

# RÉSUMÉ DU PLAN DE DÉVELOPPEMENT NATIONAL POUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES

## 1. LE CONTEXTE GÉNÉRAL, LES OBJECTIFS ET L'ÉTAT D'ACCELERATION DES TRAVAUX

Les différents objectifs de développement fixés par le gouvernement du Cameroun dans des documents tels que la Stratégie Nationale de Développement (SND30) et la Vision 2035 nécessitent une transformation et une amélioration significatives du paysage énergétique du pays. Compte tenu du rôle que les énergies renouvelables peuvent jouer dans la satisfaction des besoins énergétiques de la nation, un plan visant à guider les investissements dans divers projets d'énergie renouvelable est essentiel. La planification à long terme, notamment en fixant des objectifs intermédiaires, s'est montrée efficace dans le monde entier pour soutenir le développement rentable des infrastructures énergétiques, et notamment l'intégration des énergies renouvelables dans le mix de production.

Le présent document contient un plan visant à aider le Ministère chargé des énergies renouvelables et de la maîtrise de l'énergie à formuler des politiques publiques et à mettre en œuvre des projets pour atteindre les principaux objectifs en matière d'énergies renouvelables. Il se base sur les données historiques sur la demande du réseau, des informations sur le réseau et les installations d'électrification rurale actuels, ainsi que les taux de croissance de la demande spécifiés dans le PDSE 2030 pour modéliser différents scénarios permettant de répondre à cette demande en utilisant les ressources énergétiques disponibles.

Cette analyse soutient également la proposition d'une feuille de route pour le développement de divers projets d'énergie renouvelable dans les années à 2040 afin d'atteindre les objectifs politiques existants pour 2030 et 2035 de la manière la plus rentable selon différentes hypothèses.

Ce travail a été réalisé par une équipe composée de personnes issues des secteurs public et privé, notamment le Ministère de l'Eau et de l'Energie (MINEE), le Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable (MINEPDED), la Société Nationale de Transport d'Electricité (SONATREL), l'Agence d'Electrification Rurale (AER) et Energie du Cameroun (ENEO). La réalisation de ce programme et la préparation de ce rapport ont servi à souligner le besoin d'un système de collecte de données amélioré, et d'une équipe dédiée afin de continuer l'activité de modélisation et d'analyse du système énergétique du Cameroun. Le projet de document final sera proposé pour adoption devant un groupe d'acteurs sectoriels de haut niveau, dont les commentaires seront intégrés pour faciliter des analyses et perspectives supplémentaires.

## 2. PRINCIPAUX RÉSULTATS - TRAJECTOIRE POUR LE DÉVELOPPEMENT À LONG TERME DES ÉNERGIES RENOUVELABLES (2035)

Les principales caractéristiques du scénario de référence “Objectifs politiques” étudié dans cette analyse sont l’obtention d’une part de 25 % d’énergies renouvelables dans le mix électrique et la réduction de 32 % des émissions de CO<sub>2</sub> d’ici 2035. Selon les hypothèses de demande de référence, la demande totale d’électricité de 20 000 GWh en 2035 est satisfaite par la production de la grande hydroélectricité (40 %) et du gaz (35 %), le reste étant satisfait par d’autres énergies renouvelables (petite hydroélectricité, solaire photovoltaïque, éolien et biomasse). Dans l’hypothèse d’une demande élevée, la demande totale d’électricité de 35 500 GWh en 2035 est satisfaite par la production des centrales à gaz (45 %) et des grandes centrales hydroélectriques (30 %), le reste étant couvert par d’autres énergies renouvelables (petites centrales hydroélectriques, solaire photovoltaïque, éolien et biomasse).

La capacité installée nécessaire pour assurer la production d’électricité dans les hypothèses de demande de référence passe d’environ 1500 MW en 2020 à près de 3 000 MW en 2030 et 4 000 MW en 2035 ; tandis que dans le scénario de demande élevée, la capacité installée totale atteint plus de 6 000 et 7 700 MW, respectivement, en 2030 et 2035. Ces résultats montrent la sensibilité de la capacité totale installée à la demande potentielle et au type de technologie utilisé pour y répondre.

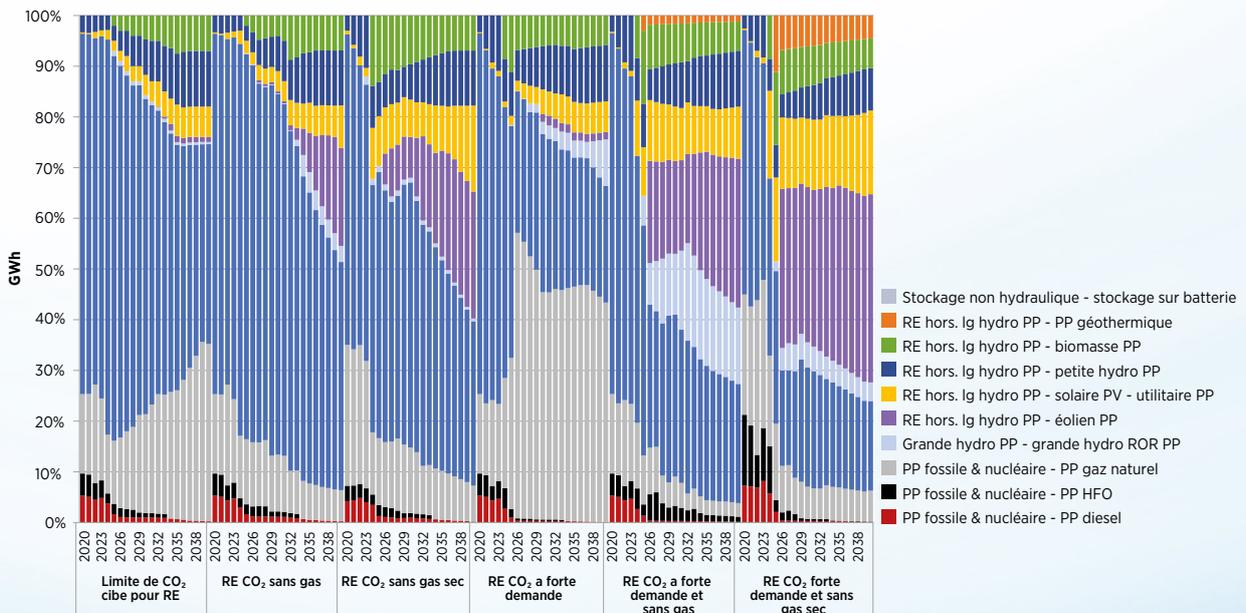
Outre les scénarios dans lesquels les objectifs en matière d’énergies renouvelables et d’émissions de CO<sub>2</sub> sont atteints, le rapport explore également des scénarios qui illustrent d’autres défis auxquels le Cameroun pourrait être confronté pour répondre à la demande prévue dans le cadre de ses objectifs de développement économique. Il s’agit notamment de l’absence de nouvelles ressources gazières, de la faible disponibilité de l’hydroélectricité, de la forte demande liée à une industrialisation intensive, des prix élevés des combustibles et de diverses combinaisons de ces facteurs. Le tableau ci-dessous présente la capacité installée nécessaire pour répondre à la demande d’électricité d’ici 2035 dans chacun de ces scénarios.

Les résultats montrent que dans le cas d’un approvisionnement limité en gaz, le modèle remplace les centrales à gaz par une combinaison de sources plus diverses - notamment le solaire photovoltaïque, l’éolien, le stockage sur batterie et l’hydroélectricité (au fil de l’eau, dans le cas d’une hydroélectricité moyenne). Face à une hydrologie faible, aucun changement significatif de l’hydroélectricité installée n’est noté, mais une diminution de la production est observée ; par conséquent, la production à partir d’autres sources augmente pour couvrir la demande d’électricité. Dans le scénario “demande élevée, pas de nouveau gaz et faible hydrologie”, le modèle suggère que l’énergie solaire photovoltaïque, l’énergie éolienne et le stockage sur batterie peuvent être considérablement développés pour couvrir l’écart de la demande, complétés par une exploitation élevée de la biomasse durable, de la petite hydroélectricité et même de la géothermie.

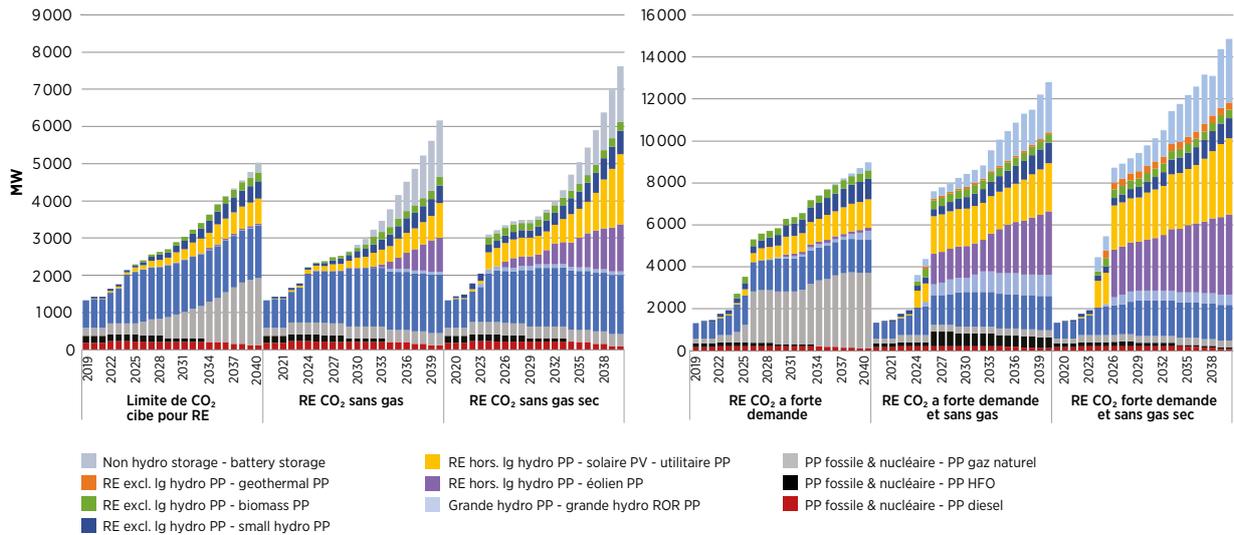
**Tableau 1** Capacités des différents types des centrales électriques à l'horizon 2035, par scénario

SCÉNARIO À L'HORIZON 2035	DIESEL	FOL	GAZ	GRANDE HYDRO (BARRAGE)	GRANDE HYDRO (ROR)	VENT	SOLAIRE PV	PETITE HYDRO ÉLECTRICITÉ	BIO-MASSE	GÉO-THERMIE	STOCKAGE EN BATTERIES
<b>Objectifs politiques (objectif RE/CO<sub>2</sub>)</b>	199	-	1190	1393	10	43	538	399	200	-	8
<b>Objectif RE/CO<sub>2</sub> + Pas de gaz</b>	199	-	330	1567	73	300	517	399	200	-	630
<b>RE/CO<sub>2</sub> objectif + Pas de gaz + sec</b>	199	-	330	1581	101	802	768	468	200	-	588
<b>Objectif RE/CO<sub>2</sub> + Demande élevée</b>	199	-	3 217	1588	137	139	1 202	800	400	-	31
<b>Objectif RE/CO<sub>2</sub> + Demande élevée + Pas de gaz</b>	202	525	330	1 640	988	2 134	1 777	800	400	93	1 389
<b>Objectif RE/CO<sub>2</sub> + demande élevée + absence de gaz + sécheresse</b>	203	74	330	1 692	477	3 222	2 656	800	400	345	1 988

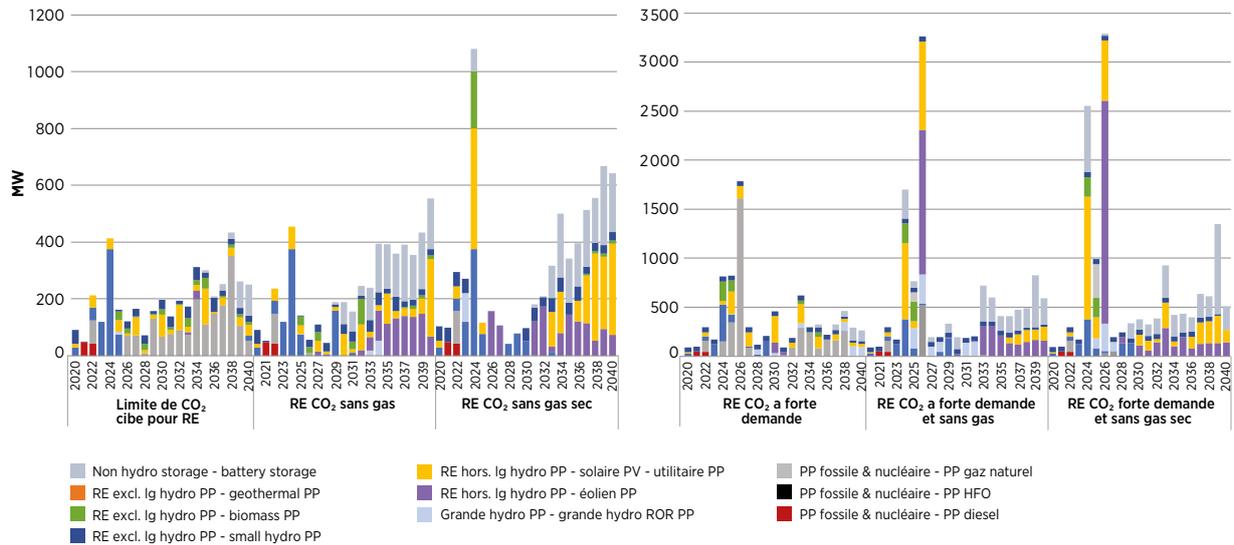
**Figure 1** Comparaison de la production entre les différents scénarios



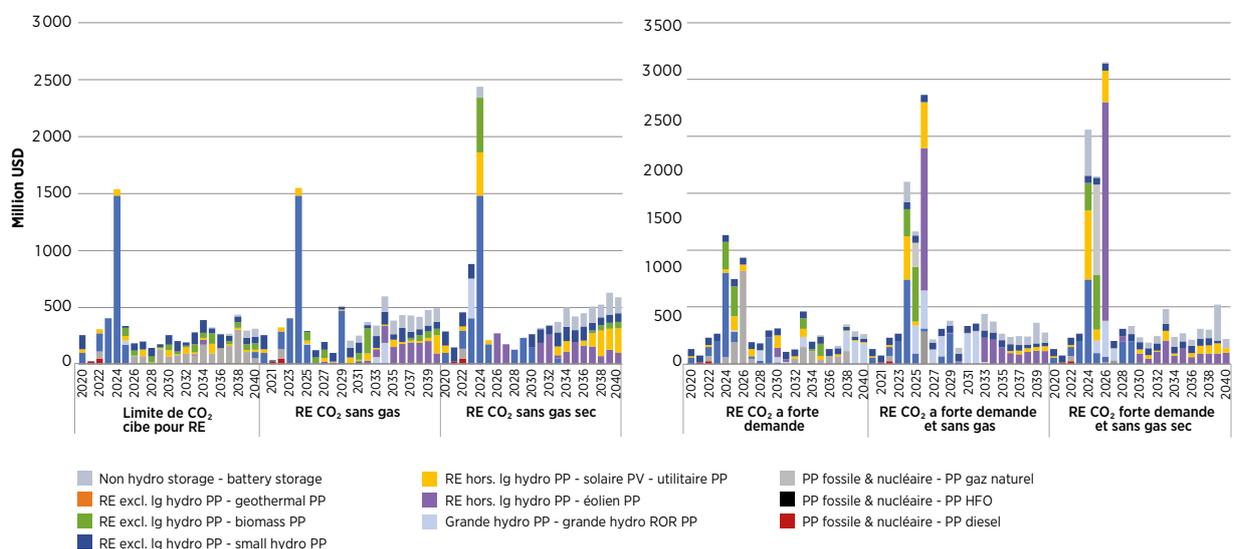
**Figure 2** Comparaison de la capacité de production d'électricité entre les différents scénarios



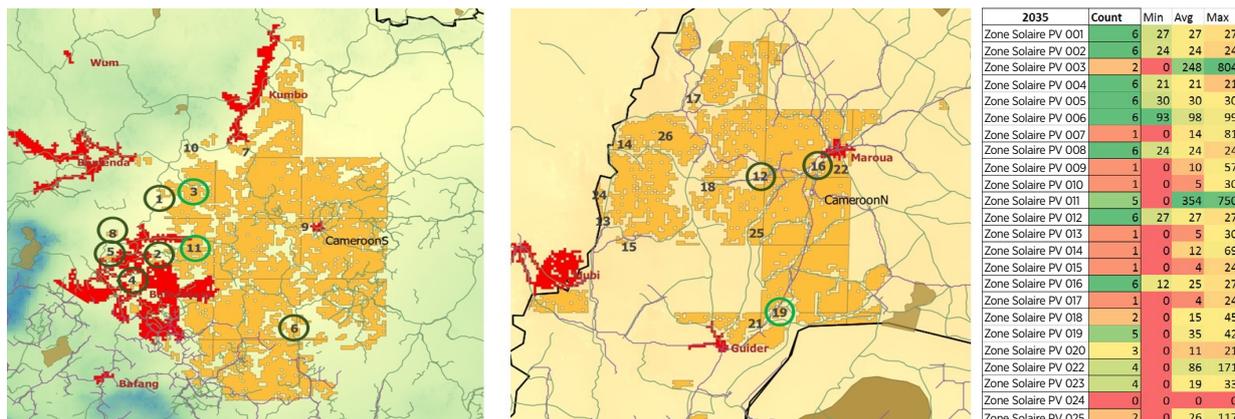
**Figure 3** Comparaison de la nouvelle capacité de production entre les différents scénarios



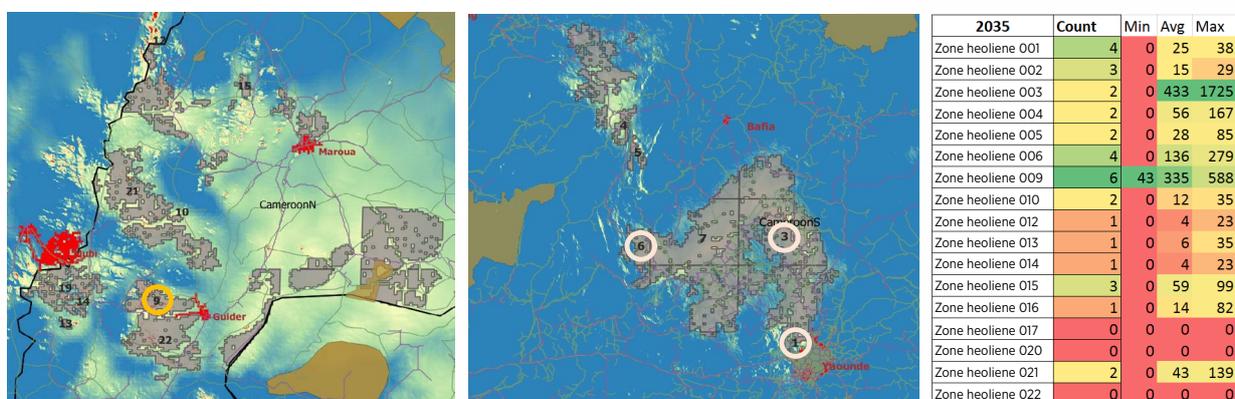
**Figure 4** Comparaison de l'investissement requis entre les différents scénarios



**Figure 5** Localisation des zones solaires proposées (vert foncé = proposé dans tous les scénarios; vert clair = important dans certains scénarios)



**Figure 6** Localisation des zones éoliens proposés (orange foncé = sélectionné dans tous les scénarios; orange clair = préminent dans certains scénarios)



### 3. PRINCIPAUX RÉSULTATS - FEUILLE DE ROUTE POUR LE DÉVELOPPEMENT RENOUVELABLE À COURT TERME (2025)

Les résultats comprennent une feuille de route à court terme pour atteindre ces capacités, y compris la construction de projets d'énergie renouvelable spécifiques tels que des centrales solaires, éoliennes, de petites centrales hydroélectriques et de biomasse. Les capacités renouvelables proposées pour une mise en œuvre à court terme jusqu'en 2025 dans chaque scénario sont présentées dans le tableau ci-dessous. Dans le scénario des objectifs politiques (avec une demande de référence et toutes les technologies sans contrainte dans le modèle), un total de 131 MW de solaire photovoltaïque, 31 MW de biomasse et 58 MW de petites centrales hydroélectriques seront construits d'ici 2025. Toutefois, si l'on prévoit une demande élevée, sans construction de nouveau gaz, et si le risque d'une faible hydrologie est réalisé, le modèle suggère la construction d'un total de 1519 MW de solaire photovoltaïque, 400 MW de biomasse, 300 MW de petites centrales hydroélectriques - et même 345 MW de géothermie et 695 MW de stockage sur batterie - d'ici 2025.

Il convient de noter que l'énergie éolienne devient importante dans plusieurs scénarios au-delà de 2025. Dans les scénarios où l'on prévoit une forte demande, le modèle suggère la nécessité de commencer à construire une capacité d'énergie éolienne dès 2026 ; dans un scénario où la demande est élevée, où il n'y a pas de nouveau gaz et où l'hydrologie est faible, le modèle suggère de construire plus de 2 GW entre 2026 et 2030. Dans le scénario de base des objectifs politiques (avec une demande de référence et toutes les technologies sans contrainte), la première centrale éolienne apparaît sur le réseau en 2032.

**Tableau 2** Capacité renouvelable (MW) proposée dans les différents scénarios d'ici 2025

SCÉNARIO	SOLAIRE PV	BIO-MASSE	GÉO-THERMIQUE	PETITE HYDRO-ÉLECTRICITÉ	STOCKAGE EN BATTERIES
<b>Objectifs politiques (objectif RE/CO<sub>2</sub>)</b> 2020-2025	131	31	-	58	-
<b>Objectif RE/CO<sub>2</sub> + Pas de gaz</b> 2020-2025	163	31	-	58	-
<b>Objectif RE/CO<sub>2</sub> + Pas de gaz + sec</b> 2020-2025	531	200	-	200	79
<b>Objectif RE/CO<sub>2</sub> + Demande élevée</b> 2020-2025	323	310	-	300	-
<b>Objectif RE/CO<sub>2</sub> + Demande élevée + Pas de gaz</b> 2020-2025	903	400	93	300	359
<b>Objectif RE/CO<sub>2</sub> + Demande élevée + Pas de gaz + sec</b> 2020-2025	1519	400	345	300	695

En termes de projets spécifiques, le tableau ci-dessous donne une idée des énergies renouvelables qu'il est suggéré de construire d'ici 2025 dans le scénario où la capacité globale requise est la plus faible (scénario de base des objectifs politiques) et dans le scénario où la capacité globale requise est la plus élevée (scénario des objectifs politiques avec une demande élevée, pas de nouveau gaz et une faible hydrologie). En plus des centrales solaires photovoltaïques déjà en cours (P166 et Location Guider Maroua), le modèle suggère qu'au moins 64 millions USD soient investis dans quatre projets solaires photovoltaïques totalisant 65 MW d'ici 2025 dans le cadre du scénario Objectifs politiques de base. Dans un scénario où plus de capacité est nécessaire, le modèle suggère d'aller au-delà de ces projets pour construire une capacité solaire supplémentaire dans les zones solaires photovoltaïques identifiées dans cette analyse, avec un investissement total de 1 356 millions USD dans 12 zones solaires photovoltaïques différentes dans le nord et le sud d'ici 2025, totalisant 1 410 MW de capacité.

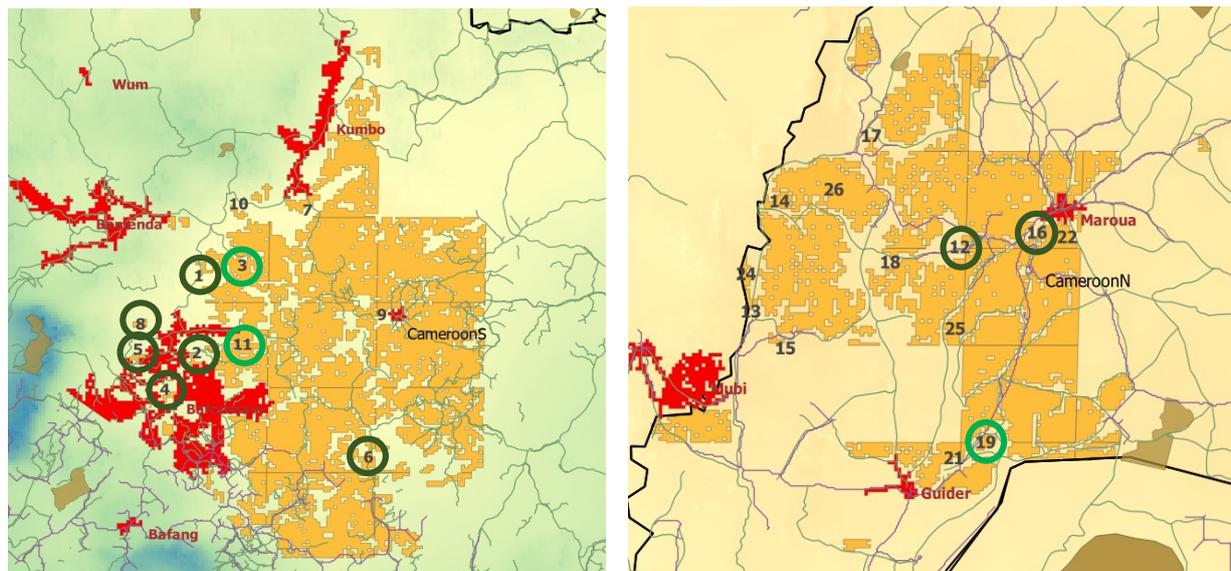
Bien qu'il n'y ait pas de projets spécifiques déjà identifiés pour d'autres technologies renouvelables, le modèle suggère la possibilité d'investir d'ici 2025 dans la petite hydroélectricité (145 millions d'USD pour 58 MW) et la biomasse durable (74 millions d'USD pour 31 MW) dans le scénario de base des objectifs politiques. Dans le scénario où les besoins en capacité sont les plus importants, le modèle suggère d'investir dans de nouvelles petites centrales hydroélectriques et dans la biomasse d'ici 2025 (750 millions d'USD pour 300 MW et 1 442 millions d'USD pour 400 MW, respectivement), mais aussi éventuellement dans la géothermie (1 590 millions d'USD pour 345 MW) et dans le stockage en batterie (834 millions d'USD pour 695 MW) pour compléter le solaire photovoltaïque supplémentaire.

**Tableau 3** Capacité et coût des énergies renouvelables d'ici 2025 -  
Estimations des scénarios les plus bas et les plus élevés

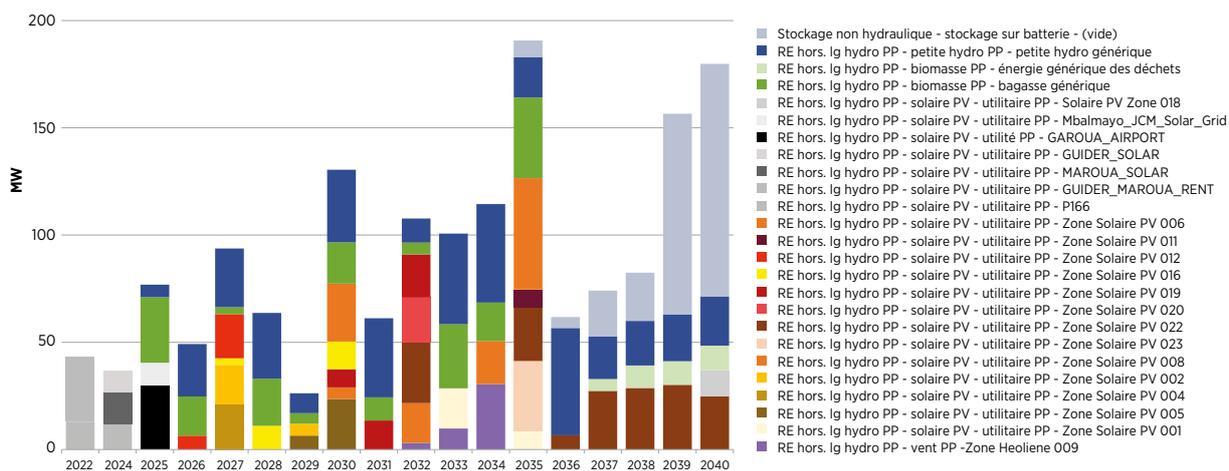
	2020-2025	OBJECTIFS POLITIQUES (OBJECTIF RE/CO <sub>2</sub> )		OBJECTIF RE/CO <sub>2</sub> + DEMANDE ÉLEVÉE + PAS DE GAZ + SEC	
		CAPACITÉ (MW)	INVESTISSEMENT (MILLIONS USD)	CAPACITÉ (MW)	INVESTISSEMENT (MILLIONS USD)
<b>Solaire PV</b>	Solar PV Zone 001	-	-	27	26
	Solar PV Zone 005	-	-	30	28
	Solar PV Zone 004	-	-	21	19
	Solar PV Zone 002	-	-	24	22
	Solar PV Zone 008	-	-	24	23
	Solar PV Zone 003	-	-	804	799
	Solar PV Zone 010	-	-	30	30
	Solar PV Zone 019	-	-	42	32
	Solar PV Zone 016	-	-	8	6
	Solar PV Zone 012	-	-	27	21
	Solar PV Zone 011	-	-	274	260
	Solar PV Zone 006	-	-	99	89
	P166	36	100	24	68
	GUIDER_ MAROUA_RENT	30	-	30	-
	MAROUA_SOLAR	15	15	15	15
	GUIDER_SOLAR	10	10	10	10
	GAROUA_AIRPORT	30	29	30	29
	Mbalmayo_JCM_Solar_Grid	10	10	-	-
<b>Biomasse</b>	Générique Bagasse	31	74	200	482
	Énergie générique à partir de déchets	-	-	200	960
<b>Géothermie</b>	Générique Geothermal	-	-	345	1590
<b>Petite hydroélectricité</b>	Générique Hydro Small	58	145	300	750
<b>Stockage par batterie</b>	Stockage par batterie	-	-	695	834
<b>Total</b>		220	383	3 259	6 093

**Note:** Tous les coûts sont basés sur les hypothèses utilisées dans l'exercice de modélisation - les coûts réels peuvent différer et tous les projets nécessitent des études exploratoires appropriées.

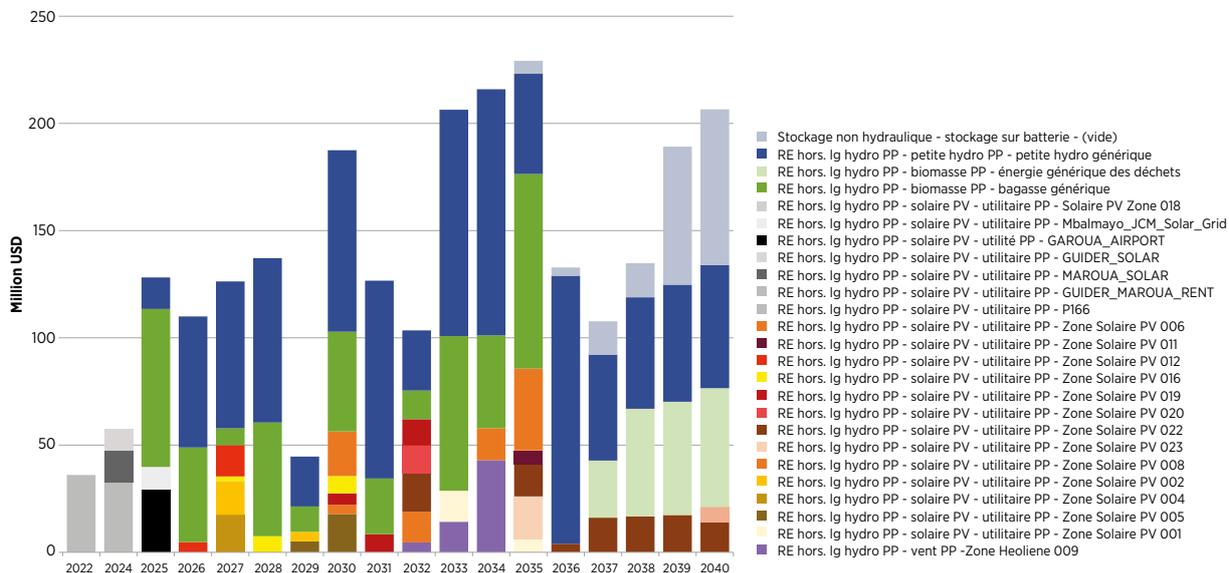
**Figure 7** Localisation des zones/projets solaires proposés (vert foncé = proposé dans tous les scénarios ; vert clair = important dans des scénarios spécifiques)



**Figure 8** Projets d'énergie renouvelable proposés pour 2022-2040 (scénario des objectifs politiques)



**Figure 9** Investissements prévus pour la mise en œuvre de projets d'énergie renouvelable en 2022-2040 (scénario Objectifs politiques ; millions USD)



## 4. MESSAGES CLÉS DE L'ANALYSE

L'objectif principal du plan est de fournir une feuille de route pour parvenir à une intégration optimale et réussie des énergies renouvelables dans le mix électrique, sur la base des différentes politiques en place. Les résultats présentés ont été analysés afin de mieux comprendre les aspects politiques suivants.

### 4.1. Suffisance de l'approvisionnement en énergie

À ce jour, la majeure partie de l'électricité consommée au Cameroun est fournie par les grandes centrales hydroélectriques, suivies des combustibles fossiles. Alors que l'hydroélectricité est limitée par l'emplacement, l'hydrologie fluctuante et les coûts d'investissement élevés, les combustibles fossiles sont aujourd'hui limités par leur facteur de pollution et l'augmentation du coût du carburant. Les résultats montrent qu'une grande quantité d'électricité peut être produite à partir de ressources renouvelables telles que le vent et le soleil dans des zones dont le potentiel n'était pas encore reconnu. Alors que l'électricité peut être produite à partir de fermes solaires dans des zones telles que Bafang, Bamenda, Kumbo et Wum dans le sud du pays, il existe également un potentiel éolien à Bamenda, Bafoussam, Bafia et d'autres zones proches de Yaoundé.

La demande d'électricité devrait passer de 7 246 GWh en 2021 à 14 531, 17 593 et 18 776 GWh en 2035, respectivement dans les scénarios de demande faible, moyenne et élevée, sur la base des projections du PDSE. L'offre d'électricité dans tous ces scénarios illustre le potentiel des énergies renouvelables à devenir une option majeure d'approvisionnement en électricité pour répondre à la demande d'électricité et atteindre les objectifs associés.

### 4.2. Promotion de l'industrialisation

Les objectifs de développement économique du pays reposent sur son industrialisation en cours, mais ils sont compromis par un approvisionnement en électricité insuffisant. La production d'électricité est donc nécessaire non seulement pour répondre à la consommation résidentielle et commerciale, mais surtout pour satisfaire les besoins du secteur industriel. Les projets d'énergie renouvelable proposés par le modèle dans diverses régions soutiennent cette industrialisation, par la mise en œuvre de projets à grande échelle connectés au réseau. La présence de projets à grande échelle connectés au réseau fournissant de l'énergie solaire, de la biomasse et de l'énergie éolienne bon marché ne servirait pas seulement les industries locales - en soutenant leur expansion - mais offrirait également des possibilités d'attirer des investissements étrangers dans divers secteurs. Parallèlement, les projets à petite échelle, tels que les petites centrales hydroélectriques et les mini-centrales solaires, permettraient non seulement d'initier l'industrialisation d'entreprises jusqu'alors manuelles dans les zones rurales, mais aussi de permettre à ces structures de se développer pour permettre la fabrication de produits secondaires. Atteindre ce niveau d'industrialisation sans énergie renouvelable entraînera une augmentation significative des émissions de CO<sub>2</sub>, que le Cameroun s'est engagé à réduire dans sa contribution déterminée au niveau national (CDN).

### 4.3. Accès à une électricité abordable

L'un des objectifs de la Vision 2035 est de fournir un accès universel à l'électricité d'ici la fin de l'horizon de planification. Selon le bilan énergétique 2016 du Cameroun, l'accès à l'électricité en milieu rural est d'environ 32 %, ce qui donne une idée du travail intensif nécessaire pour atteindre 100 %. Alors que des projets comme le P166L - qui a servi à introduire des services d'électricité dans certaines populations rurales - et des extensions de réseau sont en cours, ils ne seront pas suffisants pour atteindre l'accès universel, étant donné l'augmentation rapide de la demande d'électricité dans les zones rurales. C'est pourquoi les résultats fournis par le modèle soutiennent le développement de divers projets d'énergie renouvelable à proximité des sites de consommation pour satisfaire la demande.

#### **4.4. Le plan national de développement des énergies renouvelables et la politique**

Le rôle des énergies renouvelables dans le développement durable est clairement démontré dans ce rapport. Cependant, la mise en œuvre réussie de ces projets d'énergie renouvelable nécessite à la fois un engagement fort et un environnement politique favorable. Le plan, et la modélisation associée, identifie les projets d'énergie renouvelable à développer, et les investissements associés nécessaires, tout au long de la période de planification. Il montre également qu'il est nécessaire d'établir un parcours clair entre le développement du projet et sa mise en service, qui définisse les parties prenantes, les délais, les procédures et les frais à payer. Cela permettrait d'assurer la transparence aux investisseurs sur le processus de mise en œuvre des projets d'énergie renouvelable au Cameroun et de permettre l'achèvement des projets en temps voulu.

### **5. PROPOSITIONS DE POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE**

Ce rapport propose un certain nombre de changements politiques, réglementaires et institutionnels qui pourraient permettre la mise en œuvre réussie du plan. Il s'agit notamment de l'utilisation d'appels d'offres et d'enchères inversées appropriés, de l'introduction de la norme de portefeuille renouvelable, d'un système de tarifs de rachat, d'une agence pour les énergies renouvelables et alternatives et d'une loi spécifique aux énergies renouvelables. Une procédure appropriée d'appel d'offres et d'enchères inversées permettrait d'accorder des autorisations pour les formes les plus efficaces de production d'énergie renouvelable à un coût optimal. L'introduction d'une politique de normes pour les portefeuilles d'énergies renouvelables conduirait à l'adoption rapide des énergies renouvelables et générerait des fonds pour leur développement futur. Le système de tarifs de rachat attirera davantage d'investissements dans le secteur et contribuera à la réalisation de ce plan. De plus, la création d'une agence chargée de mettre en œuvre et de coordonner les projets d'énergie renouvelable au Cameroun contribuerait grandement à une mise en œuvre réussie. Enfin, une loi dédiée aux énergies renouvelables est essentielle pour atteindre les différents objectifs fixés par le Cameroun en matière de réduction des émissions et de transition énergétique, en soutenant un système énergétique durable et apte à soutenir les objectifs de développement du Cameroun.