



Le réseau
de transport
d'électricité

Convertir et stocker l'électricité dans la transition énergétique

Quels défis, quels cas d'application aujourd'hui et demain ?

Assemblée générale SMILE - 12/04/2024 – Baptiste MENARD

Le stockage est un des moyens de flexibilités permettant de faire le lien entre production et consommation d'électricité

- Production et consommation
- Flexibilités
- Les différents bouquets de flexibilités à horizon 2030

La batterie, un cas d'usage pour comprendre comment peut se valoriser le stockage d'électricité

- Valorisation de la capacité
- Valorisation de l'énergie
- Valorisation de la gestion de congestions réseaux

Quelles évolutions futures pour planifier l'intégration du stockage ?

- Comprendre plus finement les opportunités d'optimisation apportées par les flexibilités
- Vers une évolution du cadre de raccordement ?

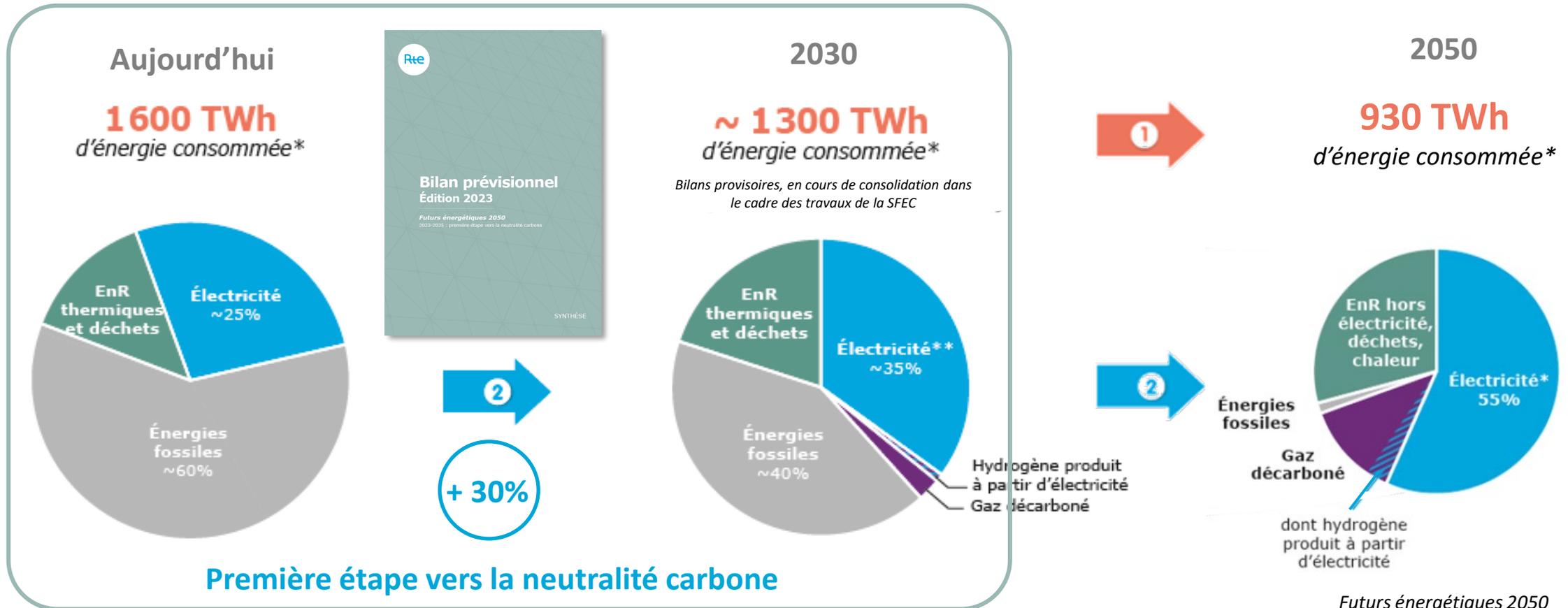
Le stockage est un des moyens de flexibilités permettant de faire le lien entre production et consommation d'électricité

.....



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)

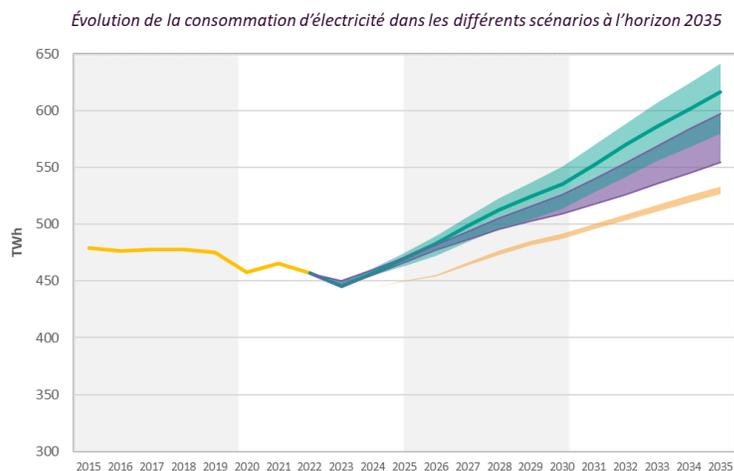
Futurs énergétiques 2050 (trajectoire de référence)



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

Les leviers identifiés pour atteindre les objectifs climatiques et de souveraineté énergétique à l'horizon 2035

Des besoins d'électricité qui augmentent dans tous les secteurs pour assurer la sortie des énergies fossiles et réindustrialiser la France



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

1

Renoncer à l'un des leviers rend extrêmement difficile l'atteinte des objectifs climatiques et de sécurité d'approvisionnement : il existe toutefois des marges de manœuvre dans le dosage entre les leviers, ce qui laisse la place à un choix public sur la façon d'atteindre les objectifs

2

Choisir une ambition élevée sur chacun des leviers doit se faire dès maintenant, car ils ne déploient leurs effets que dans le temps



Le stockage est un levier parmi d'autres pour assurer le bouclage du système électrique

Flexibilités disponibles en 2023



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

Les flexibilités aujourd'hui...

✓ Placer intelligemment ou effacer la consommation :

- Déploiement historique des ballons d'eau chaude
- Incitation tarifaire historique type HP-HC
- effacements industriel et dans une moindre mesure résidentiel et tertiaire



✓ Convertir et stocker l'électricité :

- Conversion et stockage sous forme d'énergie potentielle
5 GW de Station de transfert d'énergie par pompage (STEP)
- Conversion et stockage sous forme d'énergie chimique
0,8 MW de batteries raccordées



✓ Solliciter des moyens de production thermiques carbonés



...et celles de demain

✓ Adapter et développer les flexibilités de consommations :

- Un programme technique et industriel de **déploiement d'équipements connectés permettant de piloter les usages** (Véhicules électriques, tertiaire, résidentiel, industriel, ...)
- **Revoir la notion d'« heures creuses »** se trouvant de plus en plus sur les heures méridiennes.

✓ Convertir et stocker l'électricité :

- Développer **les technologies à l'état de l'art** (STEP, Batteries)...
- ... ainsi que **les technologies prometteuses de conversion et stockage pour usage final** (sous forme d'hydrogène ou de chaleur pour l'industrie)...
- ...sans trop anticiper le besoin de réinjection sur le système électrique après conversion... → *Opportunités après 2035.*

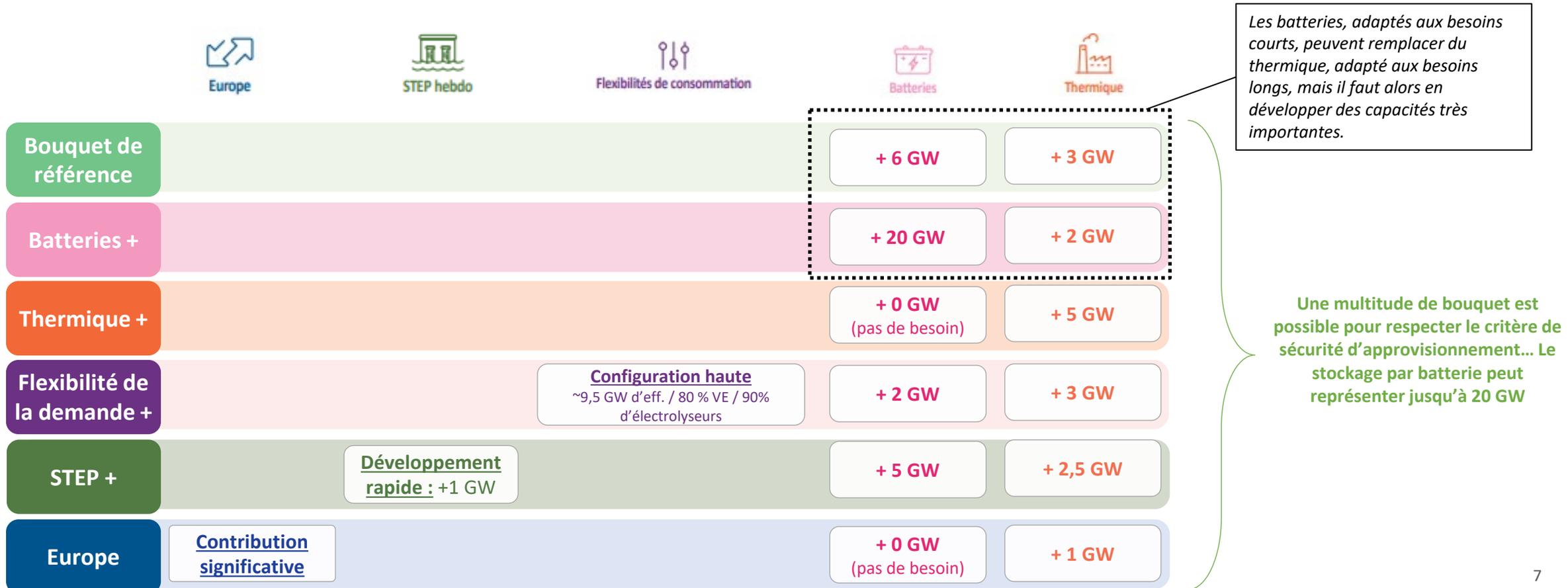
✓ Reconvertir les **moyens de production thermiques** arrivant en fin de vie

Enfin, quelle place réserver au stockage à horizon 2030 ?



Répondre aux besoins de sécurité d'approvisionnement à horizon 2030 peut nécessiter un développement massif des flexibilités

- ✓ Différents bouquets de flexibilité sont possibles et répondent simultanément à deux types de besoins pour la sécurité d'approvisionnement :
 - besoins « courts », sur des durées de l'ordre de quelques heures le matin et/ou le soir → pour lesquelles **une forte concurrence est anticipée**.
 - besoins « longs », lors des périodes de froid sans vent pouvant durer jusqu'à plusieurs jours → nécessite plutôt du **thermique**.
- ✓ Dans le cas d'une disponibilité élevée du nucléaire ou d'une forte maîtrise de la consommation, il n'y a pas de besoins de développement de flexibilités



2

La batterie, un cas d'usage pour comprendre comment peut se valoriser le stockage d'électricité

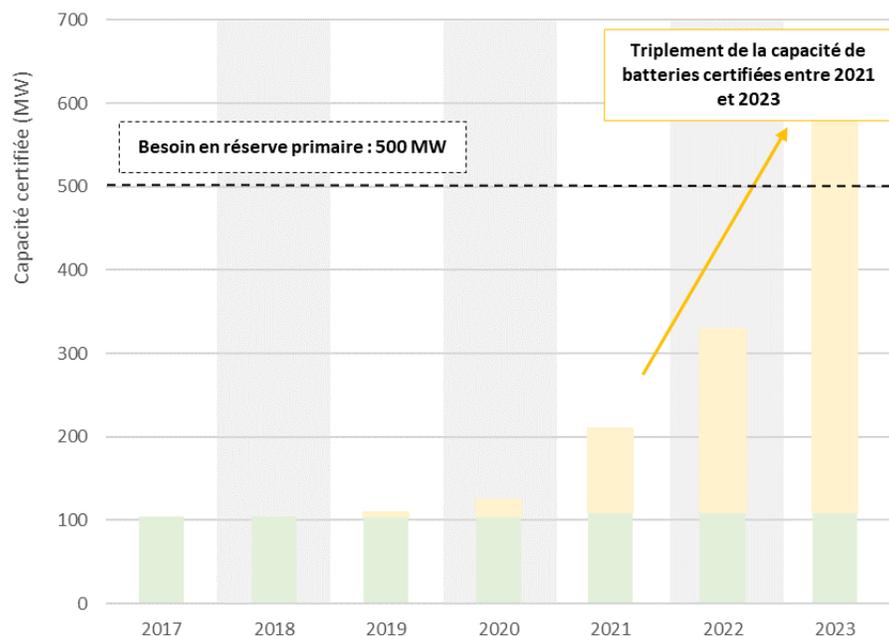
.....

Un cas d'usage pour les batteries : la valorisation de la capacité est aujourd'hui la principale source de rémunération.

1

- ✓ **Aujourd'hui les batteries participent activement aux services systèmes qui « sécurisent » l'équilibre offre-demande proche du temps réel.** Les revenus sur ces mécanismes représentent l'essentiel de leur rémunération (à hauteur d'environ 60%)... *Cette source de rémunération sera relativement rapidement saturée au vu de l'engouement de la filière pour se raccorder, et de la potentielle arrivée sur ce mécanisme d'autres flexibilités (véhicule électrique, électrolyseur...)*
- ✓ **...sur le mécanisme de capacité (à hauteur de 40%)**

Evolution de la capacité certifiée d'effacements et de batteries sur la réserve primaire



Quelques éléments sur la réserve secondaire

Besoin en réserve secondaire entre 500 et 1000 MW

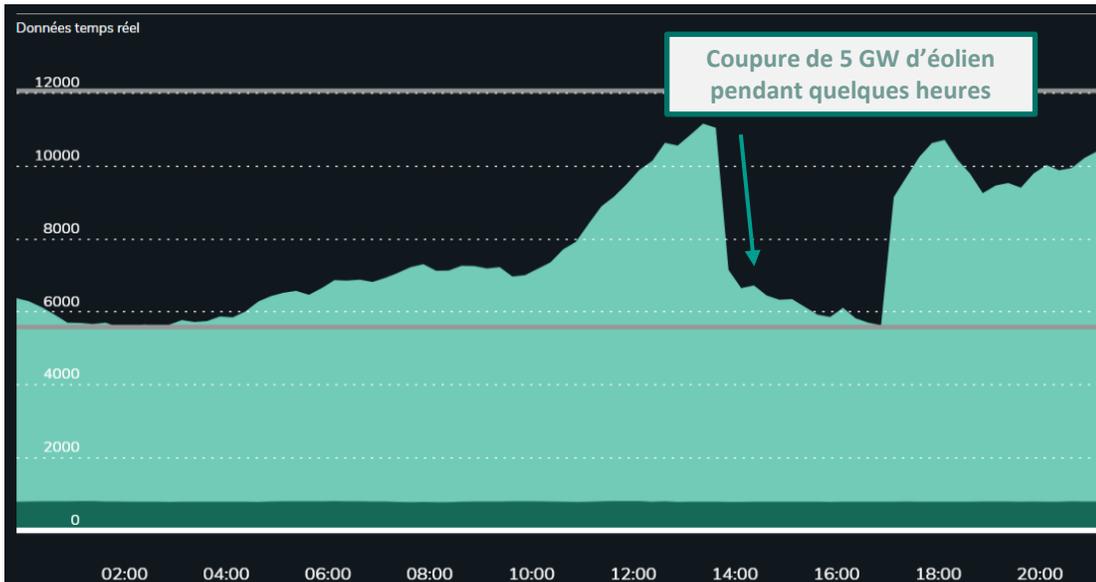
Les premières batteries (avec des un volume d'énergie stockable plus conséquent) commencent à se certifier

Un cas d'usage pour les batteries : les opportunités de stocker les excédents d'électricité et de les déplacer vers les moments de besoin sont de plus en plus fréquentes

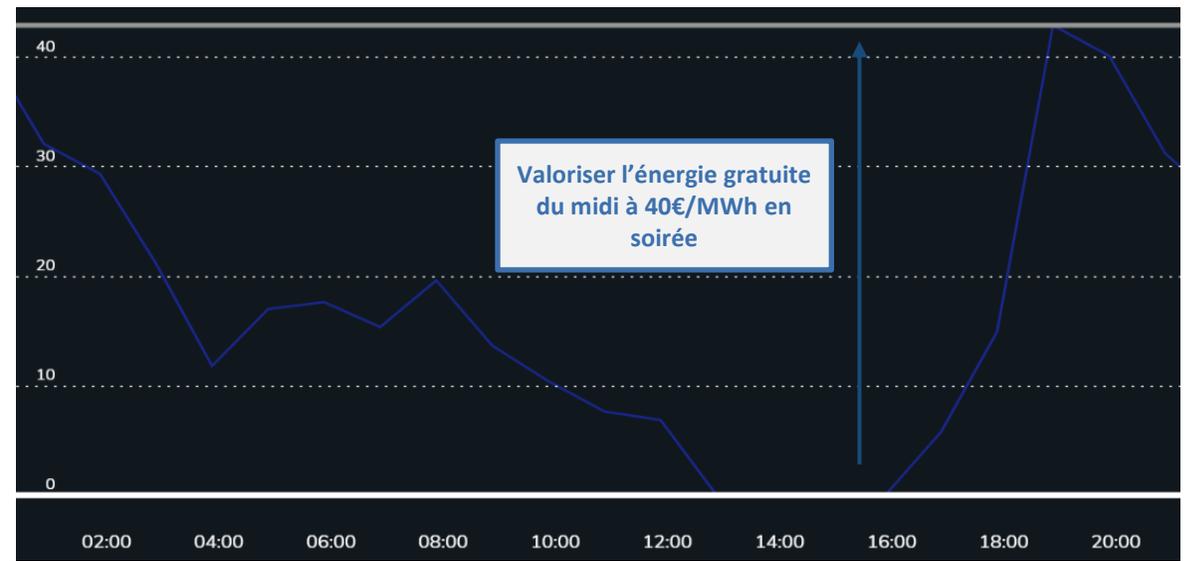
2

- ✓ **Demain, les batteries se rémunèrent aussi en stockant l'électricité renouvelable et bas carbone** lorsqu'elle est disponible en abondance et peu chère et en la restituant lors des périodes de pointe où les prix sont plus élevés.
 - ✓ **La fréquence de ce genre d'évènement est aujourd'hui en hausse**, mais elle est très dépendante des conditions de développement du parc de production d'électricité, de la consommation d'électricité ainsi que du développement des flexibilités en Europe...
- Les premières analyses de RTE estiment que dans le scénario de référence du bilan prévisionnel 2023 à horizon 2030, cette unique source de rémunération ne permet pas de rentabiliser entièrement un investissement dans une batterie.*

Production éolienne française (MW) du lundi 1^{er} mars 2024. Source : Eco2mix



Prix de marché spot (€/MWh) du lundi 1^{er} mars 2024. Source : Eco2mix



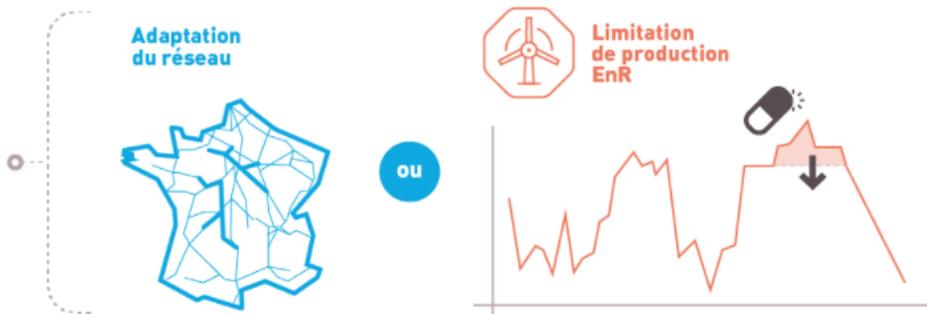
Un cas d'usage pour les batteries : Gérer les congestions réseau en valorisant le productible renouvelable qui ne peut être évacué.

3

- ✓ *Demain, les batteries se rémunèrent aussi potentiellement en stockant l'électricité renouvelable lorsque le réseau électrique est limitant pour l'évacuer, pour peu que la batterie soit bien localisée.*
- ✓ *Dans une logique de dimensionnement optimal, les opportunités de développement de la flexibilité en place d'adaptation du réseau sont à l'étude.*

Les premières expérimentations semblent montrer que cette unique source de rémunération ne permet pas de justifier l'investissement dans une batterie.

Principe de dimensionnement optimal



Existence de solutions intermédiaires ? → **Appel d'offre flexibilité**

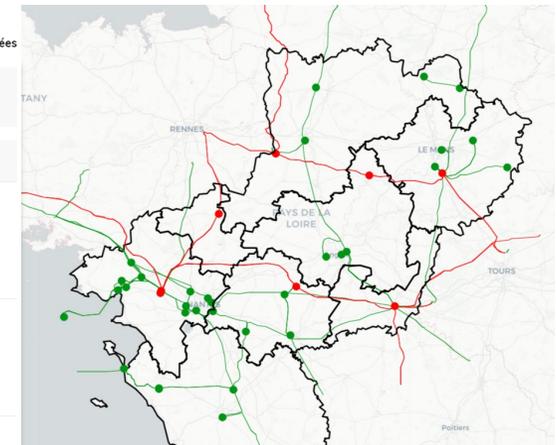
Doit permettre de tester la capacité de flexibilités à résoudre des congestions et évitant ou reportant ainsi un investissement réseau.

Publication des Contraintes résiduelles

CARACTÉRISTIQUES

Télécharger les données

Puissance Enr installée et projets en développement	4131 MW			
	Printemps	Été	Automne	Hiver
Puissance totale maximale à compenser	124 MW			
Energie non évacuée moyenne, par saison	73 MWh	977 MWh	77 MWh	104 MWh



Publication des « contraintes résiduelles » liés à l'accueil des renouvelables raccordés ou en cours de raccordement

Donne une vision à court termes des contraintes d'évacuation sur le réseau de transport d'électricité

3 Quelles évolutions futures pour planifier l'intégration du stockage ?



Le développement de flexibilités pourrait offrir des opportunités d'optimisation pour les besoins de réseau associés

RTE mène aujourd'hui des travaux prospectifs dans le cadre de son schéma décennal de développement du réseau (SDDR) dans lequel des études sur l'insertion des flexibilités dans le réseau sont menées.

Une analyse dédiée étudiera les incidences sur le réseau des **modes de fonctionnements des électrolyseurs et des batteries**.

Un scénario de **mobilisation accrue des flexibilités** comme alternative ou complément au développement du réseau pour gérer les congestions sera étudié.

RTE travaille à l'évolution du cadre de raccordement qui bute sur une absence de visibilité sur le mode de fonctionnement des stockeurs.

En effet, actuellement, les actifs de stockage répondent à des **signaux très variés** : services système, arbitrage sur les marchés, autoconsommation, optimisation de la production non pilotable, résolution de contraintes résiduelles...

Cela constitue un atout pour le système électrique mais **créé de l'incertitude** pour prévoir le dimensionnement du réseau car cela peut conduire les stockeurs à accroître les contraintes en un point donné du réseau alors qu'ils participent à l'équilibrage du système.

Dans le SDDR, RTE présentera les impacts sur le dimensionnement du réseau des différents modes de pilotage afin d'être en mesure de faire des propositions adaptées aux différents types de besoin en matière de cadre de raccordement (par ex : sur la base de gabarits de fonctionnement dans le but de ne pas pénaliser le raccordement).



➤ Ces questions seront instruites en détails dans le SDDR 2024 pour lequel une consultation publique est en cours.

Le Schéma Directeur de Développement du Réseau : il doit proposer des priorités et des stratégies industrielles permettant de les atteindre



- Sur la base des nouvelles orientations énergétiques (SFEC) et du Bilan prévisionnel 2023, RTE prépare un nouveau SDDR, qui couvrira la période **2024-2040**
- Ce plan-programme proposera une trajectoire de long terme d'atteinte des objectifs publics ainsi que des variantes qui décriront :
 - ✓ Les besoins techniques auxquels le réseau devra répondre
 - ✓ Les solutions technologiques qui peuvent être mises en œuvre
 - ✓ Les enveloppes financières et les enjeux économiques pour la collectivité
 - ✓ L'analyse environnementale des trajectoires et des choix techniques
- Le SDDR est un plan – programme, qui permet de disposer d'une vision partagée des enjeux en matière d'évolution de l'infrastructure de réseau.
- Il doit proposer le dimensionnement du réseau qui permet de ne pas « retarder » le mouvement de décarbonation
 - ✓ Il sera soumis à un avis de la CRE et, suite à cet avis, sera décliné tous les ans dans le programme d'investissements.
 - ✓ Il sera soumis aux observations de l'Etat.
 - ✓ La CNDP et l'Autorité environnementale en seront formellement saisies et mèneront les procédures de consultation du public prévues par le code de l'environnement.

Le SDDR identifiera les besoins prioritaires et leur localisation. Il proposera des options pour les structures cibles de réseau et posera les conditions de réussite (notamment en matière RH, approvisionnements, cadre de raccordement).



En conclusion

- 1) Adapter le système électrique aux évolutions du parc de production et de consommation est indispensable à la réussite de la transition énergétique → **les flexibilités (placement intelligent de la demande, stockage,...) auront un rôle croissant pour équilibrer le système électrique de demain.**
- 2) **Il faut engager dès maintenant le développement des flexibilités permettant de déplacer les consommations de l'électricité ou de stocker l'électricité**, en cohérence avec les besoins du système (du point de vue de la capacité installée ou de localisation)
- 3) **RTE adapte les mécanismes de marché et les services au réseau** pour (i) assurer la valorisation des actifs de stockage et des flexibilités de la demande et (ii) pour faire émerger les flexibilités permettant d'exploiter et d'optimiser le système électrique de demain