

# **BILAN PRÉVISIONNEL**

**de l'équilibre offre-demande  
d'électricité en Martinique**

**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/central	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 bas	Scénario PIB/habitant bas

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

Dans les deux scénarios, la consommation d'énergie et la puissance à la pointe baissent. En effet, bien que la dynamique de développement de la mobilité électrique se confirme, le recul démographique ainsi que les actions de maîtrise de la demande en énergie tirent les trajectoires de consommation à la baisse.

Les deux scénarios connaissent une augmentation marquée des capacités des EnR fatales (en lien avec les cibles visées dans la PPE en vigueur).

Sur la base de ces hypothèses, le critère de défaillance serait respecté sur tout l'horizon d'étude, sans aucun besoin en puissance pilotable complémentaire d'ici 2028.

<sup>1</sup> L'analyse du dimensionnement du parc de la Martinique 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 continue d’augmenter et représente plus d’un quart de la production .....</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 27% 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 demande décroît, traduisant la dynamique démographique du territoire .	8
2.2 La puissance du parc installé est marquée par une croissance soutenue des énergies renouvelables .....	9
<b>3 Le critère de sécurité d’approvisionnement est respecté sur les cinq prochaines années .....</b>	<b>10</b>
<b>Glossaire .....</b>	<b>11</b>

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

Le présent document constitue le Bilan Prévisionnel de la Martinique. 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 Martinique<sup>1</sup> 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.

---

<sup>1</sup> Décret n° 2017-530 du 12 avril 2017 relatif à la PPE de la Guadeloupe.

## 1 La part des énergies renouvelables continue d'augmenter et représente plus d'un quart de la production

Ce paragraphe fournit des éléments chiffrés sur l'état du système électrique martiniquais en 2023. Par ailleurs, au titre de ses obligations de gestionnaire de réseau de distribution d'électricité, EDF a créé en 2017 un portail Open Data EDF Martinique (<https://opendata-martinique.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)	1591	1577	1562	1570	1587	1560	1518	1527	1506	1504	1490
Croissance (par rapport à l'année précédente)	1,0%	-0,9%	-1,0%	0,5%	1,1%	-1,7%	-2,7%	0,6%	-1,4%	-0,1%	-0,9%

Puissance de pointe	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Puissance (MW)	253	244	243	242	245	232	236	231	229	228	223
Croissance (par rapport à l'année précédente)	4,5%	-3,6%	-0,4%	-0,4%	1,2%	-5,3%	1,7%	-2,3%	-0,7%	-0,4%	-2,2%

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 223 MW (moyenne sur une heure) au cours d'une journée du mois de mai.

## 1.2 La part des énergies renouvelable a atteint 27% de la production totale en 2022

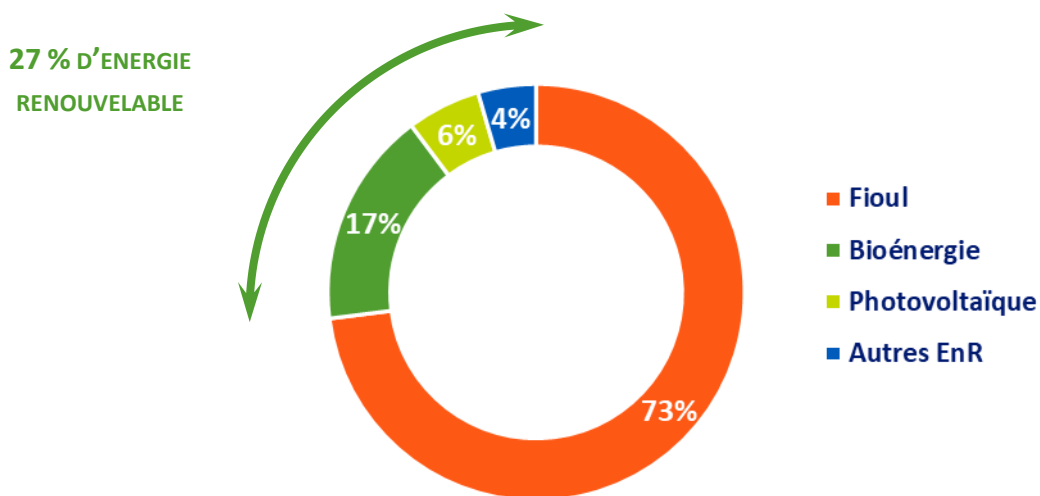


Figure 1 : mix électrique de l'année 2022

La part des énergies renouvelables dans le mix est passée de 25% en 2021 à 27% en 2022.

## 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/central	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 bas	Scénario PIB/habitant bas

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

Le cadre de compensation MDE de la Martinique 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 demande décroît, traduisant la dynamique démographique du territoire

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>1</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/central pour Azur et scénario bas pour Emeraude. Comme l'illustre le tableau ci-dessous, la population est en baisse dans les deux scénarios.

Milliers d'habitants	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Azur	352	348	345	342	339	337	335
Emeraude	352	348	342	335	329	324	318

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)	1473	1461	1448	1434	1421	1415
Pointe moy. sur 1h (MW)	228	226	224	222	220	219

Emeraude	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Energie moyenne (GWh)	1450	1402	1355	1308	1265	1222
Pointe moy. sur 1h (MW)	224	217	210	203	197	191

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

## 2.2 La puissance du parc installé est marquée par une 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	372	357	357	357	357	357
	Bioénergie	38	38	38	38	38	38
	Energies renouvelables non synchrones*	107	128	172	176	182	186
	Autres énergies renouvelables	6	7	7	7	7	7
	Stockage <sup>2</sup>	12	12	12	12	12	12
Emeraude	Thermique fossile	372	357	317	317	317	317
	Bioénergie	38	38	78	78	78	78
	Energies renouvelables non synchrones	107	145	217	247	265	293
	Autres énergies renouvelables	7	7	13	13	13	13
	Stockage <sup>3</sup>	12	12	12	12	12	19

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

<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.

### **Biomasse et géothermie**

Dans le scénario Emeraude, le projet de géothermie sur le territoire de la Martinique (de 10 MW) a été décalé au-delà de l'horizon d'étude du présent Bilan Prévisionnel et le projet de géothermie sur l'île de la Dominique (de 50 MW) n'est plus envisagé.

### **Energies renouvelables non synchrones**

Les énergies renouvelables non synchrones connaissent une forte hausse liée au développement ambitieux du PV et de l'éolien tout au long de l'horizon. 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).

En 2028, les capacités solaires (avec ou sans stockage) atteignent ainsi 147 MW dans le scénario Azur et 243 MW dans le scénario Emeraude. A cet horizon, les capacités éoliennes atteignent quant à elles 50 MW dans le scénario Emeraude et 40 MW dans le scénario Azur.

## **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>.

	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
<b>Azur</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Emeraude</b>	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.

## 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'Énergie (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.