

# **BILAN PRÉVISIONNEL**

**de l'équilibre offre-demande  
d'électricité à La Réunion**

**2023-2028**



## Résumé

EDF Systèmes Energétiques Insulaires (SEI), en sa qualité de gestionnaire de réseau, a pour mission d'identifier les risques de déséquilibre entre la demande en électricité du territoire et l'offre disponible pour la satisfaire, ainsi que les éventuels besoins en puissance permettant de garantir le respect du critère de défaillance<sup>1</sup>. Cet exercice est réalisé au travers du Bilan Prévisionnel. L'édition 2023 met à jour sur la période de cinq ans entre 2023 et 2028 les analyses présentées dans la précédente édition du Bilan Prévisionnel qui couvrait une période plus étendue de quinze ans.

Afin d'explorer le champ des futurs possibles, deux scénarios sont étudiés, dont les sous-jacents sont identiques à ceux du Bilan Prévisionnel 2022 et les caractéristiques rappelées dans le tableau ci-dessous.

	Parc de production	MDE	Mobilité électrique	Population	Macro-économie
<b>Azur</b>	Parc connu et développement important des EnR	80 % du cadre de compensation en 2023 puis poursuite ambitieuse des actions	Fin de vente des véhicules thermiques légers en 2040 et 40 % de recharge pilotée	Scénario INSEE haut	Scénario PIB/habitant haut
<b>Emeraude</b>	Parc connu et développement très conséquent des EnR	100 % du cadre de compensation en 2023 de la PPE en vigueur puis poursuite très ambitieuse des actions	Fin de vente des véhicules thermiques légers en 2035 et 80 % de recharge pilotée	Scénario INSEE central	Scénario PIB/habitant bas

*Principales caractéristiques des deux scénarios étudiés dans le Bilan Prévisionnel*

Dans les deux scénarios, la consommation en énergie et la puissance à la pointe sont en hausse. En effet, la dynamique de développement économique et démographique du territoire ainsi que de la mobilité électrique tirent les trajectoires de consommation à la hausse, en dépit des actions de maîtrise de la demande en énergie et du pilotage partiel de la recharge des véhicules électriques.

Les deux scénarios connaissent une augmentation marquée des capacités des énergies renouvelables fatales, en lien avec les cibles visées dans la PPE en vigueur. Par ailleurs, au 1<sup>er</sup> janvier 2025, conformément à la PPE en vigueur et au calendrier des chantiers en cours et prévus, toutes les installations fonctionnant au charbon et au diesel sont converties à la biomasse.

Ainsi, le mix électrique de La Réunion serait, au terme de ces conversions qui s'achèveront en 2024, totalement renouvelable, hormis sur quelques heures de l'année durant lesquelles la sollicitation de moyens de pointe non renouvelables reste nécessaire.

Le système électrique doit rester sous vigilance durant la période de ces conversions, qui devrait s'achever fin 2024. En effet, bien que le critère de sécurité d'approvisionnement soit respecté, les marges d'exploitation, réduites du fait des arrêts longs liés aux différentes conversions, sont actuellement soutenues par des groupes de secours installés transitoirement par le gestionnaire de réseau de distribution. Pour autant, sur la base des hypothèses détaillées dans ce document, le critère de sécurité d'approvisionnement serait respecté sur l'horizon 2023-2028.

<sup>1</sup> L'analyse du dimensionnement du parc de La Réunion de 2023 à 2028 est réalisée selon une approche stochastique visant le respect du critère de trois heures de défaillance annuelle inscrit dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE).

## Sommaire

<b>Le Bilan Prévisionnel éclaire pour les cinq prochaines années les besoins du système électrique .....</b>	<b>5</b>
<b>1 La part des énergies renouvelables progresse et couvre plus d'un tiers de la consommation en 2022 .....</b>	<b>6</b>
1.1 La consommation annuelle et la pointe sont en recul par rapport à 2021 .....	7
1.2 La part des énergies renouvelable a atteint 38% de la production totale en 2022	7
<b>2 Le Bilan Prévisionnel s'appuie sur deux scénarios prospectifs, Azur et Emeraude.....</b>	<b>8</b>
2.1 La consommation, portée par la démographie et le développement de la mobilité électrique, est en croissance sur l'horizon de l'étude .....	8
2.1.1 Dans les deux scénarios, la puissance du parc installé est en hausse du fait de la croissance soutenue des énergies renouvelables .....	9
<b>3 Le critère de sécurité d'approvisionnement est respecté sur les cinq prochaines années .....</b>	<b>11</b>
<b>Glossaire .....</b>	<b>12</b>

## Le Bilan Prévisionnel éclaire pour les cinq prochaines années les besoins du système électrique

Le présent document constitue le Bilan Prévisionnel de La Réunion. Conformément à l'article L 141-9 du Code de l'Energie, il est établi par le gestionnaire de réseau public de distribution d'électricité du territoire dans les Zones Non Interconnectées (ZNI\*) au réseau métropolitain continental. Il a pour objet d'identifier les risques de déséquilibre entre la demande en électricité du territoire et l'offre disponible pour la satisfaire. Le Bilan Prévisionnel détermine notamment les besoins en puissance pilotable\* permettant de garantir le respect du critère de défaillance\*, fixé dans la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE\*) de La Réunion à trois heures par an, en moyenne. Il repose sur les informations disponibles début 2023, dont les dernières estimations de l'INSEE.

Ce Bilan Prévisionnel est publié chaque année et couvre en alternance une période de cinq et quinze ans. L'édition 2023 met à jour sur la période 2023-2028 les analyses présentées dans la précédente édition qui couvrait la période 2022-2038.

Nota Bene : la définition des mots signalés par un astérisque figure dans le glossaire, en fin de document.

## 1 La part des énergies renouvelables progresse et couvre plus d'un tiers de la consommation en 2022

Ce paragraphe fournit des éléments chiffrés sur l'état du système électrique réunionnais en 2022. Par ailleurs, au titre de ses obligations de gestionnaire de réseau de distribution d'électricité, EDF a créé un portail *Open Data* EDF La Réunion (<https://opendata-reunion.edf.fr/>). Les données disponibles se répartissent actuellement selon cinq thématiques, enrichies régulièrement.






Thématique	Contenu
<p>Système électrique et production</p> 	<p>Le mix énergétique par filière de production est publié en temps réel, selon la meilleure estimation basée sur les données disponibles. Des valeurs consolidées sont ensuite mises en ligne dans un délai d'un mois et les valeurs définitives sont publiées une fois par an.</p> <p>Sont également publiées les rubriques suivantes : émissions annuelles directes de CO<sub>2</sub> liées à la production d'électricité, file d'attente producteurs, déconnexion maximale des installations photovoltaïques et registre des installations de production et de stockage.</p>
<p>Infrastructures</p> 	<p>La cartographie des réseaux de haute tension (HTB et HTA aériens) et des réseaux basse tension aériens (BT) est disponible, ainsi que les capacités d'accueil des réseaux et les données relatives aux lignes (longueur) et aux postes* (nombre).</p>
<p>Consommation d'électricité</p> 	<p>Des données sont disponibles par secteur géographique et par secteur d'activité. En 2019, la granularité de ces données a pu être affinée, avec notamment un découpage infracommunal en cohérence avec celui de l'INSEE (maille IRIS<sup>1</sup>) publié sur le site du ministère de la Transition écologique. Les effacements de consommation mensuels sont également publiés.</p>
<p>Efficacité énergétique</p> 	<p>Depuis 2018, sont publiées les actions de maîtrise de la demande en énergie effectuées auprès des particuliers et dont le gestionnaire de réseau a connaissance.</p>
<p>Mobilité électrique</p> 	<p>Le site met à disposition un signal afin d'informer des moments où la recharge des véhicules électriques aura le moins d'impact, du point de vue du système électrique et du point de vue environnemental.</p>

Tableau 1 : données disponibles sur le portail *Open Data* d'EDF, gestionnaire de réseau dans les zones non interconnectées au réseau métropolitain continental

<sup>1</sup> <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1523>

## 1.1 La consommation annuelle et la pointe sont en recul par rapport à 2021

Les tableaux ci-dessous présentent l'évolution de l'énergie livrée au réseau et de la puissance de pointe sur un historique de dix ans.

Energie livrée au réseau	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Energie nette (GWh)	2811	2814	2857	2891	2944	2985	2962	3047	2977	3089	3064
Croissance (par rapport à l'année précédente)		0,1%	1,5%	1,2%	1,8%	1,4%	-0,8%	2,9%	-2,3%	3,8%	-0,8%

Puissance de pointe	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Puissance (MW)	449	456	468	464	469	482	484	498	484	502	487
Croissance (par rapport à l'année précédente)		1,6%	2,6%	-0,9%	1,1%	2,8%	0,4%	2,9%	-2,9%	3,8%	-2,9%

Tableau 2 : historique du niveau de demande

En 2022, l'énergie nette livrée au réseau est en léger recul par rapport à l'année 2021. La puissance de pointe maximale a atteint 487 MW (moyenne sur une heure) au cours d'une journée du mois de février.

## 1.2 La part des énergies renouvelable a atteint 38% de la production totale en 2022

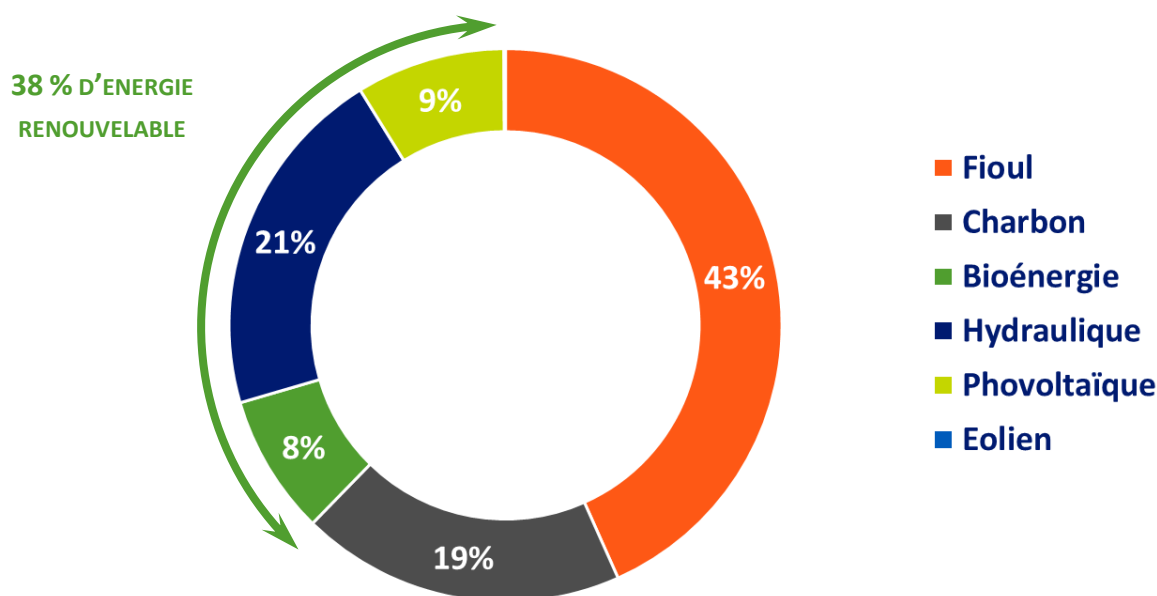


Figure 1 : mix électrique de l'année 2022

En 2022, la part des énergies renouvelables dans le mix a progressé par rapport à l'année 2021. La production annuelle hydraulique, en très forte progression, s'est hissée à plus de 634 GWh, établissant un nouveau maximum sur les dix dernières années. La production des autres filières EnR est restée stable (voire a légèrement baissé).

La tranche n°2 du site de Bois Rouge convertie à la biomasse a produit ses premiers mégawattheures en 2022, contribuant à la réduction de la part de la filière charbon dans le mix. Les conversions en cours des installations charbon et diesel permettront d'augmenter la part des énergies renouvelables les prochaines années.

## 2 Le Bilan Prévisionnel s'appuie sur deux scénarios prospectifs, Azur et Emeraude

Le système électrique vit une période charnière durant laquelle il va connaître des modifications profondes. Celles-ci pourront survenir à un rythme plus ou moins soutenu. Afin d'explorer les futurs possibles, les analyses se basent sur deux scénarios, Azur et Emeraude, dont les sous-jacents, contrastés, crédibles et cohérents, sont présentés dans ce paragraphe.

	Parc de production	MDE	Mobilité électrique	Population	Macro-économie
Azur	Parc connu et développement important des EnR	80 % du cadre de compensation* en 2023 puis poursuite ambitieuse des actions	Fin de vente des véhicules thermiques légers en 2040 et 40 % de recharge pilotée	Scénario INSEE haut	Scénario PIB/habitant haut
Emeraude	Parc connu et développement très conséquent des EnR	100 % du cadre de compensation en 2023 puis poursuite très ambitieuse des actions	Fin de vente des véhicules thermiques légers en 2035 et 80 % de recharge pilotée	Scénario INSEE central	Scénario PIB/habitant bas

Tableau 3 : principales caractéristiques des deux scénarios étudiés dans le Bilan Prévisionnel

Le cadre de compensation de MDE pour La Réunion a été mis à jour et validé par la délibération de la CRE n° 2023-59 du 2 février 2023. Les économies d'énergie induites par cette actualisation ont été intégrées dans les analyses.

### 2.1 La consommation, portée par la démographie et le développement de la mobilité électrique, est en croissance sur l'horizon de l'étude

La construction des trajectoires de consommation repose sur plusieurs hypothèses explicitées dans l'édition précédente du Bilan Prévisionnel : la démographie, l'économie, le développement du véhicule électrique ou encore les variations saisonnières et journalières de température<sup>i</sup>, en tenant compte des dernières données historiques et des projections de l'INSEE les plus récentes.

Les projections démographiques sont par exemple réalisées en se basant sur la population 2022 et en y appliquant les taux de croissance prévus par l'INSEE (mis à jour fin 2022 dans le modèle Omphale) : scénario haut pour Azur et scénario central pour Emeraude. Comme l'illustre le tableau ci-dessous, la population est en hausse dans les deux scénarios.

Milliers d'habitants	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Azur	870	873	878	883	889	894	899
Emeraude	870	873	877	880	883	886	889

Tableau 4 : hypothèses d'évolution de la population



Le tableau ci-dessous synthétise les valeurs de l'énergie et de la pointe moyenne considérées.

Azur	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Energie moyenne (GWh)	3 097	3 140	3 187	3 241	3 293	3 341
Pointe moy. sur 1h (MW)	499	506	514	524	532	541

Emeraude	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Energie moyenne (GWh)	3 066	3 077	3 089	3 108	3 131	3 152
Pointe moy. sur 1h (MW)	495	497	502	507	512	517

Tableau 5 : trajectoires de consommation<sup>1</sup>

### 2.1.1 Dans les deux scénarios, la puissance du parc installé est en hausse du fait de la croissance soutenue des énergies renouvelables

Partant du parc de production défini dans le précédent Bilan Prévisionnel, des actualisations ont été menées sur l'évolution des trajectoires de puissance.

Le tableau suivant donne une vision synthétique des trajectoires de parc ainsi construites. Il est complété par des éléments plus détaillés sur chaque filière dans la suite du paragraphe.

Puissance (MW)		2023	2024	2025	2026	2027	2028
Azur	Thermique fossile	449	134	77	77	77	77
	Biomasse, biogaz, bioéthanol	89	399	456	458	458	458
	Hydraulique	137	137	141	141	141	141
	Energies renouvelables non synchrones*	241	276	331	364	401	435
	Autres énergies renouvelables	0	0	0	19	19	19
	Stockage <sup>2</sup>	5	5	5	5	5	5

Emeraude	Thermique fossile	449	134	77	77	77	77
	Biomasse, biogaz, bioéthanol	89	399	458	358	458	463
	Hydraulique	137	137	141	141	142	146
	Energies renouvelables non synchrones	241	306	384	453	505	595
	Autres énergies renouvelables	0	0	0	19	19	32
	Stockage <sup>3</sup>	5	5	5	5	5	5

Tableau 6 : puissances installées au 1<sup>er</sup> janvier dans les scénarios Azur et Emeraude

#### Thermique et biomasse

La trajectoire du parc thermique est identique à celle de l'édition précédente du Bilan Prévisionnel. Le calendrier de conversion des tranches charbon et fioul est confirmé, avec une fin des travaux pour conversion au cours de l'année 2024 pour l'ensemble du parc charbon et fioul.

<sup>1</sup> Les volumes indiqués correspondent à une consommation (pertes incluses) sur 365 jours. Ainsi, pour les années bissextiles il convient de rajouter la consommation du 29 février.

<sup>2</sup> Il s'agit de capacité en injection.

<sup>3</sup> Idem.

### **Hydraulique**

La puissance hydraulique installée augmente du fait d'une révision à la hausse de l'accroissement de puissance de l'usine de Takamaka 1 à partir de 2025, la portant à 21 MW dans les deux scénarios. Par ailleurs, la trajectoire de la puissance installée de la petite hydraulique a été légèrement revue à la hausse.

### **Energies renouvelables non synchrones**

Les trajectoires d'installations PV et éoliennes ont été mises à jour à partir des dernières informations disponibles. Les parcs PV et éolien sont globalement en ligne avec la précédente version du Bilan Prévisionnel avec un parc de 394 MW de PV et 41 MW d'éolien dans le scénario Azur et un parc de 500 MW de PV et 95 MW d'éolien dans le scénario Emeraude, à horizon 2028. Ces trajectoires incluent le développement d'installations PV (avec et sans stockage) ainsi que le déploiement d'installations en autoconsommation (modélisées comme du photovoltaïque simple).

### **Autres énergies renouvelables**

L'année de mise en service du projet d'Unité de Valorisation Energétique (UVE) de 16.7 MW a été décalée à 2026 dans les deux scénarios afin de prendre en compte le retard du chantier de construction de l'installation.

### 3 Le critère de sécurité d’approvisionnement est respecté sur les cinq prochaines années

Les analyses présentées dans cette partie visent à quantifier le besoin en puissance pilotable pour le système à un horizon de cinq ans. Elles ont été établies sur la base des hypothèses présentées dans les paragraphes précédents<sup>ii</sup>.

Les besoins du système en puissance pilotable complémentaire sont présentés dans le tableau suivant<sup>iii</sup>.

	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Azur	0	0	0	0	0	0
Emeraude	0	0	0	0	0	0

Tableau 7 : besoin cumulé de puissance pilotable complémentaire, année par année (MW)

Compte tenu des hypothèses présentées précédemment, le critère de sécurité d’approvisionnement est respecté sur les cinq ans à venir.

Toutefois, la période de conversion à la biomasse des tranches charbon et diesel reste sous vigilance. Jusqu’en 2024, bien que le critère des 3 heures soit respecté, les marges du système électrique sont réduites du fait des arrêts longs pour conversion. Afin de disposer de marges d’exploitation suffisantes durant les arrêts mais aussi pendant les phases de fiabilisation consécutives aux conversions, le gestionnaire de réseau a fait installer des groupes de secours transitoires permettant, en cas d’avarie sur un moyen de production ou lors de pics exceptionnels de consommation, de satisfaire l’équilibre offre-demande.

## Glossaire

**Alternateur synchrone** : machine électromécanique convertissant une énergie mécanique (rotation de l'arbre d'un moteur diesel, d'une turbine hydraulique ou vapeur) en énergie électrique injectée sur le réseau. L'alternateur génère à ses bornes des tensions alternatives de fréquence proportionnelle à sa vitesse de rotation. Les masses en rotation des lignes d'arbre des groupes turbo-alternateur synchrones s'opposent sans délai, du fait de leur inertie\*, aux variations de leur vitesse de rotation et contribuent ainsi à l'atténuation de la vitesse de variation de la fréquence. Par conception, l'alternateur synchrone peut également délivrer transitoirement en cas de court-circuit dans le réseau une intensité du courant très importante de l'ordre de 6 à 10 fois l'intensité maximale en régime continu. L'efficacité des plans de protection des personnes et des biens contre le risque électrique repose sur cette capacité.

**Cadre de compensation** : cadre pluriannuel définissant pour un territoire la nature, les caractéristiques et les conditions de compensation des petites actions de maîtrise de la demande en énergie (MDE) au titre des charges de Service Public d'Electricité (SPE).

**Critère de sécurité d'alimentation ou critère de défaillance** [extrait du site du ministère de la Transition Ecologique et Solidaire<sup>1</sup>] : le critère de défaillance, ou critère de sécurité d'alimentation électrique, représente le niveau de rupture de l'alimentation électrique, pour des raisons d'équilibre offre-demande, accepté chaque année par la collectivité. Il est défini comme « une durée moyenne de défaillance annuelle de trois heures pour des raisons de déséquilibre entre l'offre et la demande d'électricité ». Ce critère signifie que chaque année, sur l'ensemble des scénarios possibles [...], la durée pendant laquelle au moins un consommateur est délesté pour des raisons de déséquilibre offre-demande doit être inférieure à trois heures. [...] Le dépassement du critère retenu rend compte de l'existence d'une défaillance mais pas de son ampleur (en nombre de personnes délestées, par exemple). Le respect du critère n'implique pas une absence totale de risque de défaillance, mais que le risque est contenu dans des limites définies.

**Energies non synchrones** : certaines installations, comme les parcs photovoltaïques et éoliens ou les batteries, ne sont pas connectés au réseau par des alternateurs synchrones\* mais par une interface basée sur de l'électronique de puissance (onduleur). Ils constituent une production dite non synchrone et ne contribuent pas à l'inertie du système et très faiblement à l'apport de courant de court-circuit. En effet, les panneaux photovoltaïques ou les batteries ne comportent pas d'éléments mécaniques en rotation. Dans le cas de l'éolien, afin de maximiser leur production, la vitesse de rotation des turbines est optimisée en temps réel en fonction des conditions de vent, indépendamment de la fréquence du réseau. L'énergie mécanique disponible au niveau du rotor de l'éolienne ne peut donc être directement transformée en énergie électrique à 50 Hz par un alternateur synchrone. La transformation nécessite le recours à l'électronique de puissance. Des recherches et expérimentations sont en cours pour qu'à l'avenir les installations interfacées par électronique de puissance puissent, comme les alternateurs synchrones, s'opposer naturellement et sans aucun délai aux variations de la fréquence du réseau.

**Energies synchrones** : unités de production raccordées au réseau via des alternateurs synchrones comme les groupes hydrauliques, les centrales thermiques, les centrales biomasse ou bagasse. Les énergies synchrones contribuent à la sûreté et à la stabilité du système grâce à l'apport de courant de court-circuit et d'inertie de leur turbo-alternateur.

---

<sup>1</sup> [www.ecologique-solidaire.gouv.fr/securite-dapprovisionnement-en-electricite](http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/securite-dapprovisionnement-en-electricite)

**Inertie** : les masses tournantes stockent de l'énergie sous forme d'énergie cinétique. Cette énergie est instantanément libérée pour s'opposer à une chute de la fréquence lors d'un manque soudain de production par rapport à la consommation. De même, les masses tournantes peuvent emmagasiner de l'énergie en cas d'excédent soudain de production par rapport à la consommation, s'opposant ainsi à une hausse de la fréquence.

Technologie	Constante d'inertie (MWS/MVA)
Chaudière vapeur	3
Moteur diesel	1,2 – 4,4
TAC <i>heavy duty</i>	7
TAC aérodérivative	1
Energies non synchrones	0

Tableau 8 : ordres de grandeur des constantes d'inertie des différentes machines présentes dans le parc des ZNI

**Pilotable** : caractéristique d'un moyen de production. Un moyen est pilotable si la puissance qu'il produit peut être fixée à tout moment à une valeur comprise entre une puissance minimale et une puissance maximale\*, définies par les caractéristiques techniques du moyen de production. La production pilotable fait référence aux sources d'énergie électrique qui peuvent, sur demande, être mises en marche et arrêtées, ou dont la puissance peut être ajustée. Elle est à distinguer des sources d'énergie intermittentes, dont la production ne peut pas être maîtrisée sans technologie de stockage d'électricité.

**Poste électrique** : local assurant la liaison entre deux réseaux dont les niveaux de tension sont différents. Il comprend des transformateurs, des équipements de surveillance, de protection et de télécommande, des équipements de comptage d'énergie, voire des systèmes automatiques de délestage pour contribuer à la sûreté\* du système électrique. Les postes source relient le réseau haute tension niveau B (HTB, tension supérieure à 50 kV) et le réseau haute tension niveau A (HTA, tension inférieure à 50 kV), tandis que les postes de distribution publique relient le réseau HTA et le réseau basse tension (BT, tension inférieure à 1 kV).

**Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE)** : fixée par décret, elle établit les priorités d'action des pouvoirs publics pour la gestion de l'ensemble des formes d'énergie.

**Puissance maximale ( $P_{max}$ )** : puissance électrique nette maximale, réalisable pendant un temps de fonctionnement minimal, compte-tenu de l'état technique des installations et des conditions réelles de fonctionnement. La puissance maximale d'un groupe hydraulique peut par exemple varier en fonction de la hauteur de chute.

**Service de réserve rapide** : capacité à pouvoir injecter très rapidement de la puissance en cas de déficit de production, afin de stabiliser la fréquence du système et de limiter les besoins de coupure des clients pour rétablir l'équilibre entre la consommation et la production.

**Sûreté système** : capacité à assurer le bon fonctionnement du système électrique en maîtrisant les conséquences des incidents sur la continuité d'alimentation des clients et la qualité de fourniture.

**Zone non interconnectée (ZNI)** : les zones insulaires non interconnectées au réseau électrique métropolitain français, parfois appelées « systèmes énergétiques insulaires » (SEI) ou « petits systèmes isolés », désignent les îles et territoires français dont l'éloignement géographique empêche ou limite une connexion au réseau électrique continental.

---

<sup>i</sup> Dans cet exercice, pour chaque scénario et chaque année, trente profils de 8760 valeurs (représentant les heures de l'année) ont été élaborés.

<sup>ii</sup> Pour modéliser l'équilibre offre-demande à moyen et long terme dans les ZNI, EDF SEI utilise un outil développé et maintenu par EDF R&D. L'outil a été conçu pour être utilisable sur des territoires dont les mix énergétiques sont variés. Le cœur de calcul est donc développé sur la base de fonctions génériques et c'est le paramétrage qui permet d'intégrer les spécificités de chaque parc de production.

L'outil a connu une mise à jour majeure en 2020 avec un travail important de paramétrage en 2021. Il est maintenant possible de tenir compte de contraintes complexes telles que les contraintes liées à l'exploitation du réseau (provision de réserve rapide\* et suivi du niveau d'inertie) ou aux caractéristiques physiques des actifs de production (démarrages et durées minimales de marche ou d'arrêt). Ces évolutions conduisent à une amélioration des plans de production horaires tout en conservant la qualité des résultats en termes de sécurité d'approvisionnement. La maximisation de l'utilisation des EnR intermittentes dans le mix est recherchée, dans le respect des contraintes liées à la sûreté du système. Ainsi, comme le prévoit la réglementation, d'éventuels écrêtements des EnR intermittentes sont appliqués lorsque la sûreté du système est en risque.

Pour ce faire, le cœur de calcul employé opère la résolution de l'équilibre offre-demande par une programmation linéaire en nombres entiers (dite « PLNE ») et fait appel à un solveur d'optimisation qui garantit l'optimalité de la solution trouvée. Ces résolutions sont réalisées sur des fenêtres de simulation de plusieurs heures ou de plusieurs jours qui permettent de tenir compte des contraintes telles que les démarrages et les durées minimales de marche ou d'arrêt, améliorant significativement le réalisme des plans de production et la gestion des stocks.

L'outil conserve une approche stochastique en simulant un nombre important de scénarios, ce qui est indispensable pour capter les événements rares que sont les périodes de défaillance du système.

<sup>iii</sup> A noter que dans le cadre des études répondant aux objectifs du Bilan Prévisionnel, le modèle fonctionne sur la base d'un réseau « parfait » ou « plaque de cuivre », qui ne prend pas en compte les contraintes locales : cette étude n'aborde donc pas la question de la spatialisation des moyens à mettre en œuvre.