

**Enjeux de développement, de
renforcement et de maintien en
condition opérationnelle du réseau
électrique de la Guyane du littoral
à court, moyen et long terme**

Mars 2024



Sommaire

1	Le réseau électrique de la Guyane du littoral, un élément clé du système électrique dont la gestion est contrainte par la spatialisation des moyens de production et des zones de consommation	4
1.1	Situation actuelle	4
1.2	Vers une révision du S2REnR : de nombreux projets en file d'attente alors que les capacités d'accueil sont épuisées	6
1.3	Contraintes et capacités actuelles, incluant la file d'attente.....	6
1.4	PPE et perspectives de développement des EnR	7
2	Des investissements déjà engagés ou décidés, d'autres en cours d'instruction	7
2.1	Travaux entrant dans le cadre du S2REnR en cours.....	8
2.2	Autres travaux.....	8
2.3	Maintien en condition opérationnelle du réseau.....	8
2.4	Investissement en cours de développement	9
2.4.1	Communes de l'Ouest guyanais : situation actuelle et perspectives.....	9
2.4.2	Focus sur le doublement de la ligne de l'Ouest.....	9
3	Mises à jour par les études du GRD des options envisagées permettant de lever les contraintes actuelles ou futures	11
3.1	Renforcement du réseau existant.....	11
3.1.1	Renforcement entre Kourou et Cayenne par remplacement des conducteurs	11
3.1.2	Renforcement et déploiement du réseau à l'Ouest d'Etoile	12
3.1.3	Renforcement ou création de postes sources	12
3.2	Solutions complémentaires au renforcement du réseau	12
3.3	Ajout de lignes supplémentaires.....	13
3.3.1	Focus sur le potentiel EnR admissible sur la zone du lac de Petit-Saut 13	
3.3.2	Création d'une troisième ligne entre Petit-Saut et Cayenne ou Petit-Saut et Etoile	13
3.3.3	Ajout de ligne vers Cayenne	14
3.3.4	Ajout de ligne vers Etoile.....	14
3.3.5	Ajout d'une ligne entre Etoile et Kourou.....	14
3.4	Extension du réseau vers l'est de Cayenne.....	15
3.4.1	Extension du réseau jusqu'à Galion.....	15
3.4.2	Extension du réseau jusqu'à Saint-Georges	15
4	Conclusion.....	17



Enjeux de développement, de renforcement et de maintien en condition opérationnelle du **réseau électrique de la Guyane du littoral** à court, moyen et long terme

Le système électrique dans son ensemble permet d'assurer l'alimentation en électricité des consommateurs en toute sécurité et dans le respect des standards en termes de qualité de fourniture et de sûreté système. Il est composé des moyens de production d'électricité (injection), des sites de consommation (soutirage), des installations permettant d'optimiser sa gestion et sa stabilité (comme les moyens de stockage ou les compensateurs synchrones) ainsi que du réseau électrique et des outils associés permettant de le piloter (outils de conduite et automates) et d'assurer la sécurité des personnes et des biens en cas de survenance d'un court-circuit (systèmes de protection).

Le réseau électrique d'un territoire est une partie essentielle du système électrique puisqu'il permet de faire transiter vers les lieux de consommation l'énergie produite par les moyens de production, quelle que soit leur nature (thermique, photovoltaïque, géothermique, éolienne, hydraulique). Ces transits peuvent évoluer fortement selon les heures, la répartition de la production entre les différents moyens disponibles, les configurations de réseau (lors de travaux ou incidents). Il doit donc être dimensionné et évoluer pour répondre à l'évolution des transits qui eux-mêmes sont variables en fonction de l'évolution des besoins en consommation, mais aussi de l'évolution ou de la nature des moyens de production et stockage dans un contexte de mise en œuvre de la Transition Énergétique dans le cadre des Programmations Pluriannuelles de l'Énergie.

Ce système est géré en temps réel mais aussi à moyen et long terme par le gestionnaire du système électrique. Cette gestion est d'autant plus aisée que le réseau électrique est maillé, avec des redondances, si possible interconnecté avec d'autres systèmes électriques pour assurer un plus grand foisonnement des moyens et une meilleure stabilité, et avec une structure telle que les unités de productions soient le plus proche possible des lieux de consommation afin de limiter les contraintes et les pertes d'énergie au cours du transit.

Le développement des lieux de consommation en Guyane, notamment à l'Ouest, ainsi que celui, significatif, des moyens de production EnR dans le cadre de la PPE en vigueur, constitue un challenge pour le gestionnaire du réseau électrique. Il doit évaluer les grands enjeux de développement, de renforcement et de maintien en condition opérationnelle de ce réseau électrique pour accueillir ces nouveaux moyens de production, mais également assurer l'équilibre offre demande et la sûreté système qui repose en grande partie sur la capacité du réseau électrique à assurer les transits des lieux de production vers les lieux de consommation, quels que soient les aléas rencontrés.

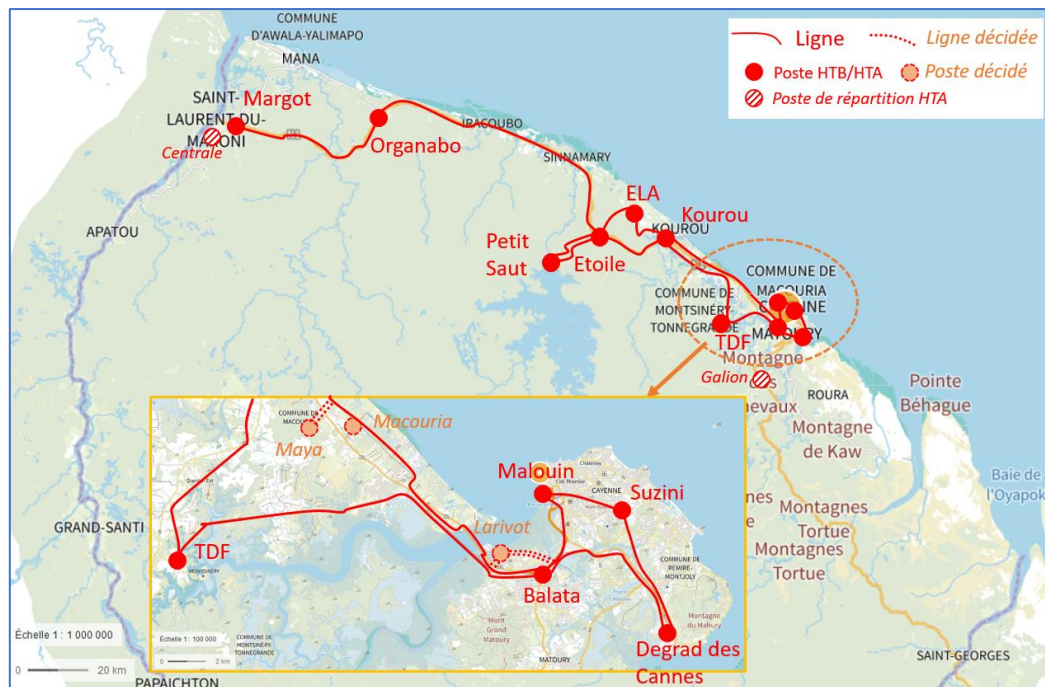
Il s'agit donc pour le gestionnaire de réseau de prévoir et d'anticiper les évolutions nécessaires à court, moyen et long terme, d'envisager les décisions optimales de développement, de renforcement et de maintien en condition opérationnelle du réseau électrique et d'évaluer la spatialisation des moyens de production leur garantissant une intégration optimale au système électrique. Ceci favorise une meilleure qualité de fourniture à tous les clients tout en assurant une gestion du système dans le respect des critères de sécurité des biens et des personnes et de sûreté d'exploitation.

Ce document décrit dans un premier temps l'état du réseau électrique de la Guyane du Littoral, la localisation des moyens de production actuels et en file d'attente et celle de la consommation ainsi que les contraintes engendrées. Dans un deuxième temps, il détaille les projets déjà lancés pour diminuer à court terme les situations critiques ainsi que les projets envisagés à moyen et long terme. Enfin, ce document explicite les différentes options envisagées pour accueillir des moyens de production renouvelable en leur garantissant une intégration optimale au sein du système électrique.

1 Le réseau électrique de la Guyane du littoral, un élément clé du système électrique dont la gestion est contrainte par la spatialisation des moyens de production et des zones de consommation

1.1 Situation actuelle

Le réseau électrique guyanais comprend 414 km de lignes aériennes HTB 90 kV, 1 438 km de lignes HTA et 11 postes de transformation HTB/HTA. Il a été construit en plusieurs étapes, dont la mise en service, en 1991, de la ligne simple dite de l'Ouest guyanais entre le poste d'Etoile et le poste de Margot en passant par le poste d'Organabo, il y a plus de trente ans alors que l'agglomération de St-Laurent-du-Maroni n'avait pas encore sa taille actuelle. Cette mise en service a été suivie par celle des lignes Etoile - Petit-Saut (1993), ELA - Kourou (1994) et Balata - Kourou (1995).

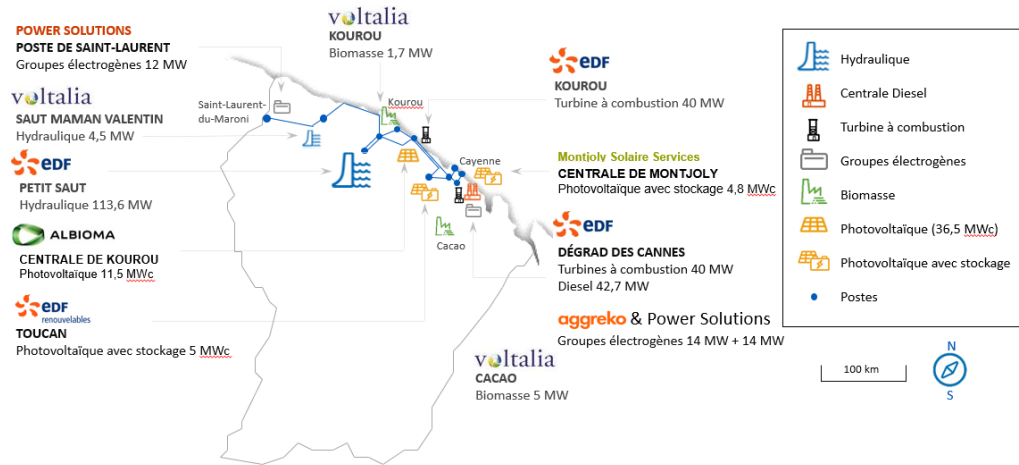


Réseau HTB de Guyane du Littoral - Structure

Le réseau guyanais est globalement de petite taille, très faiblement maillé et sans interconnexion avec les deux pays voisins. Il est donc fortement vulnérable aux aléas de toute nature, qu'ils soient climatiques ou d'exploitation.

La plus grande partie de la consommation du littoral, qui atteint à ce jour environ 150 MW à la pointe, est située sur l'île de Cayenne. Un deuxième pôle de consommation émerge dans l'Ouest guyanais, dans la région de St Laurent du Maroni.

Pour autant, les sites de production sont pour la plupart implantés dans des lieux éloignés des centres de consommation. En effet, en dehors de la centrale actuelle de Degrad des Cannes et, à l'horizon 2027, de la centrale bioénergie du Larivot (111 MW) qui lui succédera, ainsi que la centrale biomasse de Cacao, la plupart des moyens de production EnR sont implantés à l'ouest de Cayenne, avec notamment le barrage de Petit-Saut sur le fleuve Sinnamary (~114MW), la centrale biomasse de Montsinery (~5MW) et celle en construction de Sinnamary (~10MW). A ces sites s'ajoutent de l'ordre de 60 MW de PV, dont environ 33MW situés près des zones de consommation (17,2 MW sur la zone de Cayenne, 14,8 MW sur la zone de Kourou et 1,3MW sur la zone de Saint-Laurent).



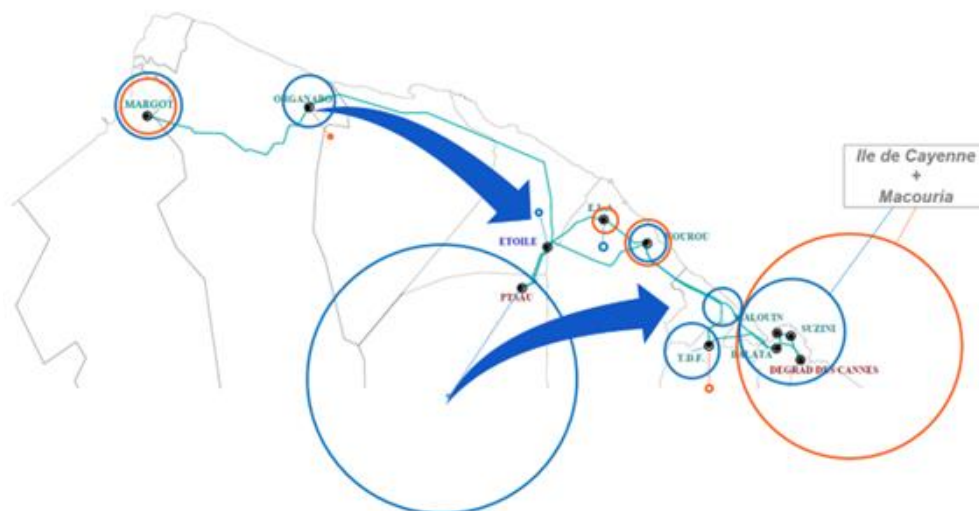
Répartition géographique des moyens de production en Guyane

Or, sans évoquer à ce stade l'ensemble des projets déjà en file d'attente ou en développement, cette configuration engendre des flux électriques très importants sur les liaisons de transport. Ils sont principalement orientés Ouest-Est comme indiqué sur la figure ci-dessous, notamment du fait de la puissance appelée par l'agglomération de Cayenne.

Par ailleurs, la région de Saint-Laurent-du Maroni, second pôle de consommation de la Guyane du Littoral, est alimentée par une unique liaison 90 kV. Cette situation est défavorable à la continuité d'alimentation. Le nombre élevé de coupures subies par l'agglomération de Saint-Laurent a conduit le gestionnaire du système à installer provisoirement des groupes électrogènes qui prennent le relais en cas de défaillance de la liaison.

Le graphique ci-dessous illustre par des cercles de taille proportionnelle au volume d'énergie représenté :

- en bleu, la production ;
- en orange, la consommation ;
- les flèches représentant les transits.



Représentation schématique des zones de production, de consommation et des flux de puissance résultants

EDF-SEI a par ailleurs d'ores et déjà mis en place une politique de risque appliquée à la gestion du système électrique afin de limiter les conséquences sur la qualité de fourniture d'une avarie sur les moyens de production ou sur les ouvrages de réseau.

Ceci peut conduire à plafonner le volume de production d'EnR non-synchrone, non-pilotable et non résiliente aux creux de tension raccordée dans certaines zones ou sur certains ouvrages, afin de respecter les prescriptions en termes de réserve rapide, d'inertie et de garantie d'alimentation de la consommation résiduelle prioritaire non-délestable.

Ces contraintes dites « système » concernent en particulier la maîtrise des risques liés à la perte de la production dans la zone du lac de Petit-Saut¹ et celle de la ligne de l'Ouest entre les postes Margot et Etoile².

1.2 Vers une révision du S2REnR : de nombreux projets en file d'attente alors que les capacités d'accueil sont épuisées

Le développement des EnR en Guyane est rapide. Au 1^{er} octobre 2023, 179 MW de production EnR étaient en service. A la même date, on comptait 132 MW en file d'attente de raccordement, sans compter la centrale du Larivot.

Le S2REnR de Guyane a été validé le 10 mars 2020. D'après ce document, la capacité d'accueil des projets EnR est de 105 MW. Or les capacités d'accueil associées au S2REnR sont déjà épuisées sur tous les postes à l'ouest de Cayenne à l'exception de Margot (près de Saint-Laurent-du-Maroni, voir section spécifique). Certaines offres de raccordement ont d'ailleurs été suspendues en raison de l'absence de capacité d'accueil.

Le processus de révision du schéma a donc été engagé par l'envoi d'un courrier au préfet de région le 19.11.2021. Une adaptation du S2REnR a été effectuée le 21.08.2023 pour faciliter les raccordements à proximité de Cayenne

En effet, si, dans la zone de Cayenne, les capacités réservées du S2REnR sont quasiment épuisées, les postes n'étant pas saturés d'un point de vue électrique, des raccordements sont encore envisageables sur ces postes.

1.3 Contraintes et capacités actuelles, incluant la file d'attente

L'épuisement rapide des capacités réservées du S2REnR de Guyane (du fait notamment des contraintes HTB) témoigne de la dynamique en matière de transition énergétique sur le territoire.

Afin de répondre au développement du territoire et de poursuivre la transition énergétique sans risque pour le système électrique, une évaluation précise des contraintes pesant sur le réseau a été réalisée.

EDF-SEI a calculé les capacités d'accueil qui restent disponibles aujourd'hui, au moyen d'une nouvelle méthode de dimensionnement mise en œuvre lors de la construction du S2REnR adossée à sa méthode de construction des coûts prévisionnels (MCCP). Celle-ci comporte un certain nombre d'évolutions par rapport à la méthode historique utilisée pour dimensionner le S2REnR version 2020, notamment la modélisation des flux transitant sur le réseau de manière multi-déterministe en fonction de la sollicitation des différents

¹ Ce point est développé dans le focus de la page 9. La zone du lac de Petit-Saut englobe le lac et les abords du barrage et concentre 129 MW de moyens de production actuellement en service et en file d'attente (barrage : 114 MW, biomasse : 10 MW, PV : 5 MW).

² La politique de risque d'EDF-SEI implique de limiter la somme de la production de Petit-Saut et des EnR fatales non-fiables du territoire de Guyane vis-à-vis de leur tenue sur creux de tension à 80% de la consommation du territoire environ pour éviter un incident généralisé sur perte du site. Elle limite également à 11 MW l'export de puissance sur la ligne de l'Ouest pour éviter d'activer le délestage automatique de la consommation sur perte de cette liaison.

moyens de production pour réaliser l'équilibre offre-demande dans le respect des règles de mise en place du programme d'appel (dont l'ordre de préséance économique) et de la politique de risque système.

En tenant compte des installations de production en service et de celles en file d'attente, les études montrent que les flux de puissance maximaux susceptibles de circuler sur les liaisons 90 kV de Guyane dépassent nettement le dimensionnement de certains ouvrages. De fortes contraintes réseau apparaîtront ainsi entre Kourou et Cayenne et dans une moindre mesure entre Etoile et Kourou. Les lignes situées entre Kourou et Cayenne présentent le plus de contraintes (durée annuelle de la contrainte proche de 400 heures). Pendant les heures qui présentent une contrainte, une partie de la production EnR située à l'ouest du poste de Kourou devra être écrêtée.

L'anticipation de ces fortes contraintes justifie notamment l'absence de capacité réservée sur la partie centrale et ouest du territoire dans l'adaptation du S2REnR effectuée en août 2023 ainsi que la suspension des offres de raccordement (dans l'attente de la révision du schéma).

1.4 PPE et perspectives de développement des EnR

Pour compléter cette analyse du parc d'EnR actuel et incluant les projets en file d'attente, EDF-SEI a également étudié l'évolution des contraintes tenant compte du développement des EnR visé en Guyane. La PPE en vigueur vise à l'horizon 2030 une cible constituée de 358 MW d'éolien, de PV et de biomasse à laquelle il faut ajouter 111 MW pour la future centrale du Larivot, ainsi qu'un volume de production EnR à « puissance garantie » dans l'ouest et dans l'est du territoire.

Cette cible de 358 MW correspond au développement de 114 MW de moyens de production EnR supplémentaires par rapport à l'état initial, dont 24 MW à Saint-Laurent-du-Maroni, dédiés à la sécurisation de cette agglomération (voir section spécifique). Pour se placer dans la configuration cible de la PPE, 90 MW supplémentaires devront donc être insérés sur le réseau en dehors de Saint-Laurent.

Plusieurs variantes de spatialisation et de distribution entre filières de ces 90 MW de production EnR complémentaire ont été étudiées. Les résultats montrent que les flux de puissance maximaux susceptibles de circuler sur les liaisons 90 kV entre l'Ouest et la zone de Cayenne évoluent à la hausse mais sont plafonnés au niveau de puissance appelée par la consommation de Cayenne diminué le cas échéant de la production démarrée dans la boucle de Cayenne. Les lignes situées entre les postes sources de Kourou et Balata demeurent les plus contraintes et les durées de contrainte ainsi que les volumes d'écrêtement augmentent.

Les volumes d'énergie écrêtés et remplacés par un volume équivalent de production pilotable démarrée à Cayenne, ont été valorisés et comparés au coût des travaux qui permettent de lever les contraintes. Cette approche technico-économique permet de déterminer s'il est préférable de supporter la contrainte ou de renforcer le réseau.

2 Des investissements déjà engagés ou décidés, d'autres en cours d'instruction

EDF-SEI conduit actuellement plusieurs chantiers d'envergure en Guyane. Une partie entre dans le cadre du S2REnR. Certains ont vocation à améliorer la qualité de fourniture pour les clients consommateurs. D'autres sont en cours d'instruction pour une réalisation à plus long terme.

2.1 Travaux entrant dans le cadre du S2REnR en cours

Les travaux entrant dans le cadre du S2REnR en cours sont les suivants :

- Création d'un poste source sur le site de Petit-Saut. Ce poste est créé au sein de l'infrastructure existante. Il comporte deux transformateurs HTB/HTA de 20 MVA et deux demi-rames HTA. Les travaux sont en cours et la mise en service est attendue en 2024 malgré les difficultés d'accès au site causées par l'effondrement de la route.
Ces travaux permettent d'assurer l'évacuation des nouveaux projets de production d'Akuo (PV flottant sur le lac de Petit-Saut ; ~5MW) et de Voltalia (Biomasse bois ; ~10MW) et d'alimenter la scierie de l'entreprise Triton. En revanche, ils ne permettent pas d'accueillir des projets au-delà des capacités réservées dans le S2REnR. Ils ne permettent pas non plus de lever la contrainte « système » dans la zone de Petit-Saut (voir paragraphe dédié).
- Ajout d'un transformateur HTB/HTA de 20 MVA et d'une demi-rame HTA au poste source d'Organabo. Les travaux sont en cours. La mise en service est attendue pour le deuxième semestre 2024. Ces travaux permettent d'évacuer la production des différents projets raccordés au poste source d'Organabo, en accord avec la capacité réservée sur ce poste. En revanche ils ne permettent pas d'accueillir des projets au-delà des capacités réservées dans le S2REnR, dans la mesure où ils ne lèvent pas la contrainte système qui limite l'évacuation de la production de l'Ouest.

2.2 Autres travaux

Les travaux suivants sont également réalisés ou prévus :

- Création du poste source de Macouria, mis en service en février 2024. Ce chantier répond à la croissance démographique et économique de la commune de Macouria. Le poste comprend un transformateur de 20 MVA et une demi-rame HTA. Les réserves pour des extensions éventuelles sont prévues.

La création de ce poste source permet d'améliorer la qualité de fourniture des consommateurs de la zone. Elle n'aura en revanche pas d'impact sur les limites imposées par les lignes HTB à l'ouest de Cayenne.

- Modernisation du poste de Margot (en phase d'étude décisionnelle). Ce chantier répond au besoin de sécurisation de la zone de Saint-Laurent-du-Maroni. Il inclut la reconstruction du poste source de Margot et le développement de moyens de production EnR à puissance garantie locaux permettant d'assurer l'alimentation de Saint-Laurent en cas d'indisponibilité de l'unique liaison HTB (voir paragraphe dédié).

2.3 Maintien en condition opérationnelle du réseau

EDF-SEI déploie deux programmes d'investissement qui participent au maintien en conditions opérationnelles du réseau HTB et des postes de transformation HTB/HTA.

- Programme de prolongation de la durée de vie des liaisons aériennes 90kV. Ce programme consiste à prolonger la vie des ouvrages HTB pour une durée au moins égale à 15 ans, au moyen notamment de travaux de rénovation ou de reprise de fondations des pylônes, de retente voire de remplacement des câbles. Ce programme est fondé sur le remplacement ciblé de certains composants des ouvrages. En revanche, il ne permet pas d'augmenter la capacité de transit du

réseau. Le diagnostic est en cours. Les travaux débuteront en 2024. La fin du programme est attendue pour 2027-2028.

- Programme de modernisation des postes sources. Ce programme a pour objectif de fiabiliser les postes HTB/HTA en anticipant le remplacement des équipements les plus sensibles avant qu'ils n'entraînent un incident, potentiellement générateur d'une avarie importante. Il vise également à améliorer la sûreté du système électrique en optimisant les performances du système de protection. Il inclut le remplacement des matériels obsolètes (sectionneurs et disjoncteurs HTB, transformateurs HTB/HTA, demi-rampe HTA, auxiliaires) et le passage des postes au contrôle-commande numérique. Chaque poste source fait l'objet d'une expertise pour décider, sur la base des politiques techniques d'EDF-SEI, des investissements nécessaires.

2.4 Investissement en cours de développement

2.4.1 Communes de l'Ouest guyanais : situation actuelle et perspectives

Second pôle de consommation de Guyane, l'agglomération de Saint-Laurent-du-Maroni et les communes de l'ouest guyanais sont alimentées par une unique liaison 90 kV. Cette situation n'est pas idéale quant à la continuité d'alimentation. Le nombre élevé de coupures subies par l'agglomération de Saint-Laurent a conduit le gestionnaire du système à installer provisoirement des groupes électrogènes qui prennent le relais en cas de défaillance de la liaison.

Malgré des travaux de fiabilisation réalisés sur la ligne HTB en 2021 (installation d'un câble de garde et de protections différentielles), cette situation n'est pas satisfaisante à long terme. Aussi, une stratégie mêlant moyens de production³ et investissements sur le réseau pour la sécurisation de l'Ouest guyanais a été arrêtée avec la CRE et présentée au Comité Technique de révision de la PPE en mars 2022. Cette stratégie, qui a pour vocation d'améliorer nettement la continuité d'alimentation dans la région de Saint-Laurent-du-Maroni inclut :

- Le développement de moyens de production EnR à puissance garantie locaux, pour pallier transitoirement les indisponibilités de la ligne ;
- La reconstruction du poste de Margot, situé en périphérie est de Saint-Laurent-du-Maroni ;
- La construction d'une seconde liaison 90 kV, à l'horizon 2033 (cf focus suivant) ;
- La restructuration du réseau moyenne tension dans Saint-Laurent pour faire face à l'augmentation de la consommation de l'agglomération.

2.4.2 Focus sur le doublement de la ligne de l'Ouest

EDF-SEI a lancé les études en vue de la construction d'une seconde liaison entre les postes d'Etoile et de Margot afin de doubler la ligne de l'Ouest. Une fois réalisé (à l'horizon 2033), ce projet sécurisera de manière pérenne l'alimentation des communes de l'Ouest dans la région de Saint-Laurent-du-Maroni, désormais deuxième pôle de consommation de

³ Les moyens de production EnR à puissance garantie devront présenter des performances élevées en termes de disponibilité et de réactivité afin de reprendre rapidement l'alimentation de la clientèle en cas de besoin. Ils seront complétés par des batteries permettant de reprendre dans un délai extrêmement court les charges prioritaires.

la Guyane. Les études préliminaires permettant d'optimiser le tracé et d'obtenir les autorisations sont prévues pour les 5 prochaines années.

Le projet se décompose en plusieurs parties :

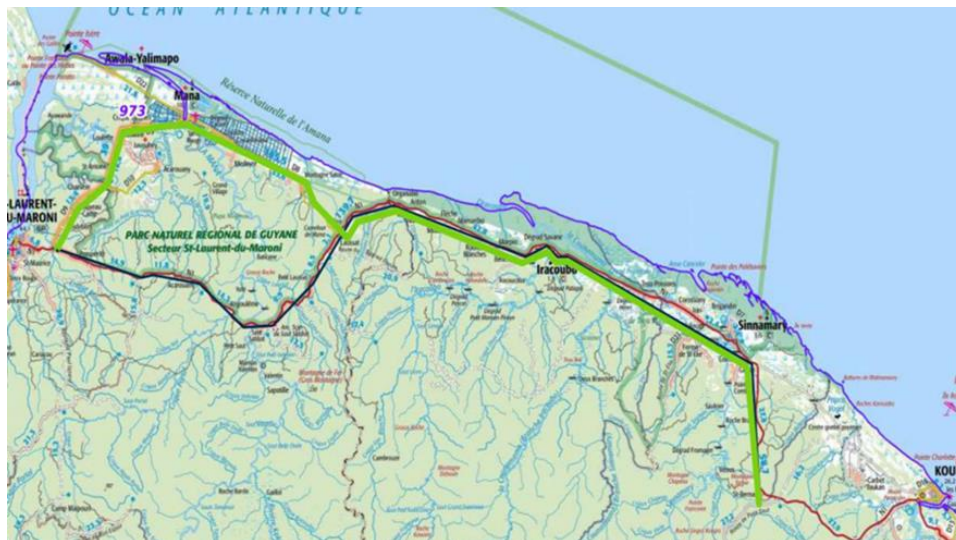
- Une ligne aérienne simple circuit 90kV d'une longueur de 170km équipée d'un câble de garde avec fibres optiques. Le besoin en transit est similaire à celui fourni par la ligne existante (soit ≥ 634 A), pour une puissance de 100 MW. Les pylônes treillis, armement triangle, de suspension auront une hauteur représentative de 26 m. L'ouvrage comportera environ 530 pylônes. Les câbles retenus sont :
 - pour les conducteurs : un câble Aster 366 réparti à 60°C ;
 - pour le câble de garde : un Thym 94 comportant 48 fibres optiques.
- Deux postes source HTB/HTA à Sinnamary et à Mana raccordés en coupure sur la nouvelle ligne comportant chacun un transformateur de 20 MVA. L'emprise au sol moyenne est de 4300 m².
- L'extension du poste source existant Etoile pour accueillir une cellule ligne HTB supplémentaire.

La construction de ces 2 postes sources permettra de régler durablement des problèmes sur le réseau HTA, que ce soit au niveau de charge des départs HTA longs comme au niveau de la tenue de tension. Ces constructions permettront de favoriser l'acceptabilité de la nouvelle ligne HTB en offrant des services aux territoires traversés. De plus d'un point de vue structure de réseau HTB, cette boucle favorisera tout développement économique ultérieur de l'ouest guyanais.

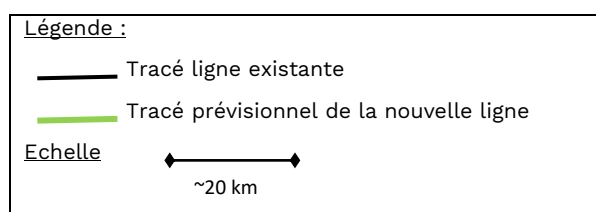
Le projet est conçu pour être réalisé aux meilleurs standards techniques actuels (ex. : sur les sujets de risques cérauniques, concernant les parafoudres, les protections de ligne et la réglementation SF6).

Le projet répond également à l'ensemble des enjeux RSE du groupe EDF.

Le tracé préférentiel à date est illustré sur la carte ci-dessous :



Tracé prévisionnel du projet de doublement de la ligne de l'ouest



Compte tenu de l'ampleur du projet et de son insertion dans la géographie de la Guyane du Littoral, une attention très significative sera portée à son acceptabilité sociale et environnementale, à la sécurité sur le chantier et à la disponibilité des fournisseurs pour intervenir sur ce projet.

Le jalonnement du projet est très lié aux différentes actions à réaliser dans le cadre du permitting, avec une participation du public à organiser avant fin 2025, une étude d'impact en 2026, des études et des consultations conduisant à une enquête publique en 2028 et une DUP et autorisation environnementale envisagées pour 2029, préalable au début des travaux en 2030 et des mises en service progressives jusqu'en 2033.

3 Mises à jour par les études du GRD des options envisagées permettant de lever les contraintes actuelles ou futures

3.1 Renforcement du réseau existant

3.1.1 Renforcement entre Kourou et Cayenne par remplacement des conducteurs

Les résultats de l'étude décrite dans la partie précédente soulignent les fortes contraintes existantes et à venir liées au développement des EnR entre les zones de Kourou et de Cayenne. Or, les lignes entre Kourou et Cayenne sont actuellement équipées de conducteurs Aster 228 (le transit est limité à 74 MW par ligne), contrairement à celles situées entre Petit-Saut, Etoile et Kourou, qui sont équipées de conducteurs Aster 366 (transit de 100 MW environ par ligne). Ceci contribue aux contraintes identifiées dans cette zone.

Les simulations réalisées montrent que des travaux de renforcement (par remplacement des conducteurs actuels par des conducteurs de type Aster 366) entre les postes sources de Kourou et de Balata améliorerait notablement la situation. Les flux de puissance maximaux susceptibles de circuler sur les liaisons 90 kV entre Kourou et la zone de Cayenne reviendraient aux environs de 100% des intensités admissibles et il n'y aurait plus d'écrêtement significatif dans les différents scénarios envisagés.

Si quelques contraintes demeuraient entre les postes sources d'Etoile et de Kourou (où les flux de puissance maximaux pourraient toujours dépasser les intensités maximales admissibles), la durée de ces contraintes serait néanmoins limitée à 90 heures par an et le volume d'écrêtement resterait inférieur à 0,2 GWh dans le scénario le plus pénalisant.

Ce renforcement est justifié technico-économiquement par les coûts de redispatching qu'il permet d'éviter.

EDF SEI envisage par conséquent de remplacer les conducteurs pour augmenter le transit entre Kourou et Cayenne.

Le changement de conducteurs aura un impact sur la tenue mécanique des pylônes et de leurs fondations. En effet, les nouveaux câbles sont plus lourds et plus gros (avec une prise au vent plus importante). Toutefois, les conditions climatiques de Guyane permettent de considérer en première approximation que seulement 10% des pylônes et des fondations nécessiteront un renforcement ou un remplacement. Cela limite le risque d'acceptabilité attaché à un ouvrage neuf et limite les démarches (cf. implantation de quelques nouveaux pylônes uniquement). L'utilisation de câbles à économie d'énergie de type ACCC peut également être envisagée pour augmenter la capacité de transit, une étude de faisabilité technique approfondie sera nécessaire pour confirmer ce scénario.

Par ailleurs, ce renforcement impliquera également la sécurisation de la traversée de la rivière de Cayenne, au niveau du pont du Larivot, qui constitue actuellement un risque élevé de mode commun. Les études de résorption de cette fragilité sont engagées.

La longueur totale des lignes faisant l'objet de renforcement est de 119 km, conduisant à des travaux de grande envergure, nécessitant des consignations de plusieurs mois (même avec des modes opératoires adaptés minimisant les impacts). Ces consignations auraient naturellement un impact important sur le système. Celui-ci peut être limité par un démarrage de moyens de productions pilotables près des centres de consommation (notamment à Cayenne) permettant de limiter le volume de coupure de clients ainsi que le risque d'incident généralisé en cas de déclenchement de l'unique liaison en service pendant les travaux (l'autre étant consignée). Ainsi, la mise en service du Larivot constitue un pré-requis prudent au lancement de ces travaux. Une fois la capacité à consigner les lignes assurée, cette option est réalisable sous 3-4 ans.

3.1.2 Renforcement et déploiement du réseau à l'Ouest d'Etoile

Hormis le projet de doublement de la ligne de l'Ouest en développement, aucun autre projet n'est justifié dans la zone.

3.1.3 Renforcement ou création de postes sources

Les contraintes limitant l'insertion des EnR en Guyane portent avant tout sur les lignes HTB. Renforcer ou ajouter des postes sources n'apporte pas de capacité supplémentaire au réseau HTB.

3.2 Solutions complémentaires au renforcement du réseau

Les études détaillées supra présentent mettent en avant une stratégie de renforcement entre les postes sources de Kourou et de Balata, basée sur un changement de conducteurs. Celle-ci est justifiée technico-économiquement, permet de résorber significativement les contraintes de transit et constitue une solution structurelle robuste.

EDF-SEI analysera s'il est possible de résorber les contraintes de transit résiduelles en installant à des endroits judicieux, de nouveaux moyens de stockage ou en optimisant l'utilisation des moyens de stockage mis à disposition par les projets « hybrides » à puissance garantie.

En complément, la levée des contraintes « système » limitant l'insertion des EnR demandera des actions spécifiques qui seront étudiées :

- Le passage de la réserve rapide à hauteur de la puissance du plus gros groupe du territoire (i.e. un groupe de Petit-Saut, soit de l'ordre de 30MW) par le biais de moyens localisés dans la zone de Cayenne permettra, en plus d'éviter du délestage sur perte d'un groupe du barrage de Petit-Saut, d'augmenter la capacité d'évacuation de la ligne de l'Ouest de 11 à 28 MW et d'envisager une évacuation jusqu'à 28 MW sur une nouvelle éventuelle antenne HTB.
- La fiabilisation des moyens de production EnR en termes de tenue sur creux de tension.
- Des solutions de type compensation synchrone (machines tournantes entraînées par le réseau) permettront de compenser les effets liés à l'insertion des EnR interfacées par électronique de puissance venant se substituer aux machines thermiques synchrones en apportant de l'inertie nécessaire à la stabilité du système, de la puissance réactive pour la tenue de tension et de la puissance de court-circuit nécessaire au bon fonctionnement des systèmes de protection.

3.3 Ajout de lignes supplémentaires

3.3.1 Focus sur le potentiel EnR admissible sur la zone du lac de Petit-Saut

La production évacuée par le poste source de Petit-Saut est éloignée des zones de consommation (Cayenne et Saint-Laurent), ce qui est défavorable pour les pertes techniques, les contraintes de stabilité et de tenue de tension sur l'ensemble du système. Compte tenu du nombre de projets recensés sur le territoire, la spatialisation de la production à proximité de Cayenne est beaucoup plus pertinente pour répondre aux besoins de résilience du système.

La zone de Petit-Saut, qui englobe le lac et les abords du barrage, concentre 129 MW de moyens de production actuellement en service et en file d'attente (barrage : 114 MW, biomasse : 10 MW, PV : 5 MW). Cette poche électrique est soumise à une double contrainte :

une contrainte « Réseau » qui limite à 108 MW la puissance exportée (cf. critère « N-1 » pour faire face à l'indisponibilité fortuite d'une des deux liaisons HTB) ;

- une contrainte « Système » qui limite la somme de la puissance issue du poste de Petit-Saut et de la puissance des EnR fatales appelées sur le territoire à 80% de la consommation de Guyane (pour garantir la stabilité du système en cas de fortuit et assurer l'alimentation de la consommation non-délestable, de 20%, en cas d'incident majeur).

Ces limites s'appliquent à l'ensemble des producteurs du site pour la première contrainte et complétée de l'ensemble des EnR fatales pour la seconde (dans le respect de l'ordre de préséance économique).

Dans ce cadre régi par le code de l'énergie, la production PV et la production hydraulique en période de forte hydraulité sont prioritaires (du fait de leurs coûts variables nuls) sur les autres moyens de production dispatchables (qui sont démarrés selon la préséance économique et selon les besoins pour assurer la sûreté système). En conséquence, la biomasse sera démarrée après le PV et de manière inversement proportionnelle à la production du barrage. L'appel de la biomasse dépendra également des contraintes « réseau » ou « système » citées précédemment. L'ajout supplémentaire d'EnR sur la zone revient à accroître les contraintes déjà décrites.

Afin de lever les principales contraintes pour envisager l'installation de nouveaux moyens de production sur la zone de Petit-Saut, il serait absolument nécessaire de mettre en œuvre une troisième liaison HTB de Petit-Saut vers Etoile, voire vers Cayenne, et de dédoubler le poste source de Petit-Saut par lequel transiterait toute la production (afin de couvrir le risque de mode commun).

Pour autant, la profondeur des contraintes et les volumes d'énergie écartés ne justifient pas technico-économiquement une troisième liaison HTB vers Etoile voire vers Cayenne. Cette troisième liaison serait très coûteuse et sa faisabilité incertaine. Son délai de réalisation serait long (plus de 10 ans hors aléa). Ces deux options sont détaillées ci-après.

3.3.2 Création d'une troisième ligne entre Petit-Saut et Cayenne ou Petit-Saut et Etoile

Quel que soit le cas de figure, le dédoublement du poste de Petit-Saut serait nécessaire pour limiter le mode commun majeur que représente la concentration de moyens de production dans cette zone. L'extension du poste d'Etoile est nécessaire et a priori faisable. La réalisation de travaux au poste de Kourou pour accueillir la nouvelle ligne seraient alors à prévoir. Ils permettraient d'insensibiliser la structure HTB au mode commun.

3.3.3 Ajout de ligne vers Cayenne

Plusieurs tracés sont possibles.

Deux solutions traversent des zones peuplées et les trois longent ou traversent de nombreuses zones protégées ou faisant l'objet de réglementations environnementales (ex. : ZNIEFF, PNR). Dans tous les cas cela nécessiterait une concertation susceptible de complexifier et d'allonger le projet au-delà du délai minimum envisagé de 12 ans compte tenu de la longueur et des spécificités environnementales des tracés.

Les coûts des trois options sont évaluées entre 105 et 210 M€ auxquels s'ajoutent des coûts d'exploitation importants pour certaines d'entre elles.

3.3.4 Ajout de ligne vers Etoile

La longueur d'un ouvrage entre Petit-Saut et Etoile serait de 35 km. La troisième ligne devrait être séparée d'environ 50 m des deux lignes existantes. Comme pour tous les projets de ce type, les démarches administratives liées au processus de permitting seraient longues, conduisant à un délai de réalisation entre 8 et 10 ans, une fois la décision prise.

3.3.5 Ajout d'une ligne entre Etoile et Kourou

Une nouvelle ligne entre les postes d'Etoile et de Kourou permettrait de résorber les contraintes résiduelles sur les liaisons existantes exposées ci-avant, contraintes qui seraient renforcées en cas d'ajout de production sur la zone de Petit-Saut et/ou de l'ouest guyanais transitant nécessairement sur cet axe pour alimenter les consommations des zones de Kourou et Cayenne.

D'après les analyses de sécurité pour des défauts survenant dans les postes, ce renforcement permettrait d'améliorer la résilience du système pour faire face à des défauts dans les postes sources d'Etoile et de Kourou selon la structure de réseau retenue (structure des postes et entrées ou non en coupure dans ces derniers des différentes liaisons).

Enfin, cette ligne permettrait également d'améliorer la tenue de tension.

D'une longueur d'environ 30 km, elle devrait être construite parallèlement à la ligne Etoile – Kourou existante, en les séparant d'au moins 50 m. Le tracé parallèle aux lignes Etoile – ELA – Kourou est en effet exclu (pour éviter un passage sur le territoire du CNES).

La construction de la nouvelle ligne nécessiterait au préalable la réalisation de travaux à Kourou pour insensibiliser la structure HTB au mode commun. L'extension du poste d'Etoile, nécessaire, est quant à elle possible. Comme pour tous les projets de ce type, les démarches administratives liées au processus de permitting seraient longues, conduisant à un délai de réalisation entre 8 et 10 ans, une fois la décision prise.

La justification de ce renforcement est intimement liée aux contraintes induites par le développement de la production dans la zone de Petit-Saut et/ou de l'ouest guyanais et viendrait donc en complément des renforcements nécessaires précités (sauf en cas de renforcement direct entre Petit-Saut et Cayenne pour évacuer la production issue du poste source de Petit-Saut), renchérissant ainsi les coûts associés à une spatialisation de la production à l'Ouest de Cayenne.

3.4 Extension du réseau vers l'est de Cayenne

3.4.1 Extension du réseau jusqu'à Galion

Les études réalisées par le GRD montrent que dans le contexte du développement de nouveaux moyens de production EnR correspondant à la cible PPE 2030 mais non encore en file d'attente, notamment parmi les 114 MW restant par rapport à la cible PPE (dont 24 MW à St Laurent du Maroni) ou au-delà, les limites du réseau seront clairement dépassées à l'ouest de Cayenne. Pour exploiter les marges restant disponibles sur le réseau et optimiser le fonctionnement du système, le développement des moyens de production devra s'orienter en priorité vers une insertion dans la boucle de Cayenne.

Le raccordement HTB du poste de Galion depuis Degrad des Cannes pourrait constituer une option à cet horizon de temps et permettrait de renforcer la capacité d'accueil EnR au sud-est de Cayenne dans un rayon de 30 km autour du poste. Cet investissement permettrait de donner de la visibilité aux porteurs de projets, de favoriser le développement structuré de projets EnR, notamment PV, dans la zone de Roura et de spatialiser des moyens de production dans une zone proche d'un lieu de consommation majeur en Guyane, limitant ainsi les pertes et les contraintes de transit.

Néanmoins, en cas de développement important de moyens de production ou de stockage dans la zone du poste de Galion au-delà de la prescription de réserve rapide de Guyane (actuellement fixée à 16 MW), la perte de l'unique alimentation HTB pourrait avoir un impact système significatif qui se traduirait par le délestage de la clientèle puisque conduisant à la perte de la production issue du poste de Galion. Une seconde liaison HTB vers TDF deviendrait alors nécessaire. Cette dernière permettrait également de créer une boucle supplémentaire entre les postes de Balata et de Degrad-des-Cannes en passant par Galion et de sécuriser l'alimentation de Cayenne (notamment pendant les périodes de maintenance du réseau de la boucle de Cayenne). La capacité de raccordement maximale atteindrait alors 75 MW.

Une autre solution complémentaire permettant de repousser cette limite serait d'augmenter la réserve rapide localisée dans la zone de Cayenne à hauteur d'une trentaine de MW. Ceci permettrait d'augmenter la capacité d'accueil à Galion avant de devoir construire une seconde liaison entre TDF et Galion.

La longueur d'une ligne DDC – Galion serait d'environ 29 km. Elle pourrait être construite en technologie mixte (aérien sur 13 km et souterrain sur 16 km) pour prendre en compte les contraintes de l'urbanisation de la zone. La ligne Galion - TDF pourrait, elle, être réalisée en aérien sur ses 28 km, dont 5 km en double circuit avec la liaison DDC-Galion.

Le tracé de ces lignes n'effectuerait que quelques passages dans des Zones Naturels d'Intérêt Ecologiques Faunistiques et Floristiques et dans le Parc Naturel Régional où est déjà situé le poste de Galion.

Le délai de réalisation d'un tel projet est de l'ordre de 8 ans.

3.4.2 Extension du réseau jusqu'à Saint-Georges

La commune de St Georges de l'Oyapock n'est actuellement pas raccordée au réseau HTB. Une solution globale dite « Smart Grid » mettant en œuvre des moyens de production EnR, une batterie et un Energy Management System secourus le cas échéant par une centrale thermique de secours est fonctionnelle. Néanmoins, la question du raccordement au réseau HTB est régulièrement posée. Deux solutions techniques sont envisageables :

- L'extension par une ligne aérienne HTB simple est la solution la moins coûteuse. Toutefois, elle nécessiterait de conserver des moyens de production disponibles en permanence à Saint-Georges pour pallier une éventuelle coupure de la ligne. Par

ailleurs, la production raccordée à Saint-Georges devrait alors être limitée pour respecter la politique de risque système.

- L'extension par deux lignes aériennes HTB séparées d'environ 50 m. Cette solution est plus coûteuse mais elle permettrait d'alimenter la commune sans nécessiter de moyens de production locaux et sans limite à l'export.

Le raccordement de Galion au réseau HTB est un préalable à l'extension vers Saint-Georges. Le poste de Galion nécessiterait des travaux d'extension importants pour accueillir deux lignes supplémentaires. Un nouveau poste source devrait être créé à Saint-Georges.

La distance entre le poste de Galion et Saint-Georges-de-l'Oyapock est de 156 km (en suivant la RN2). Une section importante du tracé est très vallonnée. Les contraintes environnementales sont significatives, surtout sur le dernier tiers du tracé vers Saint-Georges, soulevant la question de l'acceptabilité d'un tel ouvrage. En dehors de la zone de Régina, le tracé est très peu peuplé.

Le délai de réalisation d'un tel projet est de l'ordre de 12 ans, hors aléa lié au développement et notamment à la concertation.

4 Conclusion

Le contexte de la Guyane s'inscrit dans un double cadre :

- La révision en cours de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), qui va décider des trajectoires de développement des moyens de production EnR pour les 15 prochaines années ;
- L'établissement du schéma directeur du réseau électrique, qui a pour vocation de répondre aux enjeux d'insertion dans la durée de ces moyens de production dans un système électrique fragile.

EDF-SEI expose dans ce document les contraintes associées aux réseaux électriques et à la localisation des moyens de production qui s'inscriront dans les objectifs de la PPE pour que chacun prenne conscience de l'interaction de ces objectifs, détaille les investissements déjà engagés ou en développement et envisage des solutions pour répondre aux enjeux des prochaines années et accueillir au mieux les projets supplémentaires en tenant compte des contraintes existantes.

Les capacités d'accueil sont aujourd'hui épuisées sur une très large partie du territoire et les liaisons HTB situées entre Kourou et Cayenne subiront des contraintes accrues et fortes lorsque les projets de production en file d'attente auront été raccordés.

Pour autant, la PPE en vigueur prévoit l'ajout de 114 MW EnR supplémentaires (en sus des projets déjà en file d'attente) sur le réseau de Guyane, ce qui aggravera sensiblement la situation.

Outre les investissements déjà engagés sur les postes sources et sur le doublement de la ligne de l'Ouest, le renforcement des conducteurs des liaisons HTB reliant le poste de Kourou à la zone de Cayenne paraît la première étape indispensable. Ce renforcement est justifié d'un point de vue technico-économique. Il permettrait dans un délai de 3 à 4 ans une fois la centrale du Larivot mise en service, de lever dans une large mesure la contrainte à la cible de la PPE.

Ce programme pourrait s'accompagner de mesures spécifiques de type « système » comme l'augmentation de la réserve rapide dans la zone de Cayenne à hauteur du plus gros groupe en fonctionnement (environ 30MW), la fiabilisation des EnR à la tenue aux creux de tension ainsi que la mise en place de compensateurs synchrones apportant de l'inertie au système.

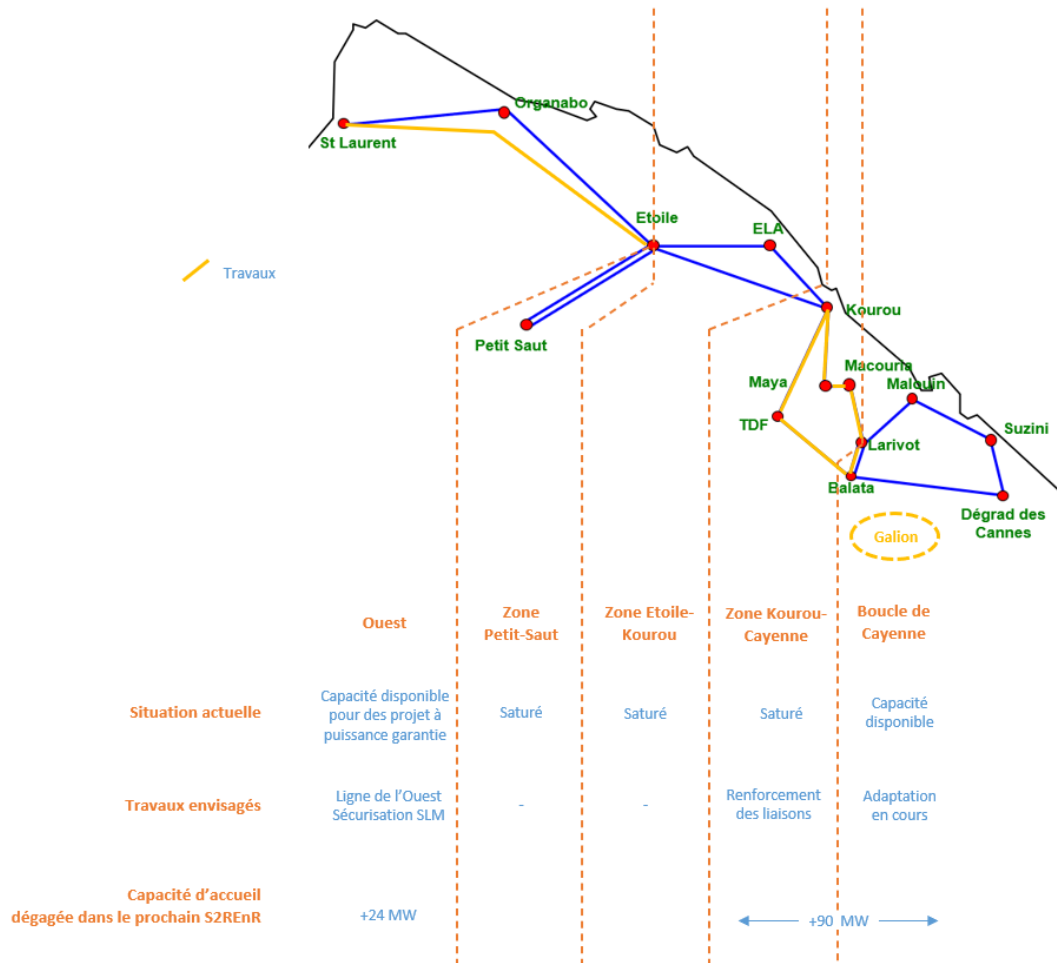
L'ensemble des études réalisées convergent vers une localisation optimale des nouveaux moyens de production dans la boucle de Cayenne, dans la mesure où elle limite les flux ouest-est, rapproche production et lieu majoritaire de consommation, limite les écrêtements et les pertes réseau et assure un meilleur maintien de la tension.

Une deuxième étape, à l'horizon de la fin de période PPE et au-delà, pourrait être la construction d'un poste HTB/HTA au Galion, zone favorable pour l'efficacité du système. Électriquement proche de Cayenne, la construction d'un tel poste source apparaît comme une très bonne option non seulement pour insérer des EnR supplémentaires, mais également pour améliorer la robustesse de l'alimentation de Cayenne notamment lors des opérations de maintenance du réseau HTB.

L'extension de réseau HTB au-delà du poste de Galion vers Saint-Georges-de-l'Oyapock (plus de 150km) sera longue et d'autant plus coûteuse qu'un doublement d'origine serait souhaitable, pour une commune qui bénéficie d'ores et déjà d'un programme innovant d'alimentation de type « smart grid » basée sur un mix EnR, batterie et EMS.

Enfin, la localisation de moyens de production EnR supplémentaires dans la zone de Petit-Saut engendrerait un mode commun aggravé sur cette zone et contribuerait à accroître les écrêtements de l'énergie produite. Pour y remédier, il serait nécessaire de construire une troisième ligne (vers Etoile ou vers Cayenne) et de dédoubler le poste source de Petit-Saut.

Ces projets ne sont pas intéressants d'un point de vue technico-économique. Par ailleurs, on rappelle que la zone est défavorable en termes de pertes techniques, de contraintes de stabilité et de tenue de tension.



Carte synthétique présentant les capacités d'accueil disponibles actuellement, les travaux envisagés et les capacités d'accueil qui seraient dégagées par ces travaux dans le cadre du prochain S2REnR

