »**

Flexibilités disponibles en 2023



Développer la flexibilité de la demande, un axe prioritaire pour optimiser le fonctionnement du système électrique qui doit s'appuyer sur un plan dédié pour ne pas demeurer une déclaration d'intention

## PLAN DE PASSAGE A L'ECHELLE SUR LES FLEXIBILITES DE LA DEMANDE



**Objectif : atteindre un haut niveau de fiabilité**

- 1** Un programme technique et industriel de déploiement d'équipements connectés permettant de piloter les usages
- 2** Un modèle économique qui repose sur des incitations au bon placement de la consommation qui permettent aux consommateurs de tirer partie de leur flexibilité (effacement explicite, HP/HC)

**Besoins « courts »**

*Flexibilités disponibles en 2023*



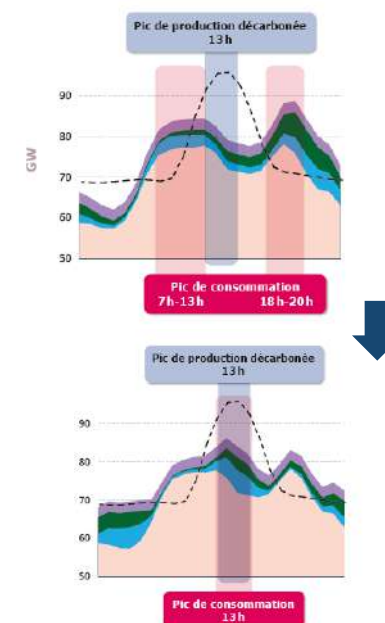
# Développer la flexibilité de la demande, un axe prioritaire pour optimiser le fonctionnement du système électrique qui doit s'appuyer sur un plan dédié pour ne pas demeurer une déclaration d'intention

## PLAN DE PASSAGE A L'ECHELLE SUR LES FLEXIBILITES DE LA DEMANDE



**Objectif : atteindre un haut niveau de fiabilité**

- 1 Un programme technique et industriel de déploiement d'équipements connectés permettant de piloter les usages
- 2 Un modèle économique qui repose sur des incitations au bon placement de la consommation qui permettent aux consommateurs de tirer partie de leur flexibilité (effacement explicite, HP/HC)
- 3 Un pilotage de l'efficacité des flexibilités déployées, par la mesure de l'effet agrégé des actions sur l'équilibre offre-demande national



**Besoins « courts »**

*Flexibilités disponibles en 2023*



# À l'horizon 2030, des besoins de capacité additionnels qui peuvent être assurés par différentes combinaisons de pilotage de la consommation et de la production

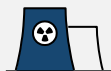
**Besoins « longs »**  
Plusieurs bouquets de  
possibles

2



2

Il est possible d'assurer la sécurité d'approvisionnement sans moyen supplémentaire si certaines conditions sont réunies



En rétablissant la disponibilité nucléaire hivernale aux standards des années 2010 (> 55 GW)



Réussir à mettre en place une sobriété collective au-delà des gestes simples, tout en poursuivant l'accélération des énergies renouvelables



En développant massivement des grandes STEP hydrauliques (plusieurs jours de stock) : l'échéance 2030 et de telles caractéristiques rendent cette perspective peu crédible, celle-ci permettra a priori au mieux de limiter le besoin.

**Besoins « courts »**

Flexibilités disponibles en 2023





# Le devenir du parc thermique : vers un soutien d'extrême pointe qui ne nécessite pas la construction de nouvelles centrales fossiles

**Besoins « longs »**  
Plusieurs bouquets de  
possibles

3



**Besoins « courts »**

Flexibilités disponibles en 2023

3

Si le besoin de thermique est avéré, il est limité et peut être couvert sans nécessairement construire de nouvelles centrales



En maintenant les deux dernières centrales au charbon comme un levier de dernier recours



En convertissant des centrales existantes à l'utilisation des combustibles décarbonés (ex. biomasse)



En construisant de nouvelles unités thermiques, fonctionnant **d'emblée** avec des carburants décarbonés

# La décarbonation du mix énergétique européen a des conséquences importantes pour le dimensionnement et le fonctionnement du système électrique français

1

Comprendre les impacts des évolutions des mix de nos voisins sur le fonctionnement du système électrique (modes communs)

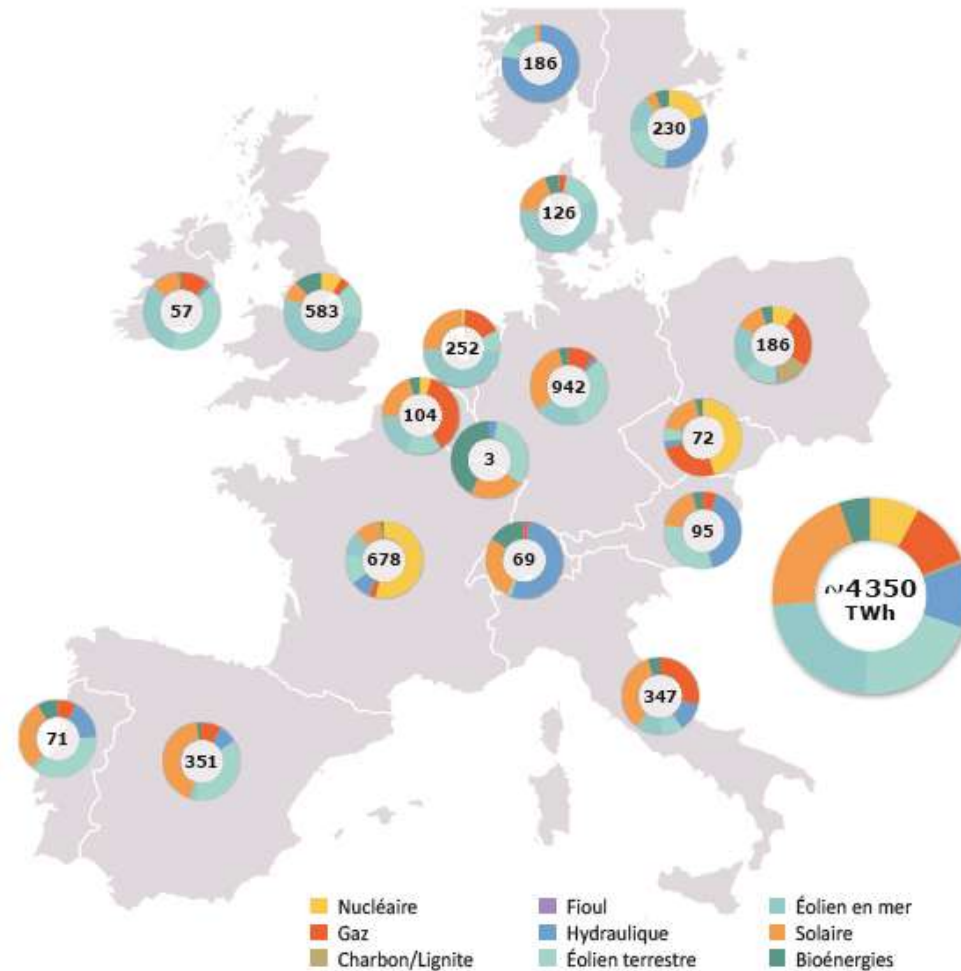
2

Être prudent sur la contribution des pays voisins à la sécurité d'approvisionnement française

3

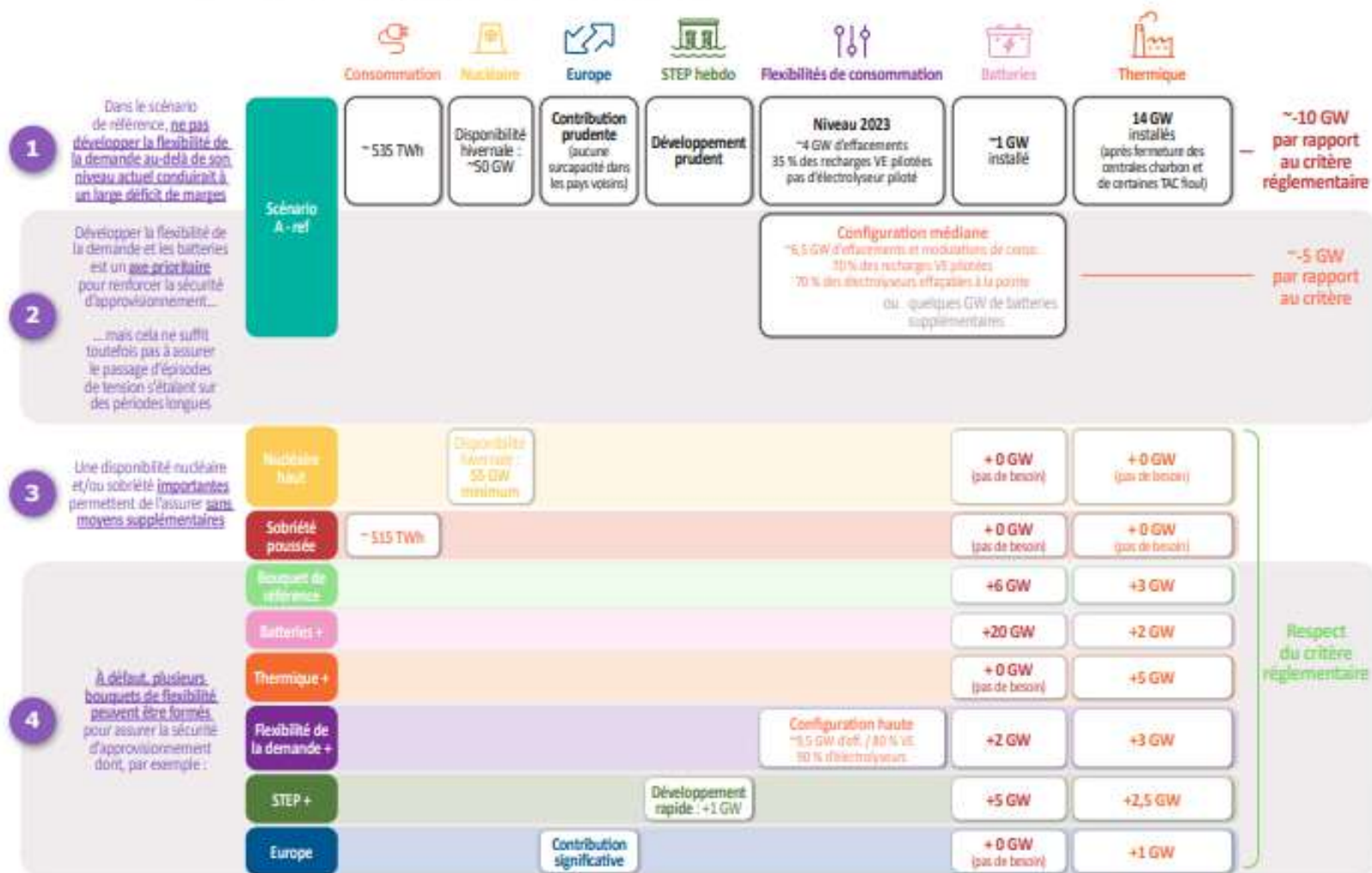
Conserver une position fortement exportatrice, sans regret du point de vue climatique, de la résilience et de la facture énergétique de la France

Mix de production électrique en France et dans les pays voisins à l'horizon 2035  
(configuration d'atteinte des objectifs)



# Différents bouquets de flexibilités sont envisageables pour assurer la sécurité d'approvisionnement : ils reposent d'abord sur la flexibilité de la demande et les batteries, puis, le cas échéant, sur du thermique décarboné en fonction des hypothèses sur le nucléaire, l'hydraulique et la sobriété

Figure 18 Solutions pour assurer l'équilibrage en puissance au sens du critère réglementaire à l'horizon 2030 : les différents «bouquets de flexibilité» possibles



# En synthèse : le BP 2023 confirme l'ampleur de la transformation du système électrique pour atteindre les objectifs Fit for 55, souveraineté, indépendance énergétique

## Les conclusions des *Futurs énergétiques 2050* sont confirmées



Ils ont décrit une **transformation d'ampleur** qui touchera l'ensemble des secteurs de l'économie



Ils ont chiffré des **perspectives à la hausse de la consommation d'électricité** tout en rappelant l'importance des économies d'énergie



Ils ont mis en évidence **l'indispensable accélération du déploiement des EnR et la rentabilité de la prolongation des réacteurs existants**



Ils ont décrit un système électrique qui impliquera des investissements importants mais reposera sur des **coûts de fonctionnement faibles**



Ils ont rappelé **l'importance du développement des réseaux de distribution et de transport d'électricité**  
**et des flexibilités.**



Ils ont alerté sur **l'urgence à agir**

# Merci !