

# Capacité solaire photovoltaïque supplémentaire pour remplacer les combustibles fossiles dans le Parc Industriel de Caracol en Haïti et les communautés avoisinantes

## Spécifications techniques

### Contexte

Le 22 mai 2024, le Ministère de l'Économie et des Finances de la République d'Haïti a sollicité la Banque Interaméricaine de Développement (BID), pour la préparation d'un nouveau financement (Subvention d'Investissement) afin d'augmenter la participation des Énergies Renouvelables (ER) dans le Parc Industriel de Caracol (PIC).

La nouvelle opération de Subvention d'Investissement (IGR) (le "**Projet**") s'appuie sur les interventions [4900/GR-HA](#) (HA L1140) et [GRT/CF-17708-HA](#) (HA-G1045) (le "**Programme**") ("Améliorer l'Accès à l'Électricité en Haïti") actuellement en phase d'exécution. L'objectif général du Programme est d'améliorer l'accès fiable à l'électricité en Haïti pour favoriser le développement économique et renforcer la gouvernance du secteur de l'électricité.

Le Projet porte sur la Composante II du Programme, qui encourage la fourniture d'électricité à partir d'ER dans le PIC et les communautés avoisinantes.

Le Programme devrait permettre de remplacer jusqu'à 55% de la consommation de combustibles fossiles par des ER au cours de la première année d'exploitation, pour atteindre un tarif industriel plus bas et plus stable de 27 cents/kWh et un tarif résidentiel d'environ 32 cents/kWh.<sup>1</sup> À cet effet, deux centrales solaires photovoltaïques (SPP) d'une puissance combinée de 12MWp (8MWp et 4MWp) comprenant un système de stockage d'énergie par batteries (BESS) de 5MW/10MWh seront installées et mises en service. La SPP formera un réseau électrique hybride avec la centrale thermique existante de 10MW (TEP), qui sera exploité par une entreprise internationale sélectionnée à l'issue d'un processus concurrentiel. En avril 2023, le Programme a lancé un appel d'offres international pour la construction de la SPP, conformément aux politiques de passation de marchés de la BID. Le processus a été déclaré concluant et la signature du contrat avec l'entreprise retenue est intervenu en avril 2024. Avec cette avancée, l'opportunité se présente d'augmenter la capacité de production solaire du PIC de 12MWp à 13,4MWp, en mobilisant des ressources additionnelles venant du SREP, en complément des activités déjà engagées par le Programme.

Ce Projet soutiendra l'exécution du Programme en finançant la conception, l'installation et la mise en service d'une capacité solaire photovoltaïque supplémentaire de 1,4MWp intégrée à la SPP du Programme. L'objectif de ce document est de décrire les spécifications techniques générales pour le contrat de conception, construction, exploitation et maintenance du système de 1,4MWp qui sera ajouté au concept de SPP existant. Toute autre spécification non décrite dans ce document doit être considérée similaire aux spécifications actuelles de la SPP de 12MWp définies dans le contrat AOI CT AMACEH-006.

---

<sup>1</sup> Sur la base des informations présentées par le consortium du contrat attribué AOI CT AMACEH-006.

La capacité électrique supplémentaire (1,4MWp) est calculée sur la base des coûts établis dans le contrat AOI CT AMACEH-006 récemment attribué. Le consortium SAE-A STX Entech Co. Ltd / SHINSUNG E&G CO. LTD / Sangyong E&C Co. Ltd sera responsable de la conception, la construction, la mise en service, l'exploitation et la maintenance de la SPP pendant cinq ans.

### **Emplacement et site du Projet**

Le Projet sera construit dans le PIC, situé dans le nord-est d'Haïti. Le PIC est un parc dédié aux industries légères à usage mixte et une zone franche industrielle qui, en 2021, employait plus de 15 000 personnes.<sup>2</sup> Le système électrique du PIC est l'épine dorsale du réseau électrique du nord-est. Son approvisionnement en électricité dépend d'une centrale thermique au fioul lourd de 10MW (TEP), exploitée depuis 2012 par la National Rural Electric Cooperative Association (NRECA) pour le compte de l'Agence Américaine pour le Développement International (USAID). Cependant, entre 2019 et 2023, l'augmentation du coût des carburants et l'inflation<sup>3</sup> ont fait grimper le coût de l'électricité subventionnée de 58%, compromettant la compétitivité du PIC et la fourniture de services aux communautés du nord-est.<sup>4</sup> La raison d'être de la SPP est donc de garantir un approvisionnement en électricité ininterrompu, propre et durable à un tarif compétitif pour les locataires du PIC et les utilisateurs résidentiels à l'extérieur du parc.

Le Projet de 1,4 MWp nécessitera une surface d'environ 1,3ha. Cette surface est disponible sur le site où sera érigée la centrale électrique de 12MWp.

---

<sup>2</sup> En 2022, la crise du carburant en Haïti a conduit à une fermeture de 54 jours du PIC, entraînant des pertes d'emplois de l'ordre de 50% au sein du PIC.

<sup>3</sup> Source: [IMF, 2024](#).

<sup>4</sup> Sans subvention, le coût moyen de l'électricité dans cette région atteindrait plus de 60 cents/kWh.

## Capacité photovoltaïque supplémentaire – le Projet

En envisageant un budget total de 2.3 millions USD et sur la base des coûts présentés par le consortium pour les 12MWp, le coût unitaire supplémentaire est estimé à 1 195 626,7 USD par MWp, ce qui donne une capacité supplémentaire de 1,4MWp pour l'extension de la SPP.

**Tableau 1. Estimation de la capacité supplémentaire** (à partir des coûts de référence du consortium)

Objet	Coûts de référence AOI CT AMACEH-006 (US\$)	Fraction applicable à la capacité solaire PV supplémentaire (US\$)	Coût associé à la capacité solaire PV supplémentaire du Projet (US\$)
<b>I- Conception</b>	<b>397,600.0</b>		
Conception (Ingénierie) détaillée	397,600.0	0%	-
<b>II- Fourniture et Transport de matériels et équipements</b>	<b>12,989,300.0</b>		
Coûts modules solaires	2,903,300.0	100%	2,903,300.0
Coûts onduleurs solaires	441,700.0	100%	441,700.0
Coûts de structures de supports des modules solaires	1,824,700.0	100%	1,824,700.0
Coûts équipements électriques principaux, y compris les systèmes de protection, de commande et de contrôle	2,960,000.0	90%	2,664,000.0
Coût du système de stockage	2,632,900.0	0%	-
Coût SCADA et stations météo	780,900.0	0%	-
Transport et logistique	1,445,800.0	100%	1,445,800.0
<b>III- Services de montage (Travaux)</b>	<b>11,656,600.0</b>		
Génie civil - Préparation du site	1,137,500.0	90%	1,023,750.0
Génie civil- Routes et système de drainage	1,290,200.0	100%	1,290,200.0
Génie civil - Installation des structures PV	2,292,900.0	100%	2,292,900.0
Génie civil - Installation centrales PV	3,036,600.0	100%	3,036,600.0
Génie civil - Installation du système de stockage	173,300.0	0%	-
Génie civil - Clôtures	745,000.0	0%	-
Génie électrique - Installation et raccordement centrales PV au réseau existant (réseau de Caracol)	2,094,800.0	85%	1,780,580.0
Génie électrique - Installation et raccordement du système de stockage au réseau existant (réseau de Caracol)	176,200.0	0%	-
Génie civil- Construction de Batiments (administratif et stockage)	710,100.0	0%	-
<b>IV- Mise en service</b>	<b>393,300.0</b>		
Test de mise en service (Réception provisoire)	230,100.0	0%	-
Stock de pièces de rechange	163,200.0	0%	-

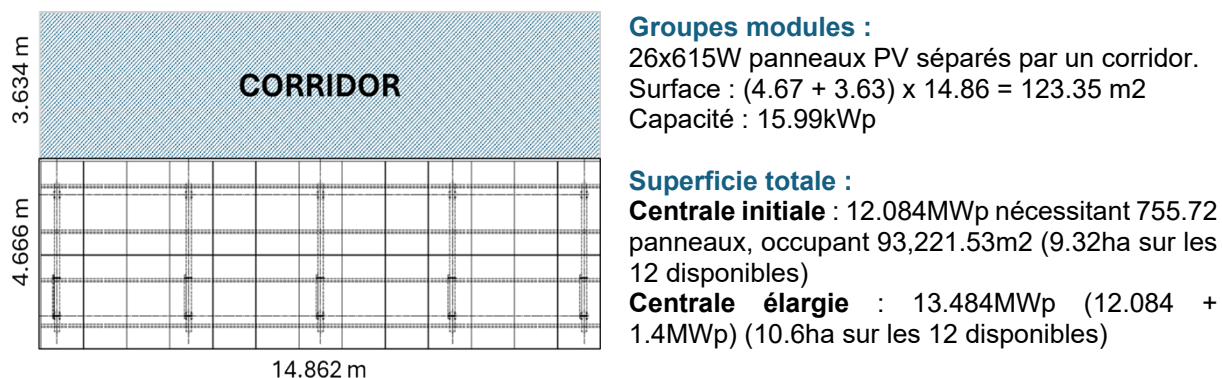
Objet	Coûts de référence AOI CT AMACEH-006 (US\$)	Fraction applicable à la capacité solaire PV supplémentaire (US\$)	Coût associé à la capacité solaire PV supplémentaire du Projet (US\$)
<b>V- Autres</b>	<b>3,980,600.0</b>		
Assurances	597,600.0	0%	-
Douanes et taxes	1,470,900.0	0%	-
Conseil juridique	-	0%	-
Profit	1,912,100.0	50%	956,050.0
<b>Total</b>	<b>29,417,400.0</b>	<b>14,347,520.0</b>	<b>19,659,580.0</b>
Capacité initiale (MW)	12		12
Coût unitaire (US\$/MW)	1,195,626.67		1,638,298.33

<b>Budget additionnel</b>	<b>2,300,000</b>
<b>Capacité supplémentaire</b>	<b>1.4</b>

## Disponibilité du foncier pour le Projet et capacité de transformation

En 2019, lorsque le Programme a été approuvé, le PIC a mis à disposition une superficie totale de 12ha pour la construction de la SPP (12MWp) incluant des panneaux solaires individuels d'environ 350 watts chacun. Toutefois, la technologie PV ayant évolué et les panneaux solaires étant devenus plus efficaces, les 12MWp nécessitent désormais seulement 9,32ha de terrain (au lieu des 12 initiaux), en utilisant des panneaux de 615 watts. Sur la base de ces caractéristiques actualisées, le Projet de 1,4MWp nécessite une superficie de 1,3ha, ce qui reste dans les 12ha initialement alloués à la SPP dans le PIC (Figure 1). La capacité de transformation passera de 3x4.25MVA à 3x5MVA pour tenir compte de l'augmentation de la production.

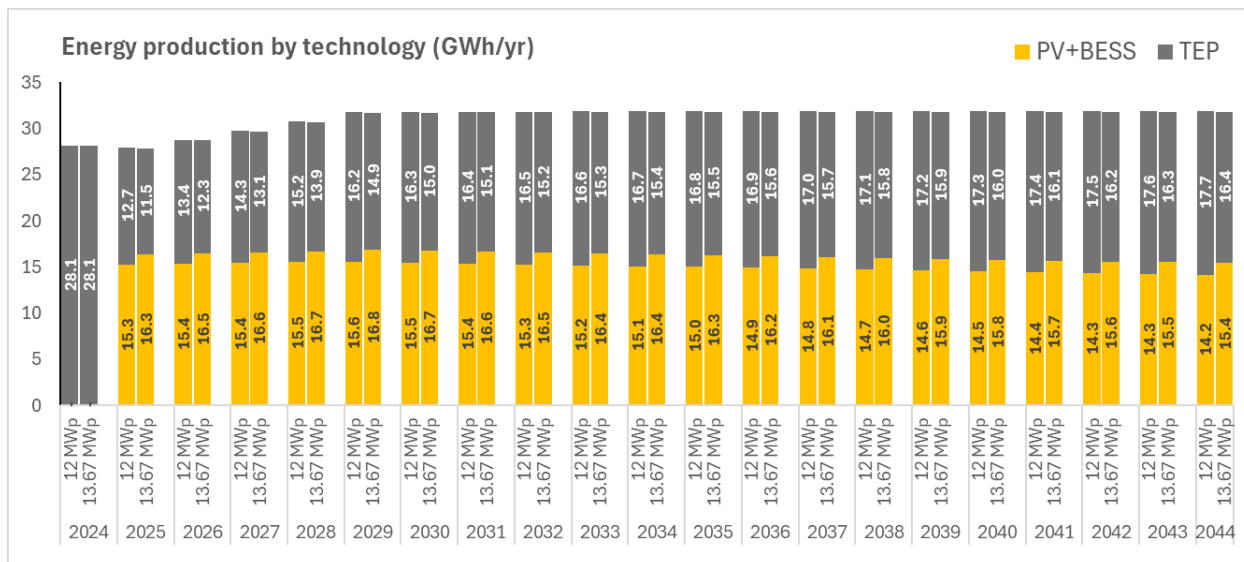
**Figure 1. Surface pour la construction de la centrale agrandie** (d'après les spécifications techniques du consortium)



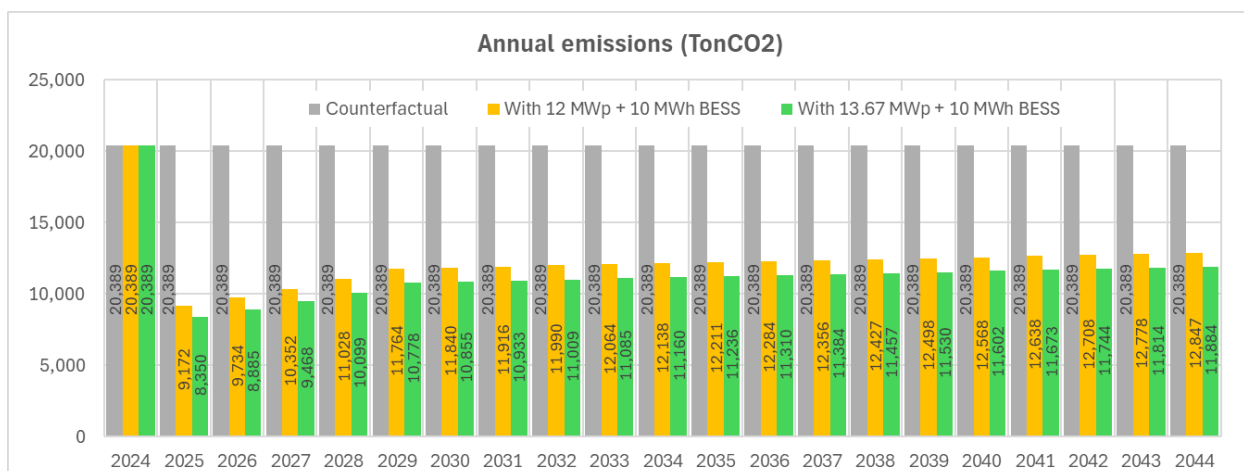
## Production d'énergie et réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

La puissance initiale de 12MWp a été conçue pour remplacer environ 55% de la capacité de la TEP existante au cours de la première année d'exploitation. La contribution du Projet porte cet avantage à 58%, réduisant les émissions de CO<sub>2</sub> d'environ 7,6% supplémentaires au cours de la première année. Sur 20 ans, l'extension de 1,4MWp devrait générer 21 029MWh d'électricité solaire en plus (Figure 2) et éviter 16 282 tonnes d'émissions de CO<sub>2</sub> supplémentaires (Figure 3).

**Figure 2. Production électrique anticipée par technologie** (la croissance observée jusqu'en 2029 est liée à une hausse attendue de productivité dans le PIC grâce à un tarif de l'électricité plus compétitif).<sup>5</sup>



**Figure 3. Émissions annuelles de CO<sub>2</sub>** (dans le scénario sans centrale solaire, la TEP fournit une quantité constante d'énergie et aucune augmentation de la productivité du PIC n'est attendue en raison de la faible qualité et du coût élevé de l'approvisionnement en électricité).



## Confirmation de données par le consortium

<sup>5</sup> D'après l'analyse économique de l'opération HA-L1143.

Le tableau suivant comprend les informations présentées par le consortium et avec lesquelles le contrat AOI CT AMACEH-006 a été attribué. Le consortium doit inclure dans le document fourni en annexe, *Formulaire Révision Offre de Prix*, les ajustements liés à l'augmentation de la capacité solaire du Projet décrit dans ce document, et confirmer l'amélioration additionnelle des tarifs MT et BT qui en résulte.

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
<b>Nombre de clients</b>	15,500	15,500	15,500	15,500	15,500
<b>Coûts</b>	4,839,464.2	5,151,395.2	5,635,659.0	5,417,752.3	5,947,275.9
<b>Communs</b>	4,134,718.1	4,420,747.5	4,887,291.9	4,651,134.2	5,161,859.3
Combustible Gx* (US\$)	2,087,453.6	2,234,742.7	2,417,083.0	2,523,188.7	2,631,032.4
O&M TEP (US\$)	737,044.3	845,808.0	1,099,136.1	752,389.8	1,123,334.5
O&M Centrale Solaire (US\$)	328,349.8	338,200.3	348,346.3	358,796.6	369,560.5
Administration Générale (US\$)	981,870.5	1,001,996.6	1,022,726.5	1,016,759.0	1,037,931.8
<b>Seulement PIC (MT)</b>	23,580	23,580	23,580	23,580	23,580
O&M Réseau PIC (US\$)	23,580	23,580	23,580	23,580	23,580
<b>Seulement NonPIC (BT)</b>	681,166.1	707,067.6	724,787.0	743,038.0	761,636.6
Dépense Commerciale (US\$)	130,401.1	141,772.3	144,525.4	147,361.2	150,282.0
O&M Réseau BT (US\$)	550,765.0	565,295.4	580,261.6	595,676.9	611,554.6
<b>Énergie Facturée PIC (MWh)</b>	9,173.3	9,679.5	10,213.8	10,777.5	11,372.3
<b>Énergie Facturée NonPIC (MWh)</b>	12,821.2	12,821.2	12,821.2	12,821.2	12,821.2
<b>Énergie Totale Facturée (MWh)</b>	21,994.5	22,500.8	23,035.0	23,598.7	24,193.6
<b>Facteur R = (1 + rentabilité théorique)</b>	1.032	1.035	1.042	1.054	1.074
<b>Tarif de Base (US\$/MWh)</b>	188.0	196.5	212.2	197.1	213.4
TB_TEP (US\$/MWh)	128.4	136.9	152.6	138.8	155.2
TB_Solaire (US\$/MWh)	14.9	15.0	15.1	15.2	15.3
TB_ADM (US\$/MWh)	44.6	44.5	44.4	43.1	42.9
<b>Tarif PIC (MT) (US\$/MWh)</b>	196.7	205.9	223.5	210.0	231.4
<b>Tarif NonPIC (BT) (US\$/MWh)</b>	248.8	260.4	280.0	268.8	293.0
<b>Facturation PIC (US\$)</b>	1,803,988.10	1,992,716.39	2,282,624.13	2,263,724.24	2,631,240.48
<b>Facturation NonPIC (US\$)</b>	3,190,338.99	3,338,977.59	3,589,732.52	3,446,586.64	3,756,133.81
<b>Facture mensuelle NonPIC (US\$/Mois/Client)</b>	17.15	17.95	19.30	18.53	20.19
<b>Total Coûts (US\$)</b>	4,839,464.24	5,151,395.16	5,635,658.97	5,417,752.25	5,947,275.87
<b>Revenus (US\$)</b>	4,834,810.15	5,164,745.11	5,692,870.02	5,537,981.54	6,199,567.60
Collecte PIC (US\$)	1,803,988.10	1,992,716.39	2,282,624.13	2,263,724.24	2,631,240.48
recouvrabilité NonPIC (%)	95%	95%	95%	95%	95%
Collecte NonPIC (US\$)	3,030,822.04	3,172,028.71	3,410,245.89	3,274,257.31	3,568,327.12
<b>Marge Nette Opérateur (US\$)</b>	-4,654.09	13,349.95	57,211.05	120,229.29	252,291.72
<b>Rentabilité annuelle estimée</b>	-0.1%	0.3%	1.0%	2.2%	4.2%

**Légende des couleurs**

- Données fixées par l'organisme contractant
- Donnée non applicable
- Donnée à fournir obligatoirement par le candidat
- Calcul automatique
- Revue pour augmenter la capacité photovoltaïque

		Référence
Tarif base moyen pondéré (US\$/MWh)	201.66	187.02
TB_TEP moyen pondéré	142.65	140.40
TB_Solaire moyen pondéré	15.12	17.69
TB_ADM moyen pondéré	43.89	28.93
Tarif PIC (MT) moyen pondéré (US\$/MWh)	214.27	214.83
Tarif NonPIC (BT) moyen pondéré (US\$/MWh)	270.20	270.05